

T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLMİLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KIZARTMA YAĞLARININ OKSİDATİF STABİLİTESİ ÜZERİNE FARKLI
DOĞAL ANTİOKSİDAN MADDELERİN ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

HAZIRLAYAN: Mehmet Murat CEYLAN
DANIŞMAN: Dr. Öğretim Üyesi Ayhan BAŞTÜRK

VAN-2020

T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KIZARTMA YAĞLARININ OKSİDATİF STABİLİTESİ ÜZERİNE FARKLI
DOĞAL ANTİOKSİDAN MADDELERİN ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

HAZIRLAYAN: Mehmet Murat CEYLAN

Bu çalışma YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından **FDK-2017-6348**
No'lu proje olarak desteklenmiştir.

VAN-2020

KABUL VE ONAY SAYFASI

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Dr. Öğr. Üyesi Ayhan BAŞTÜRK danışmanlığında, Mehmet Murat CEYLAN tarafından sunulan “Kızartma Yağlarının Oksidatif Stabilitesi Üzerine Farklı Doğal Antioksidan Maddelerin Etkisi” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmenliği'nin ilgili hükümleri gereğince 28/04/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: **Prof. Dr. Seval ANDIÇ**

İmza:

Üye: **Prof. Dr. Murat TUNÇTÜRK**

İmza:

Üye: **Dr. Öğr. Üyesi Ayhan BAŞTÜRK
(Danışman)**

İmza:

Üye: **Dr. Öğr. Üyesi Bayram YURT**

İmza:

Üye: **Dr. Öğr. Üyesi Mubin KOYUNCU**

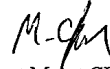
İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 30./04/2020 tarih ve 2020/24-II Sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Suat SENSÖZ

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atf yapıldığını bildiririm.



Mehmet Murat CEYLAN

ÖZET

KIZARTMA YAĞLARININ OKSİDATİF STABİLİTESİ ÜZERİNE FARKLI DOĞAL ANTIOKSİDAN MADDELERİN ETKİSİ

CEYLAN, Mehmet Murat
Doktora Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Ayhan BAŞTÜRK
2020, 185 sayfa

Bu çalışmada, ticari kızartma yağı, fındık yağı, palm olein yağı ve farklı oranlarda fındık yağı ile palm olein yağlarının paçallanmasıyla (pac1 ve pac2) elde edilen yağlara günde 4 defa 3 gün boyunca fritözde 180 °C'de kızartma işlemi uygulanmıştır. Kızartma işleminde kullanılan yağların nasıl etkilendiğini belirlemek amacıyla bazı kimyasal ve fiziksel analizler yapılmıştır. Bu analizler; serbest asitlik (%0.35 - %1.39), peroksit sayısı (0.64-11.49 meqO₂/kg), p-anisidin değeri (5.06-67.52), toplam oksidasyon değeri (7.66-91.11), konjuge dien (2.84-11.09) ve trien (1.07-5.65), renk analizi, toplam polar madde, viskozite (17.64–140 mPa.s) analizidir. Ayrıca yağların oksidatif stabilitelerini arttırmak amacıyla yağ örneklerine, BHT (200 ppm) ve uşkun bitkisi ekstraktı (*Rheum ribes* L.), kinoa bitkisi ekstraktı (*Chenopodium quinoa* Willd.) ve propolis ekstraktlarından (1000-1500 ppm) düzeylerde ilave edilmiştir. Doğal ekstraktların etkisi BHT ile kıyaslamaları yapılmış ve BHT'ye en yakın etkiyi 1500 ppm düzeyde propolis ekstraktının gösterdiği anlaşılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, genel olarak kızartma sayısının artmasıyla yağ örneklerinde fiziksel ve kimyasal özelliklerin belirgin şekilde değiştiği, bu değişikliğin de istatistiksel anlamda önemli olduğu görülmüştür (p<0.05). Ayrıca tüm yağ örneklerinde yağ asitleri profili, uçucu bileşenler ve 3-MCPD (1.44-9.11 ppm) ve glisidil (0.36-13.03 ppm) esterleri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarında göre, palm olein yağının artmasıyla oksidatif stabilitenin arttığı ancak bunun daha yüksek miktarda 3-MCPD ve glisidil esteri meydana gelmesinde de etkili olduğunu söyleyebiliriz.

Anahtar kelimeler: Glisidil, Kızartma, Kinoa, Oksidatif stabilite, Propolis, Uşkun, 3-MCPD.



ABSTRACT

THE EFFECT OF DIFFERENT NATURAL ANTIOXIDANT MATERIALS ON THE OXIDATIVE STABILITY OF FRYING OIL

CEYLAN, Mehmet Murat
Ph.D, Thesis, Food Engineering
Supervisor: Asst. Prof. Dr. Ayhan BAŞTÜRK
2020, 185 Pages

In this study, the frying process done 4 times a day for 3 days in the fryer at 180 °C was applied to commercial frying oil, hazelnut oil, palm olein oil, oil obtained by blending different proportions of hazelnut oil with palm olein oil (blend 1 and blend 2). Some chemical and physical analyzes were carried out to determine how the oils used in the frying process were effected by the process. These analyzes are free acidity (%0.35 - %1.39), peroxide number (0.64-11.49 meqO₂/kg), p-anisidine value (5.06-67.52), total oxidation value (7.66-91.11), conjugated diene (2.84-11.09) and triene (1.07-5.65), color analysis, total polar material, viscosity (17.64–140 mPa.s) analysis. In addition, in order to increase the oxidative stability of oils. BHT (200 ppm), the rhubarb plant extract (*Rheum ribes* L.), the quinoa plant extract (*Chenopodium quinoa* Willd.), propolis extracts (1000-1500 ppm) that, all determined by preliminary studies were added in oil samples. The effects of natural extracts were compared with BHT and it was found that propolis extract at 1500 ppm level had the closest effect to BHT. According to analysis results, it was seen that the physical and chemical properties of oil samples changed significantly with increasing frying number and this change was statistically significant (p <0.05). Furthermore, fatty acid profile, volatile components and 3-MCPD (1.44-9.11 ppm) and glycidyl (0.36-13.03 ppm) esters were examined in all oil samples. According to the results of the study, it was found that the oxidative stability increased with the rising of palm olein oil. However we can say that, it was also effective in the formation of higher amounts of 3-MCPD and glycidyl ester.

Keywords: Frying, Glycidyl, Propolis, Rhubarb, Oxidative stability, Quinoa, 3-MCPD.



ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasında, her türlü ilgi ve yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerini paylaşan saygıdeğer danışmanım Sayın Dr. Öğretim Üyesi Ayhan BAŞTÜRK'e, tez izleme komitesinde bulunan ve tezimin gidişatında bana yol gösteren kıymetli hocalarım Sayın Prof. Dr. Seval ANDIÇ'e ve Sayın Prof. Dr Murat TUNÇTÜRK'e, GC/MS çalışmalarımda bana çok yardımcı olan kıymetli hocalarım Sayın Prof. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK'e ve Sayın Arş. Gör. Neşe BADAĞ'a, laboratuvar çalışmalarımda yardımlarından istifade ettiğim çok değerli bölüm hocalarım ve değerli arkadaşlarıma, tez projemin maddi olarak desteklenmesini sağlayan Van Y. Y. Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne, çalışmamda kullandığım propolis ve kinoaların temin edilmesinde bana yardımcı olan hocalarımdan Sayın Doç. Dr. Süleyman TEMEL'e, Sayın Dr. Öğretim Üyesi Cengiz ERKAN'a ve Sayın Öğretim Görevlisi İbrahim YAVUZ'a, ayrıca palm olein yağını temin etmemde yardımlarını asla unutamayacağım Orkide yağları genel müdür yardımcısı Sayın Melike AGUŞ'a, tüm çalışmam boyunca zerre kadar da olsa emeği ve yardımcı olan herkese sonsuz şükranlarımı sunarım.

Ayrıca doktora eğitimim boyunca bana her zaman destek olan ve her daim yanımda olan sevgili eşim Gülsüm CEYLAN'a teşekkür ederim. Bu günlere gelmemde desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen ve haklarını asla ödeyemeyeceğim çok değerli ve kıymetli AİLEM'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

2020

Mehmet Murat CEYLAN



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xix
EKLER DİZİNİ	xxi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Fındık Yağı	3
1.2. Palm Yağı	4
1.3. Derin Kızartma İşlemi	6
1.4. Derin Kızartma İşlemi Boyunca Yağlarda Meydana Gelen Reaksiyonlar ve Değişimler	7
1.4.1. Oksidasyon	8
1.4.2. Hidroliz	10
1.4.3. Polimerizasyon	11
1.5. 3-Monokloropropan-1,2-diol (3-MCPD) ve Glisidil Esterleri	12
1.5.1. 3-MCPD'in fiziksel-kimyasal özellikleri ve diğer ester yapılarının oluşum mekanizmaları.....	13
1.5.2. 3-MCPD ve glisidil esterleriyle ilgili yasal düzenlemeler.....	17
1.5.3. 3-MCPD ve glisidil esterlerinin tespit edilmesinde kullanılan yöntemler	17
1.6. Antioksidanlar.....	18
1.7. Çalışmada Kullanılan Doğal Antioksidanlar Hakkında Genel Bilgiler.....	22
1.7.1. Uşkun.....	22
1.7.2. Kinoa.....	23
1.7.3. Propolis	24
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	27
3. MATERYAL ve YÖNTEM	31
3.1. Kimyasal Maddelerin Temini	31

3.2. Çalışmada Kullanılan Hammadelerin Temini	31
3.3. Patateslerin Kızartma İşlemine Hazırlanması.....	32
3.4. Propolis, Uşkun ve Kinoa Ekstraktlarının Hazırlanması.....	32
3.5. Kızartma Yağı Paçallarının Hazırlanması	33
3.6. Derin Yağda Kızartma İşleminin Uygulanması.....	34
3.7. Yapılan Analizler.....	36
3.7.1. Serbest yağ asitliği tayini.....	36
3.7.2. Peroksit sayısı tayini.....	36
3.7.3. p-anisidin değeri analizi.....	38
3.7.4. Toplam oksidasyon değeri (totoks)	38
3.7.5. Konjuge-dien ve konjuge-trien analizi	39
3.7.6. Renk analizi	39
3.7.7. Toplam polar madde tayini.....	40
3.7.8. Viskozite analizi	41
3.7.9. Toplam fenolik madde tayini.....	41
3.7.10. Antioksidan aktivite tayinleri	42
3.7.11. Yağ asidi kompozisyonu tayini (FAME).....	43
3.7.12. 3-MCPD (3-Mono kloropropan 1,2 diol) ve glisidil esteri analizi	44
3.7.13. Uçucu bileşenler tayini	49
3.7.14. İstatiksel analiz	50
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	51
4.1. Serbest Yağ Asitliği	51
4.2. Peroksit Sayıları.....	56
4.3. p-Anisidin Değerleri	62
4.4. Toplam Oksidasyon (Totoks) Değerleri	69
4.5. Konjuge Dien ve Trien Sonuçları	73
4.6. Renk Analizi Sonuçları.....	79
4.7. Toplam Polar Madde Sonuçları	87
4.8. Viskozite Sonuçları.....	90
4.9. Toplam Fenolik Madde İçeriği	94
4.10. Antioksidan Aktivite Sonuçları	97

	Sayfa
4.10.1. DPPH radikal süperme etkisi sonuçları	97
4.10.2. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAK) değerleri sonuçları	98
4.11. Yağ Asidi Kompozisyonu.....	100
4.12. 3-MCPD ve Glisidil Esterleri	109
4.13. Uçucu Bileşenler Tayini Sonuçları	118
4.14. Sonuçlar Arasındaki İlişki (Pearson Correlation).....	139
5. SONUÇ.....	143
KAYNAKLAR.....	153
EKLER	167
ÖZ GEÇMİŞ.....	185

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Fındık yağının yağ asidi kompozisyonu.....	3
Çizelge 1.2. Palm yağının bazı karakteristik özellikleri ve yağ asidi bileşenleri	5
Çizelge 1.3. Kızartma işleme sırasında yağda meydana gelen değişimler	8
Çizelge 1.4. 3-MCPD'nin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	14
Çizelge 3.1. Derin kızartma işlemi için hazırlanan paçal yağların oranları	33
Çizelge 3.2. Kızartma işleminin yapıldığı koşullar	35
Çizelge 3.3. Peroksit değeri tayini için tartım yapılacak örnek miktarı	37
Çizelge 4.1.Kızartma işlemi sonucunda fındık yağı örneklerde ortalama serbest yağ asitliği (%) değerlerindeki değişimler	54
Çizelge 4.2. Kızartma işlemi sonucunda palm olein yağı örneklerde ortalama serbest yağ asitliği (%) değerlerindeki değişimler.....	54
Çizelge 4.3. Kızartma işlemi sonucunda paçal 1 yağı örneklerde ortalama serbest yağ asitliği (%) değerlerindeki değişimler	55
Çizelge 4.4. Kızartma işlemi sonucunda paçal 2 yağı örneklerde ortalama serbest yağ asitliği (%) değerlerindeki değişimler	55
Çizelge 4.5. Kızartma işlemi süresince fındık yağlarında oluşan ortalama peroksit değerleri	60
Çizelge 4.6. Kızartma işlemi süresince palmolein yağlarında oluşan ortalama peroksit değerleri	60
Çizelge 4.7. Kızartma işlemi süresince paçal-1 yağlarında oluşan ortalama peroksit değerleri	61
Çizelge 4.8. Kızartma işlemi süresince paçal-2 yağlarında oluşan ortalama peroksit değerleri	61
Çizelge 4.9. Fındık yağlarında hesaplanan ortalama p-anisidin değerleri.....	67
Çizelge 4.10. Palm olein yağlarında hesaplanan ortalama p-anisidin değerleri.....	67
Çizelge 4.11. Paçal-1 yağlarında hesaplanan ortalama p-anisidin değerleri	68
Çizelge 4.12. Paçal-2 yağlarında hesaplanan ortalama p-anisidin değerleri	68

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.13. Fındık yağı örneklerinde hesaplanan toplam oksidasyon değerleri	71
Çizelge 4.14. Palm olein yağı örneklerinde hesaplanan toplam oksidasyon değerleri...	71
Çizelge 4.15. Paçal-1 yağı örneklerinde hesaplanan toplam oksidasyon değerleri.....	72
Çizelge 4.16. Paçal-2 yağı örneklerinde hesaplanan toplam oksidasyon değerleri.....	72
Çizelge 4.17. Fındık yağı örneklerinde ortalama konjuge dien değerleri	75
Çizelge 4.18. Palm olein yağı örneklerinde ortalama konjuge dien değerleri.....	75
Çizelge 4.18. Paçal-1 yağı örneklerinde ortalama konjuge dien değerleri.....	76
Çizelge 4.19. Paçal-2 yağı örneklerinde ortalama konjuge dien değerleri.....	76
Çizelge 4.21. Fındık yağı örneklerinde ortalama konjuge trien değerleri	77
Çizelge 4.22. Palm olein yağı örneklerinde ortalama konjuge trien değerleri	77
Çizelge 4.23. Paçal-1 yağı örneklerinde ortalama konjuge trien değerleri	78
Çizelge 4.24. Paçal-2 yağı örneklerinde ortalama konjuge trien değerleri	78
Çizelge 4.25. Fındık yağı örneklerindeki L* değerleri.....	81
Çizelge 4.26. Palm olein yağı örneklerindeki L* değerleri.....	81
Çizelge 4.27. Paçal-1 yağı örneklerindeki L* değerleri	82
Çizelge 4.28. Paçal-2 yağı örneklerindeki L* değerleri	82
Çizelge 4.29. Fındık yağı örneklerindeki a* değerleri	83
Çizelge 4.30. Palm olein yağı örneklerindeki a* değerleri.....	83
Çizelge 4.31. Paçal-1 yağı örneklerindeki a* değerleri.....	84
Çizelge 4.32. Paçal-2 yağı örneklerindeki a* değerleri.....	84
Çizelge 4.33. Fındık yağı örneklerindeki b* değerleri	85
Çizelge 4.34. Palm olein yağı örneklerindeki b* değerleri	85
Çizelge 4.35. Paçal-1 yağı örneklerindeki b* değerleri.....	86
Çizelge 4.36. Paçal-2 yağı örneklerindeki b* değerleri.....	86

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.37. Fındık yağı örneklerindeki TPM değerleri	88
Çizelge 4.38. Palm olein yağı örneklerindeki TPM değerleri	88
Çizelge 4.39. Paçal-1 yağı örneklerindeki TPM değerleri	89
Çizelge 4.40. Paçal-2 yağı örneklerindeki TPM değerleri	89
Çizelge 4.41. Fındık yağı örneklerindeki viskozite değerleri (mPa.s)	92
Çizelge 4.42. Palm olein yağı örneklerindeki viskozite değerleri (mPa.s).....	92
Çizelge 4.43. Paçal-1 yağı örneklerindeki viskozite değerleri (mPa.s).....	93
Çizelge 4.44. Paçal-2 yağı örneklerindeki viskozite değerleri (mPa.s).....	93
Çizelge 4.45. Korelasyon analizi tablosu	94
Çizelge 4.46. Örneklerin % inhibisyon ve troloks eşdeğer/g değerleri	97
Çizelge 4.47. Örneklerin % inhibisyon ve troloks eşdeğer/g değerleri	99
Çizelge 4.48. DPPH ve TEAK arasındaki korelasyon grafiği.....	100
Çizelge 4.49. Fındık yağı örneklerinde tespit edilen yağ asitleri (%)	102
Çizelge 4.50. Palm olein yağı örneklerinde tespit edilen yağ asitleri (%).....	104
Çizelge 4.51. Paçal-1 yağı örneklerinde tespit edilen yağ asitleri (%).....	106
Çizelge 4.52. Paçal-2 yağı örneklerinde tespit edilen yağ asitleri (%).....	108
Çizelge 4.53. Ticari kızartma yağında tespit edilen yağ asitleri (%).....	109
Çizelge 4.54. Örneklerde tespit edilen bağlı 3-mcpd miktarları (mg/kg).....	116
Çizelge 4.55. Örneklerde tespit edilen glisidil miktarları (mg/kg).....	117
Çizelge 4.56. Yağ örneklerinde tespit edilen aldehitler (µg/kg)	126
Çizelge 4.57. Örneklerde tespit edilen ketonlar (µg/kg)	129
Çizelge 4.58. Örneklerde tespit edilen alkoller (µg/kg)	130
Çizelge 4.59. Örneklerde tespit edilen asitler (µg/kg).....	132
Çizelge 4.60. Örneklerde tespit edilen esterler (µg/kg).....	133

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.61. Örneklerde tespit edilen hidrokarbonlar ($\mu\text{g}/\text{kg}$).....	134
Çizelge 4.62. Örneklerde tespit edilen diğer uçucu bileşenler ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	137
Çizelge 4.63. Örneklerde tespit edilen terpenler ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	138



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Palm meyvesi ve çekirdeği.....	4
Şekil 1.2. Kızartma işlemi	6
Şekil 1.3. Kızartma süresince meydana gelen reaksiyonlar ve oluşan bileşenler.....	7
Şekil 1.4. Oksidasyon temel mekanizması	10
Şekil 1.5. Yağlarda meydana gelen hidrolitik reaksiyon.....	10
Şekil 1.6. Kloropropanollerin molekül yapıları.....	13
Şekil 1.7. Kloropropanol esterlerinin oluşum mekanizmaları.....	14
Şekil 1.8. Trigliserit ve türevi maddelerden 3-MCPD oluşumu mekanizması.....	16
Şekil 1.9. Sentetik antioksidanlar.....	19
Şekil 1.10. Bazı önemli doğal antioksidanlar.....	20
Şekil 1.11. Antioksidanların serbest radikallere etkisi	21
Şekil 1.12. Uşkun bitkisi.....	23
Şekil 1.13. Kinoa bitkisi ve tohumu.....	24
Şekil 1.14. Propolis.....	25
Şekil 2.1. Farklı yöntemlerle elde edilen bitkisel yağlarda 3-MCPD düzeyleri.....	28
Şekil 3.1. Doğal ekstraktların hazırlanma aşaması.....	33
Şekil 3.2. Kızartma Düzeneği.....	35
Şekil 3.3. Konica minolta chroma meter CR-410 renk ölçüm cihazı.....	40
Şekil 3.4. Testo 270 toplam polar madde ölçüm cihazı.....	40
Şekil 3.5. Viskozite cihazı ve kullanılan silindirik prop.....	41
Şekil 3.6. Gaz kromatografisi-kütle spektrofotometresi.....	44
Şekil 3.7. 3-MCPD esterlerine karşı glisidil esterleri kalibrasyon grafiği.....	47
Şekil 3.8. 3-MCPD ve glisidil esterleri miktarının belirlenmesinde işlem basamakları.....	48

Şekil	Sayfa
Şekil 3.9. GC/MS örnek kromatogramı.....	48
Şekil 3.10. GC/MS örnek spektrumu	49
Şekil 4.1. Kızartma süresince fındık yağı örneklerinde belirlenen peroksit sayıları.	58
Şekil 4.2.Kızartma süresince palm olein yağı örneklerinde belirlenen peroksit sayıları	58
Şekil 4.3. Kızartma süresince pac-1 yağı örneklerinde belirlenen peroksit sayıları.....	59
Şekil 4.4. Kızartma süresince paç-2 yağı örneklerinde belirlenen peroksit sayıları.....	59
Şekil 4.5.Kızartma süresince fındık yağı örneklerinde belirlenen p-Anisidin değerleri.	64
Şekil 4.6. Kızartma süresince palm olein yağı örneklerinde belirlenen p-Anisidin değerleri.	65
Şekil 4.7. Kızartma süresince pac-1 yağı örneklerinde belirlenen p-Anisidin değerleri	65
Şekil 4.8. Kızartma süresince pac-2 yağı örneklerinde belirlenen p-Anisidin değerleri.	66
Şekil 4.9. Gallik asit standart grafiği	95
Şekil 4.10. Toplam fenolik madde içerikleri.	96
Şekil 4.11. Troloks standartı grafiği.	97
Şekil 4.12. Örneklerin % inhibisyon değerleri (DPPH)	98
Şekil 4.14. Örneklerin % inhibisyon değerleri (ABTS).	100
Şekil 4.15. Antioksidan eklenmemiş yağ örneklerinde, kızartma süresince belirlenen 3-MCPD miktarları (mg/kg).	110
Şekil 4.16. Antioksidan eklenmemiş yağ örneklerinde, kızartma süresince belirlenen glisidil esteri miktarları (mg/kg).....	111
Şekil 4.17. Fındıkyağı örneklerinde, kızartma süresince belirlenen 3-MCPD ve glisidil esteri miktarları (mg/kg) grafiği.	114
Şekil 4.18. Palmolein yağı örneklerinde, kızartma süresince belirlenen 3-MCPD ve glisidil esteri miktarları (mg/kg) grafiği.	114
Şekil 4.19. Pac1 yağı örneklerinde, kızartma süresince belirlenen 3-MCPD ve glisidil esteri miktarları (mg/kg) grafiği.	115

Şekil**Sayfa**

Şekil 4.20. Pac2 yağı örneklerinde, kızartma süresince belirlenen 3-MCPD ve glisidil ester miktarları (mg/kg) grafiği. 115

Şekil 4.21. SPME ile uçucu bileşenlerin absorbe ve desorbe edilmesi 118





SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simge ve kısaltmalar açıklamalarıyla birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

°C	Santigrat derece
cm	Santimetre
g	Gram
mg	Miligram
ml	Mililitre
nm	Nanometre
µg	Mikrogram
dk	Dakika
meq	Miliekivelan
ppm	Milyonda bir
ppb	Milyarda bir

Kısaltmalar

Açıklama

DPPH	1.1-difenil-2-pikrilhidrazin
BHT	Bütil Hidroksi Toluen
TBHQ	Tersiyer Bütil Hidroksi Kinon
GC/MS	Gaz Kromatografisi Kütle Spektrofotometre
ABTS	2.2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid
TFM	Toplam Fenolik Madde
TPM	Toplam Polar Madde
GAE	Gallik Asit Eş Değeri
3-MCPD	3- Monokloro propan 1,2 diol
GE	Glisidil Esteri



EKLER DİZİNİ

Ek	Sayfa
EK 1. Paçal 2 Yağı Örneklerinin Serbest Yağ Asitliği (%) Değişimi.....	167
EK 1. Paçal 1 Yağı Örneklerinin Serbest Yağ Asitliği (%) Değişimi.....	167
EK 1. Ticari Kızartma Yağı Örneklerinin Serbest Yağ Asitliği (%) Değişimi	168
EK 1. Fındık Yağı Örneklerinin Serbest Yağ Asitliği (%) Değişimi	168
EK 1. Palm Olein Yağı Örneklerinin Serbest Yağ Asitliği (%) Değişimi	169
EK 2. Fındık Yağı Örneklerinin Totoks Değerleri Değişimi	169
EK 2. Palm Olein Yağı Örneklerinin Totoks Değerleri Değişimi.....	170
EK 2. Paçal 2 Yağı Örneklerinin Totoks Değerleri Değişimi	170
EK 2. Ticari Kızartma Yağı Örneklerinin Totoks Değerleri Değişimi	171
EK 2. Paçal 1 Yağı Örneklerinin Totoks Değerleri Değişimi	171
EK 3. Paçal 1 Yağı Örneklerinin Konjuge Dien Değerleri Değişimi.....	172
EK 3. Paçal 2 Yağı Örneklerinin Konjuge Dien Değerleri Değişimi.....	172
EK 3. Ticari Kızartma Yağı Örneklerinin Konjuge Dien Değerleri Değişimi.....	173
EK 3. Palm Olein Yağı Örneklerinin Konjuge Dien Değerleri Değişimi	173
EK 3. Fındık Yağı Örneklerinin Konjuge Dien Değerleri Değişimi.....	174
EK 4. Fındık Yağı Örneklerinin Konjuge Trien Değerleri Değişimi	174
EK 4. Palm Olein Yağı Örneklerinin Konjuge Trien Değerleri Değişimi	175
EK 4. Ticari Kızartma Yağı Örneklerinin Konjuge Trien Değerleri Değişimi	175
EK 4. Paçal 1 Yağı Örneklerinin Konjuge Trien Değerleri Değişimi.....	176
EK 4. Paçal 2 Yağı Örneklerinin Konjuge Trien Değerleri Değişimi.....	176
EK 5. Paçal 2 Yağı Örneklerinin L* Değerleri Değişimi.....	177
EK 5. Palm Olein Yağı Örneklerinin L* Değerleri Değişimi	177

Ek	Sayfa
EK 5. Fındık Yağı Örneklerinin L* Değerleri Değişimi	178
EK 5. Ticari Kızartma Yağı Örneklerinin L* Değerleri Değişimi	178
EK 5. Paçal 1 Yağı Örneklerinin L* Değerleri Değişimi	179
EK 6. Paçal 1 Yağı Örneklerinin a* Değerleri Değişimi	179
EK 6. Fındık Yağı Örneklerinin a* Değerleri Değişimi	180
EK 6. Palm Olein Yağı Örneklerinin a* Değerleri Değişimi	180
EK 6. Ticari Kızartma Yağı Örneklerinin a* Değerleri Değişimi	181
EK 6. Paçal 2 Yağı Örneklerinin a* Değerleri Değişimi	181
EK 7. Paçal 2 Yağı Örneklerinin b* Değerleri Değişimi	182
EK 7. Paçal 1 Yağı Örneklerinin b* Değerleri Değişimi	182
EK 7. Fındık Yağı Örneklerinin b* Değerleri Değişimi	183
EK 7. Palm Olein Yağı Örneklerinin b* Değerleri Değişimi	183
EK 7. Ticari Kızartma Yağı Örneklerinin b* Değerleri Değişim	184

1. GİRİŞ

Kızartma işlemi bir gıdanın hazırlanmasında kullanılan (Moreira ve ark., 1999), muhtemelen çok uzun yıllar öncesine dayanan bir yöntemdir (Saguy ve Dana, 2003). Bu yöntemin temelinde gıdalarda bulunan suyun uzaklaştırılması amaçlanır. Gerçekleşen bu işlem dehidrasyon olarak adlandırılır (Sánchez-Gimeno ve ark., 2008). Kızartma işlemi kendi içerisinde 2'ye ayrılır. Bunlardan ilki sığ (temaslı) kızartma; diğeri ise derin kızartmadır (Kayahan, 2003).

Sığ kızartma işleminde, gıdaya transfer edilecek ısı ince bir yağ tabakası ile sağlanır. Bu tür kızartmalarda kondüksiyon (iletim) yoluyla ısı geçişi gerçekleşir. Derin kızartma işleminde ise gıda, yüksek sıcaklık derecesindeki (genellikle 160-180 °C) yağa tamamen daldırılıp, gıdanın tüketilmeye uygun hale getirilmesi amacıyla yapılan, evlerde ve birçok endüstriyel alanlarda uygulanan yaygın metotlardan birisidir. Ülkemizde yağda kızartılmış pek çok gıdaların (kızartılmış patates, kızartılmış sebzeler, et, tavuk ve balık kızartmaları vb. gibi) tüketiminde önemli artışlar olduğu görülmektedir (Öztürk, 2004). Ayrıca birçok Avrupa, Asya, Kuzey ve Güney Amerika ülkelerinde de derin yağda kızartılmış ürünlerin bolca tüketildiği belirtilmektedir (Tanrıverdi, 2011). Tüketimin bu kadar artmasında kızartma işleminin gıdaya kazandırdığı aroma, renk, tekstürel özellikler etkili olup; ayrıca kızartma işleminin oldukça pratik ve ucuz bir yöntem olması ve dünya genelinde fast-food restoranlarının sayılarındaki artış ile alakalı olduğu söylenebilir (Saguy ve Dana, 2003).

Yağlar kızartma işlemi süresince; yüksek sıcaklık, nem, hava, oksijen, ağır metaller gibi çeşitli bozucu faktörlere maruz kalır. Özellikle termal oksidasyon olayı sonrasında; hidroperoksit, aldehit, keton, hidrokarbonlar gibi sağlığa zarar verebilecek bileşenler ortamda oluşabilmektedir (Fahri ve ark., 2015; Li ve ark., 2015). Gerçekleşebilecek fiziksel veya kimyasal reaksiyonlar yağdan kızartılan gıdaya arzu edilmeyen tat-aroma, koku ve tekstürel özelliklerin geçmesine neden olurlar. Bunun yanında sağlık açısından zararlı etkileri olan serbest radikaller, trans-yağ asitleri, akrolein, alfa ve beta-doymamış aldehitler gibi bazı oksitlenmiş uçucu bileşenlerin açığa çıkmasına da neden olabilmektedir (Mlcek ve ark., 2015).

Yapılan araştırmalara göre yağın olumsuz Şartlar altında işlem görmesiyle; oksidasyon, polar maddelerin oluşması, hidrolizasyon, izomerizasyon, polimerizasyon, viskozite artışı, yağda köpürme gibi pek çok fiziksel ve kimyasal değişimler meydana geldiği tespit edilmiştir. Meydana gelebilecek bu tip bozulmaları geciktirmek, kızartma işleminde yağların daha güvenli bir Şekilde ve daha uzun süreli kullanılabilirliğini arttırmak için doğal veya sentetik antioksidanların ilavesi, sıcaklığa daha dayanıklı olan farklı bitkisel yağlar (Palm, Hindistan cevizi yağı vb. gibi) ile paçallama yapılması gibi değişik işlemler ile yağın oksidatif stabilitesinin arttırılmasına yönelik uygulamalardan yararlanılmaktadır (Alaca ve Arabacı, 2005).

Her ne kadar bu işlemler uygulansa da son yıllarda yapılan bazı çalışmalarda, yağlı meyve ve tohumlardan elde edilen rafine edilmiş bazı yağların asit ile hidrolizasyonu sonucunda ortamda risk oluşturabilecek düzeyde 3-MCPD (3-mono kloropropan 1,2-diol) meydana geldiği tespit edilmiştir (Zelinkova ve ark., 2008). Bu bileşik maddenin, gliserol veya açilgliserol ile klorit anyonları arasında meydana gelen reaksiyon ile oluştuğu belirtilmiştir (Li ve ark., 2016; VeliŐek ve ark., 1978). Ayrıca yağ ve tuz oranınca fazla olan gıda ürünlerinin iŐlenmesinde ortam sıcaklığının çok yüksek olmasından dolayı da meydana gelebileceği bildirilmiştir (Karabulut, 2015). Avrupa Komisyonu Gıda Bilimsel Komitesi bu maddeyi genotoksik karsinogen olarak belirtmiş, ayrıca İngiltere Gıda DanıŐma Komitesi tarafından da gıdalarda 3-MCPD miktarının mümkün olduğunca en düşük seviyelere kadar düşürülmesi gereken proses tabanlı bulaŐan toksik bir bileŐen olarak tanımlanmıştır (FSA, 2006).

Bu tez çalışmasında amaç;

1. Oleik asitçe zengin paçallanmış bir kızartma yağı elde etmek,
2. PaallanmıŐ yağa bazı doğal (propolis ekstraktı, uşkun ekstraktı, kinoa ekstraktı) ve sentetik (BHT) antioksidan maddelerin ilave edilmesiyle, yağın oksidatif stabilitesinde ki değişimleri tespit etmek,
3. Kullanılan ekstraktların antioksidatif etkilerini ve toplam fenolik bileŐenlerini tespit etmek,
4. Katılan antioksidan maddelerin 3 – MCPD zerine etkilerini belirlemek,
5. Kullanılan yağların kızartma süresi ve sayılarını belirlemektir.

1.1. Fındık Yağı

Fındık yağı, fındık (*Corylus avellana L.*) ağacının meyvelerinden elde edilen ve bileşiminde yüksek oranda oleik asit bulunduran yemeklik yağlardan biridir (Alasalvar ve ark., 2003; Bernardo-Gil ve Casquilho, 2007). Yapılan araştırmalar, insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri nedeniyle son zamanlarda fındık ve fındık yağına olan ilginin arttığını göstermektedir (Benitez-Sánchez ve ark., 2003; Cercaci ve ark., 2003; Christopoulou ve ark., 2004; Ozen ve Mauer, 2002; Parcerisa ve ark., 2000). Fındık yağının yağ asidi bileşimi, fındık türüne, cinsine, coğrafi bölgeye, hasat zamanına, sezona, sıcaklığa ve muhafaza koşullarına göre değişmektedir. Yağ asitlerinin yüzde olarak büyük miktarını doymamış yağ asitleri oluşturmaktadır. Fındık yağındaki yüksek orandaki tekli doymamış yağ asitleri, özellikle de oleik asit, insan sağlığında önemli yer tutar. Diğer yağlarla kıyaslandığında en yüksek miktardaki oleik asit fındık yağında bulunmaktadır (Alasalvar ve ark., 2003; Oliveira ve ark., 2008). Ayrıca insanlar için esansiyel yağ asitlerinden olan linoleik ve linolenik çoklu doymamış yağ asitleri de fındık yağında mevcuttur (Koksal ve ark., 2006). Yapılan çalışmalarda genel olarak bütün fındık türlerinde en fazla oleik asidin bulunduğu ve bunu sırasıyla linoleik, palmitik, stearik ve linolenik yağ asitlerinin izlediği belirlenmiştir (Cercaci ve ark., 2003; Şimşek ve Aslantaş, 1999; Zabaras ve Gordon, 2004). Çizelge 1.1'de Fındık yağındaki yağ asidi bileşenleri gösterilmiştir (Demirci Ercoşkun, 2009; Koksal ve ark., 2006).

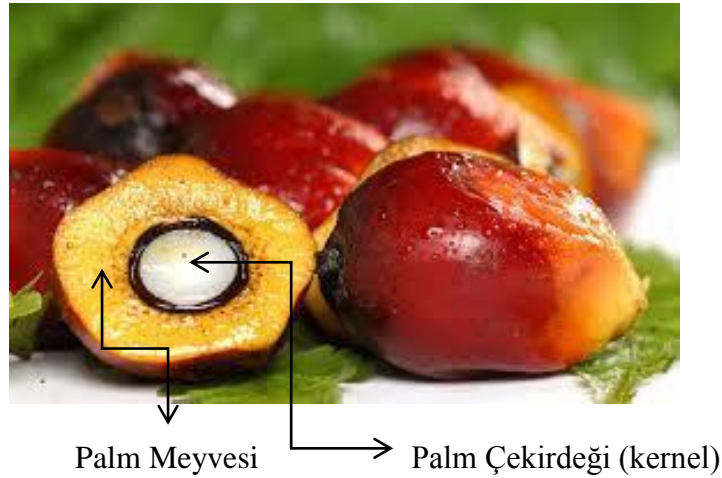
Çizelge 1.1. Fındık yağının yağ asidi kompozisyonu

Yağ Asitleri	Miktar (g/100 g)
Miristik Asit (C14:0)	Eser Miktarda - 0.1
Palmitik Asit (C16:0)	4.70 - 5.36
Stearik Asit (C18:0)	1.80 - 2.40
Araşidik Asit (C20:0)	Eser Miktarda - 0.1
Palmitoleik Asit (C16:1)	0.18 - 0.36
Oleik Asit (C18:1)	79.4 - 82.59
Linoleik Asit (C18:2)	8.81 - 13
Linolenik Asit (C18:3)	0.06 - 0.09
Eikosenoik Asit (C20:1)	Eser Miktarda - 0.2

Bileşiminde yağ asitlerinden başka trigliseritler, mumlar, steroller, metil-steroller, terpenik ve alifatik alkoller, tokoferoller, tokotrienoller ve hidrokarbonlar bulunmaktadır (Benitez-Sánchez ve ark., 2003). Yağda bulunan bileşenlerden tokoferol, tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri özellikle kalp-damar ve kolesterol rahatsızlıklarına yakalanma riskini düşürmede önemli rol oynar (Balkan ve ark., 2003; Bernardo- Gil ve ark., 2002; Parcerisa ve ark., 1997; Seyhan ve ark., 2007). Bundan dolayı fındık yağı yalnızca enerji kaynağı olarak değil, bununla beraber tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri, tokoferoller ve doğal steroller açısından diyetdeki besin değerini zenginleştirmektedir (Parcerisa ve ark., 1998). Sonuç olarak fındık yağı evlerde, yemeklerde, kızartmalarda diğer bitkisel yağlara alternatif olabilecek yağlar arasında bulunmaktadır (Alasalvar ve ark., 2003). Fındık yağında bulunan tokoferollerin ayrıca bir önemi vardır ki yağın oksidatif stabilitesinin artmasında önemli rol oynar. Bu bileşiklerin antioksidatif etkileri üzerinde pek çok çalışma yapılmıştır.

1.2. Palm Yağı

Palm yağı, palm ağacının (*Elaeis guineensis*) meyve pulplarına çeşitli işlemler uygulanmasıyla elde edilir. Ayrıca meyvenin çekirdeğinden elde edilen yağ ise palm çekirdeği yağı veya palm kernel yağı denir. Çekirdek yağında laurik asit (% 40- 52) içeriği palm yağına göre daha yüksektir. Dünyada özellikle Malezya, Batı ve Orta Afrika ile Endonezya' da ekimi yaygın olarak yapılır ve diğer ülkelere ihraç edilir.



Şekil 1.1. Palm meyvesi ve çekirdeği.

Palm yağı, dünyada soya yağından sonra en fazla kullanılan bitkisel yağdır (Matthäus, 2007). İklim, hava, nem, hasat zamanı gibi meyvenin yağ oranını etkileyecek faktörlerin olmasıyla birlikte genellikle meyvenin yağ oranının %50 olduğu belirlenmiştir. Palm yağında baskın olarak palmitik asit (%32-45) ve oleik asit (%38-52) bulunmaktadır. Aşağıda çizelge 1.2’de palm yağının yağ asidi bileşenleri ve karakteristik özellikleri gösterilmiştir (Yağcı, 2005).

Çizelge 1.2. Palm yağının bazı karakteristik özellikleri ve yağ asidi bileşenleri

Karakteristik özellik ve Yağ Asidi Bileşenleri	Değerler
İyot Sayısı	44-60
Sabunlaşma Sayısı	195-205
Kırılma İndeksi	1.453-1.456 (40°C)
Laurik Asit (C12:0) (%)	Eser Miktar-0.5
Miristik Asit (C14:0) (%)	0.5-6
Palmitik Asit (C16:0) (%)	32-45
Stearik Asit (C18:0) (%)	2-7
Toplam Doymuş Yağ Asidi (%)	35-50
Palmitoleik Asit (C16:1) (%)	0.8-1.8
Oleik Asit (C18:1) (%)	38-52
Linoleik Asit (C18:2) (%)	5-11
Linolenik Asit (C18:3) (%)	Eser Miktar-0.5
Toplam Doymamış Yağ Asidi (%)	50-61

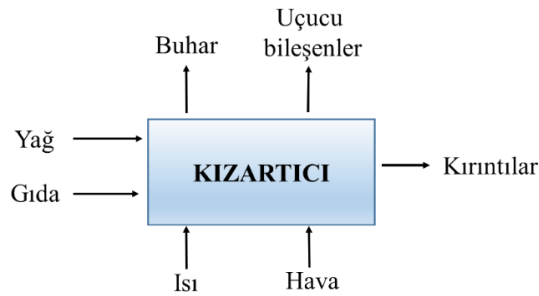
Hasat zamanı ve meyvenin yağa dönüştürülmesi işleminde kuvvetli enzimatik hidroliz reaksiyonları gerçekleşebilmekte bu durum palm yağının serbest yağ asidi miktarını % 50’ye kadar yükseltebilmektedir. Bundan dolayı hasat ve işleme esnasında meyve olumsuz şartlara maruz kalırsa; iyi ve kaliteli meyvelerden bile elde edilen palm yağının serbest yağ asidi içeriği diğer bitkisel kaynaklı yağlardan göre çok daha yüksek olabileceği tespit edilmiştir (Karabıyık, 2013). Palm yağı çoğunlukla bitkisel şortening, margarin, çikolata sanayisi, kimya, kozmetik ve ilaç endüstrisinde sıklıkla tercih edilmektedir (Nas ve ark., 2001). Tekstürel özelliği elastik yapıda olduğundan (yarı katı) pek çok gıdanın tüketime uygun hale getirilmesinde kullanımı tercih edilir. Palm yağı en önemli fraksiyone kristalizasyon işlemine tabii tutulan bir yağdır. Bu işlem ile

aynı palm yağından farklı fraksiyon yağlar üretmek mümkündür. Yağın erime sıcaklıklarının değiştirilmesi bu işlemlerle yapılmaktadır. Örneğin, daha düşük erime sıcaklığına sahip olan palm olein fraksiyonu pişirme amaçlı yumuşak yağların yerine ya da salata yağı olarak kullanılabilir. Stearin fraksiyonları ise kızartma yağları, margarin ve şorteninglerde kullanım alanı bulmaktadır. Stearin fraksiyonu olan yağların erime sıcaklığı daha yüksek ve oksidatif stabiliteleri daha karardır (Christophe, 1998).

Ayrıca, sağlık açısından bakıldığında palm yağının kolesterol içermemesi ve sindirilebilirliğinin yüksek olması bu yağın enerji kaynağı olarak kullanımının günden güne artmasını sağlamıştır (Anonim, 2017).

1.3. Derin Kızartma İşlemi

Derin yağda kızartma, bir gıda maddesinin kızgın yağa tamamen veya gıda hacminin büyük kısmının daldırılarak tüketime hazır hale getirilmesi işlemine denir (Chen ve ark., 2013). Kızartma işleminin pratik ve ucuz olması her geçen gün kızartma yağlarının daha fazla kullanılmasına neden olmuştur. Dünyada 20 milyon ton civarında bitkisel ve hayvansal yağ kızartma amacı ile kullanıldığı belirtilmiştir (Negishi ve ark., 2003). Kızartma işlemi ile gıda maddesi dehidrasyona uğrayarak yüzeydeki su buharlaşır böylece en dış yüzey daha sert ve/veya gevrek; iç kısımlar ise daha nemli ve/veya yumuşak olur. Aslında kızartma işlemi bir ısı-kütle transferi olayıdır. Yani ısı yağdan gıdaya doğru iletilirken; gıdadaki su buharlaşır ve yağ gıda tarafından emilir. Yağ ve gıda arasında gerçekleşen ısı transferinin hızı kızartılacak olan gıdanın sıcaklığı ile yağın sıcaklığı arasındaki farka ve gıdanın ısı transfer katsayısına bağlıdır (Franke ve Reimerdes, 2004). Aşağıda şekil 1.2’de kızartma işlemi gösterilmiştir (Önder, 2011).



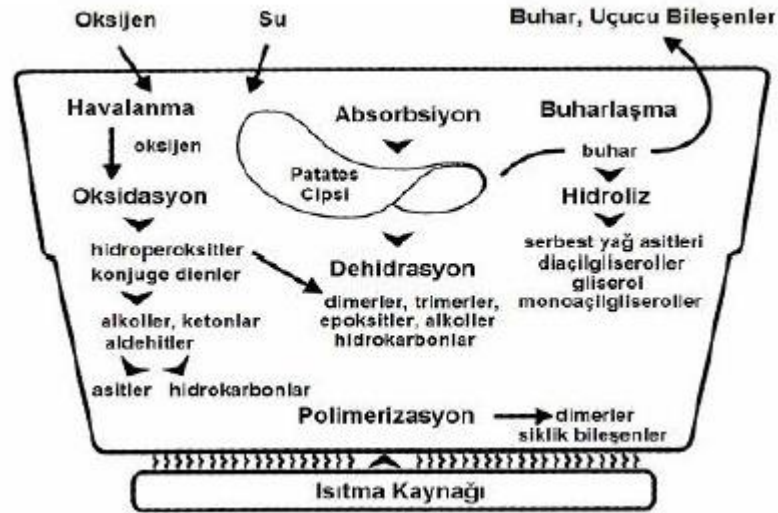
Şekil 1.2. Kızartma işlemi.

Kızartılan gıdalara yüksek sıcaklık uygulandığından (160-180°C) daha gevrek bir tekstür, arzu edilen hoş tat-aroma ve daha beğenilen renk vb. gibi istenilen özelliklere ulaşılır (Chen ve ark., 2013). Ayrıca yüksek sıcaklık ile mikroorganizma ve enzim inaktivasyonu da sağlanır (Franke ve Reimerdes, 2004).

Her ne kadar kızartılmış gıdalar dünya genelinde çokça tüketilse de işlem sıcaklığının yüksekliği ve yağa zarar verebilecek bazı faktörlerin olması yağda kısa sürede bozulma reaksiyonlarının gerçekleşmesine, bunun yanında yağda besinsel kayıplara ve sonuç olarak sağlık üzerine olumsuz etkisi olan bazı bileşiklerin oluşmasına sebep olmaktadır (Choe ve Min, 2007; Juarez ve ark., 2011; Moreira ve ark., 1999).

1.4. Derin Kızartma İşlemi Boyunca Yağlarda Meydana Gelen Reaksiyonlar ve Değişimler

Derin yağda kızartmada kullanılan kızartma yağları çok fazla kullanıldığından dolayı, bu yağların bozunması da o kadar fazla olur (Pokorny, 1999). Kızartma anında havadaki oksijen, yüksek sıcaklık, nem nedeniyle yağda; oksidasyon, hidroliz, maillard reaksiyonu, polimerizasyon gibi değişik reaksiyonlar gerçekleşir (Bulut ve Yılmaz, 2010; Gupta ve ark., 2004).



Şekil 1.3. Kızartma süresince meydana gelen reaksiyonlar ve oluşan bileşenler (Fritsch, 1981).

Derin kızartma işleminde kullanılan yağda iki ana değişim gerçekleşir. Bunlar fiziksel değişimler ve kimyasal değişimlerdir. Yağlarda meydana gelen fiziksel değişimler; yağın viskozitesinin artması, yağın renginde kararma, köpürme ve dumanlanma noktasında düşme gibi değişiklikler olmaktadır. Kimyasal değişimler ise, yapılan kızartma sayısı ve kızartma sıcaklığının aşırı yüksek olmasıyla ortamda serbest yağ asitleri ve karbonil bileşenlerde artış, doymamış yağ asitlerinde azalış, duyuusal özelliklerde istenmeyen değişimler, esansiyel yağ asitlerinde azalış gibi değişiklikler gerçekleşir (Gupta ve ark., 2004). Bu değişimlerin olmasında sadece sıcaklık ve yağın kullanım süresi değil ayrıca kızartılacak gıdanın bileşimi, gıdanın su oranı, kullanılan yağın yağ asidi kompozisyonu, hava, ağır metaller, nem gibi faktörler de etkilidir (Ramadan, 2007). Aşağıda çizelge 1.3'te meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler gösterilmiştir.

Çizelge 1.3. Kızartma işleme sırasında yağda meydana gelen değişimler

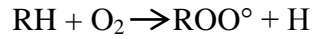
Fiziksel Değişimler	Kimyasal Değişimler
Renkte koyulaşma veya kararma	Doymamış yağ asitlerinde azalma
Viskozitede artış	Duyusal özelliklerde istenmeyen değişiklikler
Köpüklenme	Esansiyel yağ asitlerinde azalma
Dumanlanma noktasında düşme	Serbest yağ asitleri, karbonil bileşenlerde artış

1.4.1. Oksidasyon

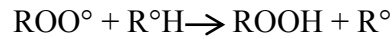
Kızartma yağlarında, ortamdaki oksijenin yağ asidi zincirinde bulunan çift bağlar ile reaksiyona girmesiyle oksidasyon olayı gerçekleşir. Reaksiyon, yağ asidi zincirindeki allil grubuna en yakın karbon atomlarına bağlı olan hidrojenin kopması ve kopan hidrojen atomunun yerine ortamdaki oksijen atomunun bağlanmasıyla başlar. Bu aşamada kopan hidrojen atomu serbest radikal özellikte olur. Kopan hidrojen atomu yerine bağlanan oksijen, serbest radikal özellikte olan hidrojeni kendisine bağlayarak peroksi radikale dönüşür, bu aşama başlangıç aşaması olarak adlandırılır. Reaksiyonun gelişme veya ilerleme aşamasında, peroksi radikalleri özellikle çoklu doymamış yağ asitleriyle tepkimeye girerek hidroperoksit ve serbest radikalleri oluşturur. Hidroperoksitler oksidasyon olayında oluşan birincil ürünlerdir ve kararsız yapıda olduklarından reaksiyon süresince tekrardan parçalanıp ikincil ürünleri olan aldehit,

keton, gibi molekül ağırlıkları düşük, uçucu bileşenlere dönüşürler (Şenköylü, 2001). Özellikle ikincil parçalanma ürünleri yağların raf ömürlerini de olumsuz yönde etkilemektedir (El-Massry ve ark., 2002). Tüm bu aşamalar peş peşe gerçekleşerek yağda tat-aroma ve koku özelliklerinin bozulmasına neden olmaktadır (Sumnu ve Sahin, 2008). Ayrıca meydana gelen reaksiyon ürünlerinin insan sağlığı açısından oldukça zararlı toksik maddeler olduğu yapılan araştırmalar neticesinde görülmüştür (Kayahan, 2003; Koleva ve ark., 2003). Reaksiyonun başlaması, oksijen atomunun bağlanmasıyla hemen başlamaz, belli bir süre geçmesi gerekir. Bu süreye indüksiyon periyodu denir. İndüksiyon periyodunun uzun olması reaksiyonun daha geç başlamasında ana rol oynar. Bu sürenin uzun olmasında etkili olmasında; yağın içerdiği doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitlerinin miktarı gibi faktörlere bağlıdır. Çoklu doymamış yağ asitleri miktarı fazla olan yağlarda bu süre daha kısa olmaktadır (Gupta, 2005). Lipitlerde oluşan oksidatif tepkimeler, kimyasal, enzimatik, oto katalitik, termik oksidasyon, oksipolimerizasyon (kuruma) veya bunların karışımı şeklinde ortaya çıkabilmektedir. Ancak hangi şekilde olursa olsun, lipit oksidasyonunda yapıda yer alan doymamış bileşenlerin oranı ve ortamda bulunan oksijen, tepkimelerin başlamasına neden olan esas faktörlerdir. Aynı zamanda ortamın ışık dalga boyu, Fe ve Cu gibi çok değerlikli ağır metallerin kontaminasyonu ve ortamın sıcaklığı, tepkimeleri etkileyen diğer faktörlerdir (Kayahan, 2003). Oksidasyon mekanizmasının temel basamakları aşağıda gösterilmiştir.

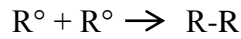
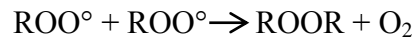
Başlangıç Aşaması: $RH^{\circ} \rightarrow R^{\circ} + H^{\circ}$



Gelişme Aşaması : $R^{\circ} + O_2 \rightarrow ROO^{\circ}$



Sonuç Aşaması : $ROO^{\circ} + R^{\circ} \rightarrow ROOR$

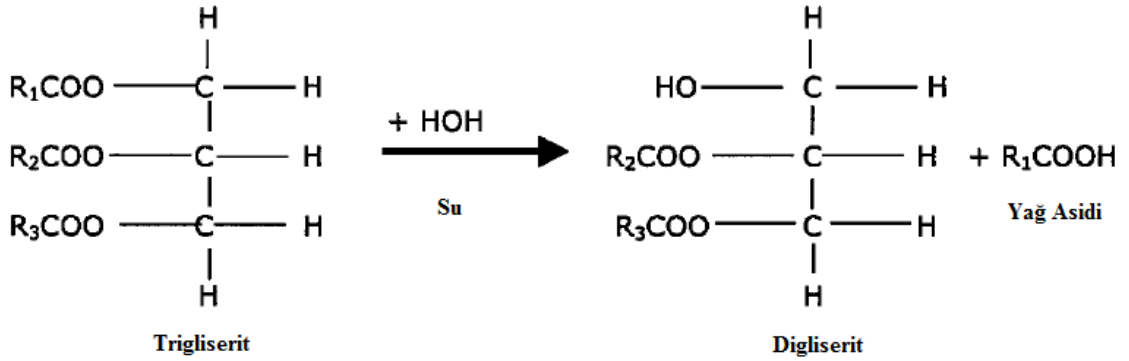


- RH: Yağ asidi
 RO° : Alkoxi radikali
 ROOH: Hidroperoksit
 HO° : Hidroksi radikali
 ROOR: Eter
 ROO° : Peroksi radikali

Şekil 1.4. Oksidasyon temel mekanizması (Gupta ve ark., 2004).

1.4.2. Hidroliz

Kızartma yağlarının kullanıldığı ortamlarda su, nem ve oksijen varlığı kimyasal reaksiyonları başlamasına neden olur. Su, triaçilgliserolün parçalanmasına ve ortamda mono- ve di- gliseritlerin, gliserolün ve serbest yağ asitlerinin oluşmasına neden olur (Choe ve Min, 2007; Chung ve ark., 2004). Hidroliz reaksiyonu doymamış yağ asidi içeren yağlarda doymuş yağ asidi içeren yağlara göre; ayrıca kısa zincirli yağ asitlerinde de uzun zincirli yağ asitlere nazaran daha hızlı gerçekleşmektedir. Bunda kısa ve doymamış yağ asitlerinin sudaki çözünürlüklerinin daha fazla olmasından ve gıdadan gelen suyun, kısa zincirli yağlara daha kolay ulaşmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Choe ve Min, 2007; Nawar, 1998). Reaksiyonun hızına; ortamda bulunan su miktarı, suyun yağ ile olan teması, mono ve di-gliseritler, serbest yağ asitleri ve gliseroller doğrudan etki etmektedir (Choe ve Min, 2007; Frega ve ark., 1999). Aşağıda hidroliz reaksiyonu şekil olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.5. Yağlarda meydana gelen hidrolitik reaksiyon (Gupta ve ark., 2004).

1.4.3. Polimerizasyon

Kızartma yağında termal ve oksidatif polimerizasyon reaksiyonu gerçekleşmektedir. Termal polimerizasyon reaksiyonunun meydana gelmesinde ortamın ısısı önemli rol oynar. Bu reaksiyonun gerçekleşmesinde ortamda oksijen olması gerekli değildir, oksijensiz ortamlarda bile gerçekleşebilmektedir. Ortam ısısı ile yağ asitleri parçalanabilir ve parçalanmış küçük bileşikler birbirleri ile reaksiyona girerek daha büyük molekül ağırlığına sahip bileşiklere dönüşür. Oluşan bu yeni bileşikler termal polimer madde olarak adlandırılırlar. Eğer kızartma işlemi süresince aşırı yüksek sıcaklık ve bu sıcaklıkta uzun süre kızartmaya devam edilirse; çok daha fazla miktarda termal polimer madde açığa çıkar (Gupta, 2005).

Oksidatif polimerizasyon ise, yağın oksidasyona maruz kalmasıyla açığa çıkan serbest radikallerin birbiriyle reaksiyona girmesi sonucu meydana gelmektedir (Gupta, 2005).

Kızartma sırasında polimer maddelerin oluşması aşağıda belirtilen bazı istenmeyen durumları oluşturur.

- Yağda viskozite artışı,
- Isı transferinin azalması,
- Yağda köpürme,
- Kızartılan gıdanın renginde kararma veya koyulaşma,
- Kızartılan gıdada aşırı yağ emilimi gibi durumlara neden olmaktadır.

Polimer maddelerin oluşmasında, kızartma işleminde kullanılan kızartıcının metal bölümleri ile yağın atmosferik oksijenle temas ettiği yerlerde koyu kahve renkte yapışkan olan kalıntılar da oluşturabilmektedir (Choe ve Min, 2007; Lawson, 1995; Moreira ve ark., 1999). Toplam polar madde, yağdaki kümülatif degradasyonu gösteren kimyasal indeks olarak gösterilmektedir ve kızartma yağı kalitesini önemli derecede öngörmektedir (Demircigil, 2011). Sonuç olarak, kızartma işlemleri sırasında oluşan değişikliklerin büyük bir kısmı, termik oksidasyon tepkimelerine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü atmosfer oksijeni ortamında ve yüksek sıcaklık derecelerinde yürütülen bu işlem sırasında yağın yapısında yer alan ve özellikle doymamış yapıda olan bileşik ve bileşenlerin önemli bir kısmı oksidatif yolla parçalanarak küçük

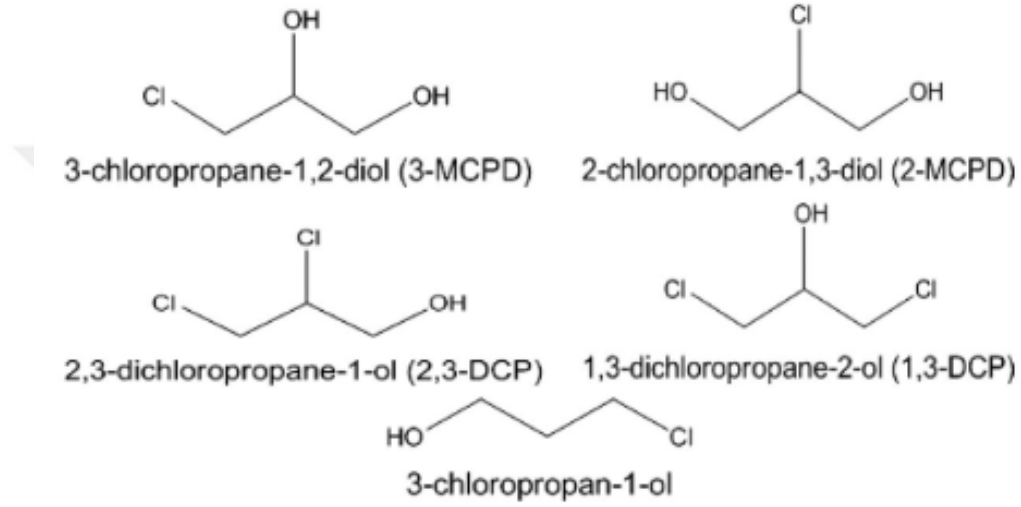
moleküllü ve yağın tat ve kokusunu bozan değişik ürünlere dönüşmektedir. Buna karşın doymamış yapıdaki bileşik ve bileşenlerin diğer önemli bir kısmı ise oluşan oksipolimerizasyon tepkimeleri sonucu, yüksek moleküllü polimer ürünleri vermektedirler. Bu durumda kızartma işlemleri sırasında yağlarda oluşan tüm değişikliklerde, hava oksijeni, sıcaklık ve yağın doymamışlığı şeklinde üç temel faktörün etkili olduğu düşünülebilir (Kayahan, 2001).

1.5. 3-Monokloropropan-1,2-diol (3-MCPD) ve Glisidil Esterleri

Kloropropanoller ve bunların yağ asidi esterleri gıdaların işlenmesi esnasında oluşabilen kontaminantlardır (Hamlet ve Sadd, 2009). 3-monokloropropan-1,2-diol (3-MCPD). 1,3-dikloro-2-propanol (1,3-DCP) ve bunların izomerleri olan 2-monokloropropan 1,2-diol (2-MCPD) ve 2,3-dikloropropan-1-ol (2,3-DCP) bilinen kloropropanol gruplarındandır. 3-MCPD ve 2-MCPD ilk olarak 1978 yılında Velíšek ve ark, tarafından bitkisel proteinlerin (özellikle soya) hidroklorik asit ile hidrolize edilmesiyle meydana geldiği belirtilmiştir (Rahn ve Yaylayan, 2011). Asit ile hidrolize edilmiş bitkisel proteinler, bebek mamaları, işlenmiş et, kızartılmış peynir, kahve, malt temelli gıdalar, bisküvi gibi tahıl bazlı ürünler, vb. gibi birçok gıdalarda mevcut olmasından dolayı bu tip gıdalarda 3-MCPD ve glisidil esterlerine rastlanıldığı belirtilmiştir (Crews ve ark., 2001; Hamlet ve Sadd, 2004a; Li ve ark., 2014). Her ne kadar bitkisel proteinlerin asitle hidroliziyle oluştuğu tespit edilse de günümüzde rafine edilmiş bitkisel yağlar, yağ, su ve tuz içeriği fazla olan gıdalarda da bu kimyasal bileşiğin bulunduğu tespit edilmiştir (Hamlet ve ark., 2011). Mogol ve ark. (2014), farklı sıcaklıklarda ve sürelerde pişirilen bisküvilerdeki 3-MCPD ve 2-MCPD oluşumunu araştırmışlardır. Ayrıca klor kaynağı olan tuzun bu proses kontaminantının oluşumu üzerine etkisinin olup olmadığını incelemişlerdir. Yaptıkları kinetik hesaplamalar sonucuna göre pişirme sıcaklığındaki artışın bu bileşiklerin meydana gelme hızlarını arttırdığı belirlenmiştir.

1.5.1. 3-MCPD'in fiziksel-kimyasal özellikleri ve diğer ester yapılarının oluşum mekanizmaları

3-MCPD'in kimyasal yapısında 3 adet karbon iskeleti bulunur ve bu iskelet yapısına bağlı olan atomlardan bazılarının klor atomlarıyla yer değiştirmesiyle meydana geldiği belirtilmiştir (Lee ve Khor, 2015; Stadler, 2015). Aşağıda şekil 1.6'da kloropropanollerin molekül yapıları gösterilmiştir.



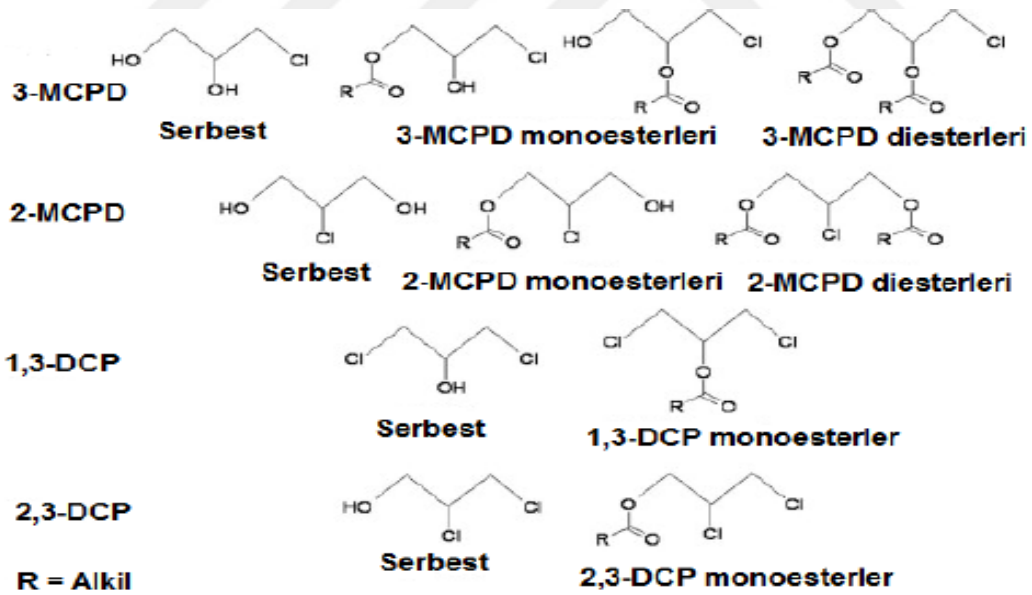
Şekil 1.6. Kloropropanollerin molekül yapıları (Lee ve Khor, 2015).

3-MCPD, genotoksik karsinojen bir kimyasal birleşik olup, ayrıca yapısında 2 adet fonksiyonel -OH grubu ve 1 adet de klor iyonu bulundurur. 3-MCPD'nin en belirleyici karakteristik özellikleri renksiz bir sıvı olması ancak renginin açık sarıya dönebilme eğilimde olmasıdır (Lee ve Khor, 2015). Aşağıda çizelge 1.4'te 3-MCPD'nin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri gösterilmiştir.

Çizelge 1.4. 3-MCPD'nin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (RSC, 2019)

Molekül Formülü	C ₃ H ₇ ClO ₂
Molekül Ağırlığı	110.539 g/mol
Görünüş	Renksiz Sıvı
Yoğunluk	1.322 g/mL (20 C°)
Erime Noktası	-40 C°
Kaynama Noktası	213 C°
Çözünürlük	Su, Etanol, Dietil Eter, Aseton
Koku	Hoş Kokulu

3-MCPD ve diğer kloropropanol esterlerinin gıdalarda bulunma olasılıkları, serbest kloropropanol yapılarının bulunma olasılıklarına nazaran çok daha fazla olmasının tespit edilmesi, bunun yanında yağ asitlerinin mono ve di esterleri şeklinde bağlı formda olma olasılığı bu alanda yapılan çalışmaların artmasında önemli rol oynamıştır (Karl ve ark., 2016; Rahn ve Yaylayan, 2011; Seefeldter ve ark., 2008; Svejkskova ve ark., 2004; Zelinkova ve ark., 2006). Aşağıda şekil 1.7'de kloropropanol esterlerinin serbest ve bağlı form oluşum mekanizmaları gösterilmiştir (Andres ve ark., 2013).

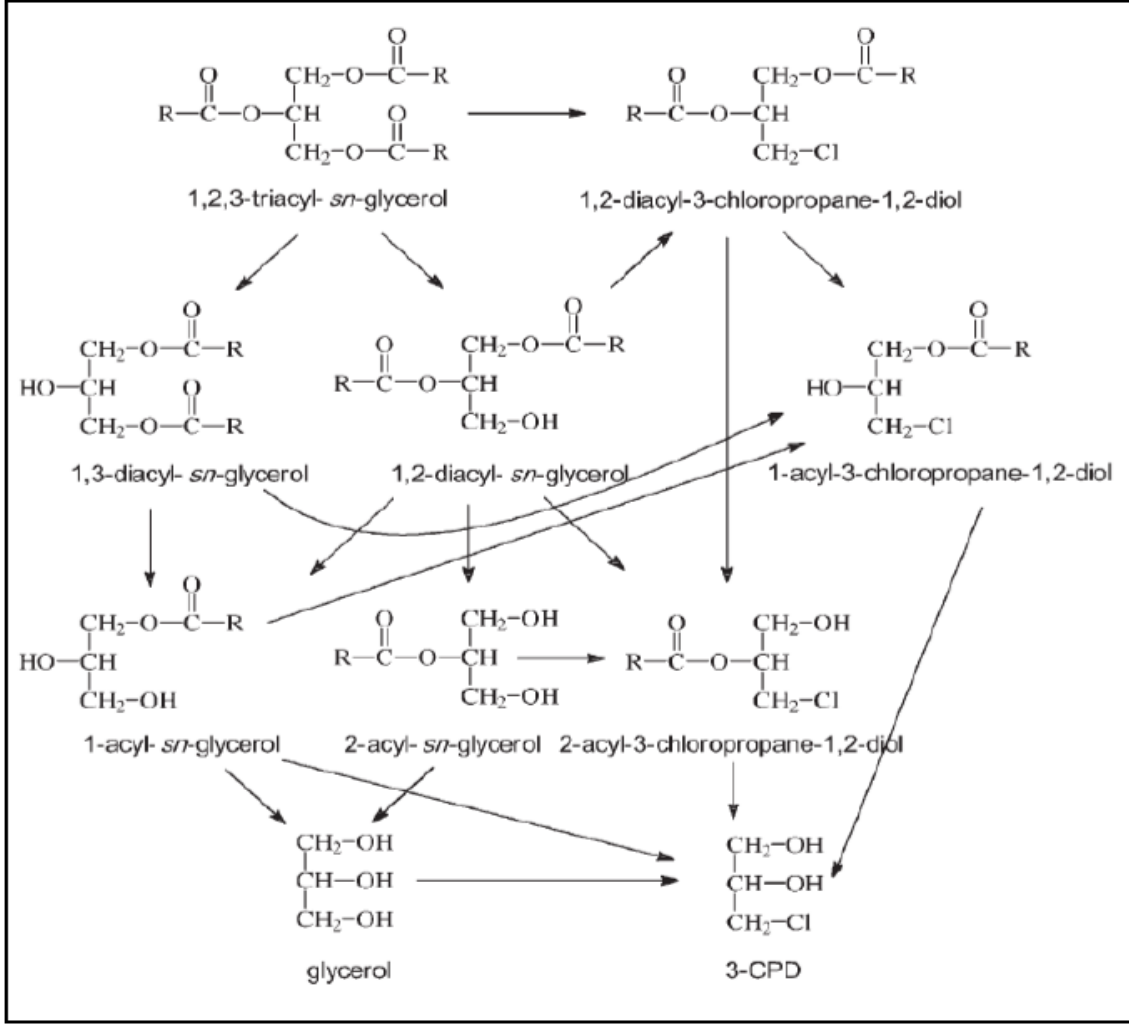


Şekil 1.7. Kloropropanol esterlerinin oluşum mekanizmaları.

Şekil 1.8'de 3-MCPD'nin trigliserit ve türevi maddelerden nasıl oluştuğu gösterilmiştir (Hamlet ve ark., 2011). Glisidil esterlerinin detaylı incelenmesiyle, yapılarının 3-MCPD esterlerine benzediği ve epoksi halkalı bir yapıda olduğu

belirlenmiştir. Epoksi yapılı olan diğer bileşiklerin sağlık açısından tehlikeli olduğu bilindiğinden dolayı glisidil esterlerinin de sağlık açısından tehlike yaratabileceği sonucuna varılmıştır. 2000 yılında Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) glisidil'ün kanserojen bir bileşik olduğunu belirtmiştir (Pudel ve ark., 2011),

Kloropropanol esterlerinin sadece gıdaların işlenmesi süresince oluşan bir kontaminant madde değil, ayrıca bu maddenin tüketilmesi sonucunda memeli sütüne de geçebileceği beyan edilmiştir (Rahn ve Yaylayan, 2011; Zelinkova ve ark., 2008). 2000 yılında İngiltere'de yapılan bazı çalışmalara göre 3-MCPD'nin genotoksik karsinojen etkisi olabileceği üzerinde durulmuştur. Bu maddenin deney hayvanları üzerinde etkileri araştırılmış ve sonuç olarak; tümörlerde artış ve yayılma, memelilerde kronik hormonal bozukluklar, meme bezi fibromaları, kronik böbrek kistlerine yol açtığı tespit edilmiştir (Anonim, 2009; Karabulut ve Yemişçioğlu, 2012). Fareler üzerinde yapılan bir çalışmada 3-MCPD içeren besinlerle farelerin uzun süre beslenmesi sonucu hayvanın böbreklerinde kist oluştuğu gözlemlenmiştir (Cho ve ark., 2008).



Şekil 1.8. Trigliserit ve türevi maddelerden 3-MCPD oluşumu mekanizması.

3-MCPD ve esterlerinin oluşumunu doğrudan etkileyen bazı faktörler vardır. Bunlar; üretim hattında kullanılan suyun içme kalitesinde olması için klorlama işlemi yapılmakta olup, klorlama işleminden ve üretim hattında kullanılan farklı malzemelerden kaynaklanan klor iyonlarının varlığı, gliserol, trigliserol, digliserol ve özellikle monogliserollerin miktarı, gıdanın üretimi veya tüketime hazır hale getirilmesi aşamasındaki sıcaklık ve zaman, rafine edilecek bitkisel yağlardaki kötü kokunun elemine edildiği deoderizasyon aşaması, tuz oranının çok fazla olması gibi faktörler 3-MCPD'nin oluşmasında etkilidir (Haines ve ark., 2011; Larsen, 2009). Bu nedenle rafinasyonda deoderizasyon sıcaklığı, süresi ve uygulanan vakum basıncının düşük tutulması gibi bazı optimizasyonlar yapılarak bu bileşiğin oluşması engellenebilir ya da

oluşacak olan bileşiğin miktarı daha düşük seviyelere indirilebilir (Franke ve ark., 2009).

1.5.2. 3-MCPD ve glisidil esterleriyle ilgili yasal düzenlemeler

Avrupa Komisyonu, hidroliz edilmiş bitkisel proteinlerde ve soya sosunda 3-MCPD seviyesini en fazla 0.02 mg/kg olarak Nisan 2002 yönetmeliğiyle sınırlandırmıştır (Baer ve ark., 2010). Bu değer ülkemizde de Türk Gıda Kodeksi 2008/26 sayılı tebliğinde yer almakta olup maksimum miktarı 20 µg/kg olarak belirtilmiştir.

Yapılan bir başka düzenlemede ise, Avrupa komisyonunca 19 Aralık 2006 tarihinde yürürlüğe koyulan yönetmelikte vücuda günlük maksimum alım miktarının vücut ağırlığı başına 2 µg/kg olduğunu belirtmiştir.

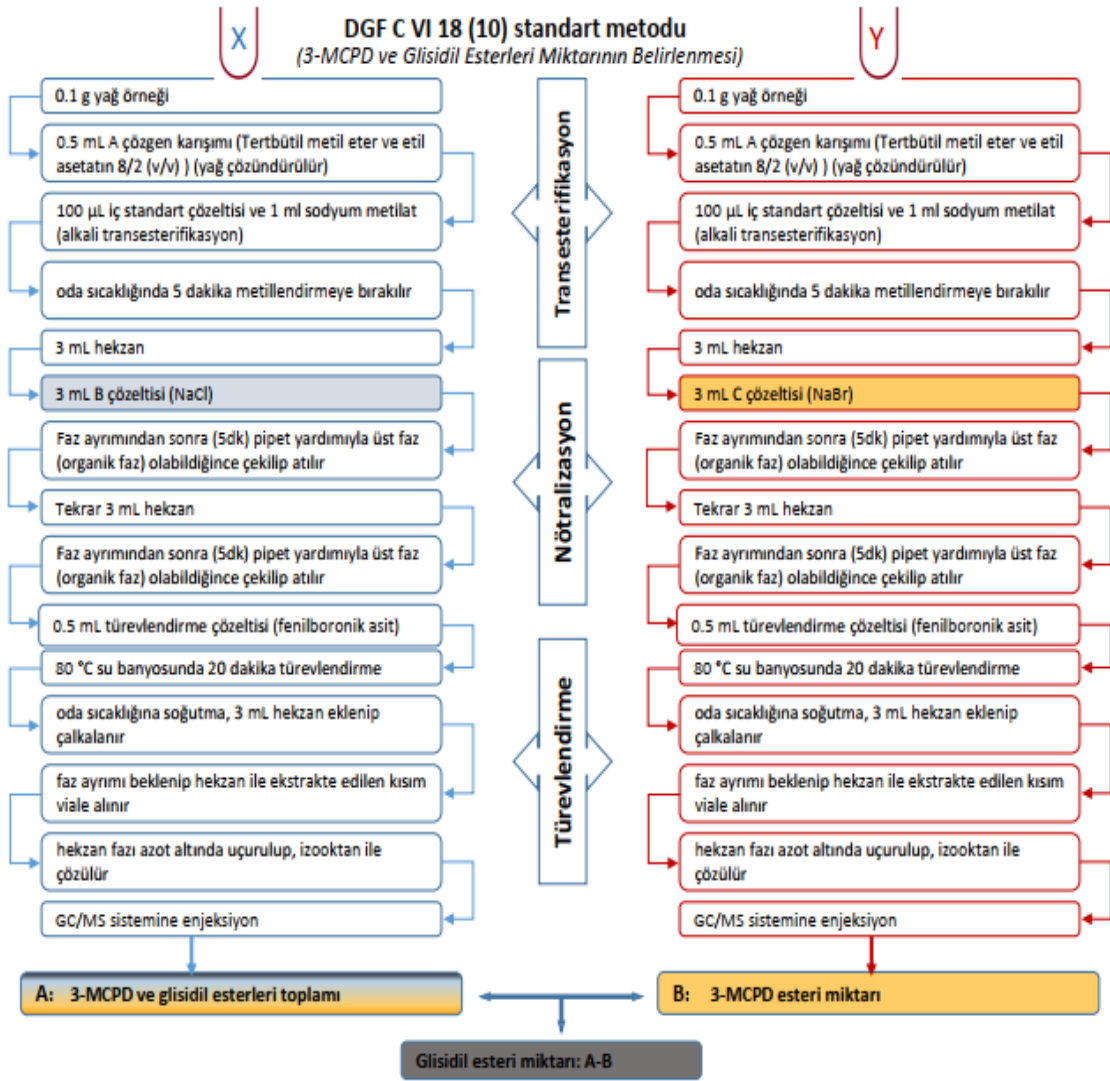
Resmi kontrollerde analiz yöntemleri ve numune alımlarıyla ilgili EC 333/2007 sayılı yeni bir düzenleme hazırlanmıştır (Anonim, 2007).

Analiz yöntemleriyle ilgili ise; 3-MCPD miktarının belirlenmesi yöntem ve metodu kriter tebliği (2014/2) ile bazı önemli düzenlemeler yapılmıştır (Anonim, 2014).

1.5.3. 3-MCPD ve glisidil esterlerinin tespit edilmesinde kullanılan yöntemler

3-MCPD ve glisidil esterlerinin gıdalarda var olup olmadığını belirlemek amacıyla 2 yöntem geliştirilmiştir. Bunlar direk veya doğrudan yöntem; diğeri ise indirek veya dolaylı yöntemdir (Koyama ve ark., 2016). Direkt yöntemde sıvı kromatografisi-kütle spektrometresi (LC/MS) cihazı kullanılmakta olup, örneğin saflaştırılmasında katı-faz ekstraksiyonu yapılır. Saflaştırılan örnekte oluşan esterler ayrı ayrı analiz edilmekte ve analiz sonucunda ester yapıları hakkında detaylı bilgi verebilmektedir (Karl ve ark., 2016; Koyama ve ark., 2016; Yıldırım ve Yorulmaz, 2017). Bu yöntemde gerekli olan referans maddeye fazla ihtiyaç duyulması ve tespit edilen türlerin nicelleştirilmesi sorun teşkil etmesinden dolayı, bu yöntemden yararlanılması zorlaşmaktadır (Yıldırım ve Yorulmaz, 2017). İndirekt yöntemdeki hassasiyetin daha yüksek olması, analiz maliyetinin diğere göre uygun olması bu metodu daha elverişli hale getirmiştir. Bu yöntemin bir diğere önemli farklı oluşan

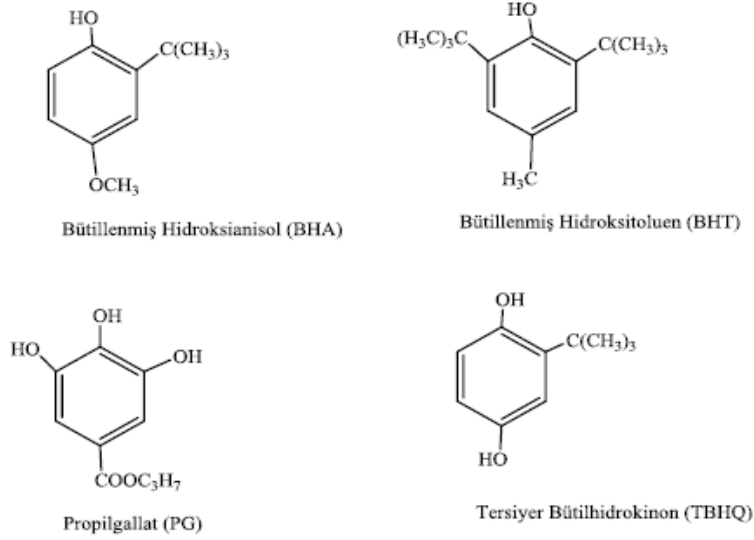
esterler ayrı ayrı değil, toplam mono ve di esterlerin tespit edilebilmesidir (Karabulut, 2015). İndirekt yöntemde, örneğin metanollü sodyum metoksit veya sodyum hidroksit ile esterlendirilmesi, oluşan 2-MCPD ve 3-MCPD esterlerinin de aseton ve saf su karışımında çözündürülmüş fenilboronik asit ile türevlendirilmesiyle gaz kromatografisi kütle spektrofotometresi (GC/MS) ile miktarın tespit edilmesine dayanmaktadır (Karl ve ark., 2016).



1.6. Antioksidanlar

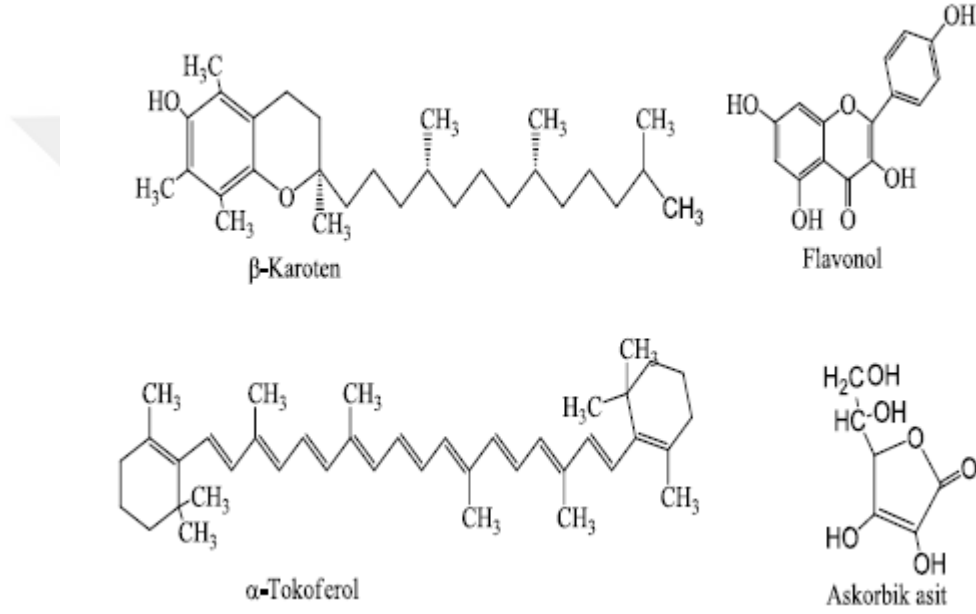
Gıdaların tüketime uygun hale getirilmesi prosesinden sonra en önemli konu gıdanın raf ömrünün mümkün olduğunca uzun tutulmasıdır. Bu amaçla gıdalar özel

paketleme yapılarak raflara getirilmektedir. Ancak ürünün bir şekilde hava alması, sıcaklığı yüksek olan ortamlarda depolanması gibi olumsuz şartların olduğu durumlarda paketleme, özellikle yağlar için acılaşıma (oksidasyon), kötü koku gibi istenmeyen durumları geciktirmede ya da önlemede yetersiz kalabilir. Olabilecek bu olumsuzluğun önlenmesi veya geciktirilmesinde antioksidan maddeler devreye girer. Bu maddeler gıdalara oksidasyon başlamadan önce belirli düzeylerde katıldığında oksidatif reaksiyonu engelleyebilmekte veya geciktirebilmektedir. Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonu antioksidan maddeyi gıdada yağın ransiditesi ve renginin kararması, değişmesi gibi oksidatif reaksiyonları önleyerek raf ömrünü uzatan doğal ve/veya sentetik maddeler olarak tanımlanmıştır. Geniş ifadeyle, antioksidanlar oksijen ile reaksiyona girerek, gıdalarda oluşturabilecek olumsuz etkileri engelleyen maddeler olarak tanımlanırlar. Sentetik antioksidanlar ticari olarak üretilmektedir. Bunlar, bütillhidroksianisol (BHA), bütillhidroksitoluen (BHT), tersiyerbütillhidroksikinon (TBHQ) ve propil gallat (PA)'dir. Sentetik antioksidanlar doğal antioksidanlara nazaran daha ucuz ve etkili olduklarından dolayı sıklıkla tercih edilmektedir. Şekil 1.9'da sentetik antioksidan maddelerin kimyasal yapıları gösterilmiştir.



Şekil 1.9. Sentetik antioksidanlar.

Ancak yapılan çalışmalarda sentetik antioksidanların sağlık açısından riskli oldukları, kanserojen ve mutajenik özellikte oldukları anlaşılmıştır (Bandoniene ve ark., 2002; Botsoglou ve ark., 2003; Tang ve ark., 2000). Bu durumdan dolayı doğal antioksidan maddelere olan ilgi artmıştır (Mārghitaş ve ark., 2009). En çok kullanılan doğal antioksidanlar ise; tokoferoller, karotenoidler, askorbik asit, fenolik asitler ve flavonoidlerdir (Hudson, 1990; Shahidi, 2000). Şekil 1.10'da bazı önemli doğal antioksidanların kimyasal yapıları gösterilmiştir.



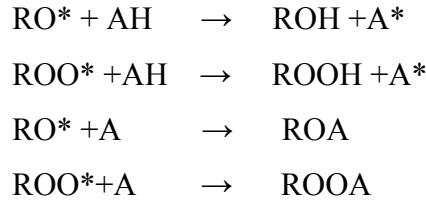
Şekil 1.10. Bazı önemli doğal antioksidanlar.

Antioksidanların özellikle yağ ve yağlı gıdaların tüketime hazır hale getirilmesi sürecinde çok vakit kaybedilmeden ilave edilmesi, bunun yanında çok iyi bir şekilde karıştırılıp homojenliğin iyice sağlanması gerekmektedir (Swern, 1982). Bazı antioksidan maddeler vardır ki birlikte kullanıldığında gösterdikleri etkinin çok daha fazlasını gösterirler. Bu tip maddelere Sinerjist maddeler denir. Örneğin tokoferol ile karoten birlikte antioksidatif etkileri çok daha fazla olmaktadır (Saldamli, 1985). Ancak burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus katılacak antioksidan maddenin miktarıdır. Çünkü gereğinden fazla katılan madde pro-oksidatif etki göstererek gıdanın daha çabuk bozulmasına neden olabilir. Ayrıca gıdaya ilave edilecek olan maddenin insan sağlığına bir zararı olmadığından emin olunması gerekmektedir. Antioksidanların

serbest radikallere etki mekanizmasında, 4 farklı yolla aktivite gösterirler (Gökpınar ve ark., 2006).

1. Süpürme etkisi (Scavenging): Oksidatif özelliği olan moleküllerin daha az zararlı olan moleküllere dönüşmesi olayıdır. Bu etki, genellikle antioksidan enzimler tarafından gerçekleştirilir.
2. Söndürme etkisi (Queching): Oksidan özellikteki moleküle bir hidrojen atomu transfer ederek onların etkisiz hale dönüşmesi olayıdır. Genellikle Vitamin E-C ve flavanoidler bu tarz etkiye sahiptirler.
3. Zincir reaksiyonlarını kırma etkisi (Chain Breaking): Oksidan özellikteki molekülleri kendilerine bağlayarak etkilerini yok ederler. Hemoglobin, seruloplazmin bu özelliktedirler.
4. Onarma etkisi (Repair): Hasar görmüş biyomolekülü onararak oksidatif özellikteki moleküllerin vermiş olduğu hasarın ortadan kaldırılması olayıdır.

Antioksidanların etki gücü her reaksiyona girmeleriyle birlikte azalmaktadır. Bundan dolayı, özellikle yağ ve yağlı gıdalara antioksidan maddeler katılması o ürünün asla bozulmayacağı anlamına gelmeyip, uzun süre olumsuz şartlar altında tutulan ürünün bozulabileceği unutulmamalıdır. Şekil 1.11’de antioksidan maddelerin serbest radikallere etki mekanizması gösterilmiştir (Bayrak, 2006).



Şekil 1.11. Antioksidanların serbest radikallere etkisi.

1.7. Çalışmada Kullanılan Doğal Antioksidanlar Hakkında Genel Bilgiler

1.7.1. Uşkun

Rheum ribes L. (Polygonacea) familyasına ait çok yıllık bir bitkidir. Polygonacea familyasında 8 tür ve 70 cins bitki mevcuttur (Cullen, 1966). Orta doğuda ilaç olarak da kullanılan bu bitki, Lübnan, İran, Irak ve ülkemizin Doğu Anadolu (Erzurum, Bitlis, Iğdır, Van, Tunceli, Muş, Hakkâri) bölgelerinde yetişmektedir. *R. Ribes*'in birkaç farklı yöresel ismi bulunmaktadır. Bazı yerlerde uşkun, bazı yerlerde ışkın, bazı yerlerde ise uçgun olarak bilinir (Alaadin ve ark., 2007; Tosun ve Kizilay, 2003). Uşkun bitkisi, ülkemizde genel olarak dağlık alanlarda yetişmektedir. İlkbahar ve yaz başlangıcı mevsimlerde toplanır. Toplandığında bitki boyu 120-150 cm civarlarında kadar ulaşmaktadır (Andiç ve ark., 2009). Uşkun, renk olarak yeşil, tüketilmesi için kabuklarının soyulması gereken bir bitkidir. Tat olarak ekşimsi bir tattadır. Taze bitkinin gövde ve yaprak sapı ülkemizde özellikle Bitlis ve çevresinde sindirimi kolaylaştırıcı olarak bilinmekte, toprak altında bulunan kısımları ise hemoroit ve diyabet tedavisi için alternatif ilaç olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında bitkinin kızamık, çiçek hastalığı, mide rahatsızlıkları gibi hastalıkları tedavi edici özellikte olduğu bilinmektedir (Özbek ve ark., 2002; Tosun ve Kizilay, 2003). Ayrıca yüksek tansiyon, kan şekerinin düşürülmesi, obez hastalıklarında uşkundan faydalanılmaktadır (Abu-Irmaileh ve Afifi, 2003; Ozbek ve ark., 2004). Naqishbandi ve ark. (2009), uşkun ekstraktlarının kan glikoz seviyesini düşürdüğüne dair yaptığı bir araştırmada, in vitro modelde uşkunun özellikle su ile elde edilen ekstraktlarının, hücreden insülin salınımını daha fazla kolaylaştırdığı tespit etmişlerdir. Uşkunun genç sürgünlerinde, krizofanol, fiskiyon ve emodol antrakinonlarıyla, kuersetin, kuersetin 3-O-ramnozid, 5-dezoksikuersetin, kuersetin 3-O-galaktozit ve kuersetin 3-O-rutinozit flavonoidlerini içerdiği tespit edilmiştir (Merikli ve Tuzlaci, 1990; Tosun ve Kizilay, 2003). İran'da yetiştirilen *R. ribes* bitkisinin kök, gövde ve yaprak ekstraktlarının antimikrobiyal aktiviteleri *E. coli*, *Proteus* spp., *Pseudomonas aeruginosa* gibi gram negatif patojenlere karşı etkili olduğu tespit edilmiştir (Alaadin ve ark., 2007; Bazzaz ve ark., 2005).

Aşağıda şekil 1.12’de ülkemizde yetiştirilen uşkun bitkisi örneği gösterilmiştir.



Şekil 1.12. Uşkun bitkisi.

1.7.2. Kinoa

Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), tek yıllık, çift çenekli ve kazayağgiller familyasına giren bir bitkidir (Keskin ve Evlice, 2015). Yetiştirme olanakları olarak zorlu şartlarda bile yetişebilen kinoa, 4000 m yükseklikte yeşerdiği ve geniş bir pH aralığına sahip topraklarda büyüebildiği belirtilmiştir (Jacobsen, 2003). Ayrıca bu bitki sert iklim koşullarına karşı da dayanıklıdır (Keskin ve Evlice, 2015). Zor şartlarda yetişebiliyor olması kinoyu, son zamanlarda önemini oldukça ön plana çıkarmıştır. Bunun yanında kinoa yetiştiriciliğinin dünyadaki açlık problemine alternatif bir seçenek olacağı üzerinde durulmaktadır (Demir ve Kılınç, 2016). Dünyada en fazla Güney Amerika ülkelerinden Peru, Bolivya ve Ekvador’da ekimi yapılmaktadır (Lorenz ve Coulter, 1991). Amerika’da son 10 yılda oldukça sıklıkla tüketilen kinoa, ülkemizde de ekimi yapılmaya başlanmıştır (Demir ve Kılınç, 2016). Türkiye Kinoa Yetiştiricileri Derneği Yönetim Kurulu Başkanlığı verilerine göre Ülkemizde, yılda 11 bin tona yakın kinoa elde edildiği belirtmiştir (Anonim, 2017).

Yapılan bazı çalışmalara göre kinoa da yetiştiği ortam, türü vb. gibi faktörlerle değişiklik göstermesi durumuyla yaklaşık olarak %10 - %18 protein, %54 - %64 karbonhidrat, %4.5 - %8.75 ham yağ, %2.1 - %4.9 oranında ham lif ve %2.4 - %3.7 kül içerdiği tespit edilmiştir (Ranhotra ve ark., 1993). Bu özellikleriyle kinoa'nın besinsel açıdan da tüketilmesi önem arz etmektedir (Ahamed ve ark., 1998; Navruz-Varli ve Sanlier, 2016). Protein açısından yüksek kaliteli olup, çoğunluğu albumin ve globulin

proteinleri oluşturur (Föste ve ark., 2015; Ranhotra ve ark., 1993). Bunun yanında lizin, izolösin, lösin, fenilalanin, treonin, triptofan, valin, histidin ve metiyonin gibi elzem aminoasitleri barındırmaktadır (Vega- Gálvez ve ark., 2010). Kinoada bulunan toplam mineral madde içeriğinin özellikle kalsiyum, magnezyum, demir ve çinko bakımından oldukça zengin olduğu belirlenmiştir (Schoenlechner, 2017). Yapılan araştırmalara göre kinoada insan beslenmesi için gerekli olan mineral madde değerleri kalsiyum miktarının (275-1487 mg/kg), potasyum (75-12000 mg/kg), magnezyum (260-5020 mg/kg), bakır (2-51 mg/kg), demir (14-168 mg/kg), fosfor (1400-5300 mg/kg) ve çinko (28-48 mg/kg) oranında bulunduğu belirlenmiştir (Bhargava ve ark., 2006; Graf ve ark., 2015; Repo-Carrasco ve ark., 2003; Vega- Gálvez ve ark., 2010). Kinoa tohumunda bulunan yağın %89.4 oranını doymamış yağ asitleri; bu oranın da %54.2 ile %58.3'ünü çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) oluşturur (Alvarez-Jubete ve ark., 2009). Çoklu doymamış yağ asitlerinden en fazla linoleik asit bulunur ve bu oranın da %50 civarlarında olduğu belirtilmiştir (Schoenlechner, 2017). Doğal antioksidanlardan birisi olan E vitamini içeriğinin yüksek miktarda olması sebebiyle kinoanın, lipid oksidasyonunun önlenmesinde de önemli rol oynadığı belirlenmiştir (Demir ve Kılınç, 2016). Şekil 1.13'te Kinoa bitkisi ve kinoa tohumu gösterilmiştir.



Şekil 1.13. Kinoa bitkisi ve tohumu.

1.7.3. Propolis

Propolis, bal arılarının bazı ağaç ve bitkilerin kabuk, kozalak, çiçek ve tomurcuklarından topladıkları yağ, özel reçine, polen, mum gibi maddelerin karışmasıyla ürettikleri ve kovanlarına koruyucu bir bariyer olarak kullandıkları madde olarak tanımlanmıştır. Oda sıcaklığında lipofilik, sert ve kırılabilir yapıda; ısıtıldığında ise daha esnek, dövülebilir ve yapışkan halde olur (Gonçlves ve ark., 2012). Şekil 1.14'te

propolis gösterilmiştir. Propolis, dünyanın çeşitli bölgelerinde uzun yıllardan beridir geleneksel tıbbi ilaç olarak kullanılmaktadır (Ghisalberti, 2015; Hegazi ve ark., 2000). Yapılan araştırmalarda elde edilen bilgilere göre, propolisin antibiyotik (Kujumgiev ve ark., 1999), antikanser (Kimoto ve ark., 2001; Matsuno, 1995), antiviral (Amoros ve ark., 1994), antiinflamatuvar (Wang, 1993) gibi değişik biyolojik aktivitelere sahip olduğu belirtilmiştir. Bu nedenlerden dolayı propolis, kozmetik, gıda, meşrubat gibi endüstriyel alanlarda kullanımı artmış, bu sayede insan sağlığının pek çok hastalıklardan korunması planlanmıştır (Banskota ve ark., 2000; Burdock, 1998). Propolisin kimyasal kompozisyonu incelendiğinde, yapısında flavonoid, fenolik asit ve esterler, terpenler, amino asitler içerdiği belirlenmiştir. Kimyasal yapısı ve biyolojik aktiviteleri, propolisin bulunduğu coğrafi şartlar, hangi tür ağaç veya bitkilerden toplanmasına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Marcucci, 1995). Örnek olarak, Hegazi ve ark. (2000), yaptıkları bir çalışmada Almanya'dan temin edilen propolislerin *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* üzerindeki antimikrobiyel etkileri yüksek iken; Avustralya'dan temin edilen propolislerin *Candida albicans* üzerinde etkili olduğunu tespit etmişlerdir. (Banskota ve ark., 2000), yaptıkları bir araştırmada Hollanda ve Çin'den temin edilen propolislerde antikanser etkilerinin, Brezilya'dan temin edilen propolislerden daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

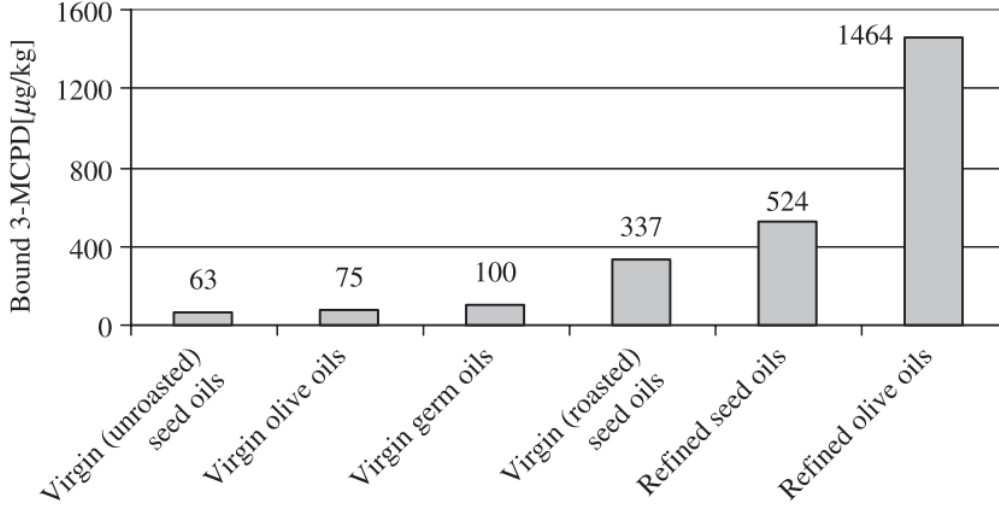


Şekil 1.14. Propolis.



2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Wong ve ark. (2017a), kızartma işleminde sıcaklık, süre ve tuz konsantrasyonunun 3-MCPD ve glisidil esterlerinin oluşumunu önemli düzeyde arttırdığını belirtmişlerdir. Breitling-Utzmann ve ark. (2005), ekmek yapımında hamura ilave edilen katkı maddelerinin 3-MCPD oluşumuna etkisinin olup olmadığını incelemişler. Buna göre ekmeğin kabarması için kullanılan kabartma ajanlarının, 3-MCPD oluşumunda etkisinin çok fazla olduğunu belirlemişlerdir. Ekmek üzerine yapılan bir başka araştırmada hamura şeker miktarının fazla katılması, pişirme esnasında ekmekte 3-MCPD oluşuma riskini arttırdığı belirlenmiştir (Hamlet ve Sadd, 2004b). Beyaz ekmeğin farklı bölgelerinde 3-MCPD miktarlarının değişiklik gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, kabuk kısmında 547 µg/kg; kızarmış ekmek diliminde 160 µg/kg; ekmeğin iç kısmında ise oldukça düşük olduğu (26 µg/kg) belirlenmiştir (Zelinkova ve ark., 2006). Crews ve ark. (2001), yaptıkları bir araştırmada peynirlerin ızgara ile kızartılmasıyla 3-MCPD miktarının arttığını tespit etmişlerdir. Bebek mamalarının dayanıklılığını arttırmak için özellikle rafine edilmiş bitkisel yağlar ve katkı maddelerinden yararlanılmaktadır. Zelinková ve ark. (2009), piyasadan farklı marka bebek maması toplamış ve bu ürünlerdeki 3-MCPD düzeylerini araştırmışlardır. Sonuç olarak toplanılan ürünlerde 62-588 µg/kg aralığında 3-MCPD bileşiğine rastlanılmıştır. Tütsülenmiş etlerdeki 3-MCPD miktarının araştırıldığı bir çalışmada tütsüleme kullanılan odunlarda ve tütsülenmiş et yüzeyinde oldukça yüksek miktarda 3-MCPD varlığı belirlenmiştir (Kuntzer ve Weisshaar, 2006). Yapılan çalışmalarda yemeklik yağların elde edilmesinde kullanılan yöntemin bile 3-MCPD'nin oluşumunda etkili olduğu belirlenmiştir. Buna göre soğuk sıkım ve natürel sızma olan yağlarda 3-MCPD esterleri eser miktarda az ya da hiç bulunmazken, rafinasyon işlemi uygulanan yemeklik yağlarda 0.2-13 mg/kg aralıklarında bulunduğu tespit edilmiştir. Şekil 2.1'de farklı yollarla elde edilen bazı yağlarda tespit edilen 3-MCPD düzeyleri gösterilmiştir (Zelinkova ve ark., 2006).



Şekil 2.1. Farklı yöntemlerle elde edilen bitkisel yağlarda 3-MCPD düzeyleri.

Munzuroğlu ve ark. (2000), yaptıkları bir çalışmada uşkunun askorbik asit (Vitamin C) içeriğinin 198-282 µg/g arasında olduğunu belirtmiş ve bu miktarın, turunçgiller ile kıyaslanabilecek kadar yüksek olduğunu vurgulamışlardır. Meral (2017) yaptığı bir araştırmada uşkun bitkisinin kurutma şeklinin ve kurutmadaki sıcaklık derecelerindeki değişimin, antioksidan aktivitesi ve fenolik maddelere etkisini incelemiş, çalışmada bitkiler iki farklı şekilde kurutulmuş biri güneş altında, diğeri ise 50 °C ve 80 °C. sonuç olarak güneş altında kurutmanın antioksidan aktivite için daha uygun bir yöntem olduğunu belirlemişlerdir. Munzuroğlu ve ark. (2000), yaptıkları bir çalışmada uşkun bitkisinin bazı kimyasal özelliklerine bakmış ve sonuç olarak, % 1.3 protein, % 5.59 kuru madde, % 0.63 toplam kül, 3.75 µg/g demir, 1.13 µg/g çinko, 0.5 µg/g bakır ve 0.423 µg/g mangan içerdiğini tespit etmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada ise uşkunun 0.614 µg/g E vitamini ve 0.255 µg/g A vitamini, içerdiği belirlenmiştir.

Lin ve ark. (1999), propolisin etanol ekstraktının lipit oksidasyonun önlenmesinde oldukça etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Oyaizu ve ark. (1999), yaptıkları bir çalışmada Çin, Avustralya, Yeni Zelanda ve Japonya'dan temin ettikleri propolisleri su ile ekstrakt etmiş ve bu ekstraktta α- tokoferol tespit etmişlerdir. α- tokoferol de bilinen doğal antioksidanlardan birisidir. Banskota ve ark. (2000), Brezilya ve Çin'den temin ettikleri propolislerin su ve metanol ekstraktlarının DPPH serbest

radikallerini süpürme etkilerini karşılaştırmış ve sonuç olarak su ile elde edilen ekstraktın daha güçlü bir süpürücü etkisi olduğunu görmüşlerdir.

Kumova (2002), yaptıkları bir çalışmada propolisin bünyesinde bulunan ve büyük önem taşıyan flavonoidler ve terpenlerin oldukça etkili antioksidan bileşikler olduklarını tespit etmişlerdir. Bunun yanında flavonoidlerin bulunması, anti-acne ve anti-aging gibi ilaçların üretilmesinde önemli rol oynamaktadır (Cabral ve ark., 2009; Havsteen, 2002; Marcucci, 1995; Salatino ve ark., 2005; Teixeira ve ark., 2010). Ayrıca flavonoidlerin hidrojen peroksit ve peroksit iyonları, lipid peroksit radikallerini etkisiz hale getirebilme özellikleriyle güçlü bir antioksidan etkisinin olduğunu belirlenmiştir (Eroglu ve ark., 2004).

Dini ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada, acı kinoa tohumlarının antioksidan aktivitesinin tatlı kinoa tohumlarından daha yüksek olduğunu ve her iki durumda da pişirildikten sonra antioksidan aktivitenin azaldığını tespit etmişlerdir. Tatlı kinoa tohumlarının antioksidan kapasitesi esas olarak fenoliklere, flavonoidlere ve karotenoid bileşiklerine bağlıyken, acı kinoa tohumlarında esas olarak fenolikler ve flavonoidlere bağlı olduğunu ve bu nedenle, bu iki tahıl benzerinin tüketici sağlığı için yararlı tüketilebilir ve zengin bir antioksidan bileşik kaynağı olduğunu bildirmişlerdir.

Gawlik-Dziki ve ark. (2013) *Chenopodium quinoa* yapraklarının nutrasötik potansiyeli, fenolik içeriklerinin analizi, ChL fenolik bileşiklerinin kanser hücresi özellikleri üzerindeki etkisinin aydınlatılması ve antioksidatif aktivitelerinin, biyoyararlanımlarının ve biyoerişilebilirliklerinin in vitro olarak değerlendirmişlerdir. *Chenopodium quinoa* ekstraktında önemli miktarlarda ferulik, sinapinik ve gallik asitler, kaempferol, isorhamnetin ve rutin gözlemlenmiştir. Bunların prostat kanserini önleyici etkisi olduğunu rapor etmişlerdir.

Tang ve ark. (2015) üç renkli kinoa çeşidi (beyaz, kırmızı ve siyah) tohumlarının yağ asitleri, tokoferoller, tokotrienoller ve karotenoid bileşimi ve antioksidan aktivitelerini araştırmışlardır. Yağ verimini ağırlıklı olarak doymamış yağ asitleri (% 89.42) olmak üzere, %6.58-7.17 aralığında bulmuşlardır. ω -6/ ω -3 yağ asidi oranı yaklaşık 6/1, toplam tokoferol içeriği ağırlıklı olarak γ -tokoferol olmak üzere 37.49 ila 59.82 μ g/g aralığında tespit etmişlerdir. Karotenoidler, esas olarak trans-lutein (% 84.7-85.6) ve ilk kez kinoa tohumlarında doğrulanmış zeaksantin siyah tohumlarda en yüksek konsantrasyonda bulunmuştur. Lipofilik ekstraktların antioksidan aktiviteleri, çoklu

doymamış yağ asitleri, toplam karotenoidler ve toplam tokoferollerle pozitif korelasyon göstermiştir.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Kimyasal Maddelerin Temini

Antioksidan aktivitesi tayini için gerekli olan Butillenmiş hidroksitoluen (BHT), Folin-Ciocalteu belirteci, 2,2-difenilpikrilhidrazil (DPPH), 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit) diamonyum tuzu (ABTS) kimyasalları Sigma–Aldrich (St. Louis, MO, ABD) firmasından temin edilmiştir. 3-MCPD analizinde kullanılacak olan 3-kloro-1,2-propandiol (3-MCPD) ve 3-kloro-1,2-propan-1,1,2,3,3-d5-diol (3-MCPD-d5) standartları da Sigma–Aldrich (St. Louis, MO, ABD) firmasından temin edilmiştir. Analizlerde kullanılan diğer tüm kimyasalların analitik saflıkta olmasına dikkat edilmiştir.

3.2. Çalışmada Kullanılan Hammadelerin Temini

Çalışmada kullanılan palm olein yağı Malezya menşeli olup, İzmir Orkide Yağları A.Ş firmasından temin edilmiştir. Palm olein yağının 2017 yılında iki defa rafinasyon yapılarak kullanıma hazır hale getirildiği bildirilmiştir. Kullanılan rafine fındık yağı (Fiskobirlik, Türkiye), ticari kızartma yağı (kızartmalık bitkisel susuz yağ, Besler, Türkiye) ve kızartma işleminde kullanılan patatesler yerel marketten temin edilmiştir. Patateslerin aynı partiden olmasına dikkat edilmiştir. Hazırlanan kızartma yağlarına ilave edilen doğal antioksidanlardan uşkun (Rheum ribes), Mayıs ayında Kars/Kağızman ilçesi, Kuloğlu köyü, Ortayolağ mevkiinden toplanmıştır; Kinoa bitkisi (Chenopodium quinoa Willd.), Iğdır Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü uygulama arazisinden; Propolis ise Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümünden temin edilmiştir.

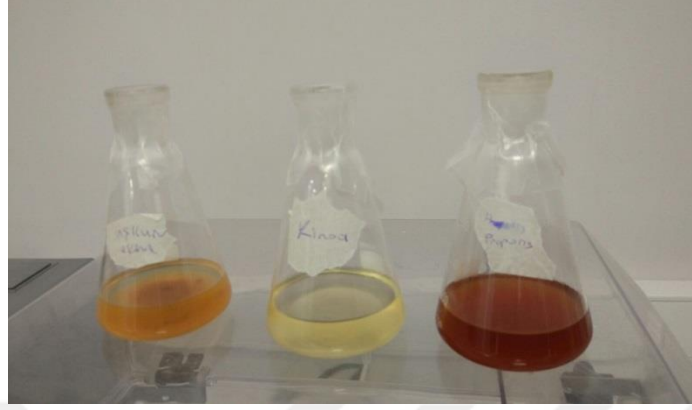
3.3. Patateslerin Kızartma İşlemine Hazırlanması

Kızartma işleminde kullanılan patateslerin hazırlanması sürecinde; kabukları soyulduktan sonra iyice yıkanmış ve kâğıt havlu ile kurutulmuştur. Patateslerin dilimlenmesinde mekanik dilimleyici kullanılmıştır. Bu sayede tüm dilimlerin 1x1x3 cm olması sağlanmıştır. Uygun ölçülerde dilimlenen patatesler kızartma işleminden önce 5 dk. boyunca yağ emilimini ve kararmayı önlemek amacıyla %2.5 konsantrasyonlu tuzlu suda bekletilmiştir (Nacaroğlu, 2006; Wong ve ark., 2017b). Süre sonunda iyice süzülen patates dilimleri kızartma işlemine tabii tutulmuştur.

3.4. Propolis, Uşkun ve Kinoa Ekstraktlarının Hazırlanması

Propolis ve uşkun ekstraktları elde etmek için etanol/su (70/30) çözeltisi, kinoa ekstraktı için ise metanol/su (80/20) çözeltisi kullanılmıştır. Ekstrakt eldeleri için toz haline getirilmiş örneklerden 20 gram erlenlere tartılarak, üzerine belirlenen konsantrasyondaki çözücülerden ve miktarı ön denemelerle belirlenen hidroklorik asit (HCl) ilave edilmiştir. Erlenlerin ağzı kapatılarak 3 saat çalkalamalı inkübatörde (Shaking Incubator, HZQ-X300, Shanghai, China) 25 °C'de karıştırılmıştır. Süre sonunda örnekler tüplere aktarılarak 20 dakika süre boyunca 3500 g hızında santrifüj (Heal-Force, China) edilmiştir. Üst kısımda bulunan berrak sıvı alınıp Whatman no:4 filtre kâğıdı ile süzülmüştür. Altta kalan kısım üzerine tekrardan 10 mL çözücü ve HCl ilave edilip, 3500 g hızında 20 dakika santrifüj edilmiştir. Üst kısımdaki berrak sıvı yine Whatman no:4 filtre kâğıdı ile süzülmüştür. Süzülen süpernatantlardan çözücüyü uzaklaştırmak için örnekler rotasyonlu evaporasyon (Heidolph, Germany) cihazına bağlanarak çözücülerini uzaklaştırılmıştır. Kalan suyu ayırmak için, örnekler ultra freezerda (ESCO, Lexicon 2, USA) -80 °C'de 24 saat bekletilip, liyofilizatörde (CHRIST, Alpha 1-2 LDplus, Germany) kurutulmuş toz ekstrakt elde edilmiştir. Toz ekstraktlardan, hazırlanan yağlara katılacak miktar ön denemelerle belirlenmiştir. Buna göre propolis, uşkun ve kinoa ekstraktlarından 1000 ppm ve 1500 ppm olacak şekilde yağlara ilavesine karar verilmiştir. Çalışmada kullanılan yapay antioksidan (BHT) miktarı ise 200 ppm olarak belirlenmiştir (Chouchouli ve ark., 2013; Ghouila ve ark.,

2017; Karaaslan ve ark., 2011). Aşağıda şekil 3.1’de doğal ekstraktların hazırlanma safhasındaki resimleri gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Doğal ekstraktların hazırlanma aşaması.

3.5. Kızartma Yağı Paçallarının Hazırlanması

Çalışmamızda kızartma işleminde kullanılmak üzere 4 farklı paçalda yağ örnekleri hazırlanmıştır. Bu paçallama işleminde temel olarak palm olein yağı ve rafine fındık yağından yararlanılmıştır. Paçallama oranları Hammouda ve ark. (2016), yaptığı çalışmada bazı değişiklikler yapılarak belirlenmiştir. Aşağıda çizelge 3.1’de hazırlanan yağ paçaları gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Derin kızartma işlemi için hazırlanan paçal yağların oranları

Yağlar	Palm Olein (%)	Rafine Fındık Yağı (%)
F	0	100
P	100	0
Paçal 1	34	66
Paçal 2	0	100

3.6. Derin Yağda Kızartma İşleminin Uygulanması

Kızartma işleminde, ticari yağ ve paçal yağlar 2 litre olacak şekilde ayarlanmıştır. Kızartılacak patates miktarı ise 250 gram olarak belirlenmiştir. Miktarların belirlenmesi literatür araştırmaları doğrultusunda yapılmıştır. Kızartma işlemi için endüstriyel tipte 3 litre kapasiteli ve sepetli elektrikli fritöz (Remta, Türkiye) kullanılmıştır. Fritöz max. 300 °C'ye kadar ısıtma yapabilmektedir. Kızartmanın seri bir şekilde yapılması amacıyla fritözden 2 adet kullanılmıştır. Kızartma işlemi, çeker ocak içerisinde yapılmıştır, ayrıca fritözlerin sıcaklık kontrollerinin yapılması için fritöz içerisine Thermo couple (Testo 175T3, Germany) cihazı yerleştirilmiştir. Aşağıda şekil 3.2'de kurulan düzenek gösterilmiştir. 2 litre yağ doldurulan fritözün sıcaklığı 180 °C'ye ayarlanmıştır. Isıtma işlemine başlanmadan önce o safhada kullanılacak olan kontrol örneğinden 50 mL alınarak koyu renkli, kapaklı cam şişeye aktarılmıştır. Tüm kızartma süresince fritözün kapağı kapalı tutulmuştur. Kızartmaya ilk olarak ticari kızartma yağı ile başlanmıştır. Amaç, çalışmada hazırlanan paçal yağların ticari kızartma yağı ile mukayese edilmesidir. Bu yağa her hangi bir antioksidan madde ilavesi yapılmamıştır. Diğer paçal yağlara ise belirlenen miktarlarda antioksidanlar ilave edilmiştir. Dilimlenmiş patatesler fritöze bırakıldığında sıcaklığın 135 °C±5'e kadar düştüğü gözlemlenmiştir. Kızartma süresi sonuna doğru ise sıcaklığın 160 °C±5'e kadar çıktığı görülmüştür. Ancak kızartma süresi boyunca sıcaklığın 180 °C'ye ulaşamadığı fark edilmiştir. Kızartma işlemi ortalama 6-7 dakika sürmüştür. İşlem tamamlandıktan sonra fritözün termostatu kapatılmış ve ikinci kızartma işlemine kadar oda sıcaklığında soğuması beklenilmiştir. Her kızartmadan sonra soğuyan yağdan 50 mL koyu renkli cam şişeye aktarılmış, oda sıcaklığında iyice soğuduktan sonra üzerine azot gazı püskürtülerek buzdolabında (+4 °C) analiz gününe kadar bekletilmiştir. Bir günde toplam 4 defa kesikli kızartma işlemi yapılmıştır. Aynı yağdan 3 gün boyunca yeni yağ ilave edilmeksizin kızartma yapılmıştır. Böylece yağ toplamda 12 defa kullanılmıştır. 3 gün boyunca kullanılan yağ fritöz içerisinde ve fritözün kapağı kapalı olacak şekilde muhafaza edilmiştir. Uygulanan kızartma işlemi parametreleri Çizelge 3.2'de özetlenmiştir.

Çizelge 3.2. Kızartma işleminin yapıldığı koşullar

İşlemler	Koşullar
Kullanılan Fritöz	Endüstriyel tip fritöz (Remta)
Kızartma Yöntemi	Derin yağda kızartma
Kullanılan Yağlar	Ticari kızartma yağı, palm olein yağı ve rafine fındık yağı
Yağ Miktarı	2 litre
Kızartma Sıcaklığı	180 °C
Kızartma Süresi	6-7 dakika
Kızartma Sayısı	12
Kızartmada Yağ İlavesi	Taze yağ ilave edilmemiştir
Kızartılan Ürün	Kızartmalık patates
Patates Dilimlerinin Boyutu	1 x 1 x 3 (cm)
Analizler için Alınan Yağ Miktarı	50 mL



Şekil 3.2. Kızartma Düzeneği.

3.7. Yapılan Analizler

3.7.1. Serbest yağ asitliği tayini

Alınan yağ örneklerinin yüzde serbest yağ asitliği, AOCS Official Method Ca 5a-40'a göre yapılmıştır (AOCS, 2004). Analiz için yağ numunesinden 5 gram, 0.01 g duyarlılıkta tartılmış, üzerine 50 ml etanol-dietileter (1:1, v/v) karışımı ile çalkalanıp, yağın tamamen çözünmesi sağlanmıştır. Çözünmenin ardından üzerine fenolftaleyn (%1) çözeltisinden 5-6 damla damlatılıp, karıştırılmıştır. Son olarak 0.02 N etanollü sodyum hidroksit çözeltisi ile pembe renk oluşuncaya kadar titrasyon yapılmış ve sarfiyat not edilmiştir. Aşağıda gösterilen “Eş. 3.1” ’e göre serbest yağ asitlikleri hesaplanmıştır. Bu analiz iki tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Serbest yağ asitliği, yağlarda bağlı olmayan yağ asitleri toplamı oleik asit yüzdesi olarak belirtilmektedir.

$$\% \text{ Serbest yağ asitliği} = \frac{V \times T \times Ma}{m} \quad (3.1)$$

V : Harcanan etanollü sodyum hidroksit çözeltisi, ml

m : Örnek ağırlığı, g

Ma : Oleik asitin molekül ağırlığı

T : Etanollü sodyum hidroksit çözeltisinin normalitesi

3.7.2. Peroksit sayısı tayini

İncelenen örneklerin peroksit sayısının belirlenmesinde AOCS Official Method Cd 8-53'e göre belirlenmiştir. (AOCS, 1989). Peroksit sayısı, yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup, 1 g yağdaki aktif oksijenin mikrogram olarak miktarıdır.

Hidroperoksitler, lipit oksidasyonunda oluşan primer ürünlerdir. Peroksit değeri tayini ile lipit oksidasyonunun başlangıç aşamasında oluşan bu primer ürünlerin miktarının belirlenmesi mümkündür. Peroksit sayısı; kloroform-asetik asit çözeltisinde çözülen ve potasyum iyodür içeren yağın nişasta belirteci kullanılarak sodyum tiyosülfat ile titrasyonu sonucu harcanan kısım dikkate alınarak saptanan bir değerdir.

Beklenen peroksit sayısına göre 0.001 g duyarlılıkta örnekten çizelge 3.3.' e göre tartım yapılmıştır.

Çizelge 3.3. Peroksit değeri tayini için tartım yapılacak örnek miktarı

Beklenen Peroksit Sayısı (meq O ₂ /kg)	Örnek Miktarı (g)
5'e kadar	2
5-10	1.6
11-15	1.4
16-20	1.2
21-30	1.0

Erlenlere tartılan 2 g yağ örneği üzerine 25 ml asetik asit/kloroform (3/2. v/v) çözeltisinden ilave edilmiş ve iyice karıştırılmıştır. Daha sonra karışım üzerine 1 ml doymuş KI (potasyum iyodür) çözeltisi katılmış ve kapakları kapatılan erlenler 1 dakika çalkalanıp 10 dakika süresince karanlıkta bekletilmiştir. Bu sürenin bitiminde 50 ml saf su ve 1 ml nişasta çözeltisi ilave edilen örnek, 0.01 N sodyum tiyosülfat ile (kloroform fazındaki iyot tamamen yok oluncaya kadar) titrasyon edilmiştir. Titrasyonda harcanan tiyosülfat miktarı kaydedilmiştir. Tüm numunelere iki tekerrürlü analiz uygulanmıştır. Beklenen peroksit sayısı az ise sodyum tiyosülfat 0.01 N; beklenen peroksit sayısı çok ise 0.1 N sodyum tiyosülfat çözeltisi hazırlanmıştır. Her iki konsantrasyonda hazırlanan sodyum tiyosülfat çözeltisi 1 hafta karanlık ortamda bekletildikten sonra kullanılmalıdır. Aşağıda gösterilen "Eş. 3.2" 'ye göre peroksit değerleri hesaplanmıştır.

$$PS = \frac{V \times T \times 1000}{m} \quad (3.2)$$

PS: Peroksit sayısı (meq g O₂/kg yağ)

V: Harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisi, ml

T: Sodyum tiyosülfat çözeltisinin normalitesi

m: örnek ağırlığı, g

3.7.3. p-anisidin değeri analizi

Bu analiz, lipidlerde meydana gelen oksidasyon sonucunda oluşan birincil bozulma ürünleri olan peroksitlerin tekrardan bozulmasıyla açığa çıkan ikincil ürünlerin (aldehit, keton vb. gibi) miktarını belirlemede yararlanılan bir metottür. Analiz, 100 ml p-anisidin veya çözücü ile 1 gram yağın reaksiyonu sonucu 350 nm dalga boyunda oluşan absorbansın 100 katı olarak tanımlanır ve reaksiyon ürünü spektrofotometre cihazı ile ölçülür. Bunun için, 0.5 g yağ örneği, 25 ml'lik balon jöjeye tartılmış, ölçü çizgisine kadar hegzan ile tamamlanmıştır. Spektrofotometre (Agilent Technologies, Cary 60, UV-Vis, USA) 350 nm dalga boyuna hazır hale getirilmiştir. Örneksiz hegzanla doldurulan referans hücrenin absorbansına karşı 350 nm'de absorbansı (A_1) okundu. 5 ml yağ (m) test tüpüne alınmıştır. 1 ml p-anisidin (0.25g/100 ml glasiyel asetik asit) test tüpüne eklenmiştir. 10 dakika sonra örneğin absorbansı (A_2), örneksiz hegzan ve p-anisidin ile hazırlanan referans hücreye karşı 350 nm'de okunmuş ve aşağıdaki "Eş. 3.3" 'e göre p-anisidin değeri hesaplanmıştır (AOCS, 1998a). Okunan değerler çok yüksek ise uygun seyretmeler yapılmalıdır.

$$p\text{-Ans} = \frac{25 \times (1.2 \times A_2 - A_1)}{m} \quad (3.3)$$

p-Ans: p-anisidin değeri

m: Tartılan örnek miktarı (g)

3.7.4. Toplam oksidasyon değeri (totoks)

Toplam oksidasyon değeri (Totoks) aşağıdaki "Eş. 3.4" 'e göre hesaplanmıştır (Stauffer, 1996).

$$\text{Totoks} = (2 \times \text{PS}) + p\text{-Ans} \quad (3.4)$$

PS: Peroksit değeri

p-ANS: p-anisidin değeri

3.7.5. Konjuge-dien ve konjuge-trien analizi

Bu analiz, AOCS Official Method Ch 5-91'e göre yapılmıştır (AOCS, 1989c). Çoklu doymamış yağ asitlerinden hidroperoksitlerin oluşması konjugasyonun oluşmasına yol açar. Bu oluşum, UV spektrumunda belirlenir. Oluşan primer ve seconder oksidasyon ürünleri 232 nm ve 270 nm'de okunur. Kojuge dien oluşumu arttıkça 232 nm'deki özgül soğurma değeri peroksitlere paralel olarak artış göstermekteyken; 270 nm'de özgül soğurma değeri ise aldehit ve ketonların oluşumuna (acılık, istenmeyen lezzet bileşikleri) paralel olarak artış göstermektedir.

0.25 gram yağ örneği 25 mL'lik balon jojeye hassas terazi ile tartılmıştır. (Okunan değerlere göre uygun seyreltme yapılabilir). Spektrofotometre (Agilent Technologies, Cary 60, UV-Vis, USA) analiz için uygun dalga boyuna ayarlanıp, hazır hale getirilmiştir. Tartımı yapılan yağ örneği üzerine 25 mL'ye kadar iso-oktan ile doldurulmuş ve yağın çözünmesi için iyice karıştırılmıştır. Berrak bir görüntü elde edilmesinin ardından örnekler sırasıyla 232-270 nm dalga boyunda referansa karşı okunmuştur. Referans olarak örneksiz saf iso-oktan kullanılmıştır. Özgül soğurma değerleri aşağıdaki "Eş. 3.5" 'e göre hesaplanmıştır.

$$E_{1cm}^{%1} = K_{\lambda} = \frac{A_{\lambda}}{c \times l} \quad (3.5)$$

K_{λ} =Okuma yapılan dalga boyundaki özgül soğurma değeri

A_{λ} =Okuma yapılan dalga boyundaki absorbans değeri

c = Çözeltinin konsantrasyonu (g/100mL)

l = Kuartz küvet uzunluğu (cm)

3.7.6. Renk analizi

Örneklerin renk ölçümleri Wiegand ve Waloszek (2003)'e göre yapılmıştır. Analizin yapılışında (Konica Minolta Chroma Meter CR-410, Osaka, Japonya) marka renk ölçüm cihazı kullanılmış, her örnek için üç defa ölçüm yapıp ortalama değerler hesaplanmıştır. Ölçüm yapılmadan önce cihaz kendi standardı kullanılarak kalibre edilmiştir. Ölçüm sonucunda L* (parlaklık), a* yeşillik(-), kırmızılık(+), b* mavilik(-),

sarılık(+) değerleri belirlenmiştir. Aşağıda şekil 3.3’de kullanılan renk ölçüm cihazı gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Konica minolta chroma meter CR-410 renk ölçüm cihazı.

3.7.7. Toplam polar madde tayini

Bu analiz ölçümünde Testo 270 (Testo, Germany) toplam polar madde ölçüm cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz toplam polar maddeyi elektriksel iletkenliğin bir fonksiyonu olarak tespit etmekte olup, elektriksel iletkenlik sıcaklığa bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bununla beraber toplam polar madde de sıcaklığa paralel olarak değişiklik gösterir (Önder, 2011). Ölçüm alınmadan önce cihaz özel kalibrasyon yağı ile kalibre edilmiştir. Kızartma işlemini tamamlandıktan sonra yağ içerisinde oluşan baloncukların tamamen kaybolması beklenilmiş ve cihaz yağın 3 farklı bölgesine daldırılmıştır, okunan değerlerin ortalaması alınmıştır. Sıcaklığın kızartma sıcaklığına yakın bir değerde olmasına dikkat edilmiştir. Tüm örneklerin sıcaklıkları 135 ± 5 °C sıcaklık düzeyindeyken ölçümlerinin alınmasına özen gösterilmiştir. Aşağıda şekil 3.4’te cihaz resmi gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Testo 270 toplam polar madde ölçüm cihazı.

3.7.8. Viskozite analizi

Viskozite analizi (Haake Viscotester IQ, Thermo Scientific, USA) cihazı ile yapılmıştır. Tüm ölçümlerde cihaz dönüş hızı 95 rpm'e, sıcaklık 24 °C' e ayarlanmıştır ve her örnek için 50 ölçüm yapılmış, elde edilen değerlerin ortalamaları alınıp kaydedilmiştir. Bu analizde cihaza CC25 DIN/Ti silindirik prop takılmıştır. Şekil 3.5' te viskozite cihazı ve kullanılan prop resimleri gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Viskozite cihazı ve kullanılan silindirik prop.

3.7.9. Toplam fenolik madde tayini

Toplam fenolik madde tayininde Folin-Ciocalteu metodu kullanılmıştır (Singleton ve Rossi, 1965). Bu analiz spektrofotometrik analizlerden birisi olup, çalışmada (Shimadzu, UVmini-1240, Japonya) marka cihaz kullanılmıştır. Tüm ekstraktlar makro küvet içerisine doldurularak okuma yapılmıştır. Test tüplerine 0.4 mL ekstrakt tartılarak, üzerine 2 mL seyreltilmiş Folin çözeltisi ilave edilmiştir. Oluşan karışım hafifçe çalkalandıktan sonra karışım üzerine 1.6 mL %7.5 konsantrasyonunda sodyum karbonat (Na_2CO_3) çözeltisi eklenmiştir. Tüplerin ağzı kapatılmış ve karışım iyice çalkalanarak homojen hale getirilmiştir. Daha sonra örnekler 1 saat karanlık ortamda ve oda sıcaklığında inkübasyona bırakılmıştır. Süre bitiminin ardından spektrofotometre ile 760 nm'de kör numuneye karşı okuma yapılmıştır. Ekstraktlara uygulanan tüm işlemler sırasıyla standart eğri için gallik aside uygulanarak 760 nm'de kör numuneye karşı absorbanlar ölçülmüştür. Sonuçlar gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak ifade edilmiştir.

3.7.10. Antioksidan aktivite tayinleri

Çalışmada kullanılan ekstraktların antioksidan aktivitelerini belirlemek için Serbest radikal süpürme aktivitesi (DPPH) ve Troloks eşiti antioksidan kapasitesi (TEAC) olmak üzere iki farklı analiz yapılmıştır. Serbest radikal süpürme aktivitesi (DPPH) analizi, Huang ve ark. (2005), yaptığı metotta bazı değişiklikler yapılarak uygulanmıştır. Bu yöntem, mor renkli stabil bir bileşik olan DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikalinin yok edilmesi sonucu, renkte meydana gelen azalmanın spektrofotometrik olarak ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Buna göre, 3.9 mL DPPH solüsyonu (0.025 g/L metanol) 0.1 mL ekstrakt ile karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında ve karanlık ortamda 120 dakika boyunca bekletilmiştir. Süre sonunda örnek absorbansları 515 nm de kör numuneye karşı ölçülmüştür. DPPH radikalinin inhibisyon oranı aşağıdaki “Eş. 3.6.” ’ya göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{(Abs_{control} - Abs_{örnek})}{Abs_{control}} \times 100 \quad (3.6)$$

Troloks eşiti antioksidan kapasitesi analizi ise; Re ve ark. (1999), yaptığı çalışmada bazı değişiklikler yapılarak uygulanmıştır. Bu yöntem, ABTS⁺ (2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit) radikal katyonu tarafından tutulan antioksidatif maddelerin miktarının, sentetik bir antioksidan olan Troloksun (suda çözünen E vitamini analogu) standart miktarlarıyla kıyaslanarak bağlı ölçümünü sağlamaktadır. Ölçümler, mavi/yeşil renkli stabil bir bileşik olan ABTS radikalinin kayboluşunun spektrofotometrik olarak belirlenmesiyle yapılmaktadır. Mavi/yeşil ABTS⁺ kromoforu oluşturmak için ABTS ve potasyum persülfat arasında gerçekleşen reaksiyondan yararlanılmaktadır. Bu amaç doğrultusunda 2.45 mM potasyum persülfat içeren 7 mM'lık ABTS çözeltisi hazırlanmış ve bu çözelti karanlıkta oda sıcaklığında 12-16 saat bekletilerek stok ABTS⁺ radikal çözeltisinin oluşması sağlanmıştır. ABTS⁺ çalışma çözeltisi elde etmek amacıyla stok radikal çözeltisi su:etanol (1:1, v/v) karışımı ile seyreltilecek ve ABTS⁺ çalışma çözeltisinin absorbansı 734 nm de 0.70 ± 0.02 olacak şekilde ayarlanmıştır. 20 µL ekstrakt 1980 µL ABTS⁺ çalışma çözeltisi ile reaksiyona

sokularak ve 6 dakika sonunda 734 nm'de absorbanları belirlenmiştir. Sonuçların hesaplanmasında Troloks standart kurvesinden yararlanılmıştır

3.7.11. Yağ asidi kompozisyonu tayini (FAME)

Yağ asidi kompozisyonu analizi yağ asidi metil esterleri oluşturularak (IUPAC, 1992) GC/MS (Shimadzu GC/MS QP 2010, Japonya) cihazı ile belirlenmiştir. Bunun için her yağ örneğinin metil esterleri oluşturulmuştur. 0.4 gram yağ örneği hassas terazide tartılıp üzerine 4mL iso-oktan ilave edilmiştir. Karışım iyice karıştırılarak 0.2 mL metanolde hazırlanmış potasyum hidroksit (KOH) ilave edilmiştir. Oluşan karışım tekrardan karıştırılmış ve 6 dk. süre boyunca karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda karışım üzerine 2-3 damla metil oranj damlatılmış ve 0.5 mL 1 normallik HCl çözeltisi ilave edilmiştir. Son olarak tüm karışım 30 dk. süre boyunca karanlıkta bekletilerek üst kısımda oluşan berrak sıvı viallere alınmıştır. Çalışmada Agilent DB-23 (30m uzunluğunda, 0.25 mm iç çapında, 0.25 µm film kalınlığında) kapiler kolon kullanıldı. Cihazın çalışma koşulları şu şekilde ayarlandı;

Kolon	: DB-23 (60m x 0.25mm, 0.25 µm)
Taşıyıcı gaz	: Helyum
Toplam akış	: 36.6 mL/min
Kolon akış	: 0.66 mL/min
Doğrusal hız	: 21.2 cm/sec
Split oranı	: 50
Başlangıç sıcaklığı	: 80 °C
Sıcaklık programı	: 10 °C/min
Son sıcaklık	: 220 °C
İnjesiyon sıcaklığı	: 250 °C
Dedektör sıcaklığı	: 250 °C
İyon kaynağı sıcaklığı	: 200 °C
Toplam analiz süresi	: 34 k

Kromatogramda tespit edilen bileşenlerin tanımlanmasında cihazda yüklü olan W9N11 kütüphanesinden yararlanılmıştır. Şekil 3.6'da kullanılan GC/MS gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Gaz kromatografisi-kütle spektrofotometresi.

3.7.12. 3-MCPD (3-Mono kloropropan 1,2 diol) ve glisidil esterleri analizi

Örneklere toplam 3-MCPD esterleri ve glisidil esterleri miktarı, DGF C VI 18(10) standart yöntemi kullanılarak GC-MS ile belirlenmiştir (DGF, 2009). Bu yöntemde esterifikasyon alkali ortamda gerçekleştirilmiş olup, iç standart olarak izotop işaretli 3-MCPD-d₅ kullanılmıştır.

Analizde esterleştirme, nötralizasyon ve türevlendirme işleminde kullanılacak çözeltiler;

- Metanollü sodyum metilat: Sodyum metilatın 0.5 molarlık metanol içerisinde çözündürülerek hazırlanmıştır (27 gram sodyum metilat tartılır. 1 litre metanolde çözündürülür).
- Çözgen karışım A: Tertbütül metil eter ve etil asetatın 8/2 (v/v) oranda karışımıyla hazırlanmıştır.
- Sodyum klorür çözeltisi: Sodyum klorürün %20 olacak oranda (m/v) saf su içerisinde çözündürülerek hazırlanmıştır.
- Sodyum bromür çözeltisi: Sodyum bromürün %30 olacak oranda (m/v) saf su içerisinde çözündürülerek hazırlanmıştır.

- Çözgen karışım B: 30mL sodyum klorür veya sodyum bromür çözeltisi ile 1mL asetik asitin (v/v) karıştırılmasıyla elde edilmiştir. Bu çözeltiler her sabah taze olarak hazırlanmıştır.
- Türevlendirme çözeltisi: 2.5 gram fenilboronik asitin, 19 mL aseton ve 1mL saf su karışımında çözdürülmesiyle hazırlanmıştır.
- İç standart stok çözeltisi: 3-MCPD-d5'in 2 gram/L (m/v) etanolde çözündürülmesiyle hazırlanmıştır. (Bu çözelti kapaklı, amber şişe içerisinde +4 °C'de 1 yıl bekletilebilir).
- İç standart çözeltisi: İç standart stok çözeltisinden tertbütil metil eterde seyreltilerek hazırlanmıştır. (Buzdolabında 3 ay bekletilebilir).

Analizin yapılış aşamasında, katı halde olan yağ örneklerini eritmek için ısıtıcı üzerinde 5 dk kadar ısıtılıp sıvı forma geçmesi sağlanmıştır. 0.1 gram örnek test tüplerine tartılmış, üzerine 0.5 mL çözgen karışım A'dan ilave edilip karıştırılarak yağın çözünmesi sağlanmış, ardından tüp içerisine 100 µl iç standart çözeltisi ve 1 mL metanollü sodyum metilat çözeltisi ilave edilmiştir. Yeni karışım iyice karıştırıldıktan sonra tüplerin ağzı kapatılıp metillendirme işlemi için 10 dk karanlıkta ve oda sıcaklığında bekletilmiştir. Süre bitiminde hızlıca tüplerin içerisine 3 mL hegzan ile 3 mL çözgen karışım B'den ilave edilip iyice karıştırılmıştır. Tüp içerisinde faz ayrımı oluncaya beklenilmiş ve üst kısımdaki berrak faz çekilebildiği kadar çekilip atılmıştır, tekrardan tüplere 3 mL hegzan ilave edilip iyice karıştırılmıştır ve yine faz ayrımı oluncaya beklenilmiştir. Faz ayrımından sonra üst kısım olabildiğince çekilip atılmıştır. Bu işlem iki kez tekrarlanmıştır. Burada amaç, örnekteki yağ asidi metil esterlerinin olabildiğince ayrılmasını sağlamaktır. Bu aşamadan sonra türevlendirme için tüplerin içerisine 0.5 mL türevlendirme çözeltisi ilave edilip iyice karıştırılarak tüplerin ağzı sıkıca kapatılmış ve 80 °C'lik su banyosunda 20 dk süreyle tüpler bekletilmiştir. Süre bitiminde oda sıcaklığında ve karanlık ortamda tüpler soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan tüplere 3 mL hegzan ilave edilmiş, iyice karıştırılmış ve faz ayrımı oluncaya beklenilmiştir. Oluşan üst faz ayrı bir tüpe alınmış ve üzerine azot gazı püskürtülerek çözücü (hegzan) uzaklaştırılmıştır. Çözücünden ayrılan kısma izo-oktan ilave edilip, karıştırılmış ve örnekler enjeksiyona hazır hale getirilmiştir. Viallere aktarılan örneklerden GC/MS cihazına 2 µl enjekte edilmiştir.

Çalışmada RTX-5MS (30m uzunluğunda, 0.25 mm iç çap, 0.25µm film kalınlığı olan) kapiler kolon kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak Helyum kullanılmıştır. Çalışma koşulları şu şekilde ayarlanmıştır;

Column Oven Temp	: 60 °C
Injection Temp	: 180 °C
Injection Mode	: Splitless
Total Flow	: 50 mL/min.
Column Flow	: 1.18 mL/min.
Oven Prog.	: 60 °C (1dk), 190 °C'ye 6°C/dk 190 °C-280 °C'ye 30 °C/dk (10 dk)

MS şartları:

Ion Source Temp	: 230 °C
Interface Temp	: 280 °C
Solvent Cut Time	: 16.9 min.
EI	: 70 eV
Dedector mode	: SIM Mode
İç standart kütle (3-MCPD-d5)	: m/z= 150 veya 201
3-MCPD	: m/z= 147 veya 196

Analizin ilk aşamasında örnekte bulunan toplam 3-MCPD ve glisidil esterleri miktarı hesaplanabilmektedir. Burada 3-MCPD ve glisidil esterlerinin ayrılmama durumu söz konusudur. Bundan dolayı glisidil esterlerini hesaplayabilmek için glisidilin 3-MCPD'ye dönüşmesini engellemek için analizin ikinci aşamasında çözgen karışım B, sodyum klorür yerine sodyum bromür ile hazırlanarak bu dönüşüm engellenmektedir (Karl ve ark., 2016). Analizin ikinci aşamasında saf veya bağlı 3-MCPD hesaplanır ve ilk aşama sonucundan ikinci aşama sonucu çıkarılıp, glisidilin 3-MCPD'ye dönüşüm oranı ile çarpılarak, glisidil esterleri miktarı hesaplanmıştır.

$$A_{3\text{-MCPD}(1)} = [Q(147) \times C_{d5-3\text{-MCPD}(1)}] / Q(150) \quad (3.7)$$

$A_{3\text{-MCPD}(1)}$ = 1. aşamada tespit edilen 3-MCPD esterlerinin kütle fraksiyonu (mg/kg)

$Q(147)$ = 1. aşamada belirlenen 3-MCPD'nin pik alanı

$Q(150)$ = 1. aşamada belirlenen 3-MCPD – d5 'in pik alanı

$C_{d5-3\text{-MCPD}(1)}$ = 1. aşamada kullanılan iç standartın konsantrasyonu (mg/kg)

$$B_{3\text{-MCPD}(2)} = [Q(147) \times C_{d5-3\text{-MCPD}(2)}] / Q(150) \quad (3.8)$$

$B_{3\text{-MCPD}(2)}$ = 2. aşamada tespit edilen 3-MCPD esterlerinin kütle fraksiyonu (mg/kg)

$Q(147)$ = 2. aşamada belirlenen 3-MCPD'nin pik alanı

$Q(150)$ = 2. aşamada belirlenen 3-MCPD – d5 'in pik alanı

$C_{d5-3\text{-MCPD}(2)}$ = 2. aşamada kullanılan iç standartın konsantrasyonu (mg/kg)

$$W_{\text{Glisidil}} = t \times (A_{3\text{-MCPD}(1)} - B_{3\text{-MCPD}(2)}) \quad (3.9)$$

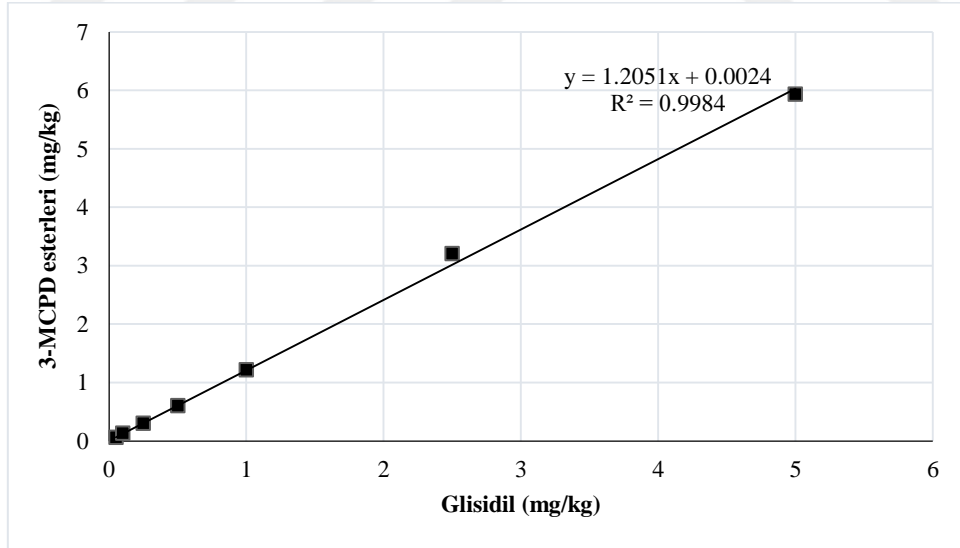
W_{Glisidil} = Örneklerdeki glisidil esterlerinin kütle fraksiyonu (mg/kg)

t = Oluşturulan kalibrasyon grafiğindeki denklemde ($y=ax+b$), $1/a$ oranı

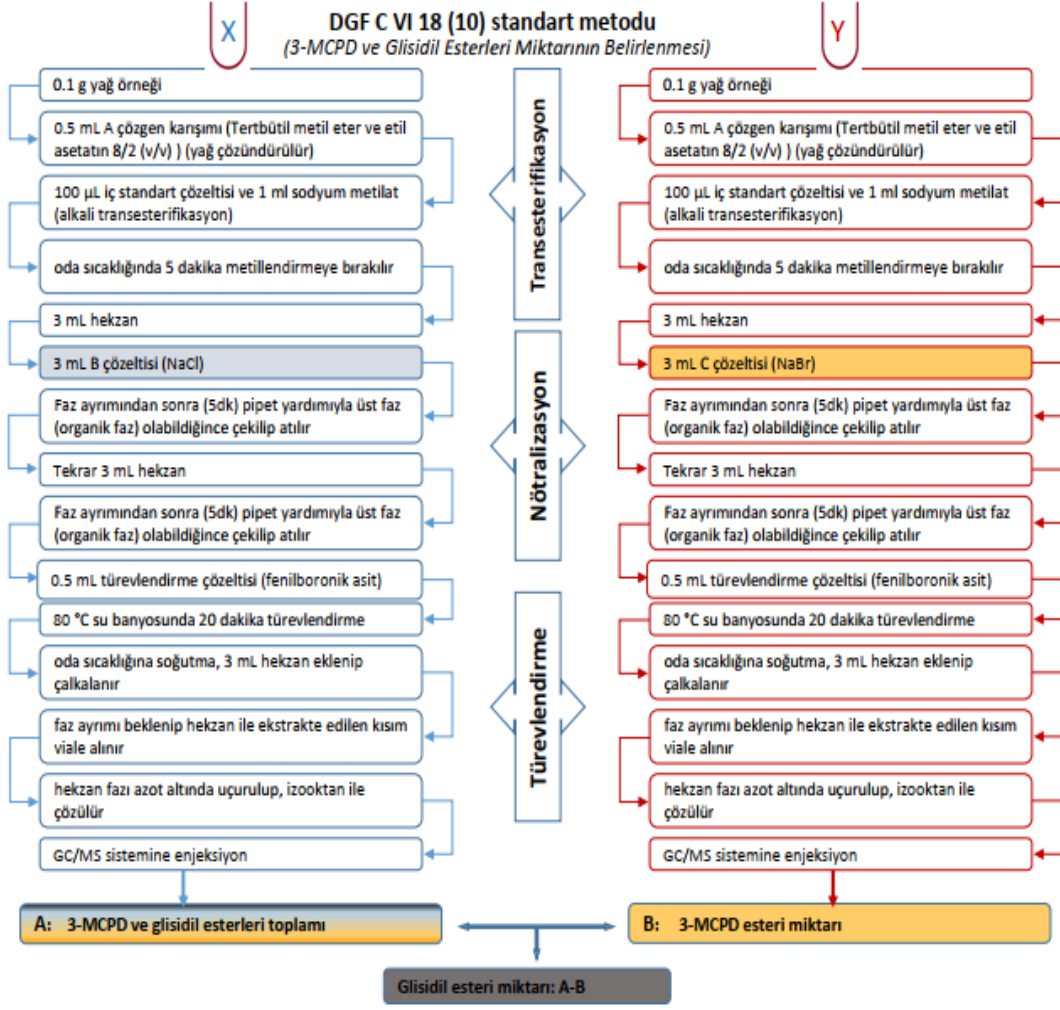
$A_{3\text{-MCPD}(1)}$ = 1. aşamada hesaplanan kütle fraksiyonu

$B_{3\text{-MCPD}(2)}$ = 2. aşamada hesaplanan kütle fraksiyonu

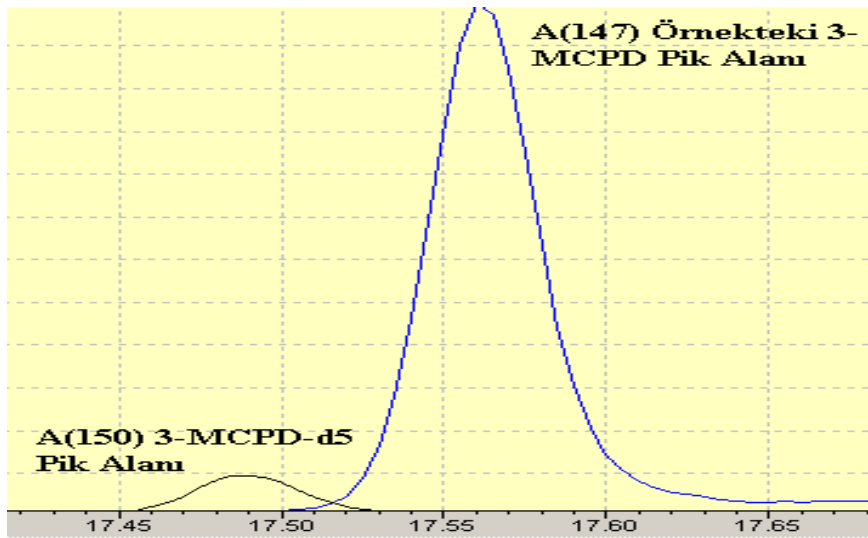
Aşağıda şekil 3.7 ve 3.8'de yapılan tüm analizin işlem basamakları ve çizilen kalibrasyon grafiği gösterilmiştir.



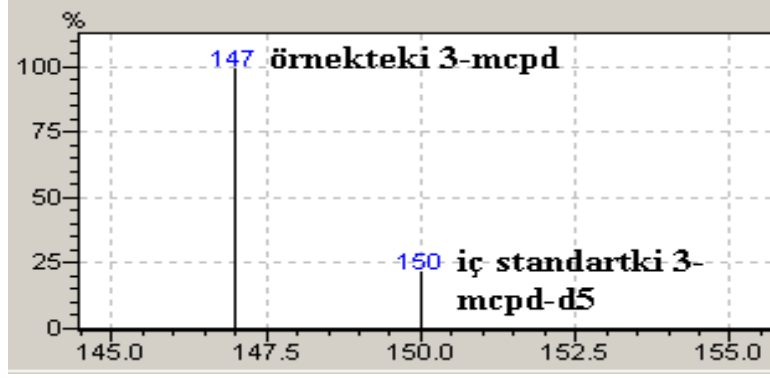
Şekil 3.7. 3-MCPD esterlerine karşı glisidil esteri kalibrasyon grafiği.



Şekil 3.8. 3-MCPD ve glisidil esterleri miktarının belirlenmesinde işlem basamakları.



Şekil 3.9. GC/MS örnek kromatogramı.



Şekil 3.10. GC/MS örnek spektrumu.

3.7.13. Uçucu bileşenler tayini

Yağ örneklerinde uçucu bileşenler analizi Krist ve ark. (2006), uyguladığı yöntemde bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Analizde internal standart olarak 5-metil 2 hekzanon (Merck-Schuchadl, ABD) kullanılmıştır. Standart sıvısından 0.2 g tartılmış, 20 g'a metanol ile tamamlanmış ve çalışma süresi boyunca -18 °C'de muhafaza edilmiştir. Her gün analize başlanmadan önce bu çözeltiden 0.1 g tartılmış, 10 g'a önceden kaynatılmış-soğutulmuş saf su tamamlanarak buzdolabında muhafaza edilmiştir. Örnek üzerine hazırlanan bu çözeltiden katılmıştır. 3 gram yağ örneği 40mL kapaklı cam viallere tartılmış, üzerine 20 µL buzdolabında muhafaza edilen standart çözeltiden eklenerek vial içine manyetik balık bırakılmıştır. 40 °C ve 250 rpm dönüş hızına ayarlanmış ısıtma bloğu içerisine yerleştirilen vial burada 5 dk. boyunca bekletilerek şartlandırılmıştır. Süre sonunda fiber (adsorbant olarak 50/30 µm kalınlığında, DVB/CAR/PDMS) vial içine daldırılarak 30 dk boyunca tepe boşluğundaki uçucu bileşenlerin adsorbe edilmesi sağlanmıştır. Daha sonra fiber vialden çıkarılarak GC/MS cihazının enjeksiyon portunda 5 dk süre bekletilerek adsorbe edilen uçucu bileşenlerin cihaz kolonuna geçişi sağlanmıştır. Çalışmada RTX-5MS (30m uzunluğunda, 0.25 mm iç çap, 0.25µm film kalınlığı olan) kapiler kolon kullanılmıştır. Çalışma koşulları şu şekilde ayarlanmıştır;

Column Oven Temp	: 40 °C
Injection Temp	: 250 °C
Injection Mode	: Split
Total Flow	: 20.7 mL/min.
Column Flow	: 1.61 mL/min.
Oven Prog.	: 40 °C (2dk), 40°C-230 °C'ye 4°C/dk (3 dk)

MS şartları;

Ion Source Temp	: 200 °C
Interface Temp	: 250 °C
Solvent Cut Time	: 1 min.
EI	: 70 eV

Kromatogramda tespit edilen bileşenlerin tanımlanmasında cihazda yüklü olan W9N11 kütüphanesinden yararlanılmıştır. Ayrıca tespit edilen bileşenlerin kütle spektrumları ile internal standardın kütle spektrumlarından yararlanılarak miktarlar ($\mu\text{g}/\text{kg}$) hesaplanmıştır.

3.7.14. İstatiksel analiz

Araştırmada elde edilen sonuçların değerlendirmesinde SPSS (version 20.0 for Windows, SPSS Inc., Chicago, Illinois) paket programı kullanılmıştır. Değerlendirmede varyans analiz tekniği uygulanmış; varyans analizinde ortalamalar arası farkın önemli bulunduğu durumlarda, farklılığın hangi değerler arasında olduğunu saptamak amacı ile ortalamalar arası fark kontrolü tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile incelenmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeyini belirlemek amacıyla Duncan testi yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Serbest Yağ Asitliği

Serbest yağ asitleri kimyasal olarak esterleşmemiş yağ asitleridir. Gliserol ile bağ kurmayan bu asitler tüm bitkisel yağlarda oleik asit yüzdesi cinsinden verilir. Bu asitlerin ortamda oluşması, yağın kalitesinde düşüğe neden olmaktadır. Kızartılan gıdanın nem oranı yağın hidrolize olmasında önemli rol oynar. Hidrolize olan yağlarda serbest asitlik yüzdesinin daha yüksek olduğu bilinmektedir (Nas ve ark., 2001).

Fındık yağı, palm olein yağı, ticari yağ ve hazırlanan paçal yağları kullanılarak yapılan toplam 12 kızartma işlemi sonunda tespit edilen serbest yağ asitliği değerleri herbir yağ grubu ayrı ayrı olmak üzere Çizelge 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4’de detaylı olarak gösterilmiştir. Çizelgelerde her yağ grubu, kendi içerisinde ve ticari kızartma yağı ile mukayese edilerek oluşturulmuştur. Tüm çizelgeler incelendiğinde kızartma işlemi öncesi T, F ve P (kontrol örneklerinde) örneklerinde serbest yağ asitliği sırası ile %0.49, 0.66 ve 0.60 olarak tespit edilmiştir. Aynı örneklerde 12. kızartma işlemi sonrası serbest yağ asitlikleri sırası ile %0.63, 1.39 ve 0.95’e ulaşmıştır. Serbest yağ asitliğindeki bu artışlar, örneklerin doymamış yağ asidi içeriğine göre farklılık göstermiştir. Çizelge 4.1. incelendiğinde yağ asiti değerindeki en fazla artış doymamış yağ asidi içeriği en yüksek olan örnekte (F) görülmektedir. Çizelgede 4.4’ de görüldüğü üzere, paçal-2 (%34 fındık yağı + %66 palm olein) örneklerinde 12 kızartma işlemi sonunda serbest yağ asitliği değerleri diğer örneklere nazaran daha düşük çıkmıştır. Yağlara ilave edilen antioksidanlar açısından bakıldığında en düşük serbest yağ asitliği BHT ilaveli örnekte %0.58 ve 1500 ppm propolis ekstraktı içeren örnekte %0.56 olarak tespit edilmiştir. Piyasadan satın alınan ticari kızartma yağında 12. kızartma işlemi sonunda serbest asitlik değerinin %0.63 olduğu tespit edilmiştir. Tüm örnekler incelendiğinde kontrol örneklerinden 12 kızartma yapılan örneklere doğru gidildikçe serbest yağ asitliği değerlerinde düzenli bir artış olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Çizelge 4.4’e göre, 1500 ppm düzeyde propolis ekstraktı ilave edilen paçal-2 örneğinde kontrol ile 12 defa kızartma yapılan yağ arasında 0.15’lik bir artış olduğu görülmüştür. Bu değişimin diğer örneklerdeki değişime göre çok daha düşük olduğunu görmekteyiz. Öyle ki çizelge

4.1'de görüldüğü üzere, antioksidan madde ilave edilmemiş fındık yağında kontrol ile 12 defa kızartma yapılan örnek arasında 0.73'lük bir artış olduğu görülmektedir. Burada paçal-2 yağının yağ asitleri bileşenlerinde doymuş ve doymamış yağ asitleri dağılımlarıyla alakalı olarak diğer yağ örneklerine nazaran bozulmaya karşı dirençli olduğu düşünülmektedir. Hammouda ve ark. (2016) yaptığı bir çalışmada rafine edilmiş pirina yağı ve rafine edilmiş palm yağını farklı oranlarda (100:0; 75:25; 50:50 ve 25:75, pirina yağı/palm yağı) paçallamış, bu yağlar ile 16 saat boyunca kızartma işlemi yapmışlardır. Çalışma sonucunda palm yağı oranı en fazla olan paçal örnekte (25:75) en düşük serbest yağ asitliğini belirlemişlerdir.

Yağ örneklerine belirlenen düzeylerde ilave edilen doğal ekstraktlardan serbest yağ asitliği açısından en iyi sonuç sırasıyla propolis, kinoa, uşkun şeklinde olmuştur. Ekstrakt miktarında ise tüm örneklerde 1500 ppm, 1000 ppm'den daha etkili olduğu görülmüştür. Örneklerin serbest yağ asitliği değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Ayrıca kızartma sayısı artışına bağlı olarak serbest yağ asitliği de artmıştır ($p < 0.05$). İnanç (2012), hazırladığı tez çalışmasında palm yağı ve mısırözü yağı kullanarak 150 °C'de patates kızartması yapmıştır. Sentetik antioksidan olarak BHT, doğal antioksidan olarak ise 7 farklı esansiyel yağ (tarçın, karanfil, adaçayı, karabaş, kekik, biberiye, %80 karvakrol içeriğince zengileştirilmiş kekik) ve bitkilerden elde edilen 4 farklı etken madde (karvakrol, timol, kurkumin ve sinnamaldehit) yağlara belirlenen düzeylerde ilave edilmiştir. Sonuç olarak palm yağı ve mısırözü yağında oksidatif stabiliteyi olumlu yönde etkileyen tek maddenin karvakrol etken maddesi olduğu belirlenmiştir. Uslu (2014), yaptığı tez çalışmasında ayçiçek, zeytin, palm, fındık ve mısır yağları kullanarak 12 kez biber kızartılan yağların serbest asitlik değerlerini sırasıyla; %0.45, %1.10, %0.45, %0.61 ve %0.67 olarak; patates kızartması yapılan yağların serbest asitlik değerlerini ise sırasıyla; %0.44, %0.90, %0.34, %0.56 ve %0.61 olarak belirlemiştir. Yapılan bir diğer çalışmada, yine patates kızartmasında kullanılan 6 farklı oranda paçallanmış mısır, ayçiçeği ve palm olein yağlarının 5 kez kızartma işlemi yapılması sonucunda yüzde serbest asitlik değerleri sırasıyla; %0.58, %0.11 ve %0.55 olarak bulunmuştur (Ramli ve ark., 2012). Yapılan çalışmalarda kullanılan aynı yağlarda farklı serbest yağ asitliğinin, kızartılan meyvenin hasat zamanı, yetiştiği ortam, iklim, kullanılan yağın rafinasyon şartları,

kızartılan patatesin nem içeriği gibi farklılıklardan kaynaklandığı düşünölmektedir (Kayahan, 2003; Stevenson ve ark., 1984).



Çizelge 4.1. Kızartma işlemi sonucunda fındık yağı örneklerde ortalama serbest yağ asitliği (%) değerlerindeki değişimler

Sayı/Örnek	F	F+bht	F+1000u	F+1500u	F+1000k	F+1500k	F+1000pr	F+1500pr	T
Kontrol	0.66±0.00 ^{fA}	0.62 ±0.01 ^{deA}	0.62±0.00 ^{eA}	0.60±0.01 ^{cdA}	0.62±0.00 ^{eA}	0.57±0.01 ^{bA}	0.56±0.00 ^{bA}	0.60±0.01 ^{cA}	0.49±0.00 ^{aA}
1	0.69±0.01 ^{fB}	0.64 ±0.00 ^{deB}	0.63±0.00 ^{deA}	0.60±0.01 ^{cA}	0.65±0.01 ^{eB}	0.58±0.00 ^{bAB}	0.59±0.00 ^{cB}	0.63±0.00 ^{dB}	0.51±0.01 ^{aB}
2	0.79±0.00 ^{eC}	0.67 ±0.00 ^{fC}	0.64±0.01 ^{eA}	0.63±0.00 ^{dB}	0.61±0.01 ^{deA}	0.58±0.00 ^{bBC}	0.60±0.01 ^{cB}	0.64±0.00 ^{deC}	0.52±0.00 ^{aBC}
3	0.84±0.01 ^{fD}	0.70 ±0.01 ^{eD}	0.67±0.00 ^{eB}	0.65±0.00 ^{cC}	0.66±0.00 ^{dB}	0.60±0.01 ^{bC}	0.62±0.00 ^{bBC}	0.65±0.01 ^{cC}	0.52±0.01 ^{aC}
4	0.88±0.01 ^{fE}	0.72 ±0.01 ^{eE}	0.67±0.01 ^{cB}	0.68±0.00 ^{cD}	0.69±0.00 ^{dB}	0.63±0.00 ^{bD}	0.63±0.00 ^{bCD}	0.67±0.00 ^{dB}	0.53±0.00 ^{aD}
5	1.01±0.01 ^{fF}	0.73 ±0.00 ^{eEF}	0.72±0.02 ^{deC}	0.71±0.01 ^{dE}	0.73±0.00 ^{dB}	0.64±0.01 ^{bDE}	0.65±0.00 ^{bDE}	0.67±0.00 ^{dB}	0.54±0.00 ^{aDE}
6	1.13±0.00 ^{fG}	0.74 ±0.00 ^{fF}	0.79±0.00 ^{fD}	0.72±0.02 ^{dE}	0.77±0.02 ^{fE}	0.65±0.00 ^{bE}	0.66±0.01 ^{bE}	0.69±0.01 ^{cE}	0.54±0.00 ^{aE}
7	1.17±0.01 ^{fH}	0.77 ±0.00 ^{eG}	0.83±0.01 ^{fE}	0.72±0.00 ^{eE}	0.75±0.02 ^{dD}	0.69±0.00 ^{bF}	0.69±0.01 ^{bF}	0.72±0.00 ^{cF}	0.55±0.00 ^{aF}
8	1.22±0.01 ^{fI}	0.77 ±0.01 ^{dG}	0.85±0.01 ^{fF}	0.75±0.00 ^{cF}	0.81±0.00 ^{fF}	0.71±0.01 ^{bG}	0.71±0.03 ^{bF}	0.72±0.00 ^{bF}	0.56±0.00 ^{aG}
9	1.24±0.00 ^{fJ}	0.81 ±0.00 ^{dH}	0.96±0.00 ^{fH}	0.82±0.00 ^{dG}	0.87±0.01 ^{eG}	0.74±0.01 ^{cH}	0.74±0.01 ^{cG}	0.72±0.00 ^{bF}	0.59±0.01 ^{aH}
10	1.28±0.00 ^{fK}	0.84 ±0.02 ^{dI}	0.91±0.01 ^{dG}	0.82±0.01 ^{dG}	0.93±0.01 ^{fH}	0.78±0.01 ^{cI}	0.76±0.01 ^{cH}	0.74±0.01 ^{bG}	0.61±0.00 ^{aI}
11	1.32±0.01 ^{fL}	0.86 ±0.01 ^{dJ}	0.98±0.02 ^{eI}	0.98±0.01 ^{dH}	0.98±0.00 ^{eI}	0.81±0.00 ^{cJ}	0.80±0.01 ^{cI}	0.74±0.01 ^{bGH}	0.62±0.00 ^{aJ}
12	1.39±0.00 ^{fM}	0.87 ±0.01 ^{dJ}	1.02±0.00 ^{eJ}	0.88±0.01 ^{dH}	1.00±0.01 ^{eJ}	0.83±0.01 ^{cK}	0.84±0.01 ^{cJ}	0.75±0.00 ^{bH}	0.63±0.00 ^{aK}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). F: Fındık yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uçkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.2. Kızartma işlemi sonucunda palm olein yağı örneklerde ortalama serbest yağ asitliği (%) değerlerindeki değişimler

Sayı/Örnek	P	P+bht	P+1000u	P+1500u	P+1000k	P+1500k	P+1000pr	P+1500pr	T
Kontrol	0.61±0.01 ^{dA}	0.39±0.01 ^{aA}	0.43±0.01 ^{bA}	0.48±0.00 ^{cA}	0.40±0.00 ^{aA}	0.44±0.01 ^{bA}	0.44±0.01 ^{bA}	0.43±0.01 ^{bA}	0.49±0.00 ^{cA}
1	0.63±0.01 ^{bB}	0.39±0.00 ^{aA}	0.45±0.00 ^{cdB}	0.48±0.00 ^{fA}	0.42±0.01 ^{bB}	0.44±0.00 ^{cA}	0.46±0.00 ^{deB}	0.47±0.01 ^{eB}	0.51±0.01 ^{gB}
2	0.67±0.00 ^{eC}	0.40±0.00 ^{aA}	0.45±0.00 ^{cB}	0.49±0.00 ^{eAB}	0.43±0.01 ^{bC}	0.45±0.01 ^{cB}	0.48±0.01 ^{dC}	0.48±0.00 ^{dB}	0.52±0.00 ^{fBC}
3	0.68±0.00 ^{bC}	0.42±0.00 ^{aB}	0.47±0.00 ^{dC}	0.50±0.00 ^{fBC}	0.44±0.01 ^{bC}	0.46±0.00 ^{eB}	0.49±0.00 ^{cC}	0.51±0.00 ^{fC}	0.52±0.01 ^{gC}
4	0.71±0.01 ^{eD}	0.43±0.01 ^{aC}	0.47±0.00 ^{bC}	0.51±0.00 ^{cC}	0.46±0.00 ^{bD}	0.46±0.00 ^{bB}	0.50±0.00 ^{cd}	0.51±0.01 ^{cC}	0.53±0.00 ^{dD}
5	0.73±0.00 ^{gD}	0.47±0.00 ^{aD}	0.51±0.01 ^{cD}	0.55±0.00 ^{fD}	0.50±0.01 ^{bCE}	0.48±0.01 ^{bC}	0.53±0.01 ^{dE}	0.53±0.00 ^{deD}	0.54±0.00 ^{eDE}
6	0.75±0.00 ^{fE}	0.47±0.01 ^{aD}	0.52±0.01 ^{cDE}	0.57±0.01 ^{fE}	0.52±0.01 ^{bC}	0.49±0.01 ^{bC}	0.54±0.00 ^{dF}	0.54±0.00 ^{dd}	0.54±0.00 ^{dE}
7	0.76±0.00 ^{fF}	0.49±0.01 ^{aE}	0.53±0.00 ^{cE}	0.57±0.00 ^{fF}	0.52±0.00 ^{cFG}	0.51±0.01 ^{bd}	0.57±0.00 ^{eG}	0.56±0.00 ^{dE}	0.55±0.00 ^{dF}
8	0.79±0.01 ^{fG}	0.52±0.00 ^{aF}	0.53±0.01 ^{cE}	0.59±0.00 ^{eG}	0.53±0.00 ^{cG}	0.53±0.00 ^{bCE}	0.59±0.01 ^{eH}	0.56±0.00 ^{dE}	0.56±0.00 ^{dG}
9	0.91±0.01 ^{eH}	0.56±0.01 ^{aG}	0.59±0.02 ^{bCF}	0.60±0.01 ^{cdG}	0.61±0.00 ^{dH}	0.56±0.00 ^{aF}	0.60±0.00 ^{cdI}	0.57±0.01 ^{abEF}	0.59±0.01 ^{bCH}
10	0.92±0.00 ^{eI}	0.57±0.01 ^{aG}	0.63±0.01 ^{cdG}	0.62±0.00 ^{cdH}	0.63±0.00 ^{dI}	0.57±0.00 ^{aG}	0.62±0.01 ^{cJ}	0.58±0.00 ^{aFG}	0.61±0.00 ^{bI}
11	0.94±0.00 ^{eJ}	0.59±0.01 ^{aH}	0.64±0.00 ^{dG}	0.65±0.00 ^{dI}	0.65±0.00 ^{dJ}	0.60±0.01 ^{bH}	0.63±0.00 ^{cJ}	0.59±0.01 ^{aGH}	0.62±0.00 ^{cJ}
12	0.96±0.00 ^{eK}	0.59±0.01 ^{aH}	0.67±0.01 ^{dH}	0.67±0.01 ^{dJ}	0.67±0.00 ^{dK}	0.61±0.01 ^{bH}	0.64±0.00 ^{cK}	0.60±0.00 ^{aH}	0.63±0.00 ^{bK}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). P: Palmolein yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uçkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.3. Kızartma işlemi sonucunda paçal 1 yağı örneklerde ortalama serbest yağ asitliği (%) değerlerindeki değişimler

Sayı/Örnek	pac1	pac1+bht	pac1+1000u	pac1+1500u	pac1+1000k	pac1+1500k	pac1+1000pr	pac1+1500pr	T
Kontrol	0.54±0.01 ^{dA}	0.52±0.01 ^{cA}	0.59±0.00 ^{fA}	0.57±0.01 ^{eA}	0.54±0.01 ^{dA}	0.52±0.00 ^{cA}	0.51±0.01 ^{bcA}	0.43±0.00 ^{aA}	0.49±0.00 ^{bA}
1	0.72±0.02 ^{dB}	0.53±0.01 ^{ciB}	0.67±0.00 ^{fB}	0.60±0.01 ^{eB}	0.55±0.00 ^{dB}	0.53±0.00 ^{bcB}	0.55±0.02 ^{dB}	0.44±0.00 ^{aB}	0.51±0.01 ^{bB}
2	0.80±0.00 ^{dB}	0.53±0.01 ^{bcB}	0.69±0.01 ^{fBC}	0.61±0.00 ^{eBC}	0.57±0.00 ^{dB}	0.53±0.00 ^{bcB}	0.55±0.01 ^{cdB}	0.47±0.00 ^{aC}	0.52±0.00 ^{bBC}
3	0.83±0.00 ^{dB}	0.55±0.00 ^{bcB}	0.70±0.00 ^{fCD}	0.60±0.01 ^{eBC}	0.57±0.00 ^{dB}	0.54±0.00 ^{cdD}	0.56±0.01 ^{dB}	0.48±0.01 ^{cdD}	0.52±0.01 ^{bc}
4	0.88±0.00 ^{dB}	0.56±0.00 ^{cdC}	0.70±0.00 ^{gD}	0.62±0.01 ^{fC}	0.59±0.00 ^{dB}	0.54±0.00 ^{bcD}	0.56±0.01 ^{dB}	0.49±0.00 ^{dD}	0.53±0.00 ^{bd}
5	0.89±0.00 ^{hEFG}	0.58±0.00 ^{cd}	0.72±0.01 ^{gE}	0.64±0.00 ^{gD}	0.59±0.01 ^{dB}	0.58±0.01 ^{cdE}	0.61±0.01 ^{cdE}	0.52±0.00 ^{cdE}	0.54±0.00 ^{bDE}
6	0.90±0.00 ^{hEFG}	0.58±0.01 ^{cd}	0.73±0.01 ^{gF}	0.65±0.00 ^{gDE}	0.60±0.01 ^{dB}	0.59±0.00 ^{cdF}	0.62±0.01 ^{cdE}	0.53±0.01 ^{cdF}	0.54±0.00 ^{bE}
7	0.90±0.00 ^{gFG}	0.60±0.01 ^{cdE}	0.75±0.00 ^{fF}	0.65±0.01 ^{gDE}	0.61±0.00 ^{gE}	0.60±0.00 ^{cdG}	0.61±0.00 ^{cdD}	0.54±0.00 ^{cdF}	0.55±0.00 ^{bF}
8	0.91±0.00 ^{hG}	0.60±0.00 ^{cdE}	0.78±0.01 ^{gG}	0.67±0.01 ^{fE}	0.62±0.01 ^{deE}	0.62±0.01 ^{dh}	0.63±0.00 ^{cdE}	0.55±0.00 ^{cdG}	0.56±0.00 ^{bG}
9	0.94±0.01 ^{gH}	0.63±0.01 ^{cdF}	0.80±0.01 ^{hH}	0.70±0.01 ^{gF}	0.71±0.00 ^{cdE}	0.65±0.01 ^{cdE}	0.64±0.00 ^{cdD}	0.56±0.01 ^{cdH}	0.59±0.01 ^{bH}
10	1.01±0.01 ^{gI}	0.63±0.00 ^{cdF}	0.83±0.00 ^{hI}	0.72±0.00 ^{gG}	0.71±0.00 ^{cdE}	0.66±0.00 ^{cdI}	0.66±0.01 ^{cdE}	0.57±0.00 ^{cdI}	0.61±0.00 ^{bI}
11	1.03±0.00 ^{hJ}	0.64±0.00 ^{cdG}	0.85±0.00 ^{hJ}	0.75±0.00 ^{hH}	0.72±0.01 ^{cdF}	0.67±0.00 ^{cdJ}	0.67±0.00 ^{cdE}	0.59±0.00 ^{cdJ}	0.62±0.00 ^{bJ}
12	1.10±0.00 ^{hK}	0.66±0.01 ^{cdH}	0.88±0.01 ^{hK}	0.76±0.01 ^{hH}	0.74±0.00 ^{cdG}	0.68±0.01 ^{cdK}	0.67±0.01 ^{cdE}	0.60±0.01 ^{cdK}	0.63±0.00 ^{bK}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). pac 1: Paçal 1 yağı (%66 fındık yağı + %34 palm olein yağı); T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.4. Kızartma işlemi sonucunda paçal 2 yağı örneklerde ortalama serbest yağ asitliği (%) değerlerindeki değişimler

Süre/Örnek	pac2	pac2+bht	pac2+1000u	pac2+1500u	pac2+1000k	pac2+1500k	pac2+1000pr	pac2+1500pr	T
Kontrol	0.35±0.02 ^{aA}	0.42±0.01 ^{bcA}	0.49±0.02 ^{dA}	0.45±0.02 ^{cA}	0.44±0.00 ^{cA}	0.44±0.00 ^{cA}	0.45±0.00 ^{cA}	0.41±0.00 ^{bA}	0.49±0.00 ^{dA}
1	0.42±0.01 ^{aB}	0.44±0.00 ^{bcB}	0.51±0.00 ^{fB}	0.48±0.00 ^{eB}	0.45±0.00 ^{cdA}	0.46±0.00 ^{dB}	0.48±0.01 ^{eB}	0.42±0.01 ^{abB}	0.51±0.01 ^{fB}
2	0.46±0.01 ^{bcC}	0.44±0.00 ^{abB}	0.52±0.00 ^{fB}	0.49±0.01 ^{eBC}	0.46±0.00 ^{cdB}	0.45±0.00 ^{bcB}	0.48±0.01 ^{dB}	0.43±0.00 ^{abC}	0.52±0.00 ^{fBC}
3	0.46±0.01 ^{bcC}	0.47±0.00 ^{cdC}	0.52±0.00 ^{eB}	0.50±0.01 ^{dC}	0.47±0.00 ^{cdB}	0.47±0.00 ^{cdC}	0.49±0.00 ^{cdC}	0.44±0.01 ^{cdC}	0.52±0.01 ^{cdC}
4	0.49±0.00 ^{cdD}	0.47±0.00 ^{bcC}	0.52±0.00 ^{dB}	0.51±0.01 ^{dCD}	0.48±0.00 ^{bcC}	0.48±0.00 ^{bdD}	0.49±0.00 ^{cdC}	0.46±0.00 ^{cdD}	0.53±0.00 ^{cdD}
5	0.50±0.00 ^{bdD}	0.48±0.00 ^{adD}	0.54±0.01 ^{dC}	0.53±0.01 ^{cdDE}	0.52±0.00 ^{bcD}	0.50±0.01 ^{bE}	0.51±0.00 ^{bdD}	0.47±0.00 ^{cdE}	0.54±0.00 ^{dDE}
6	0.52±0.00 ^{deE}	0.49±0.00 ^{bdDE}	0.55±0.01 ^{fC}	0.53±0.00 ^{deE}	0.53±0.00 ^{deE}	0.51±0.00 ^{cdEF}	0.52±0.00 ^{cdD}	0.48±0.00 ^{cdEF}	0.54±0.00 ^{fE}
7	0.53±0.00 ^{cdE}	0.50±0.01 ^{aeE}	0.56±0.00 ^{cdD}	0.54±0.00 ^{deE}	0.53±0.00 ^{deE}	0.51±0.00 ^{bF}	0.52±0.01 ^{bcD}	0.49±0.00 ^{cdF}	0.55±0.00 ^{cdF}
8	0.55±0.00 ^{cdF}	0.51±0.00 ^{abF}	0.57±0.01 ^{dDE}	0.54±0.00 ^{cdE}	0.54±0.01 ^{cdF}	0.51±0.00 ^{bF}	0.52±0.00 ^{bdD}	0.50±0.00 ^{cdG}	0.56±0.00 ^{cdG}
9	0.59±0.01 ^{cdG}	0.55±0.00 ^{cdG}	0.58±0.01 ^{deEF}	0.57±0.00 ^{cdF}	0.58±0.01 ^{deG}	0.54±0.00 ^{cdG}	0.56±0.00 ^{cdE}	0.51±0.00 ^{cdH}	0.59±0.01 ^{cdH}
10	0.62±0.01 ^{cdH}	0.56±0.00 ^{bcG}	0.59±0.00 ^{cdF}	0.59±0.01 ^{cdFG}	0.59±0.00 ^{cdGH}	0.55±0.01 ^{bH}	0.56±0.00 ^{cdE}	0.52±0.00 ^{cdHI}	0.61±0.00 ^{cdH}
11	0.64±0.00 ^{cdI}	0.57±0.01 ^{bH}	0.62±0.01 ^{dG}	0.59±0.00 ^{cdG}	0.60±0.01 ^{cdHI}	0.57±0.00 ^{bI}	0.57±0.01 ^{bF}	0.53±0.00 ^{cdI}	0.62±0.00 ^{cdJ}
12	0.68±0.00 ^{cdJ}	0.58±0.00 ^{bI}	0.64±0.01 ^{cdG}	0.63±0.00 ^{cdH}	0.61±0.00 ^{cdI}	0.60±0.00 ^{cdJ}	0.59±0.00 ^{bF}	0.56±0.00 ^{cdJ}	0.63±0.00 ^{cdK}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). pac 2: Paçal 2 yağı (%34 fındık yağı + %66 palm olein yağı); T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

4.2. Peroksit Sayıları

Yemelik yağların kalitesinin ve kullanılabilirliklerinin düşmesine neden olan faktörlerin başında ransidite, ransiditenin oluşmasında ise en etkili faktörün oksidasyon olduğu belirtilmektedir. Oksidasyon olayında açığa çıkan ilk ürünler hidroperoksitlerdir ve peroksit sayısı analizi ile belirlenmektedir. Peroksit sayısı, bir kg yağ örneği içerisinde bulunan oksijenin miliekivelen cinsinden değeri olarak tanımlanmaktadır (De Marco ve ark., 2007). Yemelik veya kızartmalık olarak kullanılan tüm yağların başlangıçtaki peroksit değerleri yasal limitler içinde olur. Her yağın yasal limit değeri farklı olup, yönetmeliklerde belirtilmektedir (Avcı, 2016; Gumuskesen ve Kavas, 1998). Oksidasyonun birincil ürünleri olan hidroperoksitler, kızartma sıcaklığında çok stabil kalmazlar ve bu durumda parçalanarak reaksiyonun ikincil ürünlerine dönüşürler. Yani bir yağın düşük peroksit değerinde olması onun doğrudan bozulmadığı anlamına gelmemektedir (Akoh ve Min, 2008).

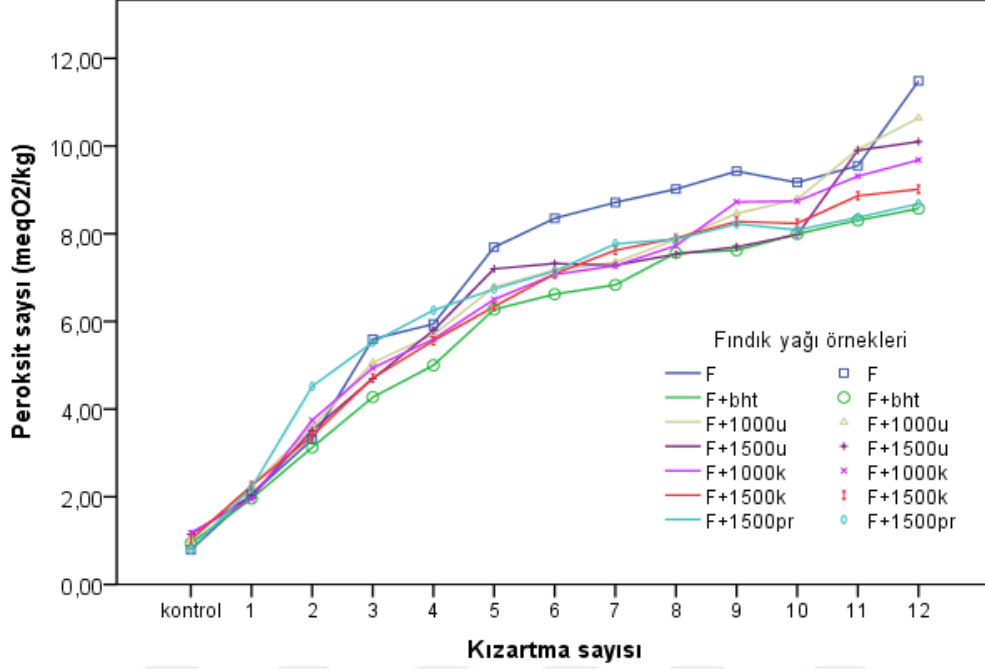
Çalışmada kullanılan kızartma yağlarında, kızartma işlemi süresince oluşan peroksit sayıları Çizelge 4.5, 4.6, 4.7 ve 4.8’de ayrı ayrı ve detaylı olarak verilmiştir. Tüm çizelgeler incelendiğinde yağ örneklerinin başlangıç peroksit değerleri 0.64 (paçal-1) – 4.78 (P+1000pr) meqO₂/kg aralığında; 12. kızartma sonunda ise 2.97 (pac2+1500pr) - 11.49 (F) meqO₂/kg aralığında değişim göstermiştir. Çalışmada kullanılan yağlara ilave edilen BHT’ye en yakın etkiyi yine 1500 ppm düzeyde ilave edilen propolis ekstraktı göstermiştir. Doğal ekstraktlardan 1500ppm ilave edilen yağ örneklerindeki peroksit değeri, 1000ppm ilave edilen örneklere nazaran daha düşük çıkmıştır. Doğal ekstraktların peroksit oluşumuna karşı antioksidan etkileri sırasıyla propolis>kinoa>uşkun şeklinde olmuştur. Serbest yağ asitliği sonucunda olduğu gibi peroksit değerlerinde de en dayanıklı yağ paçal-2 yağı olmuştur. Tüm örneklerdeki değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). Bunun yanında kızartma sayısı artışına bağlı olarak örneklerin peroksit sayıları da artış göstermiştir (p<0.05). Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği (Anonim, 2012) kalite kriterlerine göre rafine yağlarında peroksit sayısı en çok 10 meq O₂/kg düzeyinde bulunabilir. Hazırlanan çizelgelerde limiti aşan değerler kalın olarak gösterilmiştir. Pac-1 yağı dışındaki yağ örneklerinde genel olarak peroksit sayısı 12.

kızartma sonrası kodekste belirlenen limiti aşmıştır. Pac-1 yağında ise 8. kızartmada peroksit sayısı belirlenen limit değeri aşmıştır (Çizelge 4.7).

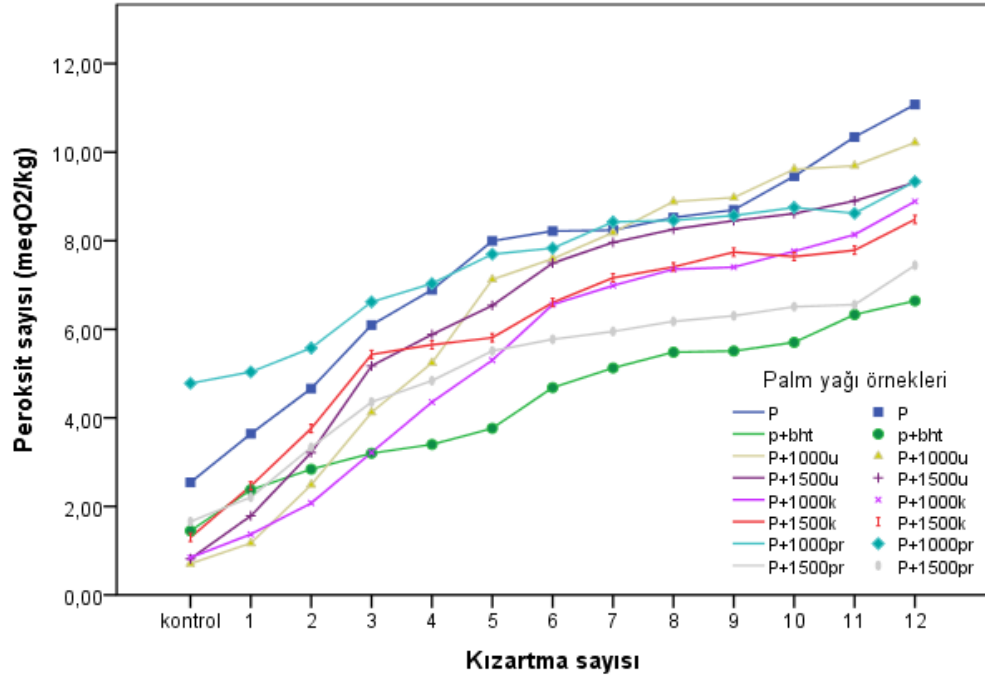
Tüm örneklerde başlangıçtan itibaren kızartma sayısı artışına bağlı olarak peroksit sayılarında düzenli bir artış olduğu görülmektedir. Fındık yağı örneklerinde şekil 4.1'de görüldüğü gibi antioksidan içermeyen örnekte peroksit sayısı en yüksek düzeyde oluşmuştur. BHT içeren örnekte ise en düşük düzeyde peroksit oluşumu gözlemlenmiştir. Bunu 1500ppm propolis ekstraktı içeren örnek takip etmiştir. Palm olein yağı örneklerinde ise peroksit sayısı üzerine en etkili antioksidanların sırası ile BHT, 1500pr, 1000k ve 1500k ekstraktlarının olduğu görülmektedir (Şekil 4.2). 1000pr ve 1000u içeren örneklerde peroksit sayısı artışının antioksidan içermeyen palm olein yağına yakın olduğu anlaşılmaktadır. Farklı düzeylerde ve farklı antioksidan madde içeren Pac-1 (%66 fındık yağı + %34 palm olein yağı) örneklerinde beklendiği gibi antioksidan içermeyen örnekte en yüksek peroksit oluşumu gerçekleşirken, en düşük düzeyde oluşumlar ise pac1+bht, pac1+1500pr ve pac1+1000k örneklerinde gerçekleşmiştir (Şekil 4.3). Genel olarak yağ örneklerinden pac2 (%34 fındık yağı + %66 palm olein yağı) yağının oksidasyona daha dirençli olduğu söylenebilir. 1000ppm uşkun ekstraktının (1000u) pac2 yağında kızartma sırasında prooksidatif etki gösterdiği anlaşılmaktadır (Şekil 4.4). Şekil 4.4'ten anlaşılacağı üzere, kızartma süresince pac2+1000u örneğinde peroksit sayısının zaman zaman antioksidan içermeyen örnekten daha fazla olduğu görülmektedir.

Che Man ve Tan (1999) yaptıkları bir çalışmada. palm olein yağına BHT, BHA, adaçayı ekstraktı ve biberiye ekstraktı ilave ederek bir hafta boyunca günde 3.5 saat patates kızartması yapmış ve yağdaki kimyasal değişimleri tespit etmişlerdir. Sonuçlarda ilk 4 gün boyunca peroksit değerlerinde düzgün bir artış olduğu 5. günden itibaren peroksit değerlerinde azalma olduğunu belirlemişler. Jaswir ve ark. (2000) yaptıkları bir çalışmada tam rafine edilmiş palm olein yağına farklı ekstraktlar ilave ederek 5 gün taze yağ ilave edilmeksizin patates kızartması yapıp yağdaki kimyasal değişimleri incelemiş, sonuçta yağın peroksit değerinin başlangıçtan itibaren sürekli arttığını tespit etmişlerdir. Karakaya ve Simsek (2011), yaptığı bir çalışmada mısırözü yağı, fındık yağı ve riviera zeytinyağı kullanarak her bir yağı 15 defa kızartmada kullanmıştır. 15. kızartmadan alınan fındık yağındaki peroksit değerini 10.64 meq O₂/kg yağ olarak hesaplamışlardır. Çalışmamızda kullandığımız fındık yağı örneklerinde 12.

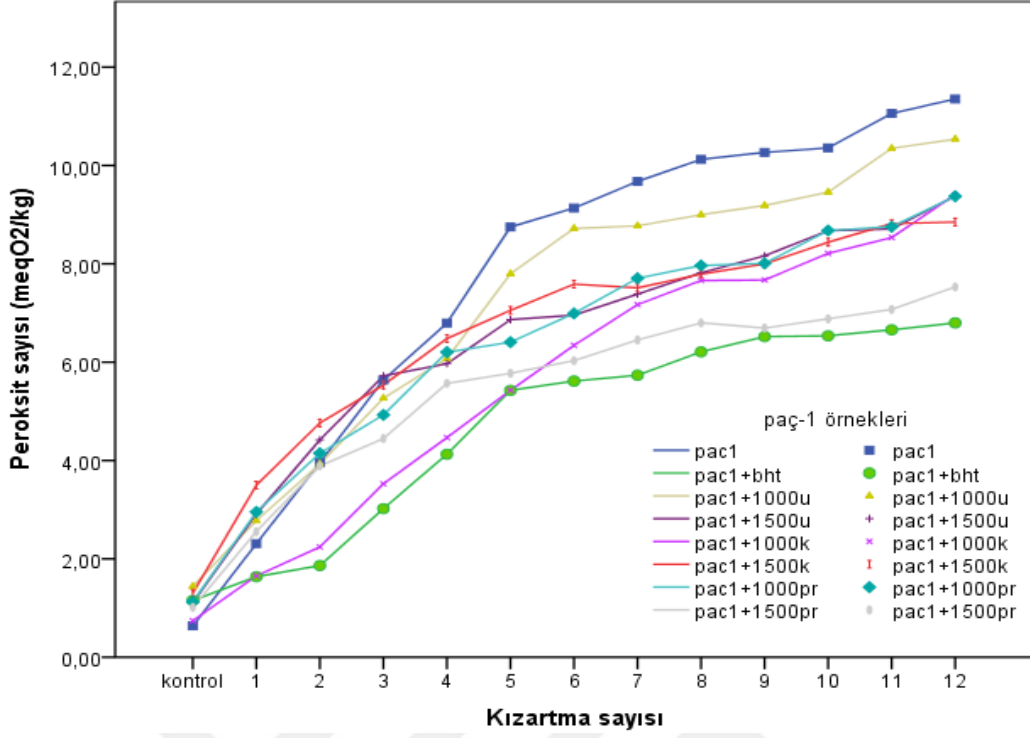
kızartma sonunda peroksit sayıları 8.57-11.49 meqO₂/kg olarak bulunmuştur. Analiz sonuçlarımız literatür ile paralellik göstermektedir.



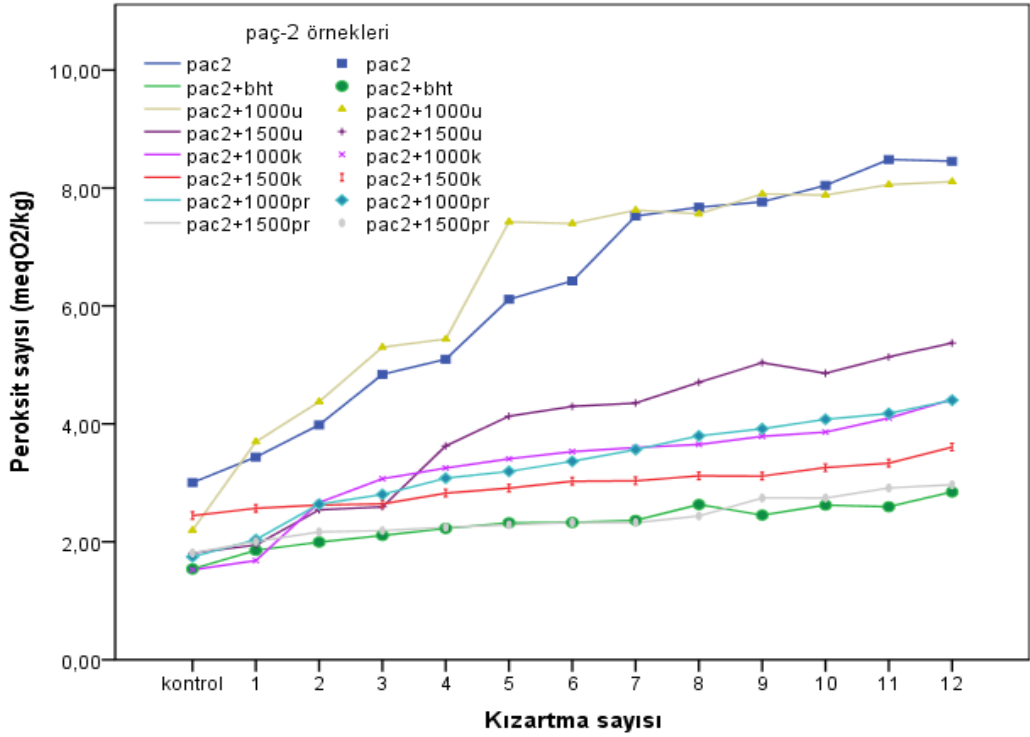
Şekil 4.1. Kızartma süresince fındık yağı örneklerinde belirlenen peroksit sayıları.



Şekil 4.2. Kızartma süresince palm olein yağı örneklerinde belirlenen peroksit sayıları.



Şekil 4.3. Kızartma süresince paç-1 yağı örneklerinde belirlenen peroksit sayıları.



Şekil 4.4. Kızartma süresince paç-2 yağı örneklerinde belirlenen peroksit sayıları.

Çizelge 4.5. Kızartma işlemi süresince fındık yağlarında oluşan ortalama peroksit değerleri (meqO₂/kg)

Sayı/Örnek	F	F+bht	F+1000u	F+1500u	F+1000k	F+1500k	F+1000pr	F+1500pr	T
Kontrol	0.79±0.07 ^{aA}	0.94±0.03 ^{abA}	1.00±0.16 ^{bcA}	1.15±0.03 ^{cA}	1.18±0.08 ^{cA}	1.03±0.07 ^{bcA}	1.13±0.01 ^{cA}	0.80±0.01 ^{aA}	1.97±0.09 ^{dA}
1	2.06±0.15 ^{bcB}	1.96±0.08 ^{abB}	2.25±0.15 ^{cB}	2.03±0.13 ^{abcB}	1.95±0.00 ^{abB}	2.25±0.17 ^{cB}	1.77±0.06 ^{abB}	2.21±0.12 ^{bcB}	2.21±0.05 ^{bcB}
2	3.31±0.06 ^{dC}	3.13±0.11 ^{cC}	3.59±0.02 ^{cC}	3.52±0.00 ^{cC}	3.75±0.03 ^{cC}	3.39±0.06 ^{dC}	2.50±0.05 ^{bcC}	4.52±0.02 ^{cC}	2.31±0.05 ^{aC}
3	5.60±0.14 ^{dD}	4.27±0.02 ^{cD}	5.06±0.09 ^{eD}	4.69±0.09 ^{dD}	4.94±0.02 ^{eD}	4.71±0.09 ^{dD}	3.91±0.02 ^{bdD}	5.53±0.11 ^{dD}	2.42±0.02 ^{aD}
4	5.94±0.06 ^{dD}	5.00±0.10 ^{beE}	5.70±0.07 ^{eE}	5.80±0.02 ^{cdE}	5.60±0.21 ^{eE}	5.56±0.12 ^{eE}	4.88±0.07 ^{beE}	6.26±0.08 ^{eE}	2.46±0.02 ^{aDE}
5	7.69±0.34 ^{eE}	6.27±0.07 ^{beE}	6.78±0.07 ^{efE}	7.20±0.01 ^{dfE}	6.50±0.12 ^{bcF}	6.34±0.00 ^{bfE}	6.58±0.12 ^{bcF}	6.74±0.17 ^{efE}	2.49±0.01 ^{aDE}
6	8.35±0.23 ^{efE}	6.62±0.02 ^{bgE}	7.18±0.14 ^{cdG}	7.32±0.04 ^{dfE}	7.07±0.03 ^{cgE}	7.09±0.06 ^{cdG}	6.79±0.08 ^{bgE}	7.15±0.06 ^{cdG}	2.55±0.02 ^{aEF}
7	8.71±0.41 ^{efG}	6.83±0.10 ^{hE}	7.35±0.15 ^{cdG}	7.28±0.00 ^{cdF}	7.27±0.08 ^{cdG}	7.62±0.07 ^{deH}	7.13±0.17 ^{bcH}	7.77±0.16 ^{ehE}	2.60±0.05 ^{aF}
8	9.02±0.12 ^{egH}	7.56±0.05 ^{bciE}	7.86±0.05 ^{dH}	7.53±0.10 ^{bcG}	7.73±0.03 ^{dhE}	7.90±0.00 ^{dI}	7.47±0.15 ^{biE}	7.87±0.21 ^{dHI}	2.69±0.01 ^{aG}
9	9.43±0.04 ^{ehI}	7.62±0.12 ^{bciE}	8.46±0.13 ^{eiE}	7.70±0.07 ^{chE}	8.73±0.05 ^{fiE}	8.28±0.04 ^{dI}	7.51±0.01 ^{biE}	8.22±0.04 ^{dJK}	2.85±0.01 ^{aH}
10	9.17±0.21 ^{ehI}	7.99±0.06 ^{bjE}	8.79±0.03 ^{djE}	7.98±0.01 ^{biE}	8.74±0.03 ^{diE}	8.24±0.16 ^{ejE}	8.03±0.01 ^{bcjE}	8.09±0.07 ^{bcIJ}	2.90±0.02 ^{aH}
11	9.55±0.21 ^{diE}	8.31±0.20 ^{bK}	9.93±0.17 ^{eK}	9.90±0.14 ^{ejE}	9.31±0.12 ^{djE}	8.87±0.12 ^{ckE}	8.61±0.12 ^{bcK}	8.37±0.02 ^{blE}	3.07±0.01 ^{aiE}
12	11.49±0.14^{ejE}	8.57±0.04 ^{blE}	10.64±0.07^{lE}	10.10±0.00^{ekE}	9.68±0.17 ^{dkE}	9.01±0.07 ^{ckE}	9.53±0.11 ^{dlE}	8.68±0.04 ^{bmE}	3.13±0.04 ^{aiE}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). F: Fındık yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uçkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.6. Kızartma işlemi süresince palm olein yağlarında oluşan ortalama peroksit değerleri (meqO₂/kg)

Sayı/Örnek	P	P+bht	P+1000u	P+1500u	P+1000k	P+1500k	P+1000pr	P+1500pr	T
Kontrol	2.54±0.06 ^{aA}	1.45±0.17 ^{bA}	0.71±0.08 ^{aA}	0.82±0.03 ^{aA}	0.84±0.14 ^{aA}	1.30±0.00 ^{bA}	4.78±0.00 ^{fA}	1.66±0.06 ^{cA}	1.97±0.09 ^{dA}
1	3.64±0.06 ^{bB}	2.37±0.03 ^{abB}	1.17±0.12 ^{abB}	1.79±0.03 ^{bcB}	1.37±0.10 ^{bbB}	2.46±0.05 ^{cbB}	5.04±0.05 ^{gbB}	2.21±0.07 ^{cbB}	2.21±0.05 ^{cbB}
2	4.66±0.12 ^{bcC}	2.84±0.01 ^{dcC}	2.49±0.05 ^{ccC}	3.22±0.16 ^{ccC}	2.08±0.05 ^{ccC}	3.76±0.02 ^{ccC}	5.58±0.00 ^{bcC}	3.33±0.00 ^{ccC}	2.31±0.05 ^{bcC}
3	6.10±0.05 ^{bdD}	3.20±0.09 ^{bdD}	4.12±0.07 ^{cdD}	5.17±0.03 ^{edD}	3.22±0.10 ^{bdD}	5.43±0.01 ^{fdD}	6.62±0.02 ^{hdD}	4.36±0.05 ^{ddD}	2.42±0.02 ^{adD}
4	6.89±0.06 ^{heE}	3.40±0.02 ^{bdD}	5.24±0.00 ^{eeE}	5.88±0.06 ^{eeE}	4.36±0.03 ^{eeE}	5.65±0.07 ^{ieE}	7.03±0.11 ^{ieE}	4.84±0.05 ^{deE}	2.46±0.02 ^{aDE}
5	8.00±0.02 ^{hfE}	3.77±0.13 ^{beE}	7.13±0.07 ^{ffE}	6.54±0.16 ^{efE}	5.30±0.22 ^{efE}	5.81±0.01 ^{deE}	7.70±0.03 ^{gfE}	5.51±0.13 ^{cfE}	2.49±0.01 ^{aDE}
6	8.22±0.14 ^{hgE}	4.68±0.21 ^{bfE}	7.59±0.03 ^{efG}	7.49±0.01 ^{egE}	6.56±0.01 ^{dgE}	6.60±0.00 ^{dfE}	7.83±0.16 ^{gfE}	5.77±0.12 ^{cgE}	2.55±0.02 ^{aEF}
7	8.24±0.02 ^{egE}	5.12±0.00 ^{bgE}	8.18±0.05 ^{ehE}	7.96±0.04 ^{hiE}	6.99±0.01 ^{dhE}	7.16±0.02 ^{ggE}	8.42±0.05 ^{hgE}	5.95±0.07 ^{ggE}	2.60±0.05 ^{aF}
8	8.52±0.02 ^{hiE}	5.48±0.03 ^{bhE}	8.88±0.03 ^{eiE}	8.26±0.12 ^{eiE}	7.35±0.10 ^{diE}	7.41±0.01 ^{dhE}	8.46±0.04 ^{igE}	6.18±0.06 ^{chE}	2.69±0.01 ^{aG}
9	8.70±0.15 ^{eiE}	5.51±0.03 ^{bhiE}	8.98±0.04 ^{hiE}	8.45±0.04 ^{fiE}	7.40±0.07 ^{diE}	7.74±0.01 ^{eiE}	8.57±0.08 ^{fgGH}	6.31±0.2 ^{hiE}	2.85±0.01 ^{aH}
10	9.46±0.07 ^{fiE}	5.71±0.09 ^{biE}	9.61±0.00 ^{fiE}	8.61±0.05 ^{ejE}	7.76±0.07 ^{djE}	7.64±0.20 ^{diE}	8.75±0.09 ^{egH}	6.51±0.01 ^{cjE}	2.90±0.02 ^{aH}
11	10.34±0.00^{ekE}	6.33±0.05 ^{bjE}	9.69±0.29 ^{fiE}	8.90±0.07 ^{ekE}	8.14±0.00 ^{dkE}	7.79±0.15 ^{ciE}	8.62±0.10 ^{ehE}	6.55±0.14 ^{bjE}	3.07±0.01 ^{aiE}
12	11.08±0.07^{hlE}	6.64±0.01 ^{bK}	10.22±0.03^{ekE}	9.31±0.00 ^{liE}	8.89±0.18 ^{elE}	8.48±0.12 ^{djE}	9.34±0.16 ^{fiE}	7.44±0.08 ^{ckE}	3.13±0.04 ^{aiE}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). P: Palmolein yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uçkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

4.3. p-Anisidin Değerleri

p-anisidin değeri yöntemi, oksidasyon reaksiyonunun birincil ürünü olan hidroperoksitlerin parçalanarak ikincil ürünlere dönüşmesiyle oluşan aldehitlerin (özellikle 2,4- alkadienallerin ve 2-alkenallerin) belirlendiği bir yöntemdir (Shahidi ve Zhong, 2005). Çizelge 4.9, 4.10, 4.11 ve 4.12’de çalışmada elde edilen p-anisidin değerleri detaylı bir halde sunulmuştur. Örnekler arasındaki değerler farkının yapılan istatistik analizi sonucunda önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Yapılan istatistik analizi sonucunda kızartma sayısının da örneklerin p-anisidin değerlerindeki farklılığa etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Çizelgeler incelendiğinde sonuçların, antioksidan ilave edilmeyen örneklerdeki 12. kızartma işlemi sonrasında p-anisidin değerleri 69.14 (findık yağı) ile 52.31 (paçal-2 yağı) arasında değişiklik gösterdiği; Antioksidan maddelerin ilave edilmesiyle 12. kızartma sonrasında en düşük değer (paçal-2 + BHT) 17.58 olurken; en yüksek değer 58.10 (Findık yağı + 1000 ppm uşkun ekstratı) olarak hesaplanmıştır. Örneklerdeki p-anisidin değerlerinin kızartma sayısı arttıkça düzgün bir artış gösterdiği görülmüştür. Yapılan bazı çalışmalarda da kızartma sayısının artmasıyla p-anisidin değerinde yükselme olduğu bildirilmiştir (Isabei ve Mariano, 2001; Naz ve ark., 2008). Antioksidan ilave edilmeyen T, F, P, pac-1 ve pac-2 kızartma yağı örneklerinde başlangıç ve 12. kızartma sonrası belirlenen p-anisidin değerleri sırasıyla; %2.41-20.48, 6.08-69.14, 5.89-54.80, 6.38-60.00 ve 6.00-52.31 olarak tezahür etmiştir. Hemen hemen tüm doğal ekstrakt ilavesiyle 12. kızartma sonundaki p-anisidin değerleri antioksidan ilave edilmeyen örneklere göre daha düşük çıkmıştır. Houhoula ve ark. (2003) ve Nacaroglu (2006) yaptıkları çalışmalarda antioksidan ilave ettikleri yağlardaki p-anisidin değerlerinin, antioksidan ilave edilmeyen yağlara göre daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Bu sonuçlar bizim sonuçlarımızla örtüşmektedir. Doğal antioksidanlardan propolis en iyi etkiyi göstermiştir. 1500ppm düzeyde ilave edilen propolis ekstraktının diğer doğal antioksidan ekstraktlara nazaran p-anisidin değerinde daha etkili olduğu görülmüştür. Uçak (2018), yaptığı bir çalışmada balık yağına 100, 500 ve 1000 ppm düzeylerinde propolis ekstraktı ayrıca 100 ppm düzeyinde BHT ilave etmiş ve yağın oksidasyon düzeylerini incelemiştir. Sonuç olarak 1000ppm düzeyde

ilave edilen propolis ekstraktının balık yağındaki p-anisidin değeri en düşük değerde çıkmıştır.

Çizelgeler incelendiğinde, uşkunun 1000ppm düzeyde ilave edilen örneklerde diğer antioksidan ilave edilmiş örneklere nazaran daha yüksek p-anisidin değerine sahip olduğu görülmüştür. Burada uşkun ekstraktının yağ içerisinde diğer ekstraktlar kadar iyi çözünmediğinden dolayı pek etkili olamadığı düşünülmektedir. Naz ve ark. (2004), yaptığı bir çalışmada doğal antioksidanların p-anisidin değeri üzerinde pozitif bir etkisinin olduğunu belirtmiştir.

Fındık yağı örnekleri incelendiğinde beklendiği gibi kızartma süresince antioksidan eklenmemiş fındık yağında (F) p-anisidin en yüksek düzeyde oluşmuştur (Şekil 4.5). Bunu F+1000u ve F+1000k örnekleri takip etmiştir. P-anisidin en düşük düzeyde olduğu örnekler ise sırası ile F+BHT, F+1500pr ve F+1500k örnekleridir. Buradan propolis ve kinoa ekstraktlarının 1500ppm düzeyinde daha etkili olduğu söylenebilir. 12. Kızartma sonrası belirlenen değerler dikkate alındığında; F örneğinde (antioksidan içermeyen) oluşan p-anisidin, BHT ilavesi ile %32.39, 1500ppm propolis ekstraktı ilavesiyle %36.12, 1500ppm kino ekstraktı ilavesi ile %33.85 ve 1500ppm uşkun ekstraktı ilavesiyle %21 inhibe olduğu görülmektedir. Bu durumda antioksidatif etkilere göre 1500pr>BHT>1500k>1500u şeklinde sıralama yapabiliriz.

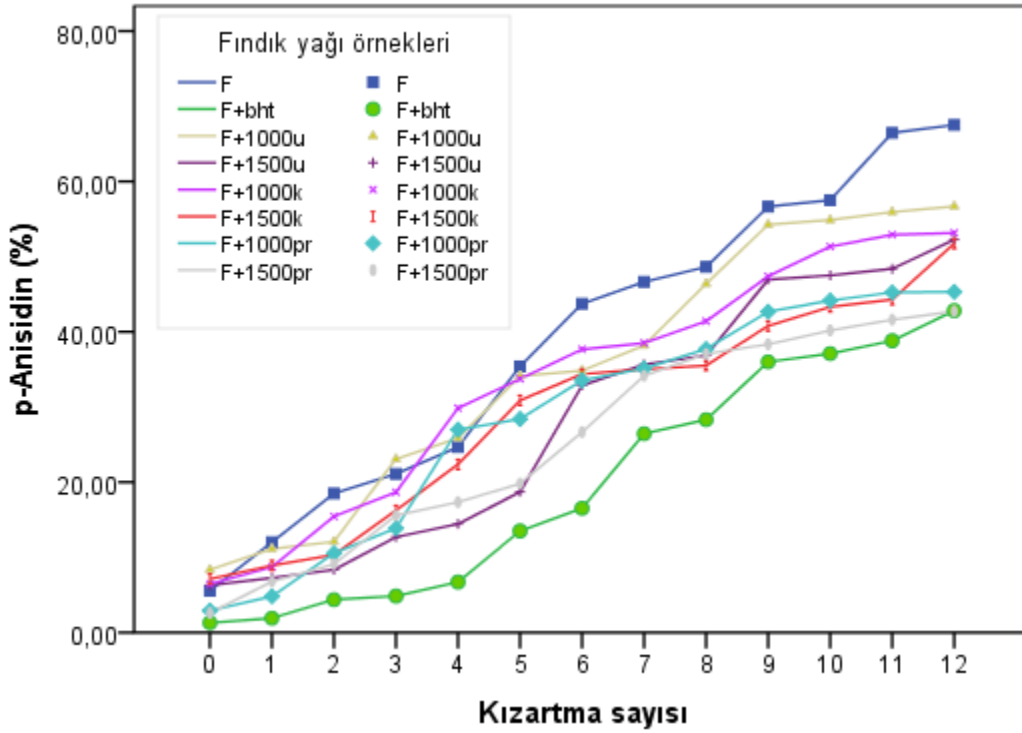
Palm olein yağı örneklerinde kızartma öncesi 2.25-9.93 aralığında bulunan p-anisidin değerleri 12 kızartma sonunda 29.79-54.8 aralığındaki değerlere yükselmiştir (Çizelge 4.3). Bu değerler fındık yağı değerlerine göre daha düşüktür. Bu da palm olein yağının toplam doymuş yağ asidi miktarının fındık yağına göre daha fazla olmasına atfedilebilir. Bu yağ örneklerinde BHT ve 1500ppm propolis ekstraktının önemli antioksidan etki gösterdiği anlaşılmaktadır. 7. kızartmaya kadar 1500ppm propolis ekstraktının 200ppm BHT'den daha iyi antioksidan etki gösterdiği söylenebilir (Şekil 4.6).

%66 fındık yağı + %34 palm olein yağından oluşan pac-1 örneklerinde genelde kızartma sayısı artışına bağlı olarak p-anisidin değerlerinde doğrusal bir artış olmuştur (Şekil 4.7). Bu örnek grubunda en etkili antioksidanla sırası ile; BHT, 1500pr, 1500k ve 1000pr olmuştur. Uşkun ekstraktları önemli antioksidatif etki göstermemiştir.

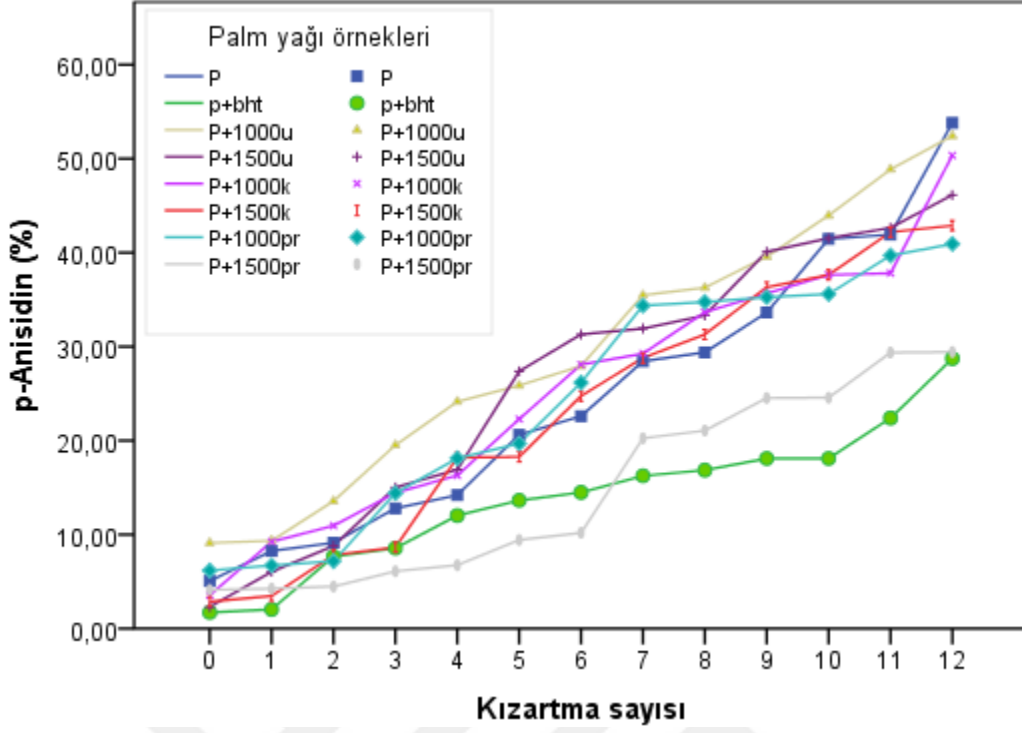
Pac-2 (%34 fındık yağı + %66 palm olein yağı) örneklerinde kızartma sonrası p-anisidin değerlerinin pac-1'e göre daha düşük düzeyde olduğunu görüyoruz. Bu durumu

palm olein yağının yüksek oranda olması ile açıklayabiliriz. Pac-2 örneklerinden BHT, 1500pr, 1500k ve 1000pr ilaveli olanlarda p-anisidin oluşumu daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir (Şekil 4.8). 1000ppm uçkun ekstraktının prooksidatif etki gösterdiği anlaşılmaktadır.

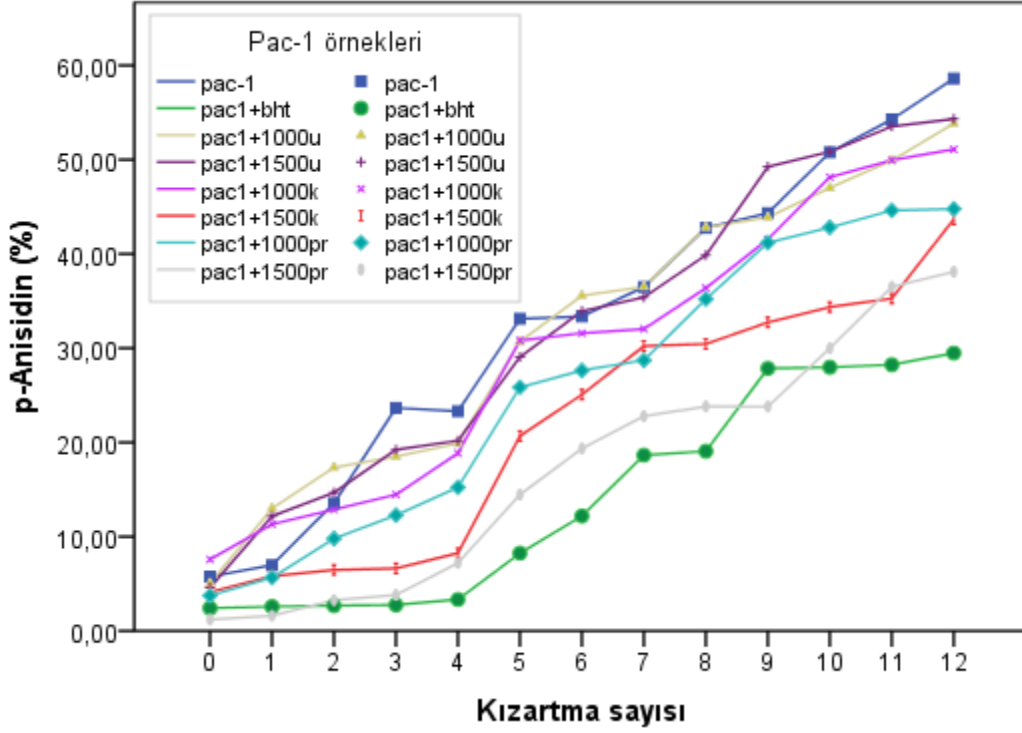
Aachary ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada ham kanola yağı (CAN), 200ppm BHT ilaveli kanola yağı ve kanola yağı fenolik ekstraktlarını içeren (DDL) yağlarla yaptıkları patates kızartması sonrası p-anisidin değerleri belirlemişlerdir. Beş günlük kızartma süresince p-anisidin değeri artış göstermiştir. İlk kızartma gününden sonra, kontrol için p-anisidin (mmol / kg yağ) 21.97'den 116.44'e yükselirken, BHT, DDL ve CAN için sırasıyla 32.33'den 54.61'e, 24.64'den 40.20'ye ve 15.29'dan 43.24'e yükselmiştir. 5. günde kontrol p-anisidin değeri 221.72'ye ulaşırken, BHT, DDL ve CAN tedavileri için değerler 149.37, 98.83 ve 79.90 mmol/kg'a ulaşmıştır.



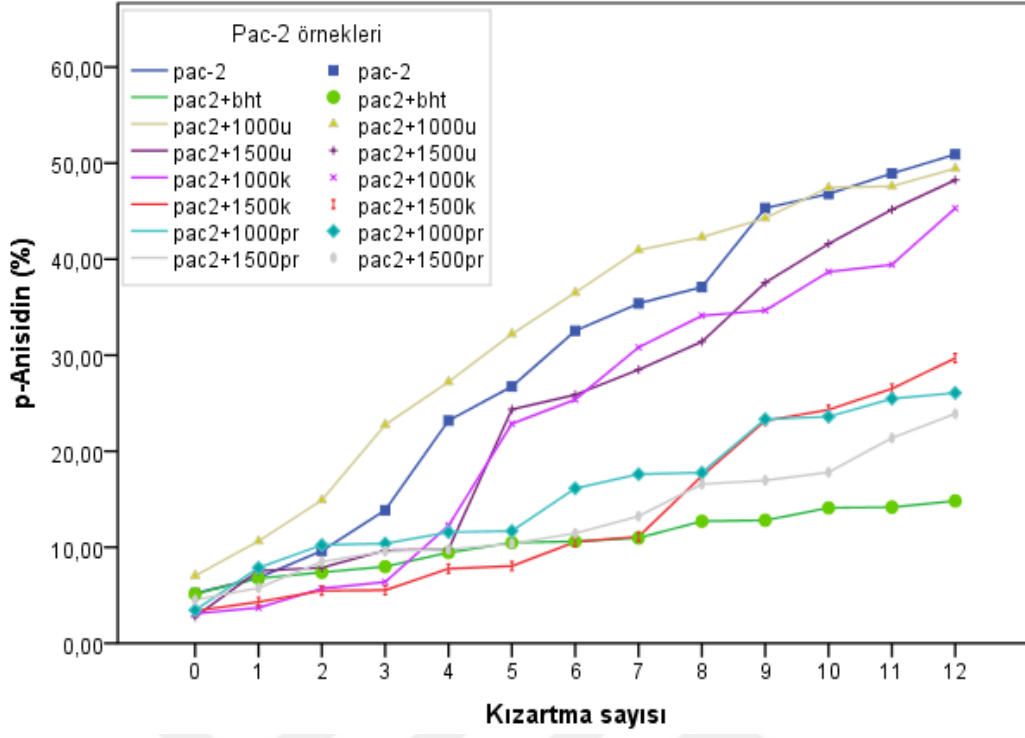
Şekil 4.5. Kızartma süresince fındık yağı örneklerinde belirlenen p-Anisidin değerleri.



Şekil 4.6. Kızartma süresince palm olein yağı örneklerinde belirlenen p-Anisidin değerleri.



Şekil 4.7. Kızartma süresince pac-1 yağı örneklerinde belirlenen p-Anisidin değerleri.



Şekil 4.8. Kızartma süresince pac-2 yağı örneklerinde belirlenen p-Anisidin değerleri.

Çizelge 4.9. Fındık yağlarında hesaplanan ortalama p-anisidin değerleri

Sayı/Örnek	F	F+bht	F+1000u	F+1500u	F+1000k	F+1500k	F+1000pr	F+1500pr	T
Kontrol	5.56 ±0.02 ^{aA}	1.30±0.06 ^{aA}	8.37±0.09 ^{1A}	6.29±0.01 ^{1A}	6.46±0.02 ^{gA}	7.12±0.01 ^{hA}	2.93±0.03 ^{dA}	2.60±0.00 ^{eA}	1.48±0.07 ^{bA}
1	12.03±0.00 ^{hB}	1.92±0.05 ^{aB}	11.14±0.02 ^{gB}	7.26±0.01 ^{eB}	8.73±0.02 ^{fB}	8.92±0.01 ^{fB}	4.82±0.03 ^{bB}	6.79±0.06 ^{dB}	6.11±0.47 ^{cB}
2	18.50±0.00 ^{hC}	4.38±0.12 ^{aC}	12.09±0.02 ^{fC}	8.36±0.03 ^{cC}	15.46±0.09 ^{gC}	10.35±0.04 ^{eC}	10.56±0.01 ^{eC}	9.09±0.04 ^{dC}	6.56±0.34 ^{bB}
3	21.10±0.00 ^{h1D}	4.86±0.03 ^{aD}	23.08±0.05 ^{dD}	12.70±0.03 ^{cD}	18.69±0.02 ^{gD}	16.26±0.03 ^{dD}	13.87±0.04 ^{dD}	15.58±0.00 ^{dD}	9.34±0.88 ^{bC}
4	24.68±0.05 ^{hE}	6.72±0.01 ^{aE}	25.86±0.05 ^{eE}	14.45±0.02 ^{eE}	29.85±0.02 ^{hE}	22.38±0.06 ^{eE}	26.99±0.18 ^{hE}	17.35±0.02 ^{dE}	9.31±0.43 ^{bC}
5	35.41±0.01 ^{hF}	13.51±0.16 ^{bF}	34.11±0.05 ^{hF}	18.71±0.07 ^{cf}	33.74±0.16 ^{hF}	30.88±0.09 ^{hF}	28.41±0.02 ^{cf}	19.82±0.03 ^{df}	11.37±0.27 ^{aD}
6	43.74±0.02 ^{hG}	16.53±0.12 ^{bG}	34.84±0.08 ^{gG}	32.88±0.17 ^{dG}	37.68±0.09 ^{hG}	34.39±0.01 ^{hG}	33.54±0.17 ^{eG}	26.66±0.06 ^{gG}	12.50±0.24 ^{aE}
7	46.65±0.01 ^{hH}	26.45±0.07 ^{bH}	38.19±0.03 ^{hH}	35.67±0.05 ^{eh}	38.51±0.04 ^{hH}	35.03±0.08 ^{hH}	35.12±0.12 ^{dh}	34.17±0.07 ^{eh}	14.72±0.03 ^{aF}
8	48.64±0.04 ^{hI}	28.31±0.10 ^{bI}	46.39±0.14 ^{hI}	36.85±0.12 ^{dl}	41.41±0.12 ^{gl}	35.51±0.02 ^{cl}	37.73±0.06 ^{fl}	37.07±0.03 ^{el}	14.94±0.10 ^{aF}
9	56.65±0.03 ^{hJ}	36.01±0.23 ^{bj}	54.25±0.15 ^{hj}	46.96±0.02 ^{fJ}	47.38±0.11 ^{ej}	40.80±0.08 ^{dJ}	42.68±0.15 ^{ej}	38.35±0.01 ^{ej}	17.30±0.30 ^{aG}
10	57.51±0.01 ^{hK}	37.10±0.32 ^{bK}	54.88±0.02 ^{hK}	47.51±0.00 ^{fK}	51.34±0.01 ^{gK}	43.31±0.08 ^{dK}	44.17±0.09 ^{eK}	40.19±0.08 ^{eK}	18.22±0.04 ^{aH}
11	66.46±0.05 ^{hL}	38.82±0.11 ^{bl}	55.94±0.05 ^{hL}	48.39±0.05 ^{fl}	52.91±0.05 ^{gl}	44.29±0.13 ^{dl}	45.24±0.09 ^{el}	41.62±0.12 ^{el}	18.44±0.30 ^{aH}
12	67.52±0.03 ^{hM}	42.82±0.15 ^{bM}	56.69±0.06 ^{gM}	52.26±0.10 ^{eM}	53.16±0.28 ^{fM}	51.74±0.13 ^{dM}	45.32±0.04 ^{cl}	42.73±0.04 ^{bM}	19.35±0.47 ^{aI}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). F: Fındık yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.10. Palm olein yağlarında hesaplanan ortalama p-anisidin değerleri

Sayı/Örnek	P	P+bht	P+1000u	P+1500u	P+1000k	P+1500k	P+1000pr	P+1500pr	T
Kontrol	5.06±0.00 ^{aA}	1.72±0.04 ^{bA}	9.11±0.15 ^{1A}	2.30±0.02 ^{cA}	3.53±0.04 ^{eA}	2.87±0.01 ^{dA}	6.18±0.23 ^{hA}	4.12±0.06 ^{fA}	1.48±0.07 ^{aA}
1	8.27±0.07 ^{fB}	2.04±0.00 ^{aA}	9.34±0.02 ^{hA}	6.05±0.01 ^{dB}	9.25±0.03 ^{gB}	3.47±0.08 ^{bB}	6.72±0.01 ^{eB}	4.25±0.01 ^{eA}	6.11±0.47 ^{dB}
2	9.14±0.03 ^{fC}	7.66±0.07 ^{dB}	13.57±0.00 ^{hB}	8.78±0.00 ^{eC}	10.94±0.03 ^{gC}	7.82±0.06 ^{dC}	7.18±0.07 ^{cC}	4.48±0.04 ^{aB}	6.56±0.34 ^{bB}
3	12.80±0.01 ^{dD}	8.56±0.02 ^{bc}	19.52±0.08 ^{fC}	15.01±0.00 ^{eD}	14.46±0.00 ^{dD}	8.64±0.01 ^{bcD}	14.41±0.09 ^{eD}	6.11±0.24 ^{aC}	9.34±0.88 ^{cC}
4	14.20±0.04 ^{dE}	12.03±0.07 ^{cd}	24.15±0.09 ^{hD}	16.91±0.02 ^{fE}	16.29±0.01 ^{eE}	18.20±0.00 ^{gE}	18.12±0.09 ^{gE}	6.75±0.01 ^{ad}	9.31±0.43 ^{bC}
5	20.61±0.01 ^{fF}	13.64±0.03 ^{de}	25.86±0.05 ^{hE}	27.38±0.12 ^{fF}	22.29±0.01 ^{gF}	18.27±0.00 ^{dE}	19.69±0.38 ^{gF}	9.43±0.03 ^{aE}	11.37±0.27 ^{bD}
6	22.60±0.00 ^{dG}	14.49±0.01 ^{cf}	27.94±0.03 ^{gF}	31.30±0.04 ^{hG}	28.09±0.08 ^{gG}	24.75±0.05 ^{fF}	26.17±0.12 ^{fg}	10.19±0.01 ^{aF}	12.50±0.24 ^{bE}
7	28.44±0.07 ^{dH}	16.25±0.02 ^{bg}	35.47±0.10 ^{gG}	31.93±0.02 ^{gH}	29.26±0.04 ^{hH}	28.80±0.04 ^{gG}	34.37±0.07 ^{hH}	20.25±0.00 ^{gG}	14.72±0.03 ^{aF}
8	29.39±0.02 ^{dI}	16.86±0.03 ^{bH}	36.28±0.15 ^{hI}	33.32±0.08 ^{fl}	33.66±0.02 ^{gI}	31.30±0.09 ^{gH}	34.75±0.19 ^{hH}	21.07±0.05 ^{hH}	14.94±0.10 ^{aF}
9	33.64±0.24 ^{dJ}	18.10±0.79 ^{bi}	39.57±0.14 ^{gJ}	40.10±0.11 ^{gJ}	35.67±0.07 ^{efJ}	36.32±0.14 ^{fl}	35.26±0.24 ^{el}	24.53±0.03 ^{cl}	17.30±0.30 ^{aG}
10	41.46±0.25 ^{eK}	18.10±0.02 ^{al}	43.96±0.12 ^{fJ}	41.53±0.06 ^{eK}	37.63±0.11 ^{dK}	37.64±0.06 ^{dJ}	35.60±0.23 ^{cl}	24.57±0.07 ^{bi}	18.22±0.04 ^{aH}
11	41.92±0.12 ^{fl}	22.40±0.00 ^{bj}	48.86±0.08 ^{hK}	42.64±0.08 ^{gL}	42.19±0.03 ^{dL}	42.19±0.04 ^{fK}	39.70±0.20 ^{ej}	29.36±0.07 ^{cJ}	18.44±0.30 ^{aH}
12	53.80±0.20 ^{fM}	28.73±0.04 ^{bK}	52.43±0.23 ^{hL}	46.14±0.11 ^{fM}	50.35±0.10 ^{gM}	42.88±0.02 ^{eL}	40.93±0.25 ^{dK}	29.42±0.11 ^{cJ}	19.35±0.47 ^{aI}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). P: Palm olein yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.11. Paçal-1 yağlarında hesaplanan ortalama p-anisidin değerleri

Sayı/Örnek	pac1	pac1+bht	pac1+1000u	pac1+1500u	pac1+1000k	pac1+1500k	pac1+1000pr	pac1+1500pr	T
Kontrol	5.77±0.03 ^{hA}	2.41±0.14 ^{cA}	5.05±0.01 ^{gA}	4.59±0.02 ^{fA}	7.58±0.08 ^{iA}	4.11±0.02 ^{eA}	3.75±0.03 ^{dA}	1.21±0.07 ^{aA}	1.48±0.07 ^{bA}
1	6.97±0.04 ^{eB}	2.58±0.09 ^{bAB}	12.99±0.01 ^{hB}	12.17±0.03 ^{gB}	11.32±0.20 ^{fB}	5.81±0.03 ^{cdB}	5.66±0.00 ^{cB}	1.61±0.00 ^{aB}	6.11±0.47 ^{dB}
2	13.55±0.01 ^{fC}	2.68±0.03 ^{aB}	17.34±0.04 ^{hC}	14.68±0.10 ^{gC}	12.88±0.10 ^{eC}	6.47±0.05 ^{cC}	9.80±0.01 ^{dC}	3.26±0.03 ^{bC}	6.56±0.34 ^{cB}
3	23.66±0.07 ^{hE}	2.76±0.28 ^{aB}	18.50±0.02 ^{gD}	19.23±0.09 ^{gD}	14.46±0.48 ^{hD}	6.64±0.02 ^{cD}	12.28±0.01 ^{eD}	3.81±0.04 ^{bD}	9.34±0.88 ^{dC}
4	23.31±0.04 ^{hD}	3.33±0.03 ^{aC}	19.89±0.01 ^{gE}	20.18±0.07 ^{gE}	18.86±0.08 ^{hE}	8.25±0.04 ^{eE}	15.24±0.04 ^{eE}	7.21±0.04 ^{bE}	9.31±0.43 ^{dC}
5	33.12±0.03 ^{hF}	8.25±0.00 ^{aD}	30.69±0.09 ^{gF}	29.06±0.02 ^{fF}	30.81±0.04 ^{gF}	20.67±0.01 ^{dF}	25.85±0.02 ^{eF}	14.46±0.13 ^{cF}	11.37±0.27 ^{bD}
6	33.36±0.02 ^{fF}	12.19±0.00 ^{aE}	35.57±0.04 ^{hG}	33.93±0.08 ^{gG}	31.59±0.49 ^{eG}	25.07±0.02 ^{cG}	27.64±0.06 ^{dG}	19.35±0.16 ^{bG}	12.50±0.24 ^{aE}
7	36.48±0.03 ^{hG}	18.65±0.11 ^{bF}	36.51±0.00 ^{hH}	35.40±0.10 ^{gH}	32.03±0.20 ^{fG}	30.22±0.02 ^{eH}	28.72±0.04 ^{dH}	22.79±0.22 ^{cH}	14.72±0.03 ^{aF}
8	42.76±0.08 ^{hH}	19.07±0.02 ^{bG}	42.81±0.02 ^{hI}	39.86±0.03 ^{gI}	36.37±0.04 ^{hI}	30.45±0.02 ^{dI}	35.20±0.07 ^{eI}	23.82±0.04 ^{cI}	14.94±0.10 ^{aF}
9	44.33±0.06 ^{hI}	27.85±0.09 ^{eH}	43.89±0.06 ^{gJ}	49.24±0.00 ^{hJ}	41.55±0.21 ^{fI}	32.73±0.02 ^{dJ}	41.19±0.11 ^{eJ}	23.80±0.15 ^{bI}	17.30±0.30 ^{aG}
10	50.78±0.16 ^{hJ}	27.98±0.01 ^{bH}	47.02±0.02 ^{hK}	50.85±0.09 ^{hK}	48.14±0.07 ^{gJ}	34.36±0.07 ^{dK}	42.81±0.06 ^{eK}	30.00±0.04 ^{cJ}	18.22±0.04 ^{aH}
11	54.28±0.25 ^{hK}	28.24±0.08 ^{bI}	49.91±0.09 ^{hL}	53.52±0.21 ^{gL}	49.95±0.05 ^{hK}	35.27±0.02 ^{cL}	44.62±0.07 ^{eL}	36.50±0.24 ^{dK}	18.44±0.30 ^{aH}
12	58.61±0.27 ^{hL}	29.48±0.04 ^{bJ}	53.84±0.07 ^{gM}	54.32±0.15 ^{gM}	51.09±0.34 ^{hL}	43.68±0.01 ^{dM}	44.77±0.14 ^{eM}	38.11±0.25 ^{cL}	19.35±0.47 ^{aI}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). Pac1: Paçal-1(%66 fındık yağı + %34 palm olein yağı); T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.12. Paçal-2 yağlarında hesaplanan ortalama p-anisidin değerleri

Sayı/Örnek	pac2	pac2+bht	pac2+1000u	pac2+1500u	pac2+1000k	pac2+1500k	pac2+1000pr	pac2+1500pr	T
Kontrol	5.21±0.01 ^{fA}	5.14±0.00 ^{fA}	7.04±0.02 ^{gA}	2.76±0.00 ^{bA}	3.09±0.04 ^{eA}	3.38±0.22 ^{dA}	3.45±0.05 ^{dA}	4.52±0.01 ^{eA}	1.48±0.07 ^{aA}
1	6.84±0.03 ^{dB}	6.76±0.07 ^{dB}	10.64±0.01 ^{fB}	7.54±0.44 ^{eB}	3.70±0.02 ^{aB}	4.31±0.25 ^{bB}	7.86±0.05 ^{eB}	5.77±0.01 ^{cB}	6.11±0.47 ^{cB}
2	9.63±0.02 ^{fC}	7.39±0.11 ^{cC}	14.91±0.04 ^{hC}	7.88±0.11 ^{dB}	5.71±0.00 ^{aC}	5.47±0.13 ^{aC}	10.24±0.11 ^{gC}	8.50±0.06 ^{cC}	6.56±0.34 ^{bB}
3	13.86±0.05 ^{hD}	7.98±0.01 ^{cD}	22.76±0.01 ^{gD}	9.68±0.31 ^{deC}	6.38±0.05 ^{bD}	5.53±0.37 ^{aC}	10.39±0.03 ^{dD}	9.58±0.02 ^{dD}	9.34±0.88 ^{dC}
4	23.19±0.01 ^{eE}	9.45±0.07 ^{bE}	27.23±0.06 ^{fE}	9.76±0.13 ^{bC}	12.26±0.02 ^{dE}	7.78±0.37 ^{aD}	11.57±0.06 ^{eE}	9.77±0.01 ^{bE}	9.31±0.43 ^{bC}
5	26.74±0.09 ^{gF}	10.48±0.01 ^{bF}	32.20±0.00 ^{hF}	24.35±0.31 ^{hD}	22.86±0.00 ^{eF}	8.05±0.07 ^{aD}	11.69±0.02 ^{dE}	10.38±0.04 ^{bF}	11.37±0.27 ^{cD}
6	32.54±0.02 ^{gG}	10.61±0.03 ^{aG}	36.51±0.07 ^{hG}	25.88±0.16 ^{hE}	25.38±0.09 ^{eG}	10.55±0.16 ^{aE}	16.13±0.02 ^{dF}	11.45±0.07 ^{bG}	12.50±0.24 ^{cE}
7	35.38±0.02 ^{gH}	10.97±0.01 ^{aH}	40.95±0.07 ^{hH}	28.50±0.11 ^{hF}	30.81±0.00 ^{hI}	11.11±0.22 ^{aE}	17.61±0.09 ^{dG}	13.23±0.02 ^{bH}	14.72±0.03 ^{cF}
8	37.09±0.05 ^{gI}	12.71±0.01 ^{aI}	42.29±0.04 ^{hI}	31.40±0.48 ^{gG}	34.11±0.11 ^{fI}	17.42±0.52 ^{dF}	17.77±0.14 ^{hH}	16.58±0.02 ^{cI}	14.94±0.10 ^{bF}
9	45.32±0.08 ^{hJ}	12.82±0.09 ^{aI}	44.28±0.08 ^{gJ}	37.55±0.06 ^{hI}	34.66±0.09 ^{eJ}	23.18±0.04 ^{dG}	23.34±0.06 ^{dI}	16.96±0.02 ^{bJ}	17.30±0.30 ^{aG}
10	46.79±0.01 ^{hK}	14.10±0.01 ^{aJ}	47.46±0.06 ^{hK}	41.60±0.04 ^{gI}	38.68±0.01 ^{hK}	24.32±0.14 ^{eH}	23.60±0.03 ^{dJ}	17.81±0.02 ^{bK}	18.22±0.04 ^{cH}
11	48.93±0.06 ^{hL}	14.18±0.00 ^{aJ}	47.59±0.25 ^{hK}	45.17±0.50 ^{gJ}	39.43±0.18 ^{hL}	26.52±0.05 ^{eI}	25.48±0.03 ^{dK}	21.38±0.11 ^{cL}	18.44±0.30 ^{bH}
12	50.92±0.08 ^{hM}	14.82±0.10 ^{aK}	49.44±0.13 ^{hL}	48.24±0.08 ^{gK}	45.31±0.18 ^{hM}	29.70±0.34 ^{eJ}	26.07±0.05 ^{dL}	23.90±0.09 ^{eM}	19.35±0.47 ^{bI}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). Pac2: Paçal-2 (%34 fındık yağı + %66 palm olein yağı); T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

4.4. Toplam Oksidasyon (Totoks) Değerleri

Totoks, yağların aşamalı oksidatif bozulmasının daha iyi bir tahminini verebilen genel oksidasyon seviyesinin bir ölçümüdür. Yemeklik yağlarda toplam oksidasyon değeri peroksit değeri ve p-anisidin değerlerinden hesaplanarak bulunur. Toplam oksidasyon değeri oksidasyon sonucunda ortamda oluşan peroksitler ve parçalanmanın bir sonraki aşamasında açığa çıkan aldehit ve ketonlar hakkında fikir yürütülmesinde rol oynamaktadır (Sun ve ark., 2011).

Çizelge 4.13, 4.14, 4.15 ve 4.16'da örneklerde hesaplanan toplam oksidasyon değerleri gösterilmiştir. Buna göre kontrol örnekleri arasında en düşük totoks değeri 5.15 ile P+BHT örneğinde; en yüksek ise 18.54 ile P+1000pr de görülmüştür. Çizelgeler incelendiğinde kızartma sayılarının artmasıyla totoks değerlerinde bir yükselme olduğu görülmektedir. Bu yükselme peroksit ve p-anisidin değerlerinde de aynı paralellikte olmuştur. Yani düşük peroksit ve p-anisidin değerine sahip yağ örneklerinin toplam oksidasyon değerleri de daha düşüktür. 12. kızartma örneklerine bakılacak olursa, en yüksek değer herhangi bir antioksidan ilave edilmeyen saf fındık yağında (F) 93.11 iken; en düşük değer 23.27 ile paç-2+BHT yağında hesaplanmıştır. Doğal ekstraktlar arasında en iyi antioksidan etkiyi propolis ekstraktı göstermiş ve BHT'ye yakın aktivite göstermiştir. Bunu sırasıyla kinoa ve uşkun ekstraktları izlemiştir. Yapılan istatistik analizinde kızartma sayısının totoks değerlerindeki değişimlere etkisinin pozitif yönde olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Basturk ve ark. (2007), palm yağı ve farklı yağların farklı süre ve sıcaklıklarda depolanmasıyla yağlardaki bazı parametrelerin nasıl değiştiğini incelemiş, sonuç olarak depolama süresi ve depolama sıcaklığının artmasıyla toplam oksidasyon değerinin arttığını tespit etmişlerdir. Ayrıca düşük peroksit ve p-anisidin değerine sahip olan yağların toplam oksidasyon değerlerinin de daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonuç, elde ettiğimiz bulgularla paralellik göstermektedir. Wai ve ark. (2009), yaptıkları bir çalışmada rafine edilemiş palm olein, süper olein, palm olein ve fıstık yağı karışımı ve ham palm olein yağlarını 100 °C'de farklı sürelerde (0-150 dk) depolamış ve peroksit, p-anisidin ve totoks değerlerine bakmışlardır. Sonuç olarak, depolama süresinin fazla olduğu tüm yağlarda totoks değeri daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca depolama süresi ile totoks değeri arasında pozitif doğrusal bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir.

Yapılan bir başka çalışmada kanola yağına farklı ppm düzeylerde kanola küspesi ekstraktı ve farklı sentetik antioksidanlar (BHA, BHT, TBHQ, PG) ilave edilmiş. 65 °C sıcaklıkta 17 gün boyunca depolama işlemi yapılmıştır. Bu süre boyunca yağlardaki kimyasal değişim incelenmiştir. Depolama süresinin artmasıyla tüm örneklerde Totoks değeri paralel olarak artış göstermiştir. Yapılan analizlerde 17 gün süre sonunda TBHQ ilave edilen yağda en düşük totoks değeri bulunurken; en yüksek herhangi bir antioksidan madde ilavesi yapılmayan kanola yağında (500±5) olduğu görülmüştür (Wanasundara ve Shahidi, 1994). Çalışmamızda bulunan totoks değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.



4.5. Konjuge Dien ve Trien Sonuçları

Oksidasyon olayı sonucunda meydana gelen hidroperoksitlerin ardından olumsuz koşulların devam etmesi halinde, özellikle çoklu doymamış yağ asitlerinin metil gruplarını barındıran kısımlarda geometrik izomerisyon olayı gerçekleşmekte ve bu olay ile çift bağların yerlerinde değişiklik olmaktadır. Böylelikle çift bağın yerinde değişim olan yağ asidinin yapısı konjuge yapıya dönüşmektedir. Bu yapının da belirli dalga boyunda (232 nm ve 270 nm) ultraviyole ışınları soğurduğu belirtilmiştir (Weber ve ark., 2008). Belirlenen dalga boyunda alınan bu ölçümler ile hidroperoksitler ve hidropeoksitlerin parçalanmasıyla ortamda açığa çıkan aldehit, keton gibi uçucu bileşenler (konjuge trienler) hakkında yorum yapmak mümkündür.

Ortamda konjuge dien yapıların artması 232 nm dalga boyundaki soğrulan ultraviyole ışınların değerini arttırırken; 270 nm dalga boyunda soğrulan ışınların değeri ise aldehit, keton gibi oksidasyonun ikincil parçalanma ürünleri hakkında yorum yapılmasını sağlar (Farmer, 1946; Sarıca, 2015).

Yağın acılaşmasının oksidasyonun ikincil ürünlerinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Kayahan, 2003). Çizelge 4.17, 4.18, 4.19 ve 4.20’de yağ örneklerinin konjuge dien değerleri; Çizelge 4.21, 4.22, 4.23 ve 4.24’te ise yağ örneklerindeki konjuge trien değerleri gösterilmiştir. Hazırlanan çizelgeler incelediğinde başlangıç örneklerindeki en düşük konjuge dien değeri 2.74 ile paç-2+1000pr yağında olurken; en yüksek konjuge dien değeri herhangi bir antioksidan ilave edilmeyen fındık yağında (11.09) olduğu görülmektedir. Konjuge trien değerlerinin gösterildiği çizelgelere bakılacak olursa, en düşük değer 0.84 ile P + BHT’de görülürken; en yüksek değer ise yine herhangi bir antioksidan madde ilave edilmeyen saf fındık (F) yağında (5.65) olduğu görülmüştür. Her iki analizde de kızartma sayısının artmasıyla değerlerde düzgün bir artış olduğu görülmektedir. Sıcaklık etkisiyle yağlardaki konjuge dien ve konjuge trien değerleri artışının oksidasyon reaksiyonlarına bağlı olduğu bilinmektedir (Weber ve ark., 2008). Kızartma sayısının konjuge dien ve trien değerlerindeki artışa etkisinin önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

Javidipour ve ark. (2017), yaptıkları bir çalışmada mikrodalga ısıtma ile belirli süreler boyunca fındık yağı, zeytinyağı, soya yağı ve ayçiçek yağındaki değişimleri incelemiş, konjuge dien ve trien değerlerinde süre ve sıcaklık ile doğrusal bir artış

olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada, ısıtma işlemi gören bazı et ürünlerindeki değişimler incelenmiş ve pişirilen et ürünlerinde sıcaklığın etkisiyle konjuge dien ve trien değerlerinde çiğ et ürünlerine nazaran daha yüksek olduğunu tespit etmiştir (Şişlioğlu, 2012). Sarıca (2015), hazırladığı yüksek lisans tezinde kullandığı kızartma yağına farklı doğal bitki ekstraktları ve sentetik antioksidanlar ilave edilip 6 saat boyunca kızartma işlemine tabi tutmuştur. Bunun sonucunda konjuge dien ve trien değerlerinde 6. saate doğru başlangıç değerlerinde gözle görülür bir artış olduğunu tespit etmiştir. Bu artışta sıcaklık ve kızartma sayısının etkili olduğunu belirtmiştir ($p<0.05$). Andrikopoulos ve ark. (2002), yaptığı bir çalışmada sızma zeytinyağını 170 °C’de 2 saat boyunca kızartma işlemi yapmış ve konjuge dien değerinin başlangıç değerine göre yükseldiğini belirtmiştir. Quiles ve ark. (2002), derin kızartma boyunca yağda meydana gelen fiziko-kimyasal değişimleri incelemiş ve konjuge dien ve trien değerlerinin kızartma boyunca doğrusal bir artışta olduğunu söylemişlerdir. Çalışmamızdaki konjuge dien ve trien değerlerindeki kızartma sayısı ile birlikte olan doğrusal artışın literatür ile uyum içinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.17. Fındık yağı örneklerinde ortalama konjuge dien değerleri

Sayı/Örnek	F	F+bht	F+1000u	F+1500u	F+1000k	F+1500k	F+1000pr	F+1500pr	T
Kontrol	4.91±0.04 ^{eA}	4.45±0.00 ^{edA}	4.59±0.00 ^{dA}	5.53±0.01 ^{fA}	4.05±0.00 ^{bA}	4.43±0.20 ^{cA}	4.90±0.01 ^{eA}	2.81±0.00 ^{aA}	3.95±0.01 ^{bA}
1	6.44±0.00 ^{gB}	4.72±0.00 ^{gB}	6.59±0.00 ^{hB}	6.09±0.02 ^{fB}	6.09±0.10 ^{fB}	5.75±0.04 ^{eB}	5.34±0.00 ^{dB}	2.97±0.02 ^{aB}	4.16±0.01 ^{bB}
2	6.95±0.01 ^{gC}	4.75±0.01 ^{gB}	7.19±0.06 ^{hC}	6.91±0.01 ^{gC}	6.31±0.00 ^{fC}	5.81±0.01 ^{eB}	5.72±0.01 ^{dC}	3.42±0.02 ^{aC}	4.42±0.00 ^{bC}
3	7.35±0.11 ^{hD}	5.71±0.01 ^{gC}	7.70±0.05 ^{hD}	7.09±0.00 ^{gD}	6.96±0.07 ^{hD}	5.85±0.04 ^{dB}	6.60±0.03 ^{gD}	3.44±0.02 ^{aC}	4.57±0.00 ^{bD}
4	7.86±0.03 ^{hE}	6.00±0.01 ^{gD}	7.90±0.02 ^{hE}	7.23±0.14 ^{hE}	7.41±0.01 ^{hE}	6.27±0.17 ^{dC}	7.58±0.01 ^{gE}	3.71±0.01 ^{aD}	4.74±0.01 ^{bE}
5	8.27±0.07 ^{hF}	6.13±0.07 ^{gE}	7.92±0.00 ^{hE}	7.57±0.02 ^{hF}	7.73±0.05 ^{hF}	6.48±0.04 ^{dD}	7.87±0.01 ^{gF}	3.82±0.02 ^{aE}	4.91±0.00 ^{bF}
6	8.84±0.03 ^{hG}	6.19±0.05 ^{gE}	8.44±0.02 ^{hF}	7.62±0.02 ^{hF}	8.07±0.17 ^{hG}	7.08±0.07 ^{hE}	7.93±0.00 ^{hF}	4.23±0.03 ^{aF}	5.17±0.02 ^{bG}
7	9.28±0.07 ^{hH}	6.42±0.06 ^{gF}	8.67±0.00 ^{hG}	7.67±0.03 ^{hF}	8.20±0.00 ^{hG}	7.16±0.03 ^{hE}	8.16±0.01 ^{hG}	4.44±0.02 ^{aG}	5.75±0.00 ^{bH}
8	9.51±0.04 ^{iI}	7.05±0.00 ^{gG}	8.93±0.00 ^{hH}	7.93±0.03 ^{hG}	8.23±0.03 ^{hH}	7.84±0.02 ^{hF}	8.40±0.01 ^{hH}	5.19±0.02 ^{aH}	5.83±0.00 ^{bI}
9	9.79±0.00 ^{iJ}	7.15±0.05 ^{hI}	9.14±0.00 ^{hI}	7.97±0.03 ^{hG}	8.28±0.00 ^{hI}	8.15±0.06 ^{hG}	8.41±0.01 ^{hI}	6.37±0.00 ^{bI}	6.23±0.01 ^{aJ}
10	10.12±0.02 ^{iK}	7.29±0.07 ^{hI}	9.46±0.00 ^{hJ}	8.03±0.03 ^{hH}	8.73±0.08 ^{hI}	8.31±0.01 ^{hG}	8.59±0.02 ^{hJ}	6.79±0.04 ^{bJ}	6.33±0.01 ^{aK}
11	10.56±0.02 ^{hL}	8.16±0.00 ^{hJ}	9.75±0.01 ^{hK}	8.24±0.02 ^{hI}	9.09±0.01 ^{hJ}	8.42±0.07 ^{hH}	8.75±0.11 ^{hK}	6.89±0.02 ^{bK}	6.34±0.00 ^{aK}
12	11.09±0.02 ^{hM}	8.21±0.01 ^{hJ}	10.14±0.00 ^{hL}	9.66±0.05 ^{hJ}	9.45±0.03 ^{hK}	8.63±0.05 ^{hI}	8.95±0.08 ^{hL}	7.09±0.02 ^{aL}	7.14±0.01 ^{aL}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). F: Fındık yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.18. Palm olein yağı örneklerinde ortalama konjuge dien değerleri

Sayı/Örnek	P	P+bht	P+1000u	P+1500u	P+1000k	P+1500k	P+1000pr	P+1500pr	T
Kontrol	2.84±0.00 ^{aA}	2.87±0.00 ^{bA}	3.66±0.01 ^{gA}	3.17±0.02 ^{cA}	3.47±0.00 ^{fA}	3.41±0.01 ^{eA}	3.47±0.00 ^{fA}	3.30±0.02 ^{dA}	3.95±0.01 ^{bA}
1	3.14±0.00 ^{aB}	3.12±0.00 ^{aB}	3.88±0.00 ^{fB}	3.41±0.01 ^{bB}	3.64±0.01 ^{eB}	3.57±0.01 ^{dB}	3.64±0.03 ^{eB}	3.49±0.00 ^{cB}	4.16±0.01 ^{gB}
2	3.43±0.00 ^{bC}	3.19±0.01 ^{aC}	4.21±0.00 ^{hC}	4.11±0.00 ^{gC}	3.73±0.00 ^{eC}	3.59±0.01 ^{dB}	3.89±0.01 ^{fC}	3.56±0.03 ^{cC}	4.42±0.00 ^{cC}
3	3.94±0.01 ^{gD}	3.45±0.00 ^{aD}	4.27±0.00 ^{gD}	4.22±0.00 ^{hD}	3.84±0.00 ^{dD}	3.88±0.01 ^{dC}	4.37±0.02 ^{hD}	3.71±0.02 ^{bD}	4.57±0.00 ^{dD}
4	4.61±0.02 ^{hE}	3.52±0.02 ^{aE}	4.53±0.01 ^{gE}	4.31±0.00 ^{eE}	3.99±0.00 ^{eE}	4.11±0.01 ^{dB}	4.50±0.01 ^{hE}	3.76±0.00 ^{bE}	4.74±0.01 ^{hE}
5	5.05±0.00 ^{fF}	4.15±0.01 ^{bF}	4.72±0.01 ^{fF}	4.54±0.00 ^{eF}	4.39±0.00 ^{dF}	4.36±0.02 ^{cE}	4.79±0.01 ^{gF}	3.90±0.02 ^{aF}	4.91±0.00 ^{hF}
6	5.54±0.00 ^{gG}	4.44±0.03 ^{aG}	5.22±0.01 ^{fG}	5.06±0.00 ^{dG}	4.41±0.00 ^{aF}	4.83±0.01 ^{bF}	5.03±0.00 ^{cG}	4.42±0.01 ^{aG}	5.17±0.02 ^{cG}
7	5.76±0.00 ^{hH}	4.71±0.01 ^{bH}	5.36±0.03 ^{gH}	5.16±0.00 ^{hH}	4.77±0.01 ^{cG}	5.02±0.00 ^{dG}	5.12±0.01 ^{eH}	4.52±0.00 ^{aH}	5.75±0.00 ^{hH}
8	6.13±0.00 ^{iI}	4.92±0.00 ^{aI}	5.57±0.00 ^{gI}	5.47±0.00 ^{hI}	5.27±0.00 ^{dH}	5.08±0.00 ^{eH}	5.51±0.00 ^{fI}	5.02±0.01 ^{bI}	5.83±0.00 ^{hI}
9	6.15±0.00 ^{gJ}	5.02±0.02 ^{aJ}	5.74±0.00 ^{gJ}	5.50±0.02 ^{dJ}	5.27±0.00 ^{hI}	5.27±0.01 ^{cI}	5.95±0.00 ^{fJ}	5.24±0.01 ^{bJ}	6.23±0.01 ^{hJ}
10	7.21±0.00 ^{gK}	5.24±0.00 ^{aK}	6.09±0.02 ^{eK}	5.95±0.01 ^{dK}	5.56±0.01 ^{cI}	5.57±0.01 ^{cJ}	6.33±0.00 ^{fK}	5.37±0.04 ^{bK}	6.33±0.01 ^{hK}
11	8.08±0.02 ^{hL}	5.36±0.03 ^{aL}	6.22±0.00 ^{fL}	6.04±0.00 ^{eL}	5.91±0.03 ^{dJ}	5.62±0.01 ^{cK}	6.37±0.00 ^{gK}	5.58±0.01 ^{bL}	6.34±0.00 ^{hK}
12	8.62±0.00 ^{gM}	5.51±0.04 ^{aM}	6.49±0.00 ^{dM}	6.28±0.01 ^{cM}	6.30±0.04 ^{cK}	5.88±0.00 ^{bL}	6.71±0.08 ^{eL}	5.86±0.00 ^{bM}	7.14±0.01 ^{fL}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). P: Palmolein yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.18. Paçal-1 yağı örneklerinde ortalama konjuge dien değerleri

Sayı/Örnek	pac1	pac1+bht	pac1+1000u	pac1+1500u	pac1+1000k	pac1+1500k	pac1+1000pr	pac1+1500pr	T
Kontrol	4.47±0.02 ^{IA}	3.28±0.00 ^{IA}	2.97±0.01 ^{BA}	2.78±0.00 ^{BA}	3.16±0.04 ^{DA}	3.21±0.00 ^{EA}	3.01±0.01 ^{CA}	3.40±0.00 ^{EA}	3.95±0.01 ^{HA}
1	4.87±0.00 ^{IB}	3.34±0.00 ^{CB}	3.18±0.01 ^{AB}	3.46±0.00 ^{EB}	3.50±0.00 ^{FB}	3.44±0.00 ^{DB}	3.23±0.00 ^{BB}	3.69±0.00 ^{EB}	4.16±0.01 ^{HB}
2	5.53±0.03 ^{BC}	3.72±0.03 ^{CC}	3.50±0.00 ^{AC}	3.65±0.00 ^{BC}	3.94±0.00 ^{DC}	3.94±0.00 ^{DC}	3.66±0.00 ^{BC}	4.30±0.02 ^{CC}	4.42±0.00 ^{IC}
3	6.20±0.01 ^{BD}	4.25±0.01 ^{ED}	3.96±0.00 ^{BD}	4.10±0.00 ^{CD}	4.17±0.01 ^{DD}	4.11±0.01 ^{CD}	3.89±0.00 ^{AD}	4.34±0.00 ^{DD}	4.57±0.00 ^{ED}
4	6.25±0.01 ^{BD}	4.57±0.03 ^{EE}	4.25±0.01 ^{CE}	4.22±0.00 ^{BE}	4.40±0.01 ^{DE}	4.26±0.01 ^{CE}	4.04±0.01 ^{AE}	4.44±0.00 ^{EE}	4.74±0.01 ^{FE}
5	7.27±0.08 ^{BE}	4.72±0.01 ^{CF}	4.49±0.00 ^{AF}	4.57±0.01 ^{BF}	4.53±0.00 ^{BF}	4.93±0.02 ^{DF}	5.00±0.00 ^{EF}	4.90±0.01 ^{DF}	4.91±0.00 ^{DF}
6	7.43±0.01 ^{BF}	4.77±0.01 ^{CG}	4.58±0.01 ^{AG}	4.71±0.00 ^{BG}	5.22±0.01 ^{FG}	4.99±0.01 ^{DG}	5.42±0.01 ^{EG}	5.01±0.00 ^{DG}	5.17±0.02 ^{EG}
7	7.75±0.02 ^{CG}	4.93±0.00 ^{BH}	4.88±0.01 ^{AH}	5.10±0.03 ^{CH}	5.36±0.00 ^{EH}	5.51±0.00 ^{GH}	5.44±0.01 ^{FH}	5.16±0.00 ^{DH}	5.75±0.00 ^{HH}
8	8.15±0.01 ^{HH}	5.16±0.00 ^{AI}	5.28±0.02 ^{CI}	5.21±0.00 ^{BI}	5.76±0.01 ^{FI}	5.56±0.00 ^{EI}	5.90±0.02 ^{HI}	5.39±0.01 ^{DI}	5.83±0.00 ^{GI}
9	8.19±0.01 ^{HH}	5.63±0.00 ^{CJ}	5.57±0.02 ^{BJ}	5.37±0.00 ^{AJ}	5.87±0.00 ^{EJ}	5.84±0.00 ^{DJ}	5.93±0.00 ^{FJ}	5.58±0.00 ^{BJ}	6.23±0.01 ^{GJ}
10	8.29±0.02 ^{HI}	5.85±0.01 ^{CK}	5.86±0.03 ^{CK}	5.54±0.01 ^{AK}	6.09±0.01 ^{EK}	6.02±0.01 ^{DK}	6.18±0.00 ^{FK}	5.64±0.00 ^{BK}	6.33±0.01 ^{GK}
11	8.50±0.02 ^{HJ}	5.96±0.00 ^{BL}	6.15±0.03 ^{DL}	5.74±0.00 ^{AL}	6.43±0.00 ^{GL}	6.14±0.01 ^{DL}	6.31±0.00 ^{EL}	5.99±0.00 ^{CL}	6.34±0.00 ^{FK}
12	9.12±0.00 ^{IK}	6.09±0.01 ^{AM}	7.06±0.01 ^{IM}	6.47±0.00 ^{DM}	6.56±0.00 ^{EM}	6.29±0.00 ^{CM}	7.23±0.01 ^{HM}	6.26±0.01 ^{BM}	7.14±0.01 ^{GL}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). Pac1: Paçal-1 yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.19. Paçal-2 yağı örneklerinde ortalama konjuge dien değerleri

Sayı/Örnek	pac2	pac2+bht	pac2+1000u	pac2+1500u	pac2+1000k	pac2+1500k	pac2+1000pr	pac2+1500pr	T
Kontrol	3.17±0.01 ^{DA}	3.00±0.00 ^{BA}	3.09±0.02 ^{CA}	3.40±0.01 ^{IA}	3.32±0.00 ^{EA}	2.99±0.00 ^{BA}	2.74±0.01 ^{AA}	3.16±0.00 ^{DA}	3.95±0.01 ^{EA}
1	3.38±0.00 ^{CB}	3.57±0.00 ^{DB}	3.55±0.01 ^{AB}	3.62±0.00 ^{EB}	3.70±0.01 ^{FB}	3.04±0.01 ^{AB}	3.37±0.01 ^{BCB}	3.35±0.02 ^{BB}	4.16±0.01 ^{EB}
2	3.47±0.01 ^{BC}	3.60±0.01 ^{CC}	3.83±0.01 ^{GC}	3.68±0.00 ^{EC}	3.74±0.01 ^{FC}	3.65±0.00 ^{DC}	3.42±0.03 ^{AC}	3.62±0.00 ^{CC}	4.42±0.00 ^{IC}
3	4.28±0.02 ^{BD}	3.74±0.00 ^{BD}	4.41±0.00 ^{HD}	3.95±0.01 ^{ED}	4.21±0.01 ^{FD}	3.82±0.00 ^{CD}	3.52±0.01 ^{AD}	3.85±0.02 ^{DD}	4.57±0.00 ^{ID}
4	4.56±0.00 ^{BE}	4.28±0.02 ^{DE}	4.42±0.02 ^{FD}	4.37±0.02 ^{EE}	4.38±0.00 ^{EE}	4.03±0.01 ^{BE}	3.88±0.00 ^{AE}	4.16±0.03 ^{CE}	4.74±0.01 ^{IE}
5	4.64±0.02 ^{BF}	4.33±0.00 ^{BF}	4.85±0.01 ^{HE}	4.71±0.01 ^{FE}	4.39±0.00 ^{EE}	4.06±0.01 ^{AF}	4.74±0.00 ^{EF}	4.45±0.00 ^{DF}	4.91±0.00 ^{IF}
6	4.84±0.01 ^{CG}	4.43±0.01 ^{BG}	4.90±0.04 ^{FE}	4.74±0.01 ^{DF}	4.76±0.02 ^{DF}	4.31±0.00 ^{AG}	4.82±0.00 ^{CG}	4.56±0.02 ^{CG}	5.17±0.02 ^{EG}
7	5.46±0.00 ^{BH}	4.82±0.01 ^{CH}	5.15±0.01 ^{EG}	4.97±0.00 ^{DG}	4.82±0.01 ^{CG}	4.61±0.00 ^{AH}	5.18±0.03 ^{HI}	4.79±0.00 ^{BH}	5.75±0.00 ^{HH}
8	5.53±0.01 ^{GI}	4.88±0.01 ^{BI}	5.30±0.01 ^{FI}	5.01±0.01 ^{DH}	4.96±0.03 ^{CH}	4.68±0.01 ^{AI}	5.22±0.01 ^{EI}	4.88±0.01 ^{BI}	5.83±0.00 ^{HI}
9	5.81±0.00 ^{GJ}	5.04±0.01 ^{BJ}	5.41±0.00 ^{FI}	5.22±0.00 ^{DI}	5.90±0.01 ^{HI}	4.72±0.00 ^{AI}	5.24±0.00 ^{EI}	5.10±0.00 ^{CJ}	6.23±0.01 ^{IJ}
10	6.23±0.02 ^{FK}	5.54±0.01 ^{CJ}	5.84±0.01 ^{DJ}	5.57±0.00 ^{CJ}	6.05±0.00 ^{EJ}	4.97±0.00 ^{AK}	5.58±0.01 ^{EJ}	5.24±0.04 ^{BK}	6.33±0.01 ^{GK}
11	6.40±0.07 ^{EL}	5.59±0.00 ^{CL}	6.24±0.00 ^{FK}	5.83±0.04 ^{DK}	6.17±0.02 ^{EK}	5.16±0.00 ^{AL}	5.80±0.00 ^{DK}	5.31±0.00 ^{BL}	6.34±0.00 ^{EK}
12	6.59±0.01 ^{BM}	5.70±0.00 ^{CM}	6.35±0.00 ^{GL}	5.99±0.00 ^{DL}	6.20±0.00 ^{FL}	5.35±0.00 ^{AM}	6.08±0.02 ^{EL}	5.59±0.00 ^{BM}	7.14±0.01 ^{IL}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). Pac2: Paçal-2 yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.21. Fındık yağı örneklerinde ortalama konjuge trien değerleri

Sayı/Örnek	F	F+bht	F+1000u	F+1500u	F+1000k	F+1500k	F+1000pr	F+1500pr	T
Kontrol	2.60±0.00 ^{IA}	2.92±0.00 ^{EA}	3.32±0.00 ^{HA}	2.95±0.03 ^{GA}	2.09±0.02 ^{DA}	1.70±0.02 ^{CA}	2.24±0.01 ^{EA}	1.64±0.01 ^{BA}	1.54±0.00 ^{AA}
1	3.49±0.00 ^{EB}	3.05±0.00 ^{DB}	3.56±0.00 ^{EB}	3.49±0.11 ^{EB}	2.54±0.01 ^{CB}	1.96±0.12 ^{BB}	2.47±0.01 ^{CB}	1.70±0.00 ^{AB}	1.65±0.01 ^{AB}
2	3.50±0.01 ^{FB}	3.15±0.00 ^{DC}	3.73±0.02 ^{GC}	3.38±0.10 ^{BC}	2.56±0.01 ^{CB}	2.05±0.01 ^{BC}	2.50±0.00 ^{CC}	1.99±0.00 ^{BC}	1.70±0.01 ^{AC}
3	4.15±0.08 ^{GC}	3.24±0.02 ^{DD}	3.80±0.05 ^{CD}	3.47±0.03 ^{BC}	2.75±0.08 ^{CC}	2.13±0.06 ^{BC}	2.67±0.01 ^{CD}	2.11±0.00 ^{BD}	1.87±0.00 ^{DD}
4	4.46±0.00 ^{HD}	3.35±0.02 ^{EE}	3.83±0.00 ^{CD}	3.59±0.02 ^{CD}	2.86±0.00 ^{DD}	2.40±0.13 ^{CD}	2.81±0.03 ^{DE}	2.25±0.01 ^{BE}	1.87±0.00 ^{AD}
5	4.54±0.00 ^{IE}	3.45±0.01 ^{FE}	3.86±0.00 ^{HD}	3.62±0.01 ^{ED}	2.90±0.02 ^{DD}	2.71±0.07 ^{CE}	3.11±0.00 ^{FE}	2.36±0.01 ^{BF}	1.93±0.00 ^{EE}
6	4.63±0.05 ^{HF}	3.69±0.07 ^{EG}	4.09±0.00 ^{GE}	3.83±0.00 ^{EE}	2.99±0.01 ^{EE}	3.06±0.05 ^{DF}	3.11±0.00 ^{DF}	2.37±0.01 ^{BF}	2.16±0.00 ^{FF}
7	4.70±0.03 ^{HF}	3.77±0.01 ^{EH}	4.35±0.02 ^{GF}	3.87±0.01 ^{EE}	3.04±0.00 ^{EE}	3.17±0.00 ^{DF}	3.16±0.02 ^{DG}	2.40±0.00 ^{BFG}	2.35±0.00 ^{GG}
8	4.83±0.03 ^{HG}	3.85±0.00 ^{EL}	4.35±0.00 ^{GF}	4.03±0.04 ^{FF}	3.21±0.02 ^{CF}	3.32±0.01 ^{DG}	3.19±0.00 ^{CH}	2.42±0.00 ^{AG}	2.51±0.00 ^{BH}
9	4.92±0.00 ^{GH}	4.07±0.00 ^{EJ}	4.59±0.00 ^{GG}	4.33±0.03 ^{DG}	4.33±0.03 ^{DG}	3.64±0.01 ^{CGH}	3.38±0.02 ^{CI}	2.89±0.00 ^{BH}	2.51±0.00 ^{AH}
10	5.03±0.01 ^{HI}	4.12±0.03 ^{EK}	4.66±0.00 ^{GG}	4.45±0.09 ^{HH}	4.01±0.09 ^{HH}	3.48±0.06 ^{CHI}	3.41±0.01 ^{CJ}	3.03±0.00 ^{BI}	2.51±0.00 ^{AH}
11	5.45±0.02 ^{IJ}	4.17±0.00 ^{EKL}	4.78±0.05 ^{HI}	4.69±0.00 ^{GI}	4.10±0.01 ^{EH}	3.61±0.01 ^{CI}	3.75±0.00 ^{DK}	3.10±0.00 ^{BJ}	2.70±0.01 ^{AI}
12	5.65±0.00 ^{IK}	4.18±0.01 ^{EL}	5.51±0.17 ^{II}	4.77±0.07 ^{LI}	4.19±0.02 ^{DI}	3.99±0.00 ^{CJ}	3.90±0.01 ^{CL}	3.28±0.06 ^{BK}	2.86±0.01 ^{AJ}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). F: Fındık yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.22. Palm olein yağı örneklerinde ortalama konjuge trien değerleri

Sayı/Örnek	P	P+bht	P+1000u	P+1500u	P+1000k	P+1500k	P+1000pr	P+1500pr	T
Kontrol	1.07±0.00 ^{BA}	0.84±0.00 ^{AA}	1.23±0.00 ^{DA}	1.47±0.01 ^{IA}	1.12±0.00 ^{CA}	1.33±0.00 ^{EA}	1.65±0.01 ^{HA}	1.32±0.00 ^{EA}	1.54±0.00 ^{EA}
1	1.18±0.02 ^{CB}	0.92±0.01 ^{AB}	1.41±0.00 ^{EB}	1.56±0.01 ^{IB}	1.15±0.00 ^{BA}	1.35±0.00 ^{DB}	1.72±0.02 ^{HB}	1.34±0.00 ^{DA}	1.65±0.01 ^{EB}
2	1.30±0.00 ^{CC}	0.95±0.00 ^{AB}	1.91±0.02 ^{IC}	1.72±0.01 ^{GC}	1.24±0.00 ^{BB}	1.38±0.00 ^{DC}	1.76±0.00 ^{HC}	1.43±0.01 ^{EB}	1.70±0.01 ^{IC}
3	1.53±0.00 ^{CD}	1.06±0.00 ^{AC}	2.12±0.01 ^{HD}	2.02±0.00 ^{GD}	1.25±0.00 ^{BB}	1.53±0.01 ^{CD}	1.96±0.00 ^{ID}	1.54±0.00 ^{DC}	1.87±0.00 ^{ED}
4	1.94±0.01 ^{EE}	1.14±0.00 ^{AD}	2.19±0.00 ^{GE}	2.23±0.00 ^{HE}	1.46±0.01 ^{BC}	1.54±0.00 ^{CD}	2.02±0.01 ^{IE}	1.54±0.00 ^{CC}	1.87±0.00 ^{DD}
5	2.10±0.00 ^{FF}	1.61±0.02 ^{BE}	2.45±0.01 ^{HF}	2.26±0.01 ^{GF}	1.55±0.00 ^{DD}	1.64±0.02 ^{ED}	2.04±0.00 ^{EE}	1.91±0.01 ^{DD}	1.93±0.00 ^{DE}
6	2.11±0.01 ^{EF}	1.82±0.01 ^{BF}	2.48±0.00 ^{IG}	2.27±0.01 ^{GF}	1.61±0.00 ^{EE}	2.03±0.01 ^{CF}	2.34±0.00 ^{HF}	2.05±0.00 ^{BF}	2.16±0.00 ^{FF}
7	2.22±0.00 ^{GG}	1.96±0.01 ^{AG}	2.64±0.01 ^{IH}	2.33±0.01 ^{DG}	1.94±0.00 ^{FF}	2.07±0.00 ^{GG}	2.44±0.01 ^{EG}	2.08±0.01 ^{BF}	2.35±0.00 ^{GG}
8	2.45±0.00 ^{EH}	1.99±0.03 ^{AG}	2.69±0.01 ^{IJJ}	2.42±0.00 ^{HH}	1.98±0.03 ^{AG}	2.09±0.00 ^{BH}	2.49±0.00 ^{IH}	2.13±0.00 ^{CH}	2.51±0.00 ^{HH}
9	2.50±0.00 ^{DI}	1.99±0.00 ^{AG}	2.69±0.02 ^{II}	2.51±0.00 ^{DI}	2.04±0.00 ^{BH}	2.26±0.00 ^{EJ}	2.56±0.00 ^{EI}	2.25±0.02 ^{CJ}	2.51±0.00 ^{HH}
10	2.51±0.00 ^{DI}	2.25±0.02 ^{BH}	2.68±0.00 ^{DI}	2.69±0.01 ^{DI}	2.10±0.00 ^{AI}	2.31±0.00 ^{EK}	2.86±0.00 ^{EJ}	2.11±0.01 ^{AG}	2.51±0.00 ^{HH}
11	2.87±0.03 ^{EJ}	2.37±0.04 ^{CI}	2.71±0.00 ^{DK}	2.70±0.01 ^{DJ}	2.14±0.00 ^{AJ}	2.19±0.00 ^{BI}	2.89±0.02 ^{EK}	2.17±0.02 ^{ABI}	2.70±0.01 ^{DI}
12	2.95±0.01 ^{FK}	2.42±0.01 ^{AJ}	2.84±0.01 ^{DL}	2.77±0.00 ^{CK}	2.58±0.03 ^{BK}	2.41±0.00 ^{AL}	2.90±0.00 ^{EK}	2.41±0.00 ^{CK}	2.86±0.01 ^{DJ}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). P:Palm olein yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.23. Paçal-1 yağı örneklerinde ortalama konjuge trien değerleri

Sayı/Örnek	pac1	pac1+bht	pac1+1000u	pac1+1500u	pac1+1000k	pac1+1500k	pac1+1000pr	pac1+1500pr	T
Kontrol	1.30±0.00 ^{IA}	1.31±0.00 ^{IA}	1.01±0.00 ^{CA}	0.88±0.00 ^{AA}	1.26±0.01 ^{EA}	1.21±0.00 ^{DA}	0.97±0.00 ^{BA}	1.46±0.00 ^{EA}	1.54±0.00 ^{HA}
1	2.36±0.00 ^{hB}	1.52±0.00 ^{EB}	1.07±0.00 ^{AB}	1.28±0.00 ^{CB}	1.52±0.01 ^{EB}	1.36±0.00 ^{DB}	1.21±0.02 ^{BB}	1.62±0.01 ^{BB}	1.65±0.01 ^{GB}
2	2.45±0.02 ^{EC}	1.57±0.00 ^{EC}	1.10±0.00 ^{AC}	1.41±0.04 ^{CC}	1.70±0.00 ^{EC}	1.59±0.00 ^{DC}	1.35±0.00 ^{BC}	1.83±0.00 ^{CC}	1.70±0.01 ^{CC}
3	2.71±0.06 ^{ED}	1.78±0.00 ^{ED}	1.50±0.01 ^{AD}	1.56±0.00 ^{BD}	1.74±0.00 ^{ED}	1.70±0.00 ^{DD}	1.48±0.00 ^{DD}	1.86±0.00 ^{DD}	1.87±0.00 ^{DD}
4	2.96±0.00 ^{HE}	1.83±0.00 ^{EE}	1.67±0.00 ^{CE}	1.61±0.01 ^{BE}	1.88±0.00 ^{EE}	1.80±0.00 ^{DE}	1.56±0.00 ^{EE}	1.87±0.00 ^{EE}	1.87±0.00 ^{ED}
5	2.96±0.00 ^{IE}	1.91±0.00 ^{EF}	1.74±0.01 ^{BF}	1.70±0.00 ^{AF}	1.98±0.00 ^{EF}	2.09±0.01 ^{EF}	2.17±0.01 ^{BF}	2.02±0.00 ^{BF}	1.93±0.00 ^{DE}
6	3.03±0.01 ^{GF}	2.15±0.01 ^{EG}	1.91±0.01 ^{BG}	1.85±0.01 ^{AG}	2.26±0.00 ^{GF}	2.14±0.00 ^{DG}	2.19±0.01 ^{EF}	2.11±0.00 ^{CG}	2.16±0.00 ^{DF}
7	3.18±0.00 ^{GG}	2.27±0.00 ^{EH}	1.99±0.01 ^{BH}	1.88±0.00 ^{AG}	2.39±0.00 ^{GH}	2.44±0.00 ^{HH}	2.26±0.00 ^{DG}	2.15±0.00 ^{EH}	2.35±0.00 ^{GG}
8	3.33±0.00 ^{HH}	2.27±0.00 ^{CH}	2.05±0.01 ^{BI}	1.96±0.01 ^{AH}	2.49±0.00 ^{GI}	2.48±0.00 ^{II}	2.29±0.00 ^{GH}	2.41±0.00 ^{EH}	2.51±0.00 ^{GH}
9	3.64±0.01 ^{II}	2.48±0.00 ^{EI}	2.05±0.02 ^{AI}	2.07±0.00 ^{AI}	2.56±0.00 ^{EJ}	2.51±0.00 ^{DK}	2.49±0.00 ^{EH}	2.42±0.00 ^{BI}	2.51±0.00 ^{HH}
10	3.87±0.00 ^{IJ}	2.43±0.03 ^{BJ}	2.18±0.00 ^{AJ}	2.19±0.00 ^{AJ}	2.58±0.01 ^{EK}	2.48±0.00 ^{CJ}	2.50±0.00 ^{EH}	2.49±0.00 ^{CJ}	2.51±0.00 ^{HH}
11	3.96±0.09 ^{IK}	2.60±0.00 ^{EK}	2.23±0.03 ^{AK}	2.21±0.00 ^{AJ}	2.63±0.00 ^{EL}	2.51±0.00 ^{BK}	2.72±0.00 ^{EI}	2.60±0.00 ^{EK}	2.70±0.01 ^{DI}
12	4.48±0.00 ^{IL}	2.77±0.01 ^{EL}	2.63±0.00 ^{AL}	2.57±0.00 ^{BK}	2.67±0.00 ^{EM}	2.74±0.00 ^{DL}	2.77±0.06 ^{DJ}	2.52±0.00 ^{EL}	2.86±0.01 ^{EJ}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). Pac1:Paçal-1 yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.24. Paçal-2 yağı örneklerinde ortalama konjuge trien değerleri

Sayı/Örnek	pac2	pac2+bht	pac2+1000u	pac2+1500u	pac2+1000k	pac2+1500k	pac2+1000pr	pac2+1500pr	T
Kontrol	1.11±0.00 ^{CA}	1.13±0.00 ^{DA}	1.35±0.00 ^{EA}	1.41±0.00 ^{HA}	1.27±0.00 ^{IA}	0.90±0.00 ^{BA}	1.14±0.00 ^{EA}	0.97±0.00 ^{BA}	1.54±0.00 ^{IA}
1	1.45±0.01 ^{DB}	1.46±0.00 ^{EB}	1.47±0.00 ^{EB}	1.46±0.00 ^{EB}	1.28±0.00 ^{CA}	1.02±0.01 ^{AB}	1.47±0.00 ^{BB}	1.20±0.01 ^{BB}	1.65±0.01 ^{GB}
2	1.65±0.00 ^{hC}	1.52±0.00 ^{EC}	1.55±0.01 ^{IC}	1.47±0.00 ^{DB}	1.30±0.00 ^{CA}	1.25±0.00 ^{AC}	1.57±0.00 ^{GC}	1.27±0.01 ^{BC}	1.70±0.01 ^{IC}
3	1.86±0.00 ^{hD}	1.55±0.00 ^{ED}	1.80±0.00 ^{ED}	1.59±0.00 ^{EC}	1.48±0.00 ^{EB}	1.40±0.00 ^{AD}	1.74±0.00 ^{DD}	1.41±0.01 ^{BD}	1.87±0.00 ^{ID}
4	1.95±0.01 ^{hE}	1.81±0.00 ^{EF}	1.87±0.00 ^{ED}	1.75±0.00 ^{DD}	1.49±0.00 ^{AB}	1.53±0.00 ^{BE}	1.78±0.00 ^{EE}	1.60±0.02 ^{EE}	1.87±0.00 ^{ED}
5	2.06±0.00 ^{IF}	1.90±0.00 ^{EG}	1.92±0.01 ^{EF}	1.83±0.00 ^{DE}	1.53±0.00 ^{BC}	1.57±0.01 ^{BEF}	2.10±0.04 ^{GG}	1.78±0.01 ^{EF}	1.93±0.00 ^{EE}
6	2.13±0.00 ^{EG}	1.69±0.04 ^{BE}	2.11±0.03 ^{EG}	1.91±0.00 ^{DF}	1.69±0.00 ^{BD}	1.59±0.01 ^{AF}	2.18±0.00 ^{GH}	1.80±0.01 ^{CF}	2.16±0.00 ^{EG}
7	2.13±0.00 ^{EG}	2.06±0.00 ^{EH}	2.22±0.00 ^{FH}	1.99±0.00 ^{CG}	1.85±0.01 ^{BE}	1.79±0.07 ^{AG}	1.94±0.00 ^{CF}	1.82±0.01 ^{ABG}	2.35±0.00 ^{GG}
8	2.14±0.00 ^{EH}	2.04±0.00 ^{EH}	2.27±0.00 ^{GI}	2.04±0.00 ^{CH}	1.89±0.01 ^{BF}	1.82±0.01 ^{AGH}	2.19±0.00 ^{HH}	2.08±0.00 ^{DH}	2.51±0.00 ^{HH}
9	2.26±0.00 ^{EI}	2.16±0.00 ^{BI}	2.30±0.00 ^{DJ}	2.17±0.04 ^{BI}	2.58±0.00 ^{HH}	1.84±0.00 ^{HH}	2.24±0.00 ^{EI}	2.19±0.01 ^{BI}	2.51±0.00 ^{HH}
10	2.26±0.01 ^{EI}	2.28±0.00 ^{EJ}	2.30±0.00 ^{EJ}	2.31±0.01 ^{EJ}	2.36±0.00 ^{GG}	1.94±0.00 ^{AI}	2.30±0.00 ^{EJ}	2.20±0.00 ^{BI}	2.51±0.00 ^{HH}
11	2.33±0.00 ^{CDJ}	2.34±0.00 ^{EK}	2.73±0.00 ^{EK}	2.34±0.00 ^{DK}	2.61±0.02 ^{EH}	2.00±0.00 ^{AJ}	2.32±0.00 ^{EJ}	2.26±0.00 ^{BJ}	2.70±0.01 ^{II}
12	2.50±0.00 ^{CK}	2.43±0.00 ^{BL}	2.74±0.00 ^{EK}	2.43±0.00 ^{BL}	2.59±0.04 ^{DI}	2.13±0.00 ^{AK}	2.41±0.01 ^{BK}	2.39±0.01 ^{BK}	2.86±0.01 ^{II}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). Pac2:Paçal-2 yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

4.6. Renk Analizi Sonuçları

Renk analizi ile kullanılan bir yağın albenisi hakkında objektif ya da sübjektif olarak yorumlanabildiği bilinmektedir. Bundan dolayı kızartma boyunca bu parametrelerin kontrol edilmesi önem arz etmektedir. Yağda oluşan renk değişimlerinde; sıcaklığın etkisiyle melanoidin pigmentinin kahverengine dönüşmesi, çoklu doymamış yağ asitleri miktarı, kızartma yapılan gıdaların renk pigmentlerindeki kararmalar veya koyulaşmalar, konjuge yapıya dönüşmüş yağ asitleri, sıcaklık, kızartma sayısı, polimer maddelerin yağ içerisinde miktarının artması gibi faktörlerin etkili olduğu belirlenmiştir (Goburdhun ve ark., 2000; Pedreschi ve ark., 2006).

Çalışmada yapılan kızartma işlemi sonucunda yağlardaki renk değişimleri çizelge 4.25, 4.26, 4.27, 4.28, 4.29, 4.30, 4.31, 4.32, 4.33, 4.34, 4.35, 4.36'da detaylı olarak gösterilmiştir. Yapılan kızartma işleminin, kullanılan yağlardaki renk değerlerindeki değişimlere olan etkisini tespit etmek için sırasıyla L* parlaklık (0: siyah; 100: beyaz), a* kırmızı-yeşil (+a: kırmızı; -a: yeşil), b* sarı-mavi (+b: sarı; -b: mavi) değerleri kolorimetre cihazı ile belirlenmiştir. Bir yağda ölçülen kırmızılık, ortamda bulunan serbest yağ asitlerinin oksidasyonu ile bağlantılı olabilirken; sarılık, aldehit ve peroksitler ile; mavilik ise, yağda emülsiyeye haldeki parçacıkların neden olduğu bulanıklık ile bağlantılıdır (Stier, 2001).

Çizelge 4.25, 4.26, 4.27 ve 4.28'de L* değerlerine bakıldığında en yüksek değer kontrol örneklerinden paçal-1 yağında 44.86 olarak ölçülmüştür. Kontrol örneklerinden en düşük L*değeri ise 38.52 ile F+1500pr ilave edilen örnekte ölçülmüştür. Her bir yağ örneğinin kontrol ve 12. kızartmadan sonraki L* değerlerine bakıldığında değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak sadece antioksidan ilave edilmemiş paçal-2 yağında ve F+1000k örneklerde önemsiz çıkmıştır ($p>0.05$). Diğer örneklerde ise bu farkın önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Doğal ekstraktlar arasında en çok koyulaşma propolis ilave edilen yağlarda olduğu fark edilmiştir. Ayrıca kontrol örnekleri incelendiğinde genel olarak antioksidan ilave edilmemiş örneklerin L* değerlerinde, antioksidan ilavesi sonrasında bir düşüş olduğu görülmektedir. Önal ve Ergin (2002), yaptıkları çalışmada antioksidan ilavesinin yağlarda parlaklık değerinin azalmasında etkili olduğunu bildirmiştir. Nacaroğlu (2006), hazırladığı yüksek lisans tezi çalışmasında BHT ve *thymbra-spicata* ilave edilen kontrol örneklerindeki parlaklık

değerlerinin antioksidan madde ilave edilmeyen kontrol örneklerine nazaran daha düşük olduğunu tespit etmiştir. Tarmizi ve ark. (2013), yaptığı çalışmada palm olein yağını kullanarak kızartma işlemi yapmış ve L* değerinin düşerek yağın koyulaştığını, daha kırmızımsı bir renkte (a*) ve sarımsı (b*) renge dönüştüğünü belirlemiştir.

Çizelge 4.29, 4.30, 4.31 ve 4.32’de yağ örneklerindeki a* değerleri incelendiğinde en fazla artışın propolis ekstraktı katılan yağlarda olduğu ve bu örneklerin diğerlerine göre daha kırmızı olduğu görülmüştür. Kırmızı renk oluşumunun yağlarda arzu edilen bir görünüş olmadığı bilinmektedir (Krokida ve ark., 2001). Kontrol örneklerindeki değerler 12. kızartma sonrasında artış göstermiştir. P +1000u örneğinde kontrol ve 12. kızartma sonrasındaki a* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$), diğer örneklerde ise fark önemli çıkmıştır ($p<0.05$). Kızartma sayısının a* değerindeki değişimlere etkisinin önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

Çizelge 4.33, 4.34, 4.35 ve 4.36’ da ise örneklerin b* değerleri gösterilmiştir. Bu değerlerde de a* değerlerinde olduğu gibi 12. kızartma sonrasında kontrol değerlerine göre bir artış görülmüştür. En yüksek b* değeri 15.91 ile pac 2+ 1500pr örneğinde olurken (12.kızartma); en düşük değer ise 9.05 ile pac1 + 1500k örneğinde ölçülmüştür. Yine kızartma sayısının etkisiyle bu değerlerde artış olduğu görülmüştür. Maskan (2003); Nacaroğlu (2006), yaptıkları çalışmada benzer sonuçlar bulmuşlardır. a* değerinde olduğu gibi kızartma sayısının b* değerlerdeki değişimlerine etkisi istatistiksel olarak önemli çıkmıştır ($p<0.05$).

Çizelge 4.25. Fındık yağı örneklerindeki L* değerleri

Sayı/Örnek	F	F+bht	F+1000u	F+1500u	F+1000k	F+1500k	F+1000pr	F+1500pr	T
Kontrol	44.23±0.01 ^{gA}	43.95±0.01 ^{IK}	43.18±0.05 ^{EH}	42.52±0.04 ^{CK}	42.46±0.01 ^{CB}	44.30±0.00 ^{HM}	41.61±0.06 ^{BK}	38.52±0.03 ^{AK}	42.90±0.01 ^{DK}
1	41.71±0.04 ^{ej}	43.68±0.01 ^{hi}	41.07±0.01 ^{dEF}	40.76±0.01 ^{cC}	43.40±0.01 ^{gE}	43.81±0.01 ^{ij}	38.99±0.01 ^{bEF}	37.72±0.01 ^{aj}	41.75±0.00 ^{IB}
2	43.67±0.01 ^{gH}	43.75±0.01 ^{hj}	40.91±0.01 ^{cD}	41.49±0.01 ^{dF}	43.35±0.01 ^{fE}	43.88±0.04 ^{IK}	38.89±0.00 ^{BD}	36.66±0.01 ^{aE}	43.18±0.00 ^{EL}
3	43.82±0.00 ^{gI}	43.40±0.02 ^{fG}	41.05±0.01 ^{cEF}	41.28±0.01 ^{dD}	43.41±0.01 ^{fE}	43.97±0.01 ^{hL}	38.76±0.01 ^{BC}	36.62±0.02 ^{dD}	43.36±0.01 ^{EM}
4	43.73±0.00 ^{gH}	43.60±0.01 ^{gH}	41.09±0.01 ^{cF}	41.31±0.01 ^{dD}	43.40±0.00 ^{fE}	43.71±0.00 ^{hI}	38.37±0.01 ^{bB}	36.35±0.00 ^{aC}	42.16±0.01 ^{EG}
5	42.68±0.03 ^{hD}	41.18±0.03 ^{eA}	41.05±0.01 ^{dE}	39.47±0.00 ^{cA}	41.80±0.01 ^{fA}	41.16±0.01 ^{eA}	37.69±0.01 ^{bA}	35.87±0.01 ^{aA}	41.84±0.00 ^{GC}
6	43.19±0.01 ^{gF}	43.42±0.01 ^{hG}	40.92±0.02 ^{cD}	41.39±0.01 ^{dE}	42.84±0.02 ^{fC}	43.67±0.01 ^{hH}	38.87±0.00 ^{BD}	36.25±0.01 ^{aB}	42.54±0.01 ^{EH}
7	43.33±0.01 ^{gG}	43.58±0.01 ^{hH}	40.85±0.01 ^{cC}	41.95±0.01 ^{dI}	43.01±0.00 ^{dD}	43.62±0.01 ^{IG}	38.96±0.01 ^{bE}	36.68±0.00 ^{aF}	42.82±0.00 ^{ej}
8	43.22±0.01 ^{gF}	43.38±0.01 ^{hF}	40.85±0.01 ^{cC}	42.06±0.01 ^{dJ}	42.91±0.01 ^{fC}	43.52±0.01 ^{fF}	39.33±0.01 ^{bG}	36.86±0.00 ^{aF}	42.63±0.00 ^{el}
9	42.24±0.04 ^{gB}	41.99±0.01 ^{IB}	38.74±0.00 ^{bA}	40.29±0.01 ^{dB}	42.84±0.03 ^{hC}	43.33±0.03 ^{dD}	39.03±0.01 ^{cF}	36.36±0.01 ^{aC}	41.61±0.01 ^{eA}
10	42.50±0.01 ^{fC}	43.15±0.01 ^{gD}	40.69±0.01 ^{cB}	41.79±0.01 ^{dG}	42.50±0.04 ^{fB}	43.39±0.01 ^{hE}	39.43±0.03 ^{bH}	36.98±0.00 ^{aG}	42.12±0.00 ^{ef}
11	42.68±0.08 ^{gD}	43.18±0.03 ^{hE}	41.15±0.01 ^{cG}	41.94±0.01 ^{dI}	42.53±0.12 ^{IB}	43.26±0.01 ^{hC}	39.87±0.00 ^{bI}	37.41±0.01 ^{aH}	42.09±0.00 ^{eE}
12	42.89±0.02 ^{gE}	42.49±0.00 ^{fC}	40.92±0.01 ^{cD}	41.88±0.01 ^{dH}	42.50±0.00 ^{fB}	43.12±0.01 ^{hB}	39.93±0.04 ^{bJ}	37.52±0.01 ^{aI}	42.01±0.00 ^{ed}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortaklama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütünde üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). F: Fındık yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.26. Palm olein yağı örneklerindeki L* değerleri

Sayı/Örnek	P	P+bht	P+1000u	P+1500u	P+1000k	P+1500k	P+1000pr	P+1500pr	T
Kontrol	41.82±0.01 ^{dA}	44.85±0.03 ^{hI}	44.02±0.03 ^{gI}	44.04±0.06 ^{gI}	42.43±0.04 ^{eA}	41.73±0.06 ^{cA}	39.44±0.00 ^{aA}	41.43±0.01 ^{bM}	42.90±0.01 ^{IK}
1	43.35±0.01 ^{eB}	44.81±0.11 ^{gHH}	43.31±0.02 ^{eC}	41.92±0.01 ^{dB}	43.98±0.03 ^{fH}	43.91±0.00 ^{fE}	40.71±0.02 ^{bH}	38.26±0.02 ^{aL}	41.75±0.00 ^{CB}
2	44.53±0.01 ^{fJ}	44.85±0.01 ^{gHI}	43.44±0.01 ^{eDE}	41.98±0.00 ^{cC}	44.20±0.01 ^{dJ}	44.23±0.03 ^{eH}	40.23±0.02 ^{bD}	37.10±0.01 ^{aH}	43.18±0.00 ^{DL}
3	44.58±0.01 ^{hK}	44.77±0.01 ^{gHI}	43.41±0.01 ^{eD}	42.14±0.01 ^{cE}	44.04±0.01 ^{fI}	44.24±0.01 ^{gH}	39.94±0.01 ^{bB}	36.62±0.01 ^{aF}	43.36±0.01 ^{dM}
4	44.47±0.01 ^{hI}	44.74±0.01 ^{fG}	43.51±0.01 ^{eF}	42.24±0.01 ^{dF}	44.05±0.00 ^{fI}	44.12±0.01 ^{gG}	40.10±0.01 ^{bC}	36.29±0.00 ^{aB}	42.16±0.01 ^{cG}
5	44.03±0.01 ^{hD}	43.78±0.02 ^{gA}	43.12±0.02 ^{eB}	41.71±0.01 ^{cA}	43.66±0.02 ^{fD}	43.15±0.02 ^{eB}	39.43±0.01 ^{bA}	36.43±0.00 ^{aD}	41.84±0.00 ^{dC}
6	44.09±0.03 ^{gE}	44.66±0.04 ^{hF}	43.45±0.01 ^{eDE}	42.45±0.01 ^{cH}	43.71±0.01 ^{fEF}	43.75±0.04 ^{fD}	40.37±0.01 ^{bE}	36.32±0.01 ^{aC}	42.54±0.01 ^{dH}
7	44.21±0.02 ^{hF}	44.58±0.01 ^{fE}	43.48±0.02 ^{eEF}	42.56±0.01 ^{cI}	43.62±0.01 ^{fC}	43.79±0.01 ^{gD}	40.61±0.01 ^{bF}	36.53±0.01 ^{aE}	42.82±0.00 ^{dJ}
8	44.31±0.00 ^{hH}	44.32±0.01 ^{hC}	43.49±0.01 ^{eF}	42.39±0.01 ^{cG}	43.82±0.01 ^{fG}	43.95±0.01 ^{gE}	41.01±0.01 ^{bI}	36.75±0.01 ^{aG}	42.63±0.00 ^{dI}
9	43.78±0.02 ^{hC}	44.09±0.03 ^{hB}	42.86±0.04 ^{eA}	42.07±0.01 ^{dD}	43.29±0.02 ^{fB}	43.55±0.01 ^{gC}	40.66±0.01 ^{bG}	36.16±0.01 ^{aA}	41.61±0.01 ^{eA}
10	44.07±0.02 ^{hE}	44.37±0.01 ^{fC}	43.60±0.01 ^{eG}	42.56±0.01 ^{dI}	43.67±0.01 ^{fDE}	43.90±0.01 ^{gE}	41.51±0.01 ^{bJ}	37.15±0.00 ^{aI}	42.12±0.00 ^{ef}
11	44.27±0.01 ^{hG}	44.52±0.02 ^{dE}	43.84±0.01 ^{fH}	42.72±0.00 ^{dJ}	43.74±0.01 ^{ef}	44.10±0.01 ^{gG}	41.52±0.01 ^{bJ}	37.59±0.01 ^{aJ}	42.09±0.00 ^{eE}
12	44.30±0.00 ^{hH}	44.46±0.03 ^{dD}	43.85±0.01 ^{fH}	42.87±0.01 ^{dK}	43.70±0.01 ^{eE}	44.05±0.01 ^{gF}	41.61±0.01 ^{bK}	38.05±0.00 ^{aK}	42.01±0.00 ^{ed}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortaklama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütünde üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). P: Palm olein yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.27. Paçal-1 yağı örneklerindeki L* değerleri

Sayı/Örnek	pac1	pac1+bht	pac1+1000u	pac1+1500u	pac1+1000k	pac1+1500k	pac1+1000pr	pac1+1500pr	T
Kontrol	44.86±0.00 ^{il}	43.36±0.06 ^{EA}	42.41±0.03 ^{Ek}	42.09±0.06 ^{dj}	41.62±0.06 ^{CA}	43.97±0.07 ^{HB}	41.46±0.04 ^{BL}	38.62±0.05 ^{AM}	42.90±0.01 ^{IK}
1	44.34±0.01 ^{EF}	44.37±0.09 ^{EF}	41.68±0.01 ^{dH}	39.59±0.01 ^{CG}	43.41±0.01 ^{Id}	44.32±0.01 ^{EFG}	38.64±0.00 ^{bH}	36.88±0.01 ^{aL}	41.75±0.00 ^{EB}
2	44.57±0.02 ^{HH}	44.73±0.01 ^{IG}	41.27±0.01 ^{dC}	39.41±0.01 ^{CE}	44.17±0.01 ^{Il}	44.22±0.01 ^{EE}	37.75±0.01 ^{BE}	35.50±0.01 ^{aI}	43.18±0.00 ^{EL}
3	44.37±0.01 ^{IF}	44.71±0.01 ^{hG}	41.54±0.01 ^{dG}	39.50±0.01 ^{CF}	44.37±0.01 ^{Il}	44.42±0.01 ^{GH}	37.57±0.01 ^{BD}	34.81±0.00 ^{aF}	43.36±0.01 ^{EM}
4	44.41±0.01 ^{hG}	44.34±0.01 ^{GF}	41.41±0.01 ^{dD}	39.37±0.01 ^{EE}	44.10±0.01 ^{HH}	44.35±0.01 ^{EG}	37.22±0.01 ^{BB}	34.91±0.01 ^{aH}	42.16±0.01 ^{EG}
5	43.40±0.01 ^{EB}	43.61±0.02 ^{HB}	40.57±0.02 ^{dA}	38.69±0.00 ^{CA}	42.99±0.00 ^{BB}	44.01±0.01 ^{IB}	36.67±0.02 ^{BA}	33.39±0.00 ^{aA}	41.84±0.00 ^{EC}
6	44.26±0.01 ^{HE}	44.19±0.04 ^{GE}	41.45±0.01 ^{DE}	39.05±0.01 ^{CC}	44.02±0.01 ^{IG}	44.16±0.01 ^{ED}	37.44±0.00 ^{BC}	33.93±0.01 ^{aC}	42.54±0.01 ^{EH}
7	44.20±0.01 ^{ED}	44.34±0.01 ^{IF}	41.51±0.01 ^{DF}	39.28±0.02 ^{DD}	44.13±0.02 ^{HH}	44.27±0.01 ^{HF}	37.77±0.01 ^{BE}	34.21±0.01 ^{aD}	42.82±0.00 ^{EJ}
8	44.25±0.01 ^{IE}	44.22±0.02 ^{HE}	41.50±0.01 ^{DF}	39.63±0.02 ^{CG}	44.13±0.01 ^{HH}	44.18±0.01 ^{BE}	37.92±0.01 ^{BF}	34.64±0.01 ^{aE}	42.63±0.00 ^{EL}
9	42.70±0.04 ^{IA}	43.37±0.02 ^{HA}	40.87±0.01 ^{DB}	38.90±0.02 ^{BB}	43.15±0.00 ^{CC}	43.44±0.01 ^{IA}	38.35±0.01 ^{BG}	33.88±0.01 ^{aB}	41.61±0.01 ^{EA}
10	43.97±0.02 ^{HC}	43.82±0.02 ^{GC}	41.46±0.01 ^{DE}	39.84±0.01 ^{CH}	43.74±0.02 ^{IE}	43.98±0.02 ^{HB}	39.46±0.02 ^{BK}	34.87±0.01 ^{aG}	42.12±0.00 ^{EF}
11	43.99±0.03 ^{HC}	43.80±0.04 ^{IC}	41.77±0.00 ^{dI}	40.15±0.01 ^{CI}	43.90±0.01 ^{EF}	44.15±0.02 ^{Id}	39.17±0.01 ^{Bl}	35.59±0.01 ^{aJ}	42.09±0.00 ^{EE}
12	43.98±0.03 ^{EC}	43.93±0.02 ^{Id}	41.90±0.01 ^{dJ}	40.19±0.02 ^{CI}	44.05±0.01 ^{hG}	44.08±0.02 ^{IC}	39.36±0.01 ^{Bl}	35.83±0.01 ^{aK}	42.01±0.00 ^{ED}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortaklama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütünde üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). Pac1: Paçal-1 yağı; T: Ticari kıztartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.28. Paçal-2 yağı örneklerindeki L* değerleri

Sayı/Örnek	pac2	pac2+bht	pac2+1000u	pac2+1500u	pac2+1000k	pac2+1500k	pac2+1000pr	pac2+1500pr	T
Kontrol	44.42±0.06 ^{BD}	44.27±0.04 ^{IF}	43.18±0.04 ^{dJ}	43.81±0.06 ^{EL}	43.93±0.06 ^{CC}	42.83±0.04 ^{CA}	41.31±0.08 ^{AL}	42.70±0.08 ^{BL}	42.90±0.01 ^{CK}
1	44.42±0.04 ^{BD}	44.25±0.02 ^{IF}	42.45±0.00 ^{ED}	41.94±0.01 ^{DB}	44.94±0.01 ^{IJ}	44.72±0.01 ^{HI}	40.01±0.00 ^{aI}	40.59±0.01 ^{bK}	41.75±0.00 ^{EB}
2	44.63±0.01 ^{GF}	44.40±0.01 ^{HH}	42.42±0.01 ^{dC}	42.03±0.00 ^{CC}	44.74±0.01 ^{HH}	44.42±0.03 ^{HH}	39.70±0.00 ^{BG}	39.59±0.01 ^{aI}	43.18±0.00 ^{EL}
3	44.71±0.02 ^{hG}	44.38±0.01 ^{GH}	42.49±0.01 ^{DE}	42.09±0.01 ^{DD}	44.87±0.01 ^{Il}	43.78±0.02 ^{IC}	39.37±0.00 ^{BF}	38.84±0.00 ^{aG}	43.36±0.01 ^{EM}
4	44.60±0.01 ^{hF}	44.38±0.02 ^{GH}	42.59±0.01 ^{EF}	42.26±0.01 ^{DF}	44.85±0.00 ^{Il}	44.22±0.01 ^{IG}	38.80±0.00 ^{BD}	38.25±0.00 ^{DD}	42.16±0.01 ^{CG}
5	44.04±0.01 ^{IB}	43.47±0.03 ^{FB}	42.00±0.01 ^{EA}	41.04±0.00 ^{CA}	43.61±0.01 ^{HA}	43.55±0.04 ^{EB}	38.22±0.01 ^{BA}	37.52±0.02 ^{aA}	41.84±0.00 ^{DC}
6	44.45±0.01 ^{hDE}	44.06±0.02 ^{GD}	42.73±0.01 ^{EG}	42.19±0.02 ^{EE}	44.57±0.01 ^{IE}	44.02±0.01 ^{IEF}	38.34±0.01 ^{BB}	38.12±0.01 ^{aC}	42.54±0.01 ^{DH}
7	44.47±0.02 ^{hDE}	44.34±0.01 ^{EG}	42.98±0.01 ^{eI}	42.47±0.01 ^{CG}	44.59±0.01 ^{IE}	44.04±0.01 ^{IF}	38.91±0.00 ^{BE}	38.22±0.01 ^{aD}	42.82±0.00 ^{dJ}
8	44.61±0.01 ^{hF}	44.12±0.01 ^{IE}	43.08±0.01 ^{EH}	42.61±0.01 ^{EH}	44.70±0.02 ^{iGH}	44.19±0.01 ^{EG}	38.60±0.00 ^{BC}	38.35±0.01 ^{aE}	42.63±0.00 ^{dI}
9	43.50±0.01 ^{EA}	43.33±0.01 ^{IA}	42.34±0.01 ^{DB}	42.47±0.01 ^{EG}	42.47±0.01 ^{IB}	43.57±0.02 ^{HB}	38.79±0.03 ^{BD}	37.90±0.03 ^{aB}	41.61±0.01 ^{EA}
10	44.28±0.03 ^{hC}	43.45±0.05 ^{FB}	43.19±0.01 ^{EJ}	42.85±0.01 ^{dI}	44.48±0.01 ^{Id}	43.86±0.04 ^{ED}	39.76±0.01 ^{bH}	38.74±0.01 ^{aF}	42.12±0.00 ^{EF}
11	44.50±0.01 ^{GE}	44.00±0.01 ^{IC}	43.33±0.01 ^{Ek}	42.96±0.01 ^{dJ}	44.64±0.01 ^{hF}	43.98±0.01 ^{IE}	40.20±0.00 ^{Bl}	39.43±0.01 ^{aH}	42.09±0.00 ^{EE}
12	44.43±0.02 ^{hD}	44.06±0.01 ^{ED}	43.32±0.01 ^{Ek}	43.12±0.01 ^{dK}	44.66±0.01 ^{iFG}	44.02±0.01 ^{IEF}	40.48±0.00 ^{bK}	39.71±0.01 ^{aJ}	42.01±0.00 ^{ED}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortaklama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütünde üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). Pac2: Paçal-2 yağı; T: Ticari kıztartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.29. Fındık yağı örneklerindeki a* değerleri

Sayı/Örnek	F	F+bht	F+1000u	F+1500u	F+1000k	F+1500k	F+1000pr	F+1500pr	T
Kontrol	-2.73±0.00 ^{eE}	-2.72±0.00 ^{cD}	-2.79±0.01 ^{bA}	-2.57±0.01 ^{dA}	-2.53±0.00 ^{eD}	-2.52±0.00 ^{eF}	-2.45±0.01 ^{fA}	-1.52±0.01 ^{gA}	-3.41±0.00 ^{ac}
1	-2.39±0.01 ^{eI}	-2.70±0.00 ^{bDE}	-1.17±0.01 ^{gI}	-1.20±0.01 ^{fJ}	-2.43±0.01 ^{dH}	-2.47±0.00 ^{cG}	0.37±0.01 ^{hE}	0.72±0.01 ^{iB}	-3.09±0.01 ^{aE}
2	-2.84±0.01 ^{bB}	-2.75±0.01 ^{cC}	-1.34±0.00 ^{gH}	-1.53±0.00 ^{fG}	-2.46±0.00 ^{eFG}	-2.52±0.01 ^{dF}	0.68±0.01 ^{hH}	2.28±0.01 ^{iD}	-3.51±0.01 ^{aA}
3	-2.85±0.00 ^{bA}	-2.72±0.00 ^{cD}	-1.48±0.01 ^{gG}	-1.50±0.01 ^{hH}	-2.53±0.00 ^{eD}	-2.62±0.00 ^{dE}	0.98±0.00 ^{hJ}	2.68±0.00 ^{gG}	-3.47±0.00 ^{aB}
4	-2.86±0.01 ^{bA}	-2.72±0.01 ^{cD}	-1.54±0.01 ^{fF}	-1.54±0.00 ^{fG}	-2.56±0.00 ^{eC}	-2.62±0.01 ^{dE}	1.20±0.00 ^{gK}	3.16±0.01 ^{hJ}	-3.19±0.00 ^{ad}
5	-2.57±0.01 ^{bG}	-2.31±0.01 ^{cH}	-1.70±0.00 ^{eE}	-1.12±0.00 ^{gK}	-2.28±0.01 ^{dJ}	-2.21±0.01 ^{eH}	1.51±0.00 ^{hL}	3.50±0.01 ^{iL}	-2.87±0.01 ^{aH}
6	-2.78±0.01 ^{bC}	-2.72±0.01 ^{cD}	-1.76±0.00 ^{dD}	-1.60±0.00 ^{fF}	-2.62±0.02 ^{dB}	-2.72±0.01 ^{cD}	0.79±0.00 ^{gI}	3.34±0.01 ^{hK}	-3.06±0.00 ^{aF}
7	-2.83±0.00 ^{bB}	-2.82±0.01 ^{bcA}	-1.77±0.04 ^{ad}	-1.80±0.00 ^{eE}	-2.65±0.01 ^{dA}	-2.79±0.00 ^{cC}	0.68±0.02 ^{fH}	3.10±0.01 ^{gI}	-3.07±0.01 ^{aEF}
8	-2.76±0.00 ^{dD}	-2.80±0.01 ^{cB}	-1.79±0.01 ^{gD}	-1.92±0.01 ^{bB}	-2.63±0.00 ^{eAB}	-2.84±0.01 ^{bB}	0.47±0.00 ^{hF}	3.15±0.01 ^{jJ}	-3.03±0.01 ^{aG}
9	-2.54±0.01 ^{bH}	-2.40±0.01 ^{eI}	-1.05±0.01 ^{fJ}	-1.42±0.00 ^{eI}	-2.34±0.00 ^{dI}	-2.79±0.01 ^{aC}	0.50±0.00 ^{gG}	2.88±0.01 ^{hH}	-2.53±0.01 ^{bK}
10	-2.56±0.00 ^{dG}	-2.68±0.01 ^{cE}	-1.72±0.01 ^{gE}	-1.80±0.01 ^{fE}	-2.44±0.02 ^{eGH}	-2.88±0.01 ^{aA}	0.13±0.00 ^{hD}	2.64±0.01 ^{fF}	-2.71±0.01 ^{bI}
11	-2.60±0.01 ^{cF}	-2.65±0.00 ^{bF}	-1.93±0.00 ^{gB}	-1.87±0.01 ^{fC}	-2.48±0.01 ^{dEF}	-2.83±0.01 ^{aB}	-0.17±0.01 ^{gC}	2.31±0.01 ^{hE}	-2.67±0.01 ^{bJ}
12	-2.53±0.00 ^{cH}	-2.52±0.01 ^{cG}	-1.87±0.00 ^{eC}	-1.85±0.02 ^{dD}	-2.49±0.01 ^{dE}	-2.83±0.00 ^{aB}	-0.32±0.01 ^{eB}	2.08±0.00 ^{hC}	-2.65±0.00 ^{bJ}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortaklama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütünde üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). F: Fındık yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.30. Palm olein yağı örneklerindeki a* değerleri

Sayı/Örnek	P	P+bht	P+1000u	P+1500u	P+1000k	P+1500k	P+1000pr	P+1500pr	T
Kontrol	-3.66±0.00 ^{aA}	-3.44±0.00 ^{cDE}	-3.39±0.00 ^{eA}	-3.47±0.01 ^{bA}	-3.21±0.00 ^{gDE}	-3.24±0.01 ^{fE}	-1.87±0.01 ^{iA}	-2.48±0.01 ^{hA}	-3.41±0.00 ^{dC}
1	-3.02±0.01 ^{eI}	-3.43±0.00 ^{aEFG}	-2.70±0.01 ^{fJ}	-2.02±0.01 ^{gI}	-3.18±0.01 ^{cG}	-3.25±0.00 ^{bE}	-0.98±0.01 ^{hF}	0.15±0.01 ^{iB}	-3.09±0.01 ^{dE}
2	-3.30±0.01 ^{cF}	-3.42±0.01 ^{bGHI}	-2.78±0.00 ^{fI}	-2.15±0.01 ^{gK}	-3.23±0.00 ^{dC}	-3.20±0.01 ^{cG}	-0.40±0.00 ^{hJ}	1.77±0.01 ^{iD}	-3.51±0.01 ^{aA}
3	-3.28±0.01 ^{cG}	-3.44±0.00 ^{bDE}	-2.84±0.00 ^{eH}	-2.22±0.00 ^{fI}	-3.24±0.01 ^{dC}	-3.24±0.01 ^{dE}	-0.19±0.01 ^{gK}	2.58±0.01 ^{hF}	-3.47±0.00 ^{aB}
4	-3.33±0.00 ^{bE}	-3.44±0.01 ^{aEF}	-2.88±0.01 ^{fG}	-2.28±0.01 ^{gH}	-3.28±0.00 ^{eB}	-3.22±0.01 ^{dF}	-0.16±0.00 ^{hL}	3.25±0.01 ^{iI}	-3.19±0.00 ^{eD}
5	-3.18±0.01 ^{cH}	-3.28±0.01 ^{aJ}	-2.88±0.00 ^{eG}	-2.18±0.00 ^{fJ}	-3.23±0.01 ^{bCD}	-3.15±0.00 ^{dH}	0.11±0.01 ^{gM}	3.46±0.01 ^{hL}	-2.87±0.01 ^{eH}
6	-3.31±0.01 ^{bF}	-3.41±0.02 ^{aI}	-3.01±0.02 ^{eE}	-2.48±0.00 ^{fG}	-3.20±0.01 ^{cEF}	-3.29±0.01 ^{bd}	-0.45±0.00 ^{gI}	3.38±0.01 ^{hK}	-3.06±0.00 ^{dF}
7	-3.27±0.01 ^{cG}	-3.46±0.00 ^{aD}	-3.05±0.03 ^{eD}	-2.53±0.01 ^{fE}	-3.19±0.01 ^{dFG}	-3.30±0.01 ^{bd}	-0.77±0.00 ^{gH}	3.25±0.01 ^{hI}	-3.07±0.01 ^{eF}
8	-3.28±0.01 ^{cG}	-3.41±0.00 ^{aHI}	-3.10±0.02 ^{cC}	-2.51±0.01 ^{gF}	-3.24±0.01 ^{dC}	-3.32±0.01 ^{bc}	-1.02±0.01 ^{hE}	2.92±0.01 ^{iH}	-3.03±0.01 ^{fG}
9	-3.28±0.01 ^{bG}	-3.42±0.01 ^{aGHI}	-2.93±0.00 ^{dF}	-2.47±0.00 ^{fG}	-3.23±0.01 ^{cCD}	-3.29±0.00 ^{bd}	-0.93±0.00 ^{gG}	3.28±0.01 ^{hJ}	-2.53±0.01 ^{eK}
10	-3.35±0.00 ^{bd}	-3.52±0.00 ^{aC}	-3.30±0.01 ^{cB}	-2.66±0.01 ^{fD}	-3.28±0.01 ^{dB}	-3.34±0.01 ^{bb}	-1.47±0.01 ^{gD}	2.71±0.00 ^{hG}	-2.71±0.01 ^{eI}
11	-3.39±0.01 ^{cB}	-3.54±0.01 ^{aB}	-3.31±0.01 ^{dB}	-2.80±0.00 ^{cC}	-3.32±0.01 ^{dA}	-3.52±0.01 ^{bA}	-1.60±0.00 ^{gC}	2.16±0.00 ^{hE}	-2.67±0.01 ^{fJ}
12	-3.44±0.01 ^{cB}	-3.57±0.01 ^{aA}	-3.37±0.02 ^{dA}	-2.96±0.01 ^{fB}	-3.32±0.01 ^{eA}	-3.51±0.01 ^{bA}	-1.84±0.00 ^{hB}	1.72±0.01 ^{iC}	-2.65±0.00 ^{eJ}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortaklama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütünde üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). P: Palm olein yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.31. Paçal-1 yağı örneklerindeki a* değerleri

Sayı/Örnek	pac1	pac1+bht	pac1+1000u	pac1+1500u	pac1+1000k	pac1+1500k	pac1+1000pr	pac1+1500pr	T
Kontrol	-3.11 ±0.00 ^{bj}	-3.06 ±0.01 ^{cf}	-2.88 ±0.01 ^{da}	-2.88 ±0.01 ^{da}	-2.67 ±0.00 ^{ejk}	-2.89 ±0.01 ^{dj}	-2.26 ±0.01 ^{fa}	-1.16 ±0.01 ^{ga}	-3.41 ±0.00 ^{ac}
1	-3.12 ±0.01 ^{bj}	-3.14 ±0.01 ^{ad}	-1.36 ±0.01 ^{fi}	-0.33 ±0.01 ^{ei}	-2.58 ±0.00 ^{el}	-2.83 ±0.00 ^{dl}	0.17 ±0.00 ^{hb}	0.77 ±0.01 ^{ib}	-3.09 ±0.01 ^{ce}
2	-3.23 ±0.00 ^{ch}	-3.29 ±0.01 ^{bb}	-1.21 ±0.01 ^{fk}	-0.29 ±0.00 ^{ej}	-2.69 ±0.01 ^{ej}	-2.86 ±0.01 ^{dk}	1.36 ±0.00 ^{he}	2.54 ±0.00 ^{ic}	-3.51 ±0.01 ^{aa}
3	-3.27 ±0.01 ^{bg}	-3.25 ±0.01 ^{cc}	-1.31 ±0.01 ^{fi}	-0.33 ±0.00 ^{ei}	-2.77 ±0.01 ^{eh}	-2.92 ±0.01 ^{di}	1.89 ±0.01 ^{hg}	3.31 ±0.01 ^{id}	-3.47 ±0.00 ^{ab}
4	-3.30 ±0.00 ^{af}	-3.11 ±0.01 ^{ce}	-1.32 ±0.00 ^{fi}	-0.36 ±0.01 ^{eh}	-2.70 ±0.01 ^{ei}	-2.97 ±0.00 ^{dh}	2.33 ±0.01 ^{hi}	3.75 ±0.00 ^{if}	-3.19 ±0.00 ^{bd}
5	-3.18 ±0.00 ^{ai}	-3.09 ±0.01 ^{be}	-1.19 ±0.01 ^{li}	-0.11 ±0.00 ^{ek}	-2.66 ±0.01 ^{ek}	-3.00 ±0.01 ^{cg}	3.02 ±0.01 ^{hl}	4.75 ±0.01 ^{il}	-2.87 ±0.01 ^{dh}
6	-3.41 ±0.01 ^{ad}	-3.31 ±0.02 ^{bb}	-1.44 ±0.00 ^{hi}	-0.33 ±0.01 ^{ei}	-2.87 ±0.01 ^{ef}	-3.11 ±0.00 ^{cf}	2.65 ±0.02 ^{hk}	4.52 ±0.00 ^{ik}	-3.06 ±0.00 ^{df}
7	-3.24 ±0.01 ^{bh}	-3.39 ±0.00 ^{aa}	-1.54 ±0.00 ^{ig}	-0.43 ±0.01 ^{eg}	-2.89 ±0.00 ^{ee}	-3.17 ±0.01 ^{cd}	2.45 ±0.00 ^{hj}	4.35 ±0.01 ^{il}	-3.07 ±0.01 ^{def}
8	-3.33 ±0.00 ^{ae}	-3.30 ±0.00 ^{bb}	-1.59 ±0.01 ^{ie}	-0.57 ±0.00 ^{eg}	-2.95 ±0.01 ^{ed}	-3.21 ±0.01 ^{cc}	2.29 ±0.00 ^{hh}	4.29 ±0.00 ^{ih}	-3.03 ±0.01 ^{dg}
9	-3.22 ±0.01 ^{ah}	-2.99 ±0.00 ^{cg}	-1.57 ±0.01 ^{if}	-0.52 ±0.00 ^{ef}	-2.81 ±0.00 ^{dg}	-3.15 ±0.01 ^{be}	1.66 ±0.02 ^{hf}	4.39 ±0.00 ^{ij}	-2.53 ±0.01 ^{ek}
10	-3.56 ±0.02 ^{aa}	-3.10 ±0.01 ^{ce}	-1.80 ±0.01 ^{id}	-0.72 ±0.00 ^{ed}	-2.98 ±0.01 ^{dc}	-3.28 ±0.00 ^{bb}	0.88 ±0.01 ^{hc}	4.02 ±0.03 ^{ig}	-2.71 ±0.01 ^{ei}
11	-3.46 ±0.00 ^{ac}	-3.01 ±0.02 ^{dg}	-1.90 ±0.01 ^{ic}	-0.81 ±0.01 ^{ec}	-3.05 ±0.01 ^{cb}	-3.27 ±0.00 ^{bb}	1.02 ±0.00 ^{hd}	3.60 ±0.01 ^{ie}	-2.67 ±0.01 ^{ej}
12	-3.53 ±0.00 ^{ab}	-3.09 ±0.00 ^{ce}	-1.99 ±0.01 ^{ib}	-0.95 ±0.01 ^{eb}	-3.08 ±0.01 ^{da}	-3.33 ±0.00 ^{ba}	0.90 ±0.01 ^{hc}	3.32 ±0.00 ^{id}	-2.65 ±0.00 ^{ej}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortaklama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütünde üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). Pac1: Paçal-1 yağı; T: Ticari kıztartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.32. Paçal-2 yağı örneklerindeki a* değerleri

Sayı/Örnek	pac2	pac2+bht	pac2+1000u	pac2+1500u	pac2+1000k	pac2+1500k	pac2+1000pr	pac2+1500pr	T
Kontrol	-3.00 ±0.01 ^{ihl}	-3.11 ±0.01 ^{cd}	-3.15 ±0.01 ^{ba}	-3.03 ±0.00 ^{ea}	-3.15 ±0.01 ^{bl}	-2.99 ±0.01 ^{id}	-2.48 ±0.02 ^{ga}	-3.06 ±0.00 ^{da}	-3.41 ±0.00 ^{ac}
1	-2.98 ±0.01 ^{ci}	-2.86 ±0.00 ^{ei}	-1.87 ±0.01 ^{li}	-1.54 ±0.01 ^{bm}	-3.24 ±0.01 ^{afg}	-2.96 ±0.01 ^{de}	-1.65 ±0.00 ^{gb}	-1.38 ±0.01 ^{ib}	-3.09 ±0.01 ^{be}
2	-3.03 ±0.00 ^{cg}	-2.90 ±0.01 ^{eh}	-1.97 ±0.00 ^{fk}	-1.73 ±0.01 ^{gk}	-3.24 ±0.00 ^{bfg}	-2.91 ±0.01 ^{df}	-0.57 ±0.02 ^{hc}	0.31 ±0.00 ^{ic}	-3.51 ±0.01 ^{aa}
3	-3.02 ±0.00 ^{gh}	-2.90 ±0.00 ^{dgh}	-2.04 ±0.00 ^{fi}	-1.78 ±0.00 ^{gj}	-3.21 ±0.00 ^{bh}	-2.88 ±0.01 ^{eg}	0.37 ±0.01 ^{hf}	1.33 ±0.00 ^{if}	-3.47 ±0.00 ^{ab}
4	-3.07 ±0.01 ^{cf}	-2.92 ±0.02 ^{eg}	-2.08 ±0.00 ^{hi}	-1.94 ±0.00 ^{gl}	-3.25 ±0.01 ^{af}	-2.98 ±0.01 ^{id}	1.14 ±0.00 ^{hh}	2.19 ±0.01 ^{ih}	-3.19 ±0.00 ^{bd}
5	-3.08 ±0.01 ^{bf}	-2.95 ±0.01 ^{cf}	-2.06 ±0.00 ^{fi}	-1.67 ±0.01 ^{gl}	-3.13 ±0.01 ^{aj}	-2.90 ±0.00 ^{df}	1.91 ±0.00 ^{hm}	2.79 ±0.00 ^{il}	-2.87 ±0.01 ^{eh}
6	-3.13 ±0.00 ^{be}	-3.13 ±0.00 ^{bc}	-2.33 ±0.00 ^{cg}	-2.11 ±0.01 ^{hi}	-3.34 ±0.01 ^{ae}	-3.01 ±0.00 ^{dc}	1.88 ±0.01 ^{gl}	2.48 ±0.00 ^{hk}	-3.06 ±0.00 ^{df}
7	-3.23 ±0.00 ^{bd}	-3.15 ±0.01 ^{cc}	-2.40 ±0.00 ^{if}	-2.18 ±0.01 ^{gg}	-3.40 ±0.01 ^{ad}	-3.02 ±0.00 ^{ebc}	1.55 ±0.01 ^{hj}	2.34 ±0.00 ^{ij}	-3.07 ±0.01 ^{def}
8	-3.28 ±0.01 ^{bc}	-3.11 ±0.01 ^{cd}	-2.48 ±0.01 ^{ie}	-2.30 ±0.01 ^{fe}	-3.39 ±0.01 ^{ad}	-3.03 ±0.00 ^{dbc}	1.60 ±0.01 ^{gk}	2.32 ±0.01 ^{hi}	-3.03 ±0.01 ^{dg}
9	-3.09 ±0.01 ^{bf}	-3.04 ±0.01 ^{ce}	-2.53 ±0.00 ^{dd}	-2.40 ±0.00 ^{ee}	-3.23 ±0.00 ^{ag}	-3.05 ±0.02 ^{cb}	1.35 ±0.01 ^{fi}	2.34 ±0.03 ^{ej}	-2.53 ±0.01 ^{dk}
10	-3.34 ±0.02 ^{bb}	-3.10 ±0.01 ^{cd}	-2.75 ±0.01 ^{dc}	-2.56 ±0.01 ^{fd}	-3.47 ±0.01 ^{ac}	-3.09 ±0.00 ^{ca}	0.78 ±0.00 ^{gg}	1.81 ±0.00 ^{hg}	-2.71 ±0.01 ^{ei}
11	-3.36 ±0.00 ^{bab}	-3.19 ±0.01 ^{cb}	-2.78 ±0.01 ^{eb}	-2.64 ±0.00 ^{gc}	-3.55 ±0.01 ^{aa}	-3.08 ±0.02 ^{da}	0.34 ±0.00 ^{he}	1.28 ±0.01 ^{ie}	-2.67 ±0.01 ^{ej}
12	-3.38 ±0.03 ^{ba}	-3.22 ±0.00 ^{ca}	-2.79 ±0.00 ^{eb}	-2.71 ±0.01 ^{ib}	-3.50 ±0.01 ^{ab}	-3.10 ±0.01 ^{da}	0.03 ±0.01 ^{hd}	0.99 ±0.00 ^{id}	-2.65 ±0.00 ^{ej}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortaklama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütünde üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). Pac2: Paçal-2 yağı; T: Ticari kıztartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.33. Fındık yağı örneklerindeki b* değerleri

Sayı/Örnek	F	F+bht	F+1000u	F+1500u	F+1000k	F+1500k	F+1000pr	F+1500pr	T
Kontrol	9.34±0.01 ^{cA}	9.90±0.01 ^{dA}	10.55±0.01 ^{eA}	10.58±0.01 ^{fA}	8.92±0.00 ^{aA}	9.22±0.00 ^{bA}	11.00±0.01 ^{gA}	10.57±0.01 ^{eA}	12.46±0.03 ^{hB}
1	10.03±0.01 ^{aB}	10.13±0.01 ^{bB}	11.11±0.01 ^{dB}	11.34±0.01 ^{eC}	10.55±0.01 ^{cB}	10.03±0.01 ^{aB}	13.62±0.00 ^{gE}	13.89±0.00 ^{hM}	12.42±0.00 ^{fA}
2	10.11±0.01 ^{aC}	10.48±0.00 ^{cD}	11.53±0.01 ^{fC}	11.33±0.01 ^{eBC}	10.96±0.01 ^{dC}	10.21±0.01 ^{bC}	13.48±0.01 ^{iD}	12.79±0.00 ^{gI}	12.88±0.01 ^{hD}
3	10.22±0.00 ^{aD}	10.56±0.01 ^{bE}	11.86±0.01 ^{eD}	11.94±0.01 ^{fE}	11.31±0.01 ^{dD}	10.64±0.00 ^{cE}	13.46±0.01 ^{iD}	12.55±0.01 ^{gH}	12.85±0.01 ^{hC}
4	10.53±0.00 ^{bE}	10.83±0.02 ^{cF}	12.17±0.02 ^{gE}	12.05±0.00 ^{fF}	11.60±0.00 ^{dE}	10.49±0.00 ^{aD}	13.22±0.01 ^{iC}	12.10±0.00 ^{fE}	13.00±0.01 ^{hE}
5	10.71±0.01 ^{cF}	10.30±0.01 ^{aC}	12.20±0.00 ^{fF}	11.32±0.02 ^{dB}	12.36±0.01 ^{fF}	10.49±0.00 ^{bD}	12.46±0.01 ^{hB}	11.66±0.01 ^{eB}	13.01±0.00 ^{iE}
6	11.04±0.01 ^{aG}	11.18±0.01 ^{bG}	12.87±0.01 ^{gH}	12.50±0.00 ^{eI}	12.70±0.04 ^{fG}	11.69±0.01 ^{cF}	13.76±0.01 ^{fF}	12.08±0.01 ^{dD}	13.46±0.01 ^{hF}
7	11.33±0.00 ^{aH}	11.54±0.00 ^{bH}	13.09±0.01 ^{hI}	12.09±0.01 ^{cG}	12.97±0.01 ^{eH}	12.11±0.01 ^{cG}	13.99±0.03 ^{hG}	12.48±0.00 ^{dF}	13.61±0.01 ^{gG}
8	11.40±0.00 ^{aI}	11.79±0.01 ^{bJ}	13.40±0.01 ^{iJ}	12.30±0.00 ^{hD}	13.44±0.01 ^{gI}	12.22±0.01 ^{cH}	14.25±0.01 ^{iI}	12.53±0.01 ^{eG}	14.12±0.00 ^{hK}
9	11.91±0.01 ^{dK}	11.74±0.01 ^{aI}	12.70±0.00 ^{eG}	11.80±0.00 ^{bD}	12.75±0.02 ^{hJ}	12.76±0.01 ^{fI}	14.19±0.01 ^{hI}	11.87±0.01 ^{cC}	13.68±0.01 ^{gH}
10	11.66±0.01 ^{aJ}	12.21±0.00 ^{bL}	14.43±0.01 ^{hK}	12.83±0.01 ^{cJ}	14.19±0.02 ^{kK}	13.02±0.01 ^{dJ}	14.41±0.01 ^{gJ}	12.84±0.00 ^{cJ}	13.93±0.00 ^{eI}
11	12.06±0.01 ^{bL}	11.96±0.01 ^{aK}	14.75±0.01 ^{hL}	12.99±0.01 ^{cK}	14.53±0.07 ^{gL}	13.24±0.00 ^{dK}	14.72±0.01 ^{hL}	13.40±0.01 ^{eK}	14.09±0.00 ^{fJ}
12	12.68±0.01 ^{bM}	12.55±0.00 ^{aM}	14.83±0.00 ^{gM}	13.12±0.00 ^{gL}	14.65±0.04 ^{gM}	13.65±0.01 ^{eL}	14.64±0.04 ^{kK}	13.55±0.00 ^{dL}	14.08±0.00 ^{fJ}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortaklama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütünde üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). F: Fındık yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.34. Palm olein yağı örneklerindeki b* değerleri

Sayı/Örnek	P	P+bht	P+1000u	P+1500u	P+1000k	P+1500k	P+1000pr	P+1500pr	T
Kontrol	10.70±0.00 ^{eB}	9.63±0.01 ^{aA}	10.36±0.01 ^{dA}	10.83±0.01 ^{fA}	9.96±0.01 ^{bA}	10.20±0.01 ^{cA}	11.11±0.01 ^{gA}	12.35±0.01 ^{hB}	12.46±0.03 ^{iB}
1	10.51±0.00 ^{aA}	10.49±0.00 ^{aC}	11.08±0.01 ^{cB}	11.63±0.00 ^{eB}	10.75±0.01 ^{bB}	11.56±0.01 ^{dB}	13.74±0.02 ^{gC}	14.27±0.01 ^{hL}	12.42±0.00 ^{fA}
2	11.05±0.00 ^{cD}	10.45±0.01 ^{aB}	11.63±0.00 ^{dC}	12.25±0.01 ^{fC}	10.93±0.00 ^{bC}	11.67±0.01 ^{eC}	13.93±0.02 ^{iD}	13.06±0.00 ^{hH}	12.88±0.01 ^{gD}
3	10.99±0.00 ^{bC}	10.88±0.00 ^{aD}	12.01±0.01 ^{eD}	12.91±0.01 ^{hD}	11.48±0.00 ^{cD}	11.84±0.01 ^{dD}	14.03±0.02 ^{iE}	12.66±0.01 ^{fF}	12.85±0.01 ^{gC}
4	11.56±0.01 ^{bE}	10.92±0.01 ^{aE}	12.09±0.01 ^{eE}	13.33±0.01 ^{hE}	11.76±0.01 ^{cE}	12.06±0.00 ^{dE}	14.16±0.02 ^{iF}	12.33±0.01 ^{fA}	13.00±0.01 ^{gE}
5	11.96±0.01 ^{bG}	11.47±0.00 ^{aF}	13.07±0.01 ^{gG}	13.45±0.01 ^{hF}	12.70±0.01 ^{dG}	12.76±0.00 ^{eF}	13.64±0.01 ^{iB}	12.50±0.01 ^{cD}	13.01±0.00 ^{fE}
6	12.28±0.01 ^{bJ}	11.74±0.01 ^{aG}	13.11±0.01 ^{hH}	13.75±0.01 ^{hI}	12.66±0.01 ^{dF}	12.87±0.01 ^{eG}	14.70±0.01 ^{iH}	12.32±0.00 ^{cA}	13.46±0.01 ^{gF}
7	12.63±0.02 ^{bM}	12.15±0.01 ^{aH}	12.96±0.01 ^{eF}	13.55±0.01 ^{gG}	13.12±0.01 ^{dI}	12.96±0.01 ^{eH}	14.56±0.01 ^{gG}	12.62±0.00 ^{bE}	13.61±0.01 ^{fG}
8	12.49±0.00 ^{aL}	12.52±0.00 ^{bI}	13.38±0.00 ^{fI}	13.81±0.01 ^{gJ}	13.08±0.01 ^{eH}	13.04±0.01 ^{dI}	14.81±0.01 ^{iJ}	12.91±0.01 ^{cG}	14.12±0.00 ^{hK}
9	12.30±0.00 ^{aK}	12.52±0.01 ^{cI}	14.43±0.01 ^{hK}	14.04±0.01 ^{gL}	13.33±0.01 ^{dL}	13.35±0.00 ^{eJ}	14.92±0.01 ^{iK}	12.37±0.00 ^{bC}	13.68±0.01 ^{hI}
10	12.25±0.01 ^{aI}	12.92±0.01 ^{bJ}	13.46±0.01 ^{dJ}	14.25±0.01 ^{gM}	13.23±0.01 ^{cJ}	13.52±0.00 ^{eK}	14.97±0.02 ^{hL}	13.47±0.00 ^{dI}	13.93±0.00 ^{fI}
11	12.06±0.01 ^{aH}	12.96±0.01 ^{bK}	13.08±0.01 ^{cG}	13.92±0.01 ^{gK}	13.26±0.01 ^{dK}	13.35±0.02 ^{eJ}	14.97±0.01 ^{iL}	13.76±0.01 ^{fJ}	14.09±0.00 ^{hJ}
12	11.75±0.02 ^{aF}	13.09±0.00 ^{cL}	13.07±0.01 ^{cG}	13.71±0.01 ^{gH}	13.13±0.01 ^{dI}	12.95±0.01 ^{bH}	14.77±0.01 ^{iH}	14.14±0.01 ^{gK}	14.08±0.00 ^{fJ}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortaklama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütünde üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). P: Palm olein yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.35. Paçal-1 yağı örneklerindeki b* değerleri

Sayı/Örnek	pac1	pac1+bht	pac1+1000u	pac1+1500u	pac1+1000k	pac1+1500k	pac1+1000pr	pac1+1500pr	T
Kontrol	8.87±0.01 ^{aA}	9.06±0.05 ^{bA}	9.78±0.02 ^{dA}	10.05±0.00 ^{eA}	9.30±0.04 ^{eA}	9.05±0.01 ^{bA}	11.87±0.04 ^{hB}	12.02±0.05 ^{hJ}	12.46±0.03 ^{hB}
1	9.77±0.00 ^{aB}	9.87±0.01 ^{bB}	11.35±0.01 ^{hB}	11.06±0.01 ^{eB}	10.07±0.01 ^{cB}	10.17±0.01 ^{dB}	14.00±0.00 ⁱ	13.01±0.01 ^{hK}	12.42±0.00 ^{gA}
2	9.83±0.01 ^{aC}	10.35±0.00 ^{bC}	11.77±0.01 ^{hC}	11.26±0.01 ^{dC}	10.63±0.01 ^{cC}	10.60±0.01 ^{cC}	13.11±0.02 ^{hG}	11.32±0.00 ^{hH}	12.88±0.01 ^{gD}
3	10.16±0.01 ^{aD}	10.58±0.01 ^{cD}	12.12±0.01 ^{hD}	11.52±0.01 ^{hD}	11.31±0.01 ^{eE}	10.91±0.01 ^{hD}	12.96±0.02 ^{hE}	10.55±0.01 ^{hG}	12.85±0.01 ^{hC}
5	11.05±0.00 ^{bF}	11.43±0.02 ^{cF}	12.79±0.03 ^{hF}	11.74±0.01 ^{hF}	12.04±0.01 ^{hF}	11.93±0.01 ^{hF}	11.79±0.03 ^{eA}	8.70±0.01 ^{aA}	13.01±0.00 ^{hE}
6	11.08±0.01 ^{bG}	11.88±0.01 ^{cG}	13.12±0.01 ^{hG}	12.00±0.02 ^{dG}	12.31±0.00 ^{hH}	12.21±0.00 ^{hG}	12.71±0.01 ^{hD}	9.25±0.01 ^{aB}	13.46±0.01 ^{hF}
7	11.19±0.00 ^{bH}	12.18±0.01 ^{hI}	13.15±0.00 ^{hH}	12.28±0.01 ^{hI}	12.28±0.00 ^{dG}	12.32±0.00 ^{eH}	13.03±0.00 ^{hF}	9.53±0.01 ^{aD}	13.61±0.01 ^{hG}
8	11.38±0.01 ^{hI}	12.24±0.01 ^{hI}	13.56±0.02 ^{hL}	12.38±0.01 ^{hI}	12.46±0.01 ^{hI}	12.54±0.01 ^{hI}	13.14±0.01 ^{hG}	10.16±0.01 ^{aE}	14.12±0.00 ^{hK}
9	11.81±0.01 ^{hJ}	12.56±0.02 ^{hJ}	13.11±0.01 ^{hG}	12.53±0.01 ^{hJ}	13.00±0.01 ^{hJ}	13.27±0.01 ^{hJ}	13.25±0.01 ^{hI}	9.31±0.01 ^{aC}	13.68±0.01 ^{hI}
10	12.56±0.01 ^{hL}	13.09±0.02 ^{hK}	13.41±0.01 ^{hJ}	12.75±0.01 ^{eK}	13.08±0.01 ^{hL}	13.31±0.01 ^{eK}	14.11±0.02 ^{hJ}	10.56±0.01 ^{aG}	13.93±0.00 ^{hI}
11	12.53±0.01 ^{hK}	13.32±0.03 ^{eL}	13.45±0.01 ^{hK}	13.00±0.01 ^{eM}	13.05±0.01 ^{hK}	13.29±0.00 ^{eK}	14.33±0.01 ^{hK}	11.31±0.03 ^{hH}	14.09±0.00 ^{hJ}
12	12.69±0.01 ^{hM}	13.38±0.01 ^{hM}	13.35±0.01 ^{eI}	12.99±0.02 ^{eL}	13.18±0.01 ^{hM}	13.53±0.01 ^{hL}	14.29±0.01 ^{hK}	11.50±0.02 ^{hI}	14.08±0.00 ^{hJ}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortaklama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütünde üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). Pac1: Paçal-1 yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uçkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kino ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.36. Paçal-2 yağı örneklerindeki b* değerleri

Süre/Örnek	pac2	pac2+bht	pac2+1000u	pac2+1500u	pac2+1000k	pac2+1500k	pac2+1000pr	pac2+1500pr	T
Kontrol	9.55±0.01 ^{bA}	9.36±0.00 ^{aA}	9.95±0.01 ^{dA}	10.52±0.01 ^{eA}	9.63±0.01 ^{eA}	9.62±0.01 ^{eA}	12.78±0.02 ^{gA}	12.87±0.04 ^{hA}	12.46±0.03 ^{hB}
1	10.09±0.00 ^{aB}	10.22±0.00 ^{bB}	10.77±0.01 ^{eB}	10.97±0.00 ^{hB}	10.45±0.01 ^{eB}	10.70±0.01 ^{dB}	15.28±0.01 ^{hK}	15.91±0.01 ^{hK}	12.42±0.00 ^{gA}
2	10.32±0.00 ^{aC}	10.36±0.00 ^{bC}	11.51±0.01 ^{eC}	11.61±0.00 ^{hC}	10.76±0.00 ^{eC}	11.44±0.01 ^{hC}	14.75±0.01 ^{hI}	15.01±0.00 ^{hI}	12.88±0.01 ^{gD}
3	10.44±0.02 ^{aD}	10.52±0.01 ^{hD}	11.90±0.00 ^{eD}	11.92±0.01 ^{eD}	11.06±0.02 ^{eD}	11.48±0.00 ^{hD}	14.31±0.01 ^{hG}	14.53±0.00 ^{hG}	12.85±0.01 ^{hC}
4	10.60±0.01 ^{aE}	10.74±0.01 ^{bE}	12.21±0.01 ^{eE}	12.44±0.01 ^{hE}	11.50±0.01 ^{eE}	11.96±0.01 ^{hE}	13.72±0.01 ^{hD}	13.95±0.00 ^{hE}	13.00±0.01 ^{gE}
5	10.98±0.01 ^{aF}	11.54±0.01 ^{bF}	12.89±0.01 ^{hF}	12.45±0.01 ^{hE}	12.14±0.00 ^{eF}	12.72±0.02 ^{eF}	12.14±0.00 ^{hB}	12.88±0.00 ^{hA}	13.01±0.00 ^{gE}
6	11.27±0.02 ^{aG}	11.97±0.01 ^{hI}	13.07±0.01 ^{eG}	13.28±0.03 ^{hF}	12.40±0.00 ^{eG}	13.00±0.01 ^{hG}	13.26±0.01 ^{hC}	13.69±0.01 ^{hC}	13.46±0.01 ^{gF}
7	11.40±0.01 ^{aH}	11.89±0.00 ^{bG}	13.32±0.01 ^{hH}	13.27±0.01 ^{eF}	12.67±0.01 ^{hH}	13.18±0.00 ^{hH}	13.85±0.00 ^{hF}	13.87±0.01 ^{hD}	13.61±0.01 ^{gG}
8	11.86±0.02 ^{aI}	12.22±0.00 ^{hI}	13.59±0.01 ^{hI}	13.51±0.01 ^{eG}	12.80±0.00 ^{eI}	13.24±0.01 ^{hI}	13.79±0.01 ^{gE}	13.98±0.02 ^{hE}	14.12±0.00 ^{hK}
9	12.31±0.00 ^{aJ}	12.63±0.01 ^{hJ}	13.55±0.01 ^{hI}	14.08±0.01 ^{hI}	13.25±0.02 ^{hJ}	13.56±0.00 ^{hJ}	13.83±0.02 ^{hF}	13.23±0.05 ^{eB}	13.68±0.01 ^{hH}
10	12.39±0.01 ^{aK}	12.67±0.03 ^{hK}	13.90±0.01 ^{hK}	14.01±0.01 ^{hH}	13.62±0.01 ^{eL}	13.62±0.01 ^{eK}	14.71±0.03 ^{hH}	14.33±0.02 ^{hF}	13.93±0.00 ^{hI}
11	12.82±0.02 ^{aM}	12.98±0.01 ^{hL}	14.11±0.01 ^{eM}	14.15±0.00 ^{hJ}	13.52±0.00 ^{eK}	13.76±0.00 ^{hL}	14.91±0.01 ^{hJ}	14.75±0.00 ^{hH}	14.09±0.00 ^{hJ}
12	12.60±0.02 ^{aL}	13.07±0.01 ^{hM}	14.05±0.01 ^{eL}	14.34±0.01 ^{hK}	13.70±0.01 ^{eM}	13.96±0.01 ^{hM}	15.34±0.02 ^{hL}	15.12±0.00 ^{hJ}	14.08±0.00 ^{hJ}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortaklama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütünde üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). Pac2: Paçal-2 yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uçkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kino ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

4.7. Toplam Polar Madde Sonuçları

Polar maddeler, genel olarak trigliserit yapıda olmayan bileşenleri kapsar ve bu maddeler yağ içerisinde çözünmezler. Hiç kullanılmayan bir yağda bile %2-3 düzeyde polar madde bulunmaktadır. Ancak yağın kullanılmaya başlanmasıyla özellikle de yüksek sıcaklığa maruz kalan yağlarda bu değerlerde artışlar meydana gelir. Bir yağın degradasyonunun belirlenmesinde polar madde miktarının çok önemli rolü vardır (Firestone, 2007). Polar madde miktarının artması, o yağın bozulmaya başladığının göstergesi olup, kızartma işlemi boyunca oksidasyonun birincil ve ikincil ürünlerinin oluşmasıyla kuvvetli bir ilişkisi olduğu belirtilmiştir (Hara ve ark., 1994). Kızartmada kullanılan yağlar için bu değer maximum %25 olarak belirlenmiştir (Tan ve Man, 1999).

Çizelge 4.37, 4.38, 4.39 ve 4.40'da örneklerin kızartma işlemi süresinde toplam polar maddelerindeki değişimler gösterilmiştir. Çizelgeler incelendiğinde hiçbir örnekte maximum limit değeri olan %25'e ulaşılmadığı görülmüştür. Bundan dolayı çalışmada kullanılan yağlar ile 12 defa patates kızartması yapılabileceği sonucuna varılmıştır. Bu sonuç literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür (Andrikopoulos ve ark., 2002; Casal ve ark., 2010; Karakaya ve Simsek, 2011; Uslu, 2014).

En düşük değer 1. kızartma sonrasında alınan yağlardan paç-1 + BHT yağında ve paç-2 + 1500k yağında 6.83 olarak ölçülmüştür. En yüksek polar madde değerinin ise 14.17 ile 12. kızartma sonrasında alınan F + 1000u örneğinde olduğu görülmüştür. Kızartma sayısının toplam polar maddedeki değişim üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Tarmizi ve ark. (2013), yaptığı bir çalışmada palm olein yağı kullanarak 15 kez 180 °C'de kızartma işlemi yapmış ve kızartma sonrasında toplam polar maddeyi %17.19 olarak belirlemiştir. Bizim çalışmamızda ise bu değer en yüksek %13.17 olmuştur. Bunda kızartmada kullanılan yağ, kızartma süresi/sayısı ve kızartılan gıdanın farklılığının etkili olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.37. Fındık yağı örneklerindeki TPM değerleri

Sayı/Örnek	F	F+bht	F+1000u	F+1500u	F+1000k	F+1500k	F+1000pr	F+1500pr	T
Kontrol	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A
1	8.33±0.58 ^{abcB}	9.17±0.76 ^{deB}	7.67±0.29 ^{sB}	9.67±0.29 ^{sB}	7.67±0.29 ^{sB}	8.50±0.00 ^{bcdB}	8.00±0.50 ^{abB}	9.00±0.00 ^{cdeB}	8.83±0.29 ^{cdB}
2	8.67±0.76 ^{abcBC}	9.50±0.50 ^{cdB}	8.33±0.29 ^{abC}	9.83±0.58 ^{dB}	7.83±0.58 ^{ab}	9.50±0.50 ^{cdC}	8.50±0.50 ^{abBC}	9.17±0.29 ^{bcdBC}	8.83±0.29 ^{bcB}
3	9.17±1.76 ^{abBCD}	10.00±0.00 ^{abB}	8.50±0.00 ^{ac}	9.83±0.58 ^{bBC}	8.17±0.29 ^{abC}	9.83±0.29 ^{bc}	9.17±0.29 ^{abBCD}	9.83±0.29 ^{bCD}	9.00±0.50 ^{abB}
4	9.33±1.04 ^{abcDE}	10.33±1.44 ^{abB}	9.17±0.29 ^{ad}	10.17±0.29 ^{abBCD}	8.67±0.76 ^{ac}	11.50±1.00 ^{bEFG}	9.50±1.73 ^{acDE}	10.00±0.50 ^{abDE}	9.33±0.29 ^{ab}
5	9.50±1.00 ^{abcDE}	10.33±0.29 ^{ab}	9.33±0.29 ^{ad}	10.50±0.00 ^{abCD}	9.83±0.29 ^{ad}	10.33±0.29 ^{acD}	9.50±0.87 ^{acDE}	10.00±0.87 ^{adE}	9.33±0.76 ^{ab}
6	9.67±0.58 ^{abcDE}	10.50±1.32 ^{ab}	10.00±0.00 ^{ae}	10.33±0.58 ^{abCD}	10.50±0.50 ^{adE}	9.67±0.29 ^{ac}	10.50±0.00 ^{abEFG}	10.33±0.29 ^{adEFG}	10.17±0.76 ^{abC}
7	9.67±0.29 ^{abBCDE}	10.83±1.53 ^{bcB}	10.50±0.00 ^{bcF}	10.50±0.00 ^{bcBCD}	11.00±0.00 ^{ce}	10.33±0.29 ^{bcCD}	10.17±0.76 ^{bcDEF}	10.33±0.58 ^{bcDEF}	8.83±0.29 ^{ab}
8	10.00±0.50 ^{abcDE}	11.00±1.80 ^{ab}	11.33±0.29 ^{ag}	10.83±0.58 ^{acD}	11.17±0.29 ^{ae}	10.83±0.76 ^{adE}	11.33±0.29 ^{afGH}	10.67±0.58 ^{afGH}	11.50±1.50 ^{ac}
9	10.00±0.00 ^{abcDE}	11.00±1.50 ^{abcB}	12.00±0.00 ^{bcH}	10.83±1.04 ^{abCD}	12.67±0.29 ^{cf}	11.00±0.87 ^{abcDEF}	11.67±0.58 ^{abcGH}	10.83±0.29 ^{abGH}	11.50±1.73 ^{abcC}
10	10.33±0.29 ^{acDE}	11.00±1.80 ^{abB}	12.33±0.29 ^{bcH}	10.83±0.58 ^{acD}	13.00±0.50 ^{cfG}	11.67±0.29 ^{abcEFG}	12.00±0.50 ^{bcH}	11.17±0.29 ^{abHI}	11.50±1.32 ^{abcC}
11	10.50±1.32 ^{adE}	11.17±1.15 ^{ab}	13.83±0.29 ^{cl}	11.00±1.00 ^{ad}	13.50±0.50 ^{bcG}	11.83±0.29 ^{afG}	12.17±0.58 ^{abH}	11.17±0.29 ^{abHI}	11.83±1.44 ^{ac}
12	11.00±1.32 ^{ae}	11.50±1.32 ^{abB}	14.17±0.29 ^{dl}	13.00±0.50 ^{bcdE}	13.67±0.29 ^{cdG}	12.33±0.29 ^{abcG}	12.33±0.29 ^{abcH}	11.83±0.29 ^{abI}	12.00±1.50 ^{abcC}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortaklama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütünde üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). F: Fındık yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.38. Palm olein yağı örneklerindeki TPM değerleri

Sayı/Örnek	P	P+bht	P+1000u	P+1500u	P+1000k	P+1500k	P+1000pr	P+1500pr	T
Kontrol	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A
1	7.67±0.29 ^{abB}	8.67±0.29 ^{cB}	8.17±0.29 ^{bcB}	9.50±0.50 ^{dB}	7.33±0.58 ^{ab}	8.67±0.29 ^{cB}	7.33±0.29 ^{ab}	8.83±0.58 ^{cdB}	8.83±0.29 ^{cdB}
2	7.83±0.29 ^{abBC}	9.50±0.00 ^{ec}	8.17±0.29 ^{bcB}	9.50±0.50 ^{dB}	7.67±0.29 ^{abB}	8.67±0.29 ^{cdB}	7.50±0.00 ^{ab}	9.00±0.50 ^{deB}	8.83±0.29 ^{dB}
3	8.17±0.29 ^{bc}	9.50±0.00 ^{ec}	8.50±0.00 ^{bcB}	10.00±0.00 ^{fbC}	7.67±0.29 ^{ab}	8.83±0.29 ^{cdB}	7.67±0.29 ^{abC}	9.00±0.00 ^{dB}	9.00±0.50 ^{dB}
4	9.00±0.00 ^{bd}	9.50±0.50 ^{bc}	9.00±0.00 ^{bc}	10.00±0.00 ^{fbC}	7.83±0.29 ^{ab}	9.00±0.00 ^{ab}	8.00±0.00 ^{ac}	9.00±0.50 ^{bb}	9.33±0.29 ^{bb}
5	9.50±0.00 ^{bcE}	10.17±0.58 ^{cd}	9.33±0.29 ^{abC}	10.17±0.29 ^{ac}	8.67±0.29 ^{ac}	10.17±0.29 ^{cd}	9.00±0.00 ^{abD}	9.17±0.29 ^{abcB}	9.33±0.76 ^{abB}
6	9.67±0.29 ^{ae}	10.17±0.29 ^{abCD}	9.83±0.29 ^{abD}	10.67±0.29 ^{bcd}	9.33±0.29 ^{ad}	10.17±0.29 ^{abCD}	9.33±0.29 ^{adE}	9.50±0.87 ^{abC}	10.17±0.76 ^{abBC}
7	10.17±0.29 ^{cdF}	10.50±0.00 ^{dd}	10.00±0.50 ^{bcdD}	10.50±0.50 ^{cdD}	9.33±0.58 ^{abd}	10.17±0.29 ^{cdCD}	9.67±0.29 ^{bcEF}	9.83±0.29 ^{bcdCD}	8.83±0.29 ^{ab}
8	11.33±0.29 ^{cdG}	10.50±0.00 ^{abcdD}	10.67±0.29 ^{bcdE}	10.67±0.29 ^{bcdCD}	9.50±0.00 ^{ad}	10.33±0.29 ^{abcCD}	9.83±0.29 ^{abF}	10.33±0.29 ^{abD}	11.50±1.50 ^{dc}
9	11.50±0.00 ^{cg}	10.83±0.29 ^{abcD}	10.83±0.29 ^{abcE}	10.83±0.29 ^{abcDE}	10.17±0.29 ^{abE}	10.50±0.00 ^{abcDE}	10.00±0.00 ^{afG}	11.33±0.29 ^{bcE}	11.50±1.73 ^{cc}
10	11.67±0.29 ^{cg}	12.17±0.29 ^{ce}	11.50±0.00 ^{cf}	11.33±0.58 ^{bcEF}	10.50±0.00 ^{abE}	10.00±0.00 ^{ac}	10.33±0.29 ^{ag}	11.33±0.29 ^{bcE}	11.50±1.32 ^{cc}
11	12.83±0.29 ^{eh}	12.67±0.29 ^{deF}	11.67±0.29 ^{abcFG}	11.50±0.00 ^{bcF}	10.67±0.29 ^{ae}	10.83±0.29 ^{abE}	11.50±0.00 ^{abcH}	12.17±0.29 ^{cdEF}	11.83±1.44 ^{bcdC}
12	13.00±0.50 ^{bh}	12.67±1.26 ^{abE}	12.00±0.00 ^{abG}	12.50±0.50 ^{abG}	11.33±0.29 ^{af}	11.33±0.29 ^{af}	12.17±0.29 ^{abI}	13.17±0.29 ^{bg}	12.00±1.50 ^{abcC}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortaklama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütünde üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). P: Palm olein yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.39. Paçal-1 yağı örneklerindeki TPM değerleri

Sayı/Örnek	pac1	pac1+bht	pac1+1000u	pac1+1500u	pac1+1000k	pac1+1500k	pac1+1000pr	pac1+1500pr	T
Kontrol	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A
1	8.17±0.29 ^{hB}	6.83±0.29 ^{aB}	8.50±0.00 ^{bcB}	7.00±0.50 ^{aB}	8.33±0.29 ^{bcB}	8.83±0.29 ^{cB}	8.50±0.00 ^{bcB}	7.00±0.50 ^{aB}	8.83±0.29 ^{cB}
2	8.33±0.29 ^{bcdB}	7.00±0.00 ^{aB}	8.50±0.50 ^{cdeB}	7.83±0.29 ^{bc}	9.00±0.00 ^{ec}	8.83±0.29 ^{deB}	8.83±0.29 ^{deBC}	8.17±0.29 ^{bc}	8.83±0.29 ^{deB}
3	8.50±0.50 ^{bcdBC}	7.67±0.29 ^{aC}	8.50±0.50 ^{bcdB}	7.83±0.29 ^{bc}	9.00±0.50 ^{dec}	8.83±0.29 ^{cdeB}	9.33±0.29 ^{cd}	8.17±0.29 ^{abcD}	9.00±0.50 ^{deB}
4	9.00±0.50 ^{cdCD}	7.67±0.29 ^{aC}	8.67±0.29 ^{bcB}	8.17±0.29 ^{bc}	10.33±0.29 ^{eD}	8.83±0.29 ^{cdB}	9.33±0.29 ^{dCD}	8.50±0.00 ^{bc}	9.33±0.29 ^{dB}
5	9.17±0.29 ^{bDE}	8.33±0.29 ^{aD}	9.00±0.50 ^{bBC}	8.17±0.29 ^{bc}	10.67±0.29 ^{dDE}	9.33±0.29 ^{bc}	9.50±0.00 ^{bcD}	10.00±0.00 ^{cd}	9.33±0.76 ^{bcB}
6	9.50±0.00 ^{bcDEF}	8.50±0.00 ^{aD}	9.00±0.00 ^{abBC}	8.83±0.29 ^{abD}	10.83±0.29 ^{eE}	9.83±0.29 ^{cdD}	9.50±0.87 ^{bcD}	10.50±0.00 ^{deE}	10.17±0.76 ^{cdeBC}
7	9.50±0.00 ^{dDEF}	8.50±0.00 ^{aD}	9.33±0.58 ^{cdCD}	9.00±0.00 ^{bcD}	11.00±0.00 ^{fE}	9.67±0.29 ^{dCD}	10.50±0.00 ^{eE}	10.67±0.29 ^{efE}	8.83±0.29 ^{abB}
8	9.50±0.00 ^{aDEF}	9.50±0.50 ^{aE}	9.83±0.29 ^{abD}	9.17±0.29 ^{aD}	11.50±0.00 ^{cf}	9.83±0.29 ^{abd}	10.83±0.29 ^{bcEF}	10.67±0.29 ^{bcE}	11.50±1.50 ^c
9	9.67±0.29 ^{aEFG}	9.83±0.29 ^{abEF}	10.83±0.29 ^{abcE}	9.67±0.29 ^{aE}	11.50±0.00 ^{cf}	10.67±0.29 ^{abcE}	11.00±0.00 ^{bcEF}	10.67±0.29 ^{abcE}	11.50±1.73 ^c
10	10.00±0.50 ^{aFGH}	10.00±0.00 ^{aF}	11.00±0.00 ^{bcDE}	10.50±0.00 ^{abF}	11.83±0.29 ^{df}	11.83±0.29 ^{df}	11.17±0.29 ^{bcdF}	10.67±0.29 ^{abcE}	11.50±1.32 ^{cdC}
11	10.17±0.29 ^{aGH}	10.17±0.29 ^{aF}	11.17±0.29 ^{abcDE}	10.83±0.29 ^{abF}	11.83±0.29 ^{bcdF}	12.00±0.00 ^{cdF}	12.17±0.29 ^{dG}	11.00±0.00 ^{abcE}	11.83±1.44 ^{bcdC}
12	10.50±0.00 ^{aH}	10.67±0.29 ^{aG}	11.33±0.29 ^{abE}	10.83±0.29 ^{aF}	12.33±0.29 ^{bG}	12.17±0.29 ^{bF}	12.17±0.29 ^{bG}	12.00±0.50 ^{bF}	12.00±1.50 ^{bC}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortaklama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütünde üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). Pac1: Paçal-1yağı; T: Ticari kıvartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.40. Paçal-2 yağı örneklerindeki TPM değerleri

Sayı/Örnek	pac2	pac2+bht	pac2+1000u	pac2+1500u	pac2+1000k	pac2+1500k	pac2+1000pr	pac2+1500pr	T
Kontrol	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A	0.00±0.00 ^A
1	8.83±0.29 ^{cdB}	8.33±0.29 ^{bcB}	9.00±0.00 ^{dB}	8.33±0.29 ^{bcB}	8.17±0.29 ^{bb}	6.83±0.29 ^{ab}	9.00±0.50 ^{dB}	7.83±0.29 ^{bB}	8.83±0.29 ^{cdB}
2	9.17±0.29 ^{bc}	8.67±0.29 ^{abcB}	9.17±0.29 ^{cBC}	8.33±0.29 ^{abB}	8.67±0.29 ^{abcC}	8.17±0.29 ^{ac}	9.00±0.00 ^{eB}	8.33±0.29 ^{abBC}	8.83±0.29 ^{bcB}
3	9.17±0.29 ^{bc}	8.67±0.29 ^{abcB}	9.17±0.29 ^{cBC}	8.50±0.00 ^{abB}	9.17±0.29 ^{cd}	8.33±0.29 ^c	9.17±0.29 ^{cb}	8.83±0.29 ^{abcCD}	9.00±0.50 ^{bcB}
4	9.33±0.29 ^{bc}	9.17±0.29 ^{bc}	9.50±0.00 ^{bcD}	8.50±0.00 ^{ab}	9.50±0.50 ^{bDE}	9.00±0.00 ^{bd}	9.17±0.29 ^{bb}	9.17±0.29 ^{bDE}	9.33±0.29 ^{bb}
5	9.50±0.50 ^{bcd}	9.33±0.29 ^{abCD}	9.67±0.29 ^{bDE}	8.67±0.58 ^{ab}	9.50±0.00 ^{bDE}	9.17±0.29 ^{abDE}	9.17±0.29 ^{abB}	9.33±0.29 ^{abDE}	9.33±0.76 ^{abB}
6	9.67±0.29 ^{abcd}	9.33±0.29 ^{aCD}	10.00±0.00 ^{abEF}	9.33±0.29 ^{aC}	9.67±0.29 ^{abEF}	9.50±0.50 ^{abE}	9.33±0.58 ^{ab}	9.67±0.29 ^{abEF}	10.17±0.76 ^{bBC}
7	10.00±0.50 ^{bDE}	9.67±0.29 ^{bDE}	10.00±0.50 ^{bEF}	9.83±0.29 ^{bD}	10.00±0.00 ^{bF}	10.00±0.00 ^{bF}	9.83±0.29 ^c	10.00±0.50 ^{bFG}	8.83±0.29 ^{abB}
8	10.33±0.29 ^{aE}	9.83±0.29 ^{aE}	10.17±0.29 ^{aFG}	9.83±0.29 ^{aD}	10.00±0.00 ^{aF}	10.50±0.00 ^{aG}	10.00±0.00 ^{aC}	10.50±0.00 ^{aGH}	11.50±1.50 ^{bc}
9	10.33±0.29 ^{abE}	10.33±0.29 ^{abF}	10.50±0.00 ^{abGH}	10.00±0.00 ^{aD}	10.67±0.29 ^{abG}	11.17±0.29 ^{abH}	10.17±0.29 ^{aCD}	11.00±0.00 ^{abHI}	11.50±1.73 ^{bc}
10	11.00±0.00 ^{aF}	11.00±0.00 ^{aG}	10.67±0.29 ^{aHI}	10.67±0.29 ^{aE}	11.17±0.29 ^{aH}	11.33±0.29 ^{aH}	10.50±0.00 ^{aD}	11.00±0.50 ^{aHI}	11.50±1.32 ^{aC}
11	11.00±0.00 ^{abF}	11.50±0.00 ^{abH}	10.67±0.29 ^{aHI}	10.83±0.29 ^{abE}	11.50±0.00 ^{abH}	11.33±0.29 ^{abH}	11.00±0.00 ^{abE}	11.17±0.29 ^{abi}	11.83±1.44 ^{bc}
12	11.83±0.29 ^{aG}	11.67±0.29 ^{aH}	11.00±0.00 ^{aI}	13.17±0.29 ^{bF}	11.50±0.00 ^{aH}	11.50±0.00 ^{aH}	11.00±0.00 ^{aE}	11.17±0.29 ^{ai}	12.00±1.50 ^{aC}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortaklama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütünde üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). Pac2: Paçal-2 yağı; T: Ticari kıvartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

4.8. Viskozite Sonuçları

Viskozite, bir sıvının akmaya karşı göstermiş olduğu direnç olarak tanımlanmaktadır. Yağlarda viskozite artışı istenen bir durum olmayıp, yağın bozulması durumunda meydana gelmektedir. Bu artışta yağda oluşan hidrokarbonlar, dimerler, trimerler ve polimerin etkili olduğunu bildirilmiştir. Kızartma sıcaklıklarında doymamış yağ asitleri oksijen ile reaksiyona girer. Reaksiyon sonucunda okside olan bazı doymamış yağ asitleri dimer olarak bilinen daha yüksek molekül ağırlıklı polar maddelere dönüşür. Bu mekanizma bir zincirleme reaksiyon ile devam eder ve ortamda trimer, tetramer, oligomer ve polimerler açığa çıkar. Sonuç olarak oluşan tüm bu maddeler yağın viskozitesinin artmasına neden olur (Stevenson ve ark., 1984). Yağlardaki viskozite trigiliseritlerindeki yağ asitlerinin zincir uzunluğuyla doğru orantılı olarak artarken, yağ asitlerinin doymamışlığı ile azalır, yani doymamış yağ asitlerince zengin olan bir yağda akışkanlık daha fazladır (Santos ve ark., 2004).

Aşağıda çizelge 4.41, 4.42, 4.43 ve 4.44'te kızartma işlemi boyunca yağlardaki viskozite değerleri gösterilmiştir. Çizelge incelendiğinde palm olein ve ticari yağın kızartma öncesi (kontrol) örneklerinde viskozitenin yüksek olduğu görülmektedir. Çalışma öncesinde palm olein yağı ve ticari yağ soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir. Bundan dolayı her iki yağ da katı-sıvı arası bir faz halindeydi. Kontrol örneklerine herhangi bir sıcaklık uygulanmadığından dolayı yapılarının tam sıvı formda olmaması viskozitelerinin yüksek çıkmasındaki esas neden olarak tahmin edilmektedir. Ancak diğer örnekler incelenecek olursa, en düşük viskozite değeri F+1500u örneğinde (12.97 mPa.s) ölçülmüştür. En yüksek viskozite değeri ise, 12. kızartmadan sonra alınan ve herhangi bir antioksidan madde ilave edilmemiş paç1 yağında (96.81 mPa.s) olarak belirlenmiştir. Tüm yağ örneklerinde kızartma sayısı arttıkça viskozite değerlerinin arttığı görülmüştür. Kızartma sayısı, viskozite ve toplam polar madde değerleri arasında güçlü pozitif korelasyon olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.45). Abdulkarim ve ark. (2007) çalışmasında viskozite ile toplam polar madde miktarı arasında benzer bir korelasyon bulmuşlardır.

Kalogianni ve ark. (2011), yaptığı bir çalışmada palm yağı ve zeytinyağı kullanarak patates kızartması yapmış ve kızartma sayısının artmasıyla viskozite

değerlerinde yükseliş olduğunu belirtmişlerdir. Bunun haricinde viskozite değerinin patates/yağ oranından da değişebileceğini bildirmişlerdir.

Tarmizi ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada, palm olein yağının başlangıç viskozite değerini 45.48 mPa.s olarak, 180 °C sıcaklıkta yapılan kızartmadan sonra bu değer 55.97 mPa.s olarak ölçmüşlerdir.

Kim ve ark. (2010) yaptığı bir çalışmada fındık yağı ve farklı 3 yağ daha kullanarak patates kızartması yapmış, kızartma sıcaklığını 170 °C; kızartma süresini 1 dk olarak belirlemişlerdir. Toplamda 3 kez kızartma yapmış ve her kızartma bitiminde yeni yağ ilavesi yapmışlardır. Kızartma sonunda fındık yağının viskozite değerini 63.00 mPa.s olarak bulmuşlardır.

Çalışmamızda kullandığımız özellikle fındık yağı örneklerindeki viskozite değerleri Kim ve ark. (2010), sonucuna göre daha yüksek çıkmıştır. Burada kızartma sayısı, fındık yağı, kullanılan patates çeşidi ve kızartma sıcaklığının daha yüksek olmasından dolayı yüksek olduğu düşünülmektedir. Aynı şekilde palm olein yağı örneklerindeki viskozite değeri de Tarmizi ve ark. (2013)'e göre daha yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda kullanılan yağların taze yağ ilave edilmeksizin 3 gün boyunca kullanılması muhtemelen viskozite değerlerinin daha yüksek çıkmasına neden olmuştur.

Çizelge 4.41. Fındık yağı örneklerindeki viskozite değerleri (mPa.s)

Sayı/Örnek	F	F+bht	F+1000u	F+1500u	F+1000k	F+1500k	F+1000pr	F+1500pr	T
Kontrol	17.64±1.16 ^{cA}	34.62±0.96 ^{IA}	15.40±0.72 ^{BA}	12.97±0.15 ^{aA}	28.33±0.64 ^{EA}	28.71±0.91 ^{EA}	26.07±0.71 ^{dA}	29.17±0.85 ^{EA}	131.00±3.00 ^{FI}
1	43.96±1.96 ^{IB}	36.71±1.52 ^{deA}	23.50±2.14 ^{aB}	34.16±1.06 ^{bcB}	42.02±0.44 ^{ghB}	32.16±0.85 ^{BB}	38.80±0.51 ^{efB}	34.72±1.03 ^{cdB}	41.00±1.36 ^{gA}
2	44.80±1.60 ^{cdEB}	45.44±1.76 ^{deB}	44.19±0.83 ^{cdC}	38.71±0.92 ^{bc}	42.85±0.69 ^{EB}	46.42±1.07 ^{deC}	45.02±1.75 ^{cdeC}	34.86±0.46 ^{AB}	47.00±1.55 ^{EB}
3	53.42±1.38 ^{IC}	50.37±1.23 ^{deB}	48.50±1.05 ^{cdD}	38.89±0.11 ^{aCD}	46.72±0.77 ^{bcC}	46.96±1.49 ^{bcC}	46.34±1.13 ^{bc}	37.80±0.34 ^{cC}	52.00±1.47 ^{EC}
4	57.54±1.46 ^{ED}	60.50±1.67 ^{IC}	49.11±1.11 ^{BD}	40.71±0.50 ^{dD}	51.33±1.03 ^{bcD}	53.35±0.9 ^{cdD}	50.08±0.59 ^{BD}	38.65±0.46 ^{AC}	55.00±3.25 ^{dCD}
5	57.78±1.13 ^{ED}	62.49±0.88 ^{ICD}	49.43±4.33 ^{bcDE}	46.92±2.39 ^{abE}	52.68±1.07 ^{cdDE}	55.01±1.95 ^{deD}	52.17±1.19 ^{cdE}	45.38±0.84 ^{dD}	56.00±3.36 ^{deD}
6	58.39±0.61 ^{ED}	64.42±2.02 ^{dDE}	52.06±0.31 ^{BE}	48.32±0.20 ^{aE}	53.64±0.90 ^{BE}	59.07±1.02 ^{EF}	53.94±0.20 ^{BF}	49.65±2.49 ^{AE}	57.00±1.35 ^{ED}
7	58.48±0.48 ^{bcdD}	65.30±1.92 ^{dEF}	59.17±0.59 ^{CF}	50.95±1.39 ^{aF}	55.72±1.03 ^{BF}	63.65±0.37 ^{DF}	57.59±0.7 ^{bcG}	50.14±2.89 ^{AE}	58.00±3.00 ^{bcDE}
8	61.67±1.67 ^{EE}	67.15±0.04 ^{dFG}	61.84±1.52 ^{cFG}	52.13±0.38 ^{aF}	65.82±1.27 ^{dG}	65.72±0.21 ^{DF}	57.66±0.09 ^{bcG}	53.38±1.12 ^{aF}	61.00±1.35 ^{EF}
9	68.81±0.04 ^{EF}	67.56±0.76 ^{deFG}	63.57±1.22 ^{BG}	60.12±1.57 ^{aG}	66.29±2.72 ^{deG}	65.81±0.68 ^{bcDF}	59.06±2.10 ^{aG}	59.52±0.93 ^{aG}	64.00±0.86 ^{bcF}
10	69.50±1.50 ^{BF}	67.58±1.46 ^{bFG}	68.18±1.06 ^{bH}	73.84±1.15 ^{cH}	68.58±0.89 ^{bH}	70.03±1.33 ^{bcG}	64.00±0.69 ^{aH}	63.99±0.66 ^{aH}	69.00±2.25 ^{bcG}
11	72.90±0.45 ^{cdG}	69.33±2.12 ^{bcGH}	74.42±0.82 ^{dI}	74.21±0.93 ^{cdH}	71.81±0.55 ^{CI}	74.27±2.53 ^{cdHI}	68.55±1.14 ^{abI}	66.91±1.11 ^{aI}	69.40±0.85 ^{bcG}
12	83.99±0.69 ^{HI}	70.81±0.52 ^{aI}	80.17±1.64 ^{dJ}	74.47±0.82 ^{bH}	81.03±1.44 ^{dJ}	78.18±1.08 ^{CI}	72.81±0.45 ^{bcJ}	72.89±0.52 ^{bcJ}	70.00±20 ^{HI}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). F: Fındık yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.42. Palm olein yağı örneklerindeki viskozite değerleri (mPa.s)

Sayı/Örnek	P	P+bht	P+1000u	P+1500u	P+1000k	P+1500k	P+1000pr	P+1500pr	T
Kontrol	140.00±5.00 ^{dJ}	35.64±1.86 ^{BA}	34.48±1.83 ^{BA}	21.00±3.00 ^{aA}	21.40±0.75 ^{aA}	34.60±1.29 ^{BA}	35.16±0.95 ^{BA}	35.48±1.57 ^{BA}	131.00±3.00 ^{CH}
1	31.60±1.27 ^{cA}	37.21±1.91 ^{dA}	45.06±1.31 ^{EB}	25.00±2.00 ^{BB}	22.50±1.15 ^{aAB}	42.88±0.81 ^{gB}	39.37±0.64 ^{deB}	39.62±0.44 ^{EB}	41.00±1.36 ^{efA}
2	36.90±0.55 ^{cB}	43.23±0.81 ^{EB}	46.24±0.78 ^{FB}	27.67±1.53 ^{BB}	24.00±2.00 ^{aBC}	48.30±0.55 ^{gC}	40.79±0.46 ^{dB}	40.86±0.71 ^{dB}	47.00±1.55 ^{gB}
3	38.00±0.21 ^{cBC}	43.68±2.27 ^{dB}	51.75±0.56 ^{cC}	35.00±3.00 ^{BC}	24.20±0.63 ^{aBC}	53.50±0.75 ^{ED}	42.72±1.03 ^{dC}	41.60±0.54 ^{dC}	52.00±1.47 ^{EC}
4	41.00±1.42 ^{cC}	45.74±1.08 ^{dB}	53.73±0.28 ^{ED}	37.00±2.00 ^{BCD}	25.00±3.00 ^{aCD}	53.75±1.81 ^{ED}	44.24±0.20 ^{dCD}	44.39±0.72 ^{DD}	55.00±3.25 ^{dCD}
5	45.80±2.94 ^{cdD}	49.46±0.54 ^{dC}	54.06±0.49 ^{ED}	40.00±3.00 ^{BD}	26.70±0.82 ^{aDE}	55.85±2.67 ^{eDE}	45.51±1.38 ^{CD}	48.66±0.78 ^{cdE}	56.00±3.36 ^{ED}
6	51.10±1.25 ^{dE}	50.01±2.47 ^{cdC}	54.85±0.62 ^{ED}	40.00±2.00 ^{BD}	27.30±0.03 ^{aE}	57.60±1.41 ^{EEF}	47.47±0.67 ^{CE}	50.11±2.35 ^{cdE}	57.00±1.35 ^{ED}
7	53.40±1.53 ^{dE}	51.07±1.45 ^{cdC}	58.35±0.60 ^{EE}	44.00±0.50 ^{BE}	31.50±0.50 ^{aF}	59.10±0.99 ^{EF}	50.21±1.02 ^{CF}	53.20±0.16 ^{DF}	58.00±3.00 ^{ED}
8	63.10±1.15 ^{EF}	51.57±0.56 ^{BC}	60.29±0.95 ^{EF}	51.00±3.00 ^{BF}	37.60±0.71 ^{aG}	59.20±0.61 ^{DEF}	56.20±2.02 ^{CG}	57.14±1.30 ^{cdG}	61.00±1.35 ^{EEF}
9	65.70±1.76 ^{EF}	52.28±1.03 ^{BC}	61.35±0.90 ^{EF}	51.90±0.41 ^{BF}	41.90±0.31 ^{aH}	60.00±1.00 ^{deF}	57.42±1.08 ^{CG}	58.58±0.59 ^{cdG}	64.00±0.86 ^{EF}
10	66.70±1.55 ^{EF}	56.26±0.71 ^{BD}	64.45±1.57 ^{deG}	54.17±2.02 ^{BF}	43.00±1.17 ^{aH}	62.84±1.12 ^{dG}	62.06±0.18 ^{dH}	58.74±0.74 ^{CG}	69.00±2.25 ^{FG}
11	73.80±0.35 ^{HI}	59.21±2.41 ^{BE}	80.68±0.65 ^{gH}	59.50±2.29 ^{bcG}	49.20±0.95 ^{aI}	66.60±1.19 ^{dH}	63.23±0.86 ^{CH}	62.60±0.92 ^{CH}	69.40±0.85 ^{EG}
12	80.60±1.85 ^{dI}	63.68±0.91 ^{aF}	83.08±0.94 ^{dI}	63.67±1.04 ^{aH}	63.20±1.71 ^{aJ}	75.56±1.58 ^{CI}	70.74±1.70 ^{bI}	68.44±1.25 ^{bI}	70.00±2.00 ^{bcG}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). P: Palm olein yağı; T: Ticari kızartma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.43. Paçal-1 yağı örneklerindeki viskozite değerleri (mPa.s)

Sayı/Örnek	pac1	pac1+bht	pac1+1000u	pac1+1500u	pac1+1000k	pac1+1500k	pac1+1000pr	pac1+1500pr	T
Kontrol	36.57 ±2.62 ^{dA}	30.60 ±0.66 ^{bA}	31.48 ±1.23 ^{bcA}	19.47 ±0.53 ^{aA}	33.70 ±0.44 ^{cdA}	20.59 ±0.62 ^{bA}	36.50 ±1.66 ^{dA}	45.78 ±2.03 ^{SA}	131.00 ±3.00 ^{hH}
1	39.28 ±1.60 ^{cAB}	32.50 ±0.75 ^{bAB}	32.84 ±0.61 ^{bA}	26.73 ±1.04 ^{aB}	47.39 ±0.80 ^{dB}	31.17 ±0.98 ^{bB}	40.69 ±0.69 ^{cB}	47.15 ±0.29 ^{dAB}	41.00 ±1.36 ^{cA}
2	40.13 ±1.06 ^{bABC}	33.10 ±2.85 ^{aAB}	44.40 ±1.06 ^{deB}	48.78 ±1.31 ^{fc}	51.33 ±0.92 ^{gC}	42.67 ±1.28 ^{cdC}	41.70 ±0.66 ^{bcB}	46.63 ±0.65 ^{efA}	47.00 ±1.55 ^{fB}
3	42.40 ±1.15 ^{bBCD}	34.50 ±0.16 ^{aB}	46.65 ±2.50 ^{sc}	49.28 ±0.80 ^{dC}	55.53 ±1.28 ^{td}	43.72 ±0.42 ^{bc}	44.30 ±0.95 ^{bc}	49.07 ±0.94 ^{dB}	52.00 ±1.47 ^{cC}
4	44.41 ±2.24 ^{bcDE}	38.50 ±1.54 ^{aC}	46.72 ±0.43 ^{bcC}	56.93 ±4.09 ^{dd}	56.30 ±1.24 ^{dd}	50.39 ±1.02 ^{cd}	45.30 ±0.01 ^{bcd}	49.33 ±1.92 ^{bcB}	55.00 ±3.25 ^{dCD}
5	45.21 ±2.23 ^{bdE}	40.33 ±2.77 ^{aC}	49.02 ±0.88 ^{cdD}	57.35 ±1.86 ^{ed}	57.17 ±0.59 ^{ed}	51.11 ±0.99 ^{dDE}	47.40 ±0.94 ^{bcD}	50.05 ±2.18 ^{cdC}	56.00 ±3.36 ^{dD}
6	45.98 ±1.78 ^{adE}	48.60 ±1.35 ^{bcD}	50.09 ±1.03 ^{cd}	57.80 ±1.24 ^{ed}	60.31 ±1.30 ^{fE}	52.62 ±0.52 ^{def}	47.77 ±1.10 ^{abd}	52.31 ±1.01 ^{dd}	57.00 ±1.35 ^{ed}
7	48.16 ±0.24 ^{ae}	49.00 ±1.35 ^{ad}	52.21 ±1.05 ^{be}	58.04 ±1.28 ^{cd}	62.96 ±1.37 ^{df}	54.26 ±0.93 ^{bfg}	53.50 ±1.82 ^{be}	52.63 ±0.81 ^{bd}	58.00 ±3.00 ^{cdE}
8	56.11 ±2.77 ^{abF}	54.70 ±1.63 ^{ae}	60.70 ±1.44 ^{cf}	58.33 ±0.45 ^{bcd}	65.12 ±1.13 ^{eg}	55.28 ±0.97 ^{ag}	56.80 ±0.95 ^{abF}	54.32 ±0.89 ^{ad}	61.00 ±1.35 ^{def}
9	57.43 ±1.98 ^{abF}	55.60 ±1.35 ^{aeF}	61.93 ±0.56 ^{cf}	66.12 ±0.49 ^{de}	68.59 ±0.90 ^{eh}	55.57 ±1.82 ^{ag}	59.30 ±0.72 ^{bg}	68.36 ±1.33 ^{ee}	64.00 ±0.86 ^{cf}
10	58.82 ±1.05 ^{aF}	57.60 ±1.54 ^{aeFG}	63.90 ±0.68 ^{bg}	67.75 ±1.57 ^{cef}	69.49 ±1.62 ^{ch}	59.41 ±0.83 ^{ah}	68.50 ±2.06 ^{ch}	70.51 ±0.77 ^{de}	69.00 ±2.25 ^{cG}
11	63.44 ±3.93 ^{bcG}	58.00 ±1.66 ^{aFG}	64.03 ±1.35 ^{bg}	68.88 ±0.70 ^{ef}	69.96 ±0.19 ^{ch}	61.85 ±1.61 ^{bl}	68.60 ±0.81 ^{ch}	76.52 ±0.77 ^{df}	69.40 ±0.85 ^{cG}
12	96.81 ±6.09 ^{eh}	59.80 ±2.05 ^{ag}	90.77 ±0.92 ^{dh}	70.01 ±2.34 ^{bf}	75.87 ±1.09 ^{cl}	62.50 ±1.13 ^{al}	77.10 ±2.91 ^{cl}	80.24 ±1.57 ^{gG}	70.00 ±2.00 ^{bg}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). Pac1: Paçal-1 yağı; T: Ticari kıztarma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.44. Paçal-2 yağı örneklerindeki viskozite değerleri (mPa.s)

Sayı/Örnek	pac2	pac2+bht	pac2+1000u	pac2+1500u	pac2+1000k	pac2+1500k	pac2+1000pr	pac2+1500pr	T
Kontrol	20.30 ±2.18 ^{aA}	38.54 ±0.82 ^{dA}	27.90 ±2.26 ^{bA}	37.99 ±1.64 ^{dA}	33.94 ±1.25 ^{cA}	38.20 ±0.41 ^{dA}	32.16 ±1.09 ^{cA}	38.00 ±1.05 ^{dA}	131.00 ±3.00 ^{hH}
1	21.30 ±2.46 ^{aA}	43.27 ±2.44 ^{dB}	30.00 ±2.00 ^{bA}	38.52 ±0.30 ^{cA}	40.05 ±1.36 ^{cB}	46.49 ±1.25 ^{eB}	38.24 ±1.60 ^{cB}	41.30 ±0.95 ^{cdB}	41.00 ±1.36 ^{cdA}
2	36.90 ±1.08 ^{bB}	45.14 ±2.56 ^{fgBC}	30.10 ±1.21 ^{aA}	40.35 ±1.12 ^{cdA}	43.26 ±0.89 ^{efC}	48.26 ±0.89 ^{hBC}	38.79 ±0.32 ^{bcB}	42.02 ±2.03 ^{deBC}	47.00 ±1.55 ^{ghB}
3	37.20 ±2.23 ^{bb}	46.09 ±1.86 ^{eBCD}	34.00 ±1.32 ^{aB}	47.99 ±1.54 ^{efB}	45.61 ±1.26 ^{deD}	49.41 ±0.70 ^{fc}	40.49 ±0.73 ^{sc}	43.33 ±0.54 ^{dB}	52.00 ±1.47 ^{cC}
4	38.10 ±1.81 ^{aB}	47.04 ±3.21 ^{deCD}	42.20 ±0.51 ^{bc}	52.33 ±0.55 ^{fgC}	45.72 ±1.54 ^{cdD}	50.10 ±0.18 ^{efC}	43.25 ±0.76 ^{bcD}	44.01 ±2.00 ^{bcdC}	55.00 ±3.25 ^{gCD}
5	38.85 ±3.20 ^{aB}	48.08 ±1.28 ^{gbcD}	48.20 ±0.45 ^{bcdD}	52.96 ±1.17 ^{cdD}	46.96 ±0.49 ^{bDE}	52.49 ±0.70 ^{deD}	50.87 ±0.38 ^{cdeE}	49.60 ±1.11 ^{bcdD}	56.00 ±3.36 ^{dD}
6	39.10 ±2.76 ^{aB}	48.10 ±0.67 ^{bcdD}	48.60 ±0.83 ^{bcdD}	53.30 ±0.19 ^{dCD}	48.64 ±0.38 ^{bCE}	58.04 ±1.97 ^{eE}	51.05 ±1.03 ^{cdE}	49.90 ±1.13 ^{bcdD}	57.00 ±1.35 ^{ed}
7	48.20 ±1.30 ^{aC}	48.55 ±1.60 ^{adE}	53.30 ±0.85 ^{bCE}	55.91 ±3.23 ^{cdDE}	50.62 ±0.63 ^{abF}	58.30 ±0.28 ^{dE}	52.91 ±0.75 ^{bcF}	52.70 ±0.62 ^{bE}	58.00 ±3.00 ^{dDE}
8	48.60 ±0.91 ^{aC}	49.31 ±0.69 ^{adDEF}	55.80 ±1.48 ^{bcF}	56.90 ±0.79 ^{eE}	55.12 ±0.16 ^{bcG}	63.87 ±0.78 ^{efF}	54.31 ±0.43 ^{bcF}	54.60 ±0.76 ^{bE}	61.00 ±1.35 ^{def}
9	49.17 ±0.63 ^{aC}	51.68 ±1.57 ^{aeFG}	63.40 ±1.25 ^{deG}	64.53 ±3.49 ^{fF}	60.32 ±0.63 ^{bCH}	64.35 ±1.94 ^{efF}	61.20 ±1.10 ^{cdG}	57.70 ±1.34 ^{bfF}	64.00 ±0.86 ^{deF}
10	53.80 ±1.66 ^{ad}	51.80 ±0.56 ^{aFG}	64.46 ±0.85 ^{cG}	68.20 ±1.76 ^{dG}	64.03 ±2.18 ^{cl}	64.73 ±0.62 ^{cfF}	62.20 ±1.58 ^{cGH}	59.10 ±1.01 ^{bfF}	69.00 ±2.25 ^{dG}
11	56.70 ±3.28 ^{bd}	53.92 ±1.23 ^{ag}	64.50 ±0.87 ^{dG}	74.49 ±0.74 ^{hH}	70.17 ±1.49 ^{el}	69.45 ±1.69 ^{egG}	63.52 ±0.82 ^{dhH}	59.50 ±1.64 ^{cfF}	69.40 ±0.85 ^{cG}
12	69.89 ±0.46 ^{bcdE}	54.29 ±2.27 ^{ag}	71.90 ±1.03 ^{efH}	80.08 ±2.06 ^{hl}	72.73 ±1.24 ^{fk}	75.41 ±0.80 ^{ghH}	67.32 ±0.82 ^{bl}	67.70 ±1.01 ^{bCG}	70.00 ±2.00 ^{deG}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). Pac1: Paçal-1 yağı; T: Ticari kıztarma yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.45. Korelasyon analizi tablosu

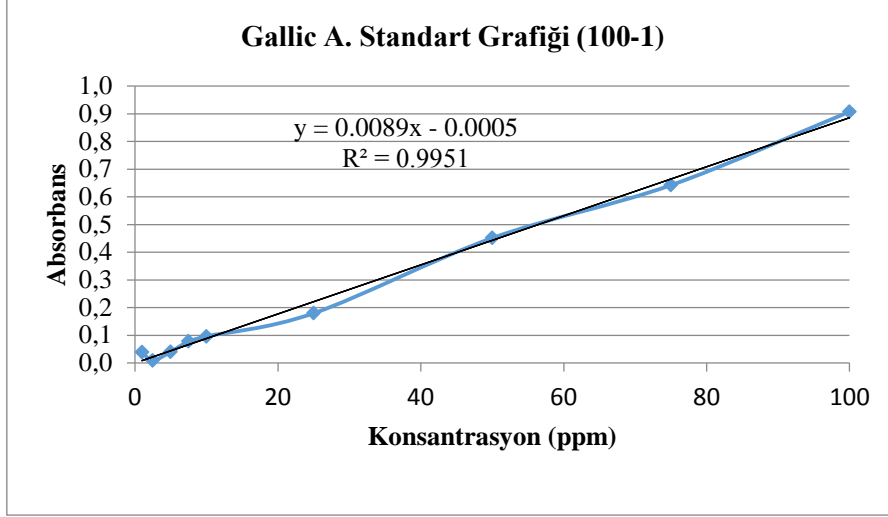
		Correlations			
		Örnek	Kızartma Sayısı	TPM	Viskozite
Örnek	Pearson Correlation	1	.000	.020	-.029
	Sig. (2-tailed)		1.000	.463	.297
	N	1287	1287	1287	1287
Kızartma Sayısı	Pearson Correlation	.000	1	.738**	.740**
	Sig. (2-tailed)	1.000		.000	.000
	N	1287	1287	1287	1287
TPM	Pearson Correlation	.020	.738**	1	.543**
	Sig. (2-tailed)	.463	.000		.000
	N	1287	1287	1287	1287
Viskozite	Pearson Correlation	-.029	.740**	.543**	1
	Sig. (2-tailed)	.297	.000	.000	
	N	1287	1287	1287	1287

** . Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir (2 tailed).

4.9. Toplam Fenolik Madde İçeriği

Fenolik maddelerin, yağların okside olmalarında önleyici veya geciktirici etkilerinin olması antioksidan aktiviteleri üzerinde önemli rol almalarını sağlar (Yen ve ark., 1993). Pek çok gıdalarda özellikle de bitki ve meyvelerde fenolik madde içeriklerinin yüksek olması serbest radikalleri süpürme kapasitelerinin de yüksek olmasında önem arz eder (Hatano ve ark., 1990). Fenolik bileşenlerin antioksidan kapasiteleri üzerinde pozitif etkisinin olduğu yapılan bazı çalışmalarla bildirilmiştir (Fares ve ark., 2010; Michalska ve ark., 2008; Vinson ve ark., 1998).

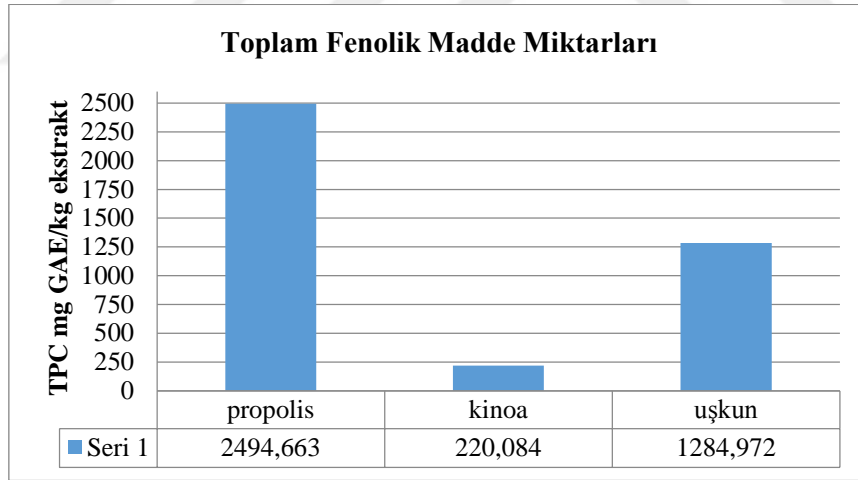
Çalışmamızda toplam fenolik madde içeriklerine sadece yağlara ilave edilen doğal ekstraktlarda bakılmıştır. Sonuçlar mg GAE/kg ekstrakt üzerinden hesaplanmıştır. Bu nedenle farklı gallik asit konsantrasyonlarına karşı absorbans değerleri belirlenerek gallik asit standart kurve grafiği oluşturulmuştur. Bu grafik şekil 4.9'de gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Gallik asit standart grafiği.

Doğal ekstraktlardan en yüksek toplam fenolik madde miktarı sırasıyla propolis (2494.66±35.38 mg GAE/kg), uşkun (1284.97±21.43 mg GAE/kg) ve kinoada (220.08±20.99 mg GAE/kg) tespit edilmiştir. Özdemir (2013), yaptığı çalışmada nar kabuğu ekstraktının toplam fenolik madde içeriğini incelemiş ve değerini oldukça yüksek (136667 mg GAE/kg ekstrakt) bulmuştur. Aşağıda propolis, kinoa ve uşkun ile ilgili yapılan bazı toplam fenolik madde miktarı çalışmalarının sonuçları özetlenmiştir. Calegari ve ark. (2016), yaptıkları bir çalışmada Brezilyanın güneybatı bölgelerinden toplanan 16 farklı propolis çeşitlerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidatif özelliklerini incelemiş ve sonuç olarak bu propolislerin toplam fenolik madde miktarları 5.36 mg GAE/kg – 48.2 mg GAE/kg aralığında olduğunu belirlemişlerdir. Sipipatrawan ve ark. (2013), yaptıkları bir çalışmada Tayland'ın çeşitli bölgelerinden toplanan propolisleri farklı oranlarda (%30-70) etanol-su karışımı çözeltide ekstrakte ederek antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri üzerine bir araştırma yapmışlardır. Sonuçlarda %70 oranında hazırlanan çözelti ile en yüksek toplam fenolik madde miktarını (77.53 mg GAE/kg) elde etmişlerdir. Bonvehi ve Gutierrez (2011), İspanya'nın kuzey doğu bölgesinden topladıkları 19 farklı propolis örneklerinin antioksidan aktiviteleri ve toplam fenolik madde miktarlarını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda tüm örneklerde hesaplanan toplam fenolik madde miktarı 200 - 340 mg GAE/g olduğunu belirlemişlerdir. Jubete ve ark. (2010), yaptıkları bir çalışmada kinoa tohumu ve filizlenmiş dalları ile normal ve karabuğdayın fenolik kompozisyonları ve

antioksidan aktivitelerini incelemiş ve elde ettiği sonuçlara göre, kinoa tohumunda 71.7 mg GAE/100g toplam fenolik madde miktarı bulunurken; filizlenmiş bitkisinde 147 mg GAE/100g olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan kinoanın normal undan daha yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip olduğunu; ancak karabuğday kadar yüksek miktarının olmadığını tespit etmişlerdir. Dini ve ark. (2010), kinoa ekstraktında en verimli yöntemin %80-20 oranında metanol-su karışımı çözeltisinin olduğunu belirlenmiştir. Oktay ve ark. (2007), yaptıkları uşkun çalışmasında, uşkunun farklı kısımlarındaki toplam fenolik madde miktarlarını incelemiştir. Etanol ekstraktı ile uşkunun kabuk kısımlarından elde edilen ekstraktların en yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip olduğunu (155 mg GAE/kg) tespit etmişlerdir. Çalışmamızda kullanılan ekstraktlarda hesaplanan toplam fenolik madde miktarları, literatürde bulunan değerlerden çok daha yüksek çıkmıştır. Burada çalışmamızdaki örneklerin tüm çözücülerden arındırılmış olup, saf toz ekstrakt olmasının etkili olduğu tahmin edilmektedir. Aşağıda Şekil 4.10'de toplam fenolik madde içerikleri gösterilmiştir. Analizler her örnek için 2 paralelli olarak yapılmıştır.



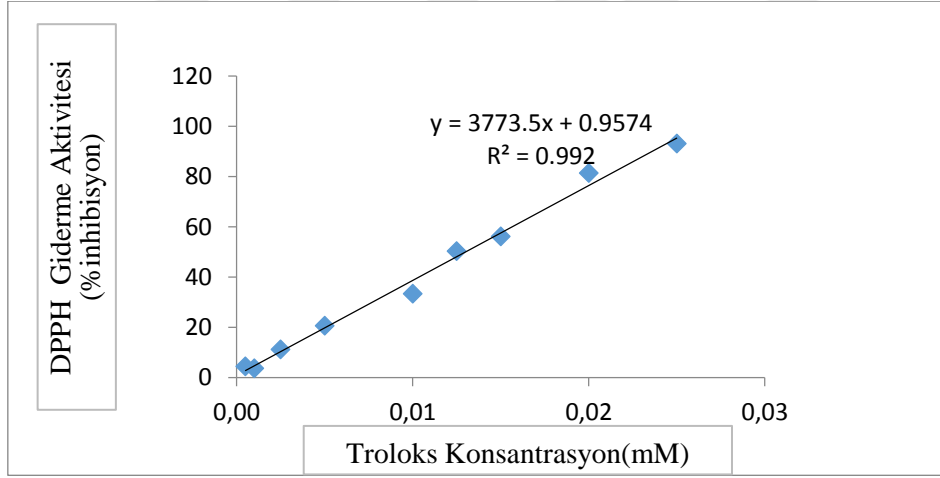
Şekil 4.10. Toplam fenolik madde içerikleri.

4.10. Antioksidan Aktivite Sonuçları

4.10.1. DPPH radikal süperme etkisi sonuçları

Yağların okside olmasında serbest radikallerin etkisi büyüktür. DPPH bilinen serbest ve karalı radikallerden birisidir ve ortamdan hidrojen veya elektronları kendine bağlayarak indirgenme özelliği kazanmaktadır (Matthäus, 2002).

Bu analizde öncelikle standart kurve grafiği oluşturmak için troloks kullanılmıştır. Konsantrasyon, mili molar cinsinden hesaplanmıştır. Oluşturulan bu grafik Şekil 4.11'te gösterilmiştir. Analiz, sadece doğal ekstraktlara ve BHT'ye uygulanmıştır. Her bir örnek için ortamda oluşan serbest radikallerin (DPPH) inhibisyon yüzdeleri ve troloks eşdeğerleri çizelge 4.46'da gösterilmiştir. Yüzde inhibisyon değerinin yüksek olmasıyla antioksidan aktivite doğru orantılı olarak ilişkilendirilmektedir.



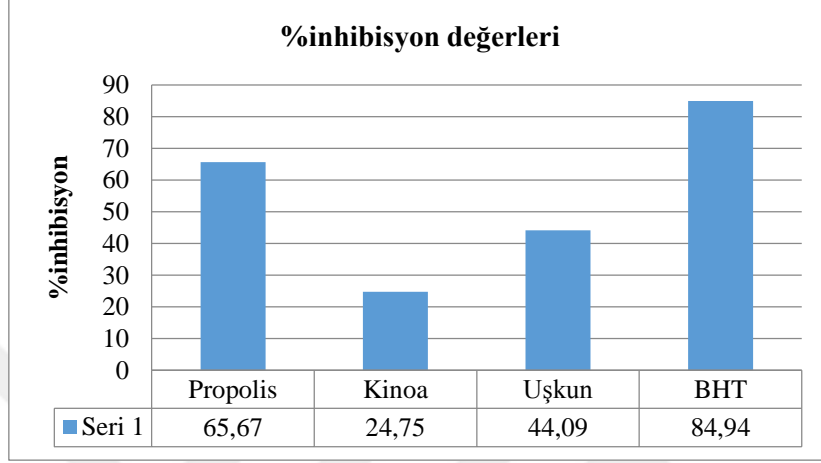
Şekil 4.11. Troloks standartı grafiği.

Çizelge 4.46. Örneklerin % inhibisyon ve troloks eşdeğer/g değerleri

Örnek	%inhibisyon	DPPH(mMol Trol. Eş/g ekstrakt)
Propolis	65.67±0.61 ^c	17.15±0.16c
Kinoa	24.75±2.30 ^a	6.30±0.61a
Uşkun	44.09±4.48b	11.43±1.19b
BHT	84.94±0.97d	22.25±0.26d

*Aynı kolonda üst simge olarak verilen farklı harfler ortalamalar arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Çizelgede görüldüğü üzere propolis doğal ekstraktlar içerisinde %inhibisyon ve mMol troloks eşdeğer/g cinsinden en yüksek olanıdır. BHT tüm örneklerden daha yüksek çıkmıştır. Yapılan istatistik analizinde tüm örnekler arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Analizler her örnek için 2 paralelli olarak yapılmıştır.

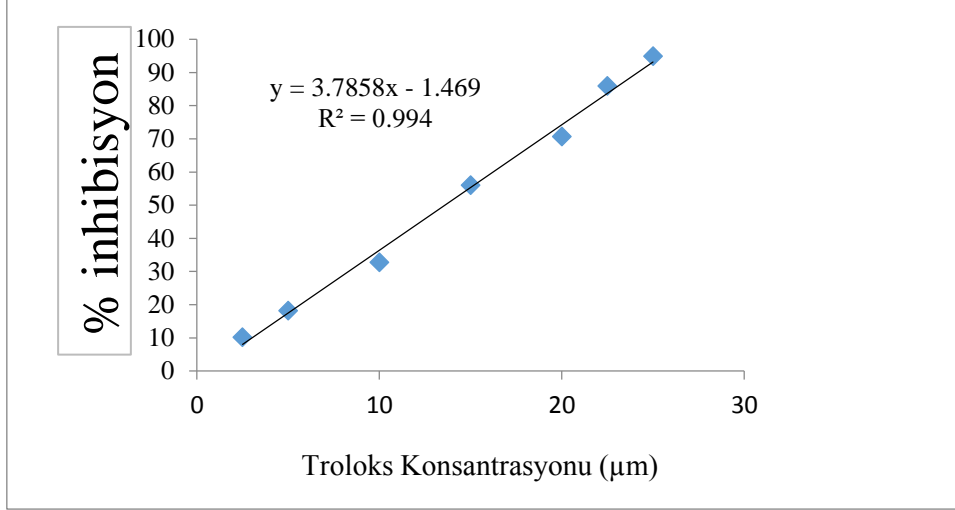


Şekil 4.12. Örneklerin % inhibisyon değerleri (DPPH).

4.10.2. Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAK) değerleri sonuçları

Antioksidan içerikleri yüksek olan gıdalarda antioksidan aktivilerinin belirlenmesinde tek radikal üzerindeki etkiyi incelemek yetersiz kalmaktadır. Bunun yerine en az iki veya fazlası üzerindeki etkileri incelemek daha doğru kabul edilmektedir (Yu ve ark., 2007). Bundan dolayı çalışmada kullanılan doğal ve sentetik antioksidanlara hem DPPH hem de TEAK analizi uygulanmıştır.

Bu analiz için DPPH'ta olduğu gibi troloks standardı kullanarak kurve grafiği çizilmiştir. Konsantrasyon, mikro molar cinsi üzerinden hesaplanıp grafik oluşturulmuştur. Oluşturulan bu grafik şekil 4.13'te gösterilmiştir. Analizde, sadece BHT ve doğal ekstraktlar için TEAK değerleri hesaplanmıştır.



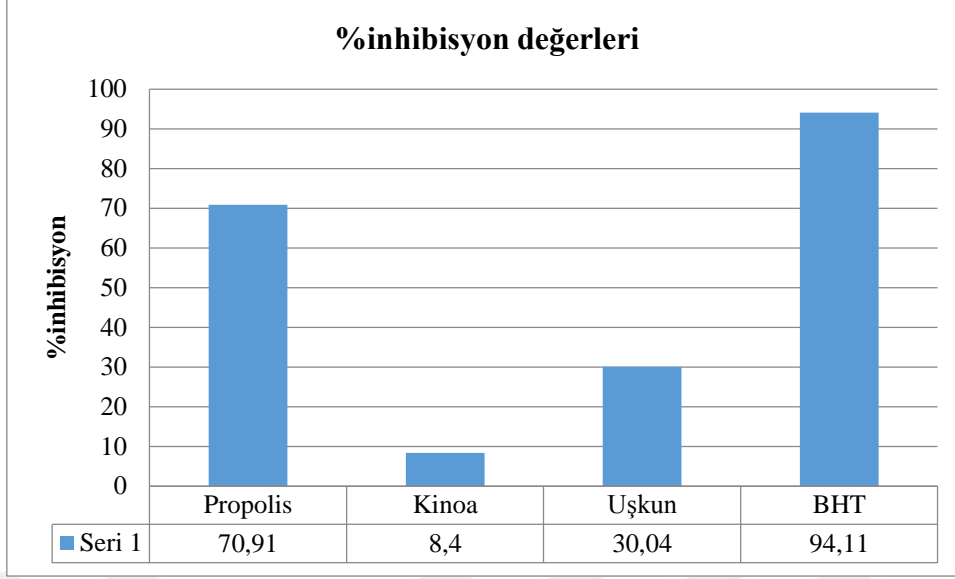
Şekil 4.13. Troloks standartı grafiği.

Örneklerin TEAK değerleri Çizelge 4.47’de gösterilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi hesaplanan değerler DPPH değerleriyle paraleldir. En yüksek değer BHT’de bulunurken, doğal ekstraktlar içinde yine propoliste bulunmuştur. Hesaplanan değerler µMol Trol.eş/g ekstrakt olarak gösterilmiştir. Yapılan istatistik analizinde tüm örnekler arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Analizler her örnek için 2 paralelli olarak yapılmıştır.

Çizelge 4.47. Örneklerin % inhibisyon ve troloks eşdeğer/g değerleri

Örnek	%inhibisyon	DPPH(µMol Trol. Eş/g ekstrakt)
Propolis	70.91±1.15c	19119.37±302.59c
Kinoa	8.40±2.29a	2605.45±605.17a
Uşkun	30.04±2.92b	8324.05±770.22b
BHT	94.11±1.87d	25246.44±495.14d

*Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).



Şekil 4.14. Örneklerin % inhibisyon değerleri (ABTS).

DPPH ile TEAK analizinin birbiri ile ilişkili olup olmadığını tespit etmek amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır. Aşağıdaki çizelge 4.48’de yapılan korelasyon analizi gösterilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere DPPH ve TEAK değerleri arasında güçlü bir korelasyon vardır ($p < 0.01$).

Çizelge 4.48. DPPH ve TEAK arasındaki korelasyon

Correlations			
		DPPH	TEAC
DPPH	Pearson Correlation	1	.992**
TEAC	Pearson Correlation	.992**	1

** . Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir (2 tailed).

4.11. Yağ Asidi Kompozisyonu

Çalışmada kullanılan F, paç-1, paç-2, P ve T yağlarının yağ asit kompozisyonları incelenmiş olup, çizelge 4.49, 4.50, 4.51 ve 4.52’ de detaylı olarak gösterilmiştir. Yağ asidi kompozisyonları örnek sayıları çok fazla olduğundan dolayı sadece kontrol (kızartma öncesi) ve 12. kızartma sonrasında alınan örneklere uygulanmıştır. Çizelge 4.16’da fındık yağlarında belirlenen doymuş ve doymamış yağ asitleri verilmiştir. Yapılan analiz sonucunda doymuş yağ asitleri olarak C14:0 (miristik), C16:0 (palmitik),

C17:0 (margarik), C18:0 (stearik) ve C20:0 (araşidik) olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.16'da görüldüğü üzere fındık yağlarındaki doymuş yağ asitleri yüzdeleri birbirinden oldukça farklıdır. Ancak aynı doymuş yağ asiti ve aynı kızartma sayısı için örnekler arasındaki farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Sadece antioksidan ilavesi yapılmayan saf fındık yağında rumenik asitteki fark istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır ($p<0.05$). Genel olarak çizelgeyi değerlendirecek olursak, tüm örneklerde doymuş yağ asitleri içerisinde palmitik asit (C16:0) ve stearik asitin (C18:0) daha baskın olduğu görülmüştür. Fındık yağı örneklerinde tespit edilen doymamış yağ asitleri ise; C16:1 (palmitoleik), C17:1_{cis-10} (Cis10 heptadekenoik), C18:1 (oleik), C18:2 (linoleik), C18:2_{cis-9, trans-11} (Rumenik), C18:3 (linolenik) ve C20:1_{cis-11} (gadoleik) tespit edilmiştir. Doymamış yağ asitlerinde ise; beklenildiği gibi baskın olarak oleik asit ve linoleik asit tespit edilmiştir. Diğer doymamış yağ asitleri ise % 1'in altında çıkmıştır.

Palmitoleik asitte F+BHT ve F+1000u örneklerinde kızartma sayısı ile meydana gelen azalma önemli bulunurken; linoleik asitte sadece F+1500k örneğinde azalmanın önemli olduğu; linolenik asitte ise sadece F+1000u örneğinde meydana gelen kayıp istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelgeler incelendiğinde kızartma sayısının artmasıyla özellikle palmitik asit ve stearik asit yüzde miktarlarında da artış olduğu görülmektedir. Buna karşılık özellikle linoleik asit ve linolenik asitte azalma eğilimi olmaktadır. Buradaki bu azalış ve artışların kızartma anında oksidasyon ile çoklu doymamış yağ asitlerindeki çiftli bağların kopması veya bozulmasıyla doymuş yağ asitlerine dönüşmesinden olduğu düşünülmektedir (Okur, 2008).

Tekin ve ark. (2009), yaptıkları bir çalışmada fındık yağı ve farklı bitkisel yağların kızartma sıcaklığındaki fiziko-kimyasal değişimleri incelemiştir. Fındık yağının doymuş yağ asitleri kompozisyonunda baskın olarak palmitik asiti (C16:0) % 5.34; stearik asiti (C18:0) %2.61 tespit etmişlerdir. Doymamış yağ asitlerinde ise oleik asiti (C18:1) %81.62; linoleik asiti (C18:2) %9.71 ve linolenik asiti (C18:3) ise %0.09 oranında bulmuşlardır. Tezimizde kullanılan fındık yağının yağ asiti kompozisyonu bu çalışmadaki yağ asiti kompozisyonundan farklı olduğu görülmüştür. Kullanılan fındık çeşidi, hasat zamanı yağ elde etme şekilleri vb gibi faktörlerin bu farklılığa yol açabileceği düşünülmektedir (Alasalvar ve ark., 2010)

Çizelge 4.49. Fındık yağı örneklerinde tespit edilen yağ asitleri (%)

Yağ Asidi	F		F+bht		F+1000u		F+1500u	
	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma
Myristic	0.07±0.01 ^{aA}	0.07±0.01 ^{aA}	0.07±0.01 ^{aA}	0.08±0.01 ^{aA}	0.07±0.01 ^{aA}	0.07±0.01 ^{aA}	0.06±0.01 ^{aA}	0.07±0.01 ^{aA}
Palmitic	9.28±0.34 ^{aA}	9.52±0.49 ^{aA}	9.54±0.58 ^{aA}	9.73±0.35 ^{aA}	8.85±0.40 ^{aA}	9.85±0.52 ^{aA}	8.82±0.40 ^{aA}	9.60±0.53 ^{aA}
Margaric	-	-	-	0.11±0.04 ^a	0.08±0.11 ^a	-	-	-
Stearic	4.54±0.27 ^{aA}	4.91±0.66 ^{aA}	4.90±0.56 ^{aA}	5.19±0.4 ^{aA}	5.08±0.18 ^{aA}	4.96±0.57 ^{aA}	4.40±0.5 ^{aA}	4.69±0.45 ^{aA}
Arachidic	0.26±0.04 ^{aA}	0.32±0.06 ^{aA}	0.31±0.06 ^{aA}	0.35±0.03 ^{aA}	0.31±0.05 ^{aA}	0.33±0.10 ^{aA}	0.27±0.06 ^{aA}	0.31±0.07 ^{aA}
Palmitoleic	0.46±0.06 ^{aA}	0.46±0.10 ^{aA}	0.69±0.01 ^{abA}	0.52±0.03 ^{abB}	0.90±0.02 ^{bcA}	0.52±0.09 ^{abB}	0.82±0.22 ^{bcA}	0.49±0.06 ^{aA}
Margaroleik	-	-	-	-	0.19±0.05 ^{aA}	0.17±0.04 ^{aA}	0.16±0.04 ^{aA}	0.19±0.06 ^{aA}
Oleic	63.82±1.30 ^{aA}	63.12±2.38 ^{aA}	62.97±1.82 ^{aA}	62.35±1.09 ^{aA}	61.48±5.96 ^{aA}	63.87±2.25 ^{aA}	65.21±1.67 ^{aA}	63.35±2.04 ^{aA}
Linoleic	20.28±0.24 ^{aA}	19.97±0.29 ^{cA}	20.38±0.16 ^{aA}	19.99±0.18 ^{cA}	21.06±4.74 ^{aA}	18.60±0.32 ^{aA}	19.04±0.16 ^{aA}	19.67±0.19 ^{bcA}
Linolenic	0.24±0.03 ^{aA}	0.34±0.05 ^{aA}	0.25±0.05 ^{aA}	0.26±0.06 ^{aA}	1.61±0.11 ^{ba}	0.31±0.20 ^{abB}	0.22±0.04 ^{aA}	0.23±0.04 ^{aA}
Rumenic	0.43±0.06 ^{ba}	0.07±0.10 ^{abB}	0.09±0.02 ^{aA}	0.06±0.08 ^{aA}	0.05±0.06 ^{aA}	0.16±0.05 ^{aA}	0.04±0.06 ^{aA}	0.12±0.04 ^{aA}
Gondoik asit	0.43±0.06 ^{aA}	0.50±0.13 ^{aA}	0.48±0.08 ^{aA}	0.54±0.08 ^{aA}	0.47±0.11 ^{aA}	0.48±0.09 ^{aA}	0.43±0.08 ^{aA}	0.51±0.09 ^{aA}

Yağ Asidi	F+1000k		F+1500k		F+1000pr		F+1500pr	
	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma
Myristic	0.07±0.01 ^{aA}	0.06 ±0.01 ^{aA}	0.07 ±0.01 ^{aA}	0.07 ±0.01 ^{aA}	0.07 ±0.01 ^{aA}	0.07 ±0.01 ^{aA}	0.06 ±0.01 ^{aA}	0.07 ±0.01 ^{aA}
Palmitic	9.33±0.45 ^{aA}	9.34 ±0.44 ^{aA}	9.55 ±0.57 ^{aA}	9.69 ±0.45 ^{aA}	8.77 ±0.47 ^{aA}	9.48 ±0.42 ^{aA}	8.74 ±0.53 ^{aA}	9.40 ±0.53 ^{aA}
Margaric	-	-	-	0.05 ±0.07 ^a	0.06 ±0.08 ^a	-	-	-
Stearic	4.70±0.61 ^{aA}	4.71 ±0.59 ^{aA}	4.87 ±0.6 ^{aA}	5.02 ±0.56 ^{aA}	4.53 ±0.57 ^{aA}	4.80 ±0.56 ^{aA}	4.32 ±0.57 ^{aA}	4.67 ±0.67 ^{aA}
Arachidic	0.30±0.13 ^{aA}	0.29 ±0.12 ^{aA}	0.28 ±0.07 ^{aA}	0.32 ±0.09 ^{aA}	0.33 ±0.06 ^{aA}	0.34 ±0.09 ^{aA}	0.28 ±0.08 ^{aA}	0.30 ±0.07 ^{aA}
Palmitoleic	0.46±0.14 ^{aA}	0.47 ±0.10 ^{aA}	0.44 ±0.11 ^{aA}	0.56 ±0.05 ^{aA}	1.06 ±0.19 ^{cA}	0.49 ±0.07 ^{aA}	0.90 ±0.21 ^{bcA}	0.49 ±0.06 ^{aA}
Margaroleik asit	0.16±0.04 ^{aA}	0.17 ±0.05 ^{aA}	0.18 ±0.04 ^{aA}	0.19 ±0.05 ^{aA}	0.18 ±0.07 ^{aA}	0.17 ±0.04 ^{aA}	0.17 ±0.06 ^{aA}	0.17 ±0.06 ^{aA}
Oleic	63.27±2.52 ^{aA}	63.19 ±2.48 ^{aA}	63.16 ±1.81 ^{aA}	63.25 ±1.99 ^{aA}	63.89 ±2.18 ^{aA}	63.55 ±2.74 ^{aA}	64.90 ±2.22 ^{aA}	63.95 ±2.86 ^{aA}
Linoleic	20.07±0.28 ^{aA}	20.06 ±0.24 ^{aA}	20.16 ±0.21 ^{aA}	19.12 ±0.06 ^{abB}	18.98 ±0.04 ^{aA}	19.38 ±0.38 ^{abcA}	19.15 ±0.27 ^{aA}	19.48 ±0.56 ^{bcA}
Linolenic	0.24±0.05 ^{aA}	0.24 ±0.04 ^{aA}	0.25 ±0.04 ^{aA}	0.21 ±0.04 ^{aA}	0.28 ±0.04 ^{aA}	0.26 ±0.11 ^{aA}	0.25 ±0.02 ^{aA}	0.23 ±0.07 ^{aA}
Rumenic	0.07 ±0.09 ^{aA}	0.07 ±0.08 ^{aA}	0.05 ±0.06 ^{aA}	0.14 ±0.04 ^{aA}	0.06 ±0.08 ^{aA}	0.14 ±0.05 ^{aA}	0.05 ±0.07 ^{aA}	0.07 ±0.09 ^{aA}
Gondoik asit	0.47 ±0.12 ^{aA}	0.46 ±0.12 ^{aA}	0.49 ±0.09 ^{aA}	0.50 ±0.06 ^{aA}	0.43 ±0.08 ^{aA}	0.51 ±0.12 ^{aA}	0.42 ±0.08 ^{aA}	0.45 ±0.10 ^{aA}

-: Tespit edilememiştir. Satırlarda üst simge olarak gösterilen küçük harfler örneklerde aynı kızartma sayısı ortalama değerleri arasındaki farkın önemli olduğunu (p<0.05) göstermektedir. Üst simge olarak verilen büyük harfler ise aynı örnekte kızartma öncesi ve 12. kızartma sonrası değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Çizelge 4.50'de kızartmada kullanılan palm olein yağlarına ait doymuş ve doymamış yağ asitleri oranları verilmiştir. Çizelge incelendiğinde palm olein yağında baskın olan yağ asitlerinin sırasıyla oleik, palmitik ve linoleik asitler olduğu görülmektedir. Kızartma süresince baskın olarak bulunan bu yağ asitlerinde önemli bir değişim gözlemlenmemiştir ($p>0.05$). Palmitik ve stearik yağ asidi (C18:0), fındık yağındaki yüzde orana nazaran çok daha yüksek bulunmuştur. Bundan dolayı örneklere yapılan diğer kimyasal analiz sonuçlarında palm olein yağı, fındık yağına göre daha stabil değerlere sahiptir. Çünkü bir yağda doymuş yağ asitliği oranının, o yağın sıcaklığa karşı dayanıklılığında önemli rol üstlendiği bilinmektedir (Kayahan, 2003; Okur, 2008), Doymuş yağ asitlerinde fındık yağından farklı olarak laurik asit (C12:0) tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitleri kompozisyonunun yüzde miktarları arasında belirgin farklılıklar görülmüştür. Çizelgeye bakıldığında oranı %1'in altında olan yağ asitlerinde örnekler arasında ve kızartma süreleri arasında istatistiksel anlamda farklılık olmadığı görülmektedir ($p>0.05$). Özellikle baskın olan palmitik ve stearik asitte bazı örneklerdeki farklılıkların önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Çizelgeye göre yağ örneklerinde belirlenen doymamış yağ asitlerinden oleik ve linoleik asit miktarları yüzdece diğer yağ asitlerine nazaran daha yüksek çıkmıştır. Ancak fındık yağına nazaran daha düşük olduğu görülmüştür. P+1000u örneğinde palmitoleik asit kızartma öncesi (kontrol) değerinin (%3.18), 12. kızartma sonrasında (%0.56) oldukça belirgin bir düzeyde azaldığı görülmüştür ($p<0.05$). Bunun haricinde 1000 ppm ve 1500 ppm propolis ilave edilen yağlarda da kızartma sonrasında palmitoleik asit miktarında azalma olmuştur ($p<0.05$). Kontrol ve 12 kızartma yapılan örneklerde tespit edilen diğer doymamış yağ asitleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Çizelge 4.50. Palm olein yağı örneklerinde tespit edilen yağ asitleri (%)

Yağ Asidi	P		P+bht		P+1000u		P+1500u	
	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma
Lauric	0.62±0.11 ^{aA}	0.61±0.07 ^{aA}	0.59±0.16 ^{aA}	0.61±0.06 ^{aA}	0.60±0.14 ^{aA}	0.65±0.11 ^{aA}	0.47±0.10 ^{aA}	0.51±0.00 ^{aA}
Myristic	2.08±0.23 ^{bA}	2.11±0.19 ^{aA}	1.85±0.30 ^{abA}	2.00±0.13 ^{aA}	1.81±0.24 ^{abA}	2.02±0.18 ^{aA}	1.48±0.18 ^{aA}	1.75±0.00 ^{aA}
Palmitic	30.93±0.31 ^{cA}	31.77±0.62 ^{aA}	30.58±1.18 ^{abcA}	31.13±0.04 ^{aA}	28.48±0.45 ^{abA}	30.90±0.20 ^{ab}	29.79±1.41 ^{abcA}	30.83±0.00 ^{aA}
Palmitoleic	0.58±0.16 ^{aA}	0.54±0.04 ^{aA}	0.53±0.16 ^{aA}	0.59±0.06 ^{aA}	3.18±0.30 ^{cA}	0.56±0.11 ^{ab}	2.85±0.11 ^{cA}	0.55±0.00 ^{ab}
Margaric	0.23±0.04 ^{aA}	0.25±0.06 ^{aA}	0.20±0.04 ^{aA}	0.31±0.15 ^{aA}	0.20±0.04 ^{aA}	0.24±0.06 ^{aA}	0.16±0.03 ^{aA}	0.18±0.00 ^{aA}
Margoleik (C17:1)	0.09±0.03 ^{aA}	0.08±0.01 ^{aA}	0.09±0.04 ^{aA}	0.08±0.01 ^{aA}	0.08±0.03 ^{aA}	0.07±0 ^{aA}	0.04±0.05 ^{aA}	0.07±0.00 ^{aA}
Stearic	7.95±0.37 ^{cA}	7.95±0.54 ^{aA}	7.32±0.59 ^{bcA}	7.63±0.35 ^{aA}	7.03±0.38 ^{abcA}	7.76±0.31 ^{aA}	6.09±0.45 ^{aA}	7.29±0.00 ^{aA}
Oleic	40.14±1.00 ^{aA}	40.30±0.90 ^{aA}	41.08±1.49 ^{aA}	40.87±0.55 ^{aA}	41.45±1.30 ^{aA}	40.69±0.79 ^{aA}	42.75±1.22 ^{aA}	41.53±0.00 ^{aA}
Linoleic	15.16±0.11 ^{abA}	14.02±0.34 ^{ab}	15.36±0.50 ^{ba}	14.51±0.11 ^{abA}	14.71±0.34 ^{abA}	14.73±0.06 ^{ba}	14.18±0.86 ^{aA}	14.62±0.00 ^{ba}
Linolenic	0.56±0.06 ^{abA}	0.51±0.19 ^{aA}	0.80±0.08 ^{cA}	0.52±0.07 ^{aA}	0.45±0.06 ^{abA}	0.67±0.05 ^{aA}	0.39±0.07 ^{aA}	0.59±0.00 ^{aA}
Arachidic	0.87±0.11 ^{aA}	0.87±0.11 ^{aA}	0.80±0.17 ^{aA}	0.81±0.12 ^{aA}	0.79±0.11 ^{aA}	0.87±0.11 ^{aA}	0.60±0.13 ^{aA}	0.78±0.00 ^{aA}
Rumenic	0.06±0.01 ^{aA}	0.08±0.01 ^{aA}	0.04±0.05 ^a	-	0.03±0.04 ^{aA}	0.04±0.06 ^{aA}	0.03±0.04 ^{aA}	0.08±0.00 ^{aA}
Gadoleik (C20:1)	0.36±0.05 ^{aA}	0.37±0.06 ^{aA}	0.35±0.08 ^{aA}	0.35±0.00 ^{aA}	0.33±0.05 ^{aA}	0.38±0.06 ^{aA}	0.27±0.06 ^{aA}	0.33±0.00 ^{aA}

Yağ Asidi	P+1000k		P+1500k		P+1000pr		P+1500pr	
	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma
Lauric	0.60±0.14 ^{aA}	0.56±0.13 ^{aA}	0.60±0.15 ^{aA}	0.63±0.07 ^{aA}	0.45±0.06 ^{aA}	0.61±0.13 ^{aA}	0.56±0.13 ^{aA}	0.64±0.13 ^{aA}
Myristic	1.88±0.25 ^{abA}	1.77±0.28 ^{aA}	1.85±0.28 ^{abA}	2.00±0.13 ^{aA}	1.55±0.14 ^{abA}	1.94±0.26 ^{aA}	1.78±0.21 ^{abA}	1.98±0.22 ^{aA}
Palmitic	30.68±0.50 ^{bcA}	31.10±0.78 ^{aA}	30.61±1.15 ^{abcA}	30.89±0.30 ^{aA}	30.38±0.98 ^{abcA}	30.60±0.78 ^{aA}	28.32±0.69 ^{aA}	30.87±0.49 ^{aA}
Palmitoleic	0.58±0.08 ^{aA}	0.53±0.16 ^{aA}	0.50±0.16 ^{aA}	0.59±0.11 ^{aA}	2.19±0.15 ^{ba}	0.59±0.14 ^{ab}	3.19±0.09 ^{cA}	0.59±0.06 ^{ab}
Margaric	0.21±0.04 ^{aA}	0.19±0.04 ^{aA}	0.20±0.06 ^{aA}	0.25±0.08 ^{aA}	0.16±0.02 ^{aA}	0.22±0.04 ^{aA}	0.19±0.03 ^{aA}	0.22±0.04 ^{aA}
Margoleik (C17:1)	0.07±0.01 ^{aA}	0.07±0.02 ^{aA}	0.10±0.04 ^{aA}	0.08±0.01 ^{aA}	0.04±0.05 ^{aA}	0.08±0.02 ^{aA}	0.08±0.02 ^{aA}	0.09±0.02 ^{aA}
Stearic	7.26±0.42 ^{abcA}	6.98±0.54 ^{aA}	7.26±0.63 ^{abcA}	7.63±0.28 ^{aA}	6.24±0.43 ^{abA}	7.62±0.46 ^{aA}	6.96±0.50 ^{abcA}	7.63±0.40 ^{aA}
Oleic	40.96±1.09 ^{aA}	41.56±1.34 ^{aA}	41.18±1.45 ^{aA}	40.76±0.57 ^{aA}	42.79±1.04 ^{aA}	41.09±1.18 ^{aA}	41.38±0.74 ^{aA}	40.86±1.01 ^{aA}
Linoleic	15.25±0.13 ^{abA}	15.05±0.34 ^{ba}	15.39±0.35 ^{ba}	14.78±0.23 ^{ba}	14.31±0.45 ^{abA}	14.83±0.35 ^{ba}	15.00±0.27 ^{abA}	14.73±0.12 ^{ba}
Linolenic	0.63±0.05 ^{bcA}	0.53±0.06 ^{aA}	0.51±0.16 ^{abA}	0.58±0.18 ^{aA}	0.40±0.06 ^{aA}	0.67±0.07 ^{aA}	0.46±0.09 ^{abA}	0.46±0.09 ^{aA}
Arachidic	0.77±0.12 ^{aA}	0.72±0.16 ^{aA}	0.79±0.18 ^{aA}	0.82±0.14 ^{aA}	0.62±0.08 ^{aA}	0.85±0.16 ^{aA}	0.76±0.05 ^{aA}	0.86±0.12 ^{aA}
Rumenic	0.05±0.01 ^{aA}	0.06±0.02 ^{aA}	0.03±0.04 ^{aA}	0.04±0.05 ^{aA}	0.03±0.04 ^{aA}	0.04±0.06 ^{aA}	0.02±0.03 ^{aA}	0.07±0.01 ^{aA}
Gadoleik (C20:1)	0.35±0.06 ^{aA}	0.32±0.06 ^{aA}	0.34±0.08 ^{aA}	0.37±0.06 ^{aA}	0.27±0.04 ^{aA}	0.37±0.08 ^{aA}	0.32±0.06 ^{aA}	0.38±0.07 ^{aA}

-: Tespit edilememiştir. Satırlarda üst simge olarak gösterilen küçük harfler örneklerde aynı kızartma sayısı ortalama değerleri arasındaki farkın önemli olduğunu (p<0.05) göstermektedir. Üst simge olarak verilen büyük harfler ise aynı örnekte kızartma öncesi ve 12. kızartma sonrası değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

%66 fındık yağı + %34 palm olein yağından oluşan paç-1 yağlarına ait yağ asidi kompozisyonu Çizelge 4.51'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere fındık yağı ve palm olein yağının farklı oranda karıştırılması, yağ asitleri kompozisyonunda yüzde değer olarak değişikliğe neden olmuştur. Özellikle palmitik asit (C16:0) saf palm olein yağında %30-32 olurken; fındık yağı karışımı ile hemen hemen %40'luk bir azalma olduğu görülmüştür. Diğer doymuş yağ asitlerinde de bir azalış olduğu belirlenmiştir.

Paç-1 yağlarının doymamış yağ asitleri incelendiğinde, çizelgeden anlaşılacağı üzere, oleik asit ve linoleik asit değerlerinde saf palm olein yağına göre artış olmuştur. Bu artışın fındık yağı oranının yüksek olmasından kaynakladığı düşünülmektedir. 12 kez kızartma sonrasında palmitoleik asitte 1000 ve 1500 ppm uşkun ekstraktı ile 1000 ve 1500 ppm propolis ekstraktı ilave edilmiş yağlardaki azalma istatistiksel olarak önemli çıkarken; bu durum linoleik asit için sadece 1000 ppm kino ekstraktı ilave edilen örnekte önemli çıkmıştır ($p < 0.05$). Farhoosh ve ark. (2008), yaptıkları bir çalışmada oleik asitçe zengin olan kanola yağını palm olein, zeytinyağı ve mısırözü yağı ile farklı oranlarda karıştırıp kızartma işlemine tabii tutmuşlardır. Her yağın ayrı ayrı ve paçal hallerinin yağ asidi kompozisyonlarını incelemişlerdir. Sonuçlara göre oleik asit, kanola yağında %62.51, palm olein yağında %44.47; palmitik asit ise kanola yağında %5.02, palm olein yağında ise %42.88 olarak tespit etmiştir. Palm olein ile karışım yağın oksidatif stabilitesi diğer karışım yağlardan daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmamızda fındık yağı kullanılmasına rağmen özellikle oleik asit miktarları benzerlik göstermiştir. Kanola yağının palm olein yağıyla 75/25 oranda paçallamasıyla oleik asit değeri %58'e, palmitik asit ise %14.49 olmuştur. Karışımla hazırlanan yağda, palm olein yağı oleik asit değerinde düşmeye neden olmuştur. Bu yönüyle de çalışmamıza benzerlik göstermiştir.

Enríquez- Fernández ve ark. (2011), yaptıkları bir çalışmada palm olein ve %50-50 oranda palm olein/kanola yağı kullanarak 180 °C'de 3.5 dakika süreyle patates kızartması yapmış ve yağdaki değişimleri karşılaştırmıştır. Kızartma öncesi ve sonrasındaki yağ asitleri kompozisyonunda her iki yağ için palmitik, stearik, oleik, linoleik, linolenik değerleri incelenmiş, sonuç olarak paçal yağda kızartma sonrasındaki yağ asitleri değerleri sırasıyla 20.37, 3.11, 54.20, 14.78 ve 4.44 olurken; palm olein yağında ise sırasıyla, 35.67, 4.39, 44.19, 9.21 ve 0.02 olarak bulmuşlardır.

Çizelge 4.51. Paçal-1 yağı örneklerinde tespit edilen yağ asitleri (%)

Yağ asidi	Paç 1		Paç 1+bht		Paç 1+1000u		Paç 1+1500u	
	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma
Lauric	0.21±0.06 ^{aA}	0.26±0.05 ^{aA}	0.19±0.06 ^{aA}	0.24±0.04 ^{aA}	0.20±0.05 ^{aA}	0.20±0.06 ^{aA}	0.21±0.01 ^{aA}	0.18±0.04 ^{aA}
Myristic	0.70±0.16 ^{aA}	0.80±0.11 ^{aA}	0.64±0.14 ^{aA}	0.80±0.09 ^{aA}	0.40±0.47 ^{aA}	0.71±0.15 ^{aA}	0.71±0.06 ^{aA}	0.61±0.17 ^{aA}
Pentadecanoic	0.02±0.03 ^{aA}	0.03±0.04 ^{aA}	-	0.04±0.00 ^a	-	-	0.02±0.03 ^a	-
Palmitic	19.74±0.01 ^{dA}	19.59±0.06 ^{aA}	19.61±0.04 ^{dA}	19.25±0.10 ^{aB}	18.43±0.29 ^{aA}	19.95±0.41 ^{aB}	17.59±0.52 ^{aA}	19.99±0.01 ^{aB}
Palmitoleic	0.45±0.09 ^{aA}	0.62±0.12 ^{aA}	0.39±0.08 ^{aA}	0.52±0.00 ^{aA}	1.72±0.31 ^{bA}	0.51±0.15 ^{aB}	2.03±0.04 ^{bA}	0.39±0.11 ^{aB}
Margaric	0.12±0.04 ^{aA}	0.14±0.02 ^{aA}	0.12±0.03 ^{aA}	0.19±0.05 ^{aA}	0.13±0.02 ^{aA}	0.12±0.03 ^{aA}	0.16±0.05 ^{aA}	0.07±0.09 ^{aA}
Margoleik	0.16±0.05 ^{aA}	0.16±0.03 ^{aA}	0.15±0.04 ^{aA}	0.15±0.00 ^{aA}	0.13±0.03 ^{aA}	0.16±0.06 ^{aA}	0.13±0.00 ^{aA}	0.12±0.04 ^{aA}
Stearic	5.31±0.58 ^{aA}	5.92±0.33 ^{aA}	5.00±0.67 ^{aA}	6.10±0.37 ^{aA}	4.92±0.50 ^{aA}	5.36±0.62 ^{aA}	5.43±0.35 ^{aA}	4.97±0.77 ^{aA}
Oleic	53.94±1.80 ^{abA}	53.29±0.92 ^{aA}	54.97±1.92 ^{bA}	53.59±0.40 ^{aA}	55.32±1.44 ^{bA}	54.32±2.39 ^{aA}	55.19±0.23 ^{bA}	55.69±2.35 ^{aA}
Linoleic	17.55±0.23 ^{bcA}	17.36±0.08 ^{aA}	17.07±0.65 ^{bcA}	17.44±0.07 ^{aA}	16.99±0.45 ^{bcA}	16.75±0.61 ^{aA}	16.79±0.09 ^{abA}	16.51±0.62 ^{aA}
Linolenic	0.32±0.08 ^{aA}	0.28±0.02 ^{aA}	0.29±0.06 ^{aA}	0.27±0.00 ^{aA}	0.34±0.06 ^{aA}	0.47±0.11 ^{bA}	0.33±0.08 ^{aA}	0.23±0.05 ^{aA}
Arachidic	0.45±0.08 ^{aA}	0.43±0.06 ^{aA}	0.42±0.11 ^{aA}	0.52±0.06 ^{aA}	0.41±0.09 ^{aA}	0.47±0.15 ^{aA}	0.46±0.08 ^{aA}	0.23±0.33 ^{aA}
Rumenic	0.07±0.01 ^{aA}	0.09±0.01 ^{aA}	0.04±0.06 ^{aA}	0.09±0.01 ^{aA}	0.04±0.06 ^{aA}	0.07±0.10 ^{aA}	0.06±0.01 ^{aA}	0.05±0.06 ^{aA}
Gadoleik	0.39±0.08 ^{aA}	0.43±0.05 ^{aA}	0.38±0.10 ^{aA}	0.47±0.03 ^{aA}	0.35±0.08 ^{aA}	0.38±0.11 ^{aA}	0.41±0.06 ^{aA}	0.33±0.08 ^{aA}

Yağ asidi	Paç 1+1000k		Paç 1+1500k		Paç 1+1000pr		Paç 1+1500pr	
	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma
Lauric	0.24±0.08 ^{aA}	0.23±0.02 ^{aA}	0.25±0.05 ^{aA}	0.22±0.04 ^{aA}	0.19±0.06 ^{aA}	0.22±0.04 ^{aA}	0.19±0.04 ^{aA}	0.22±0.04 ^{aA}
Myristic	0.77±0.16 ^{aA}	0.77±0.05 ^{aA}	0.74±0.12 ^{aA}	0.74±0.11 ^{aA}	0.67±0.13 ^{aA}	0.74±0.13 ^{aA}	0.64±0.11 ^{aA}	0.63±0.21 ^{aA}
Pentadecanoic	0.03±0.04 ^{aA}	0.02±0.03 ^{aA}	0.04±0.00 ^{aA}	0.03±0.04 ^{aA}	0.02±0.03 ^a	-	0.02±0.02 ^{aA}	0.02±0.02 ^{aA}
Palmitic	19.17±0.17 ^{cdA}	19.54±0.27 ^{aA}	19.52±0.12 ^{dA}	19.50±0.42 ^{aA}	18.34±0.44 ^{bA}	19.66±0.33 ^{aA}	18.60±0.04 ^{bcA}	19.41±0.46 ^{aA}
Palmitoleic	0.55±0.14 ^{aA}	0.47±0.00 ^{aA}	0.46±0.06 ^{aA}	0.52±0.13 ^{aA}	1.64±0.35 ^{bA}	0.52±0.09 ^{aB}	1.70±0.27 ^{bA}	0.58±0.08 ^{aB}
Margaric	0.15±0.04 ^{aA}	0.16±0.05 ^{aA}	0.14±0.01 ^{aA}	0.14±0.04 ^{aA}	0.13±0.04 ^{aA}	0.16±0.08 ^{aA}	0.11±0.03 ^{aA}	0.07±0.10 ^{aA}
Margoleik	0.16±0.04 ^{aA}	0.18±0.04 ^{aA}	0.15±0.02 ^{aA}	0.18±0.05 ^{aA}	0.14±0.04 ^{aA}	0.14±0.01 ^{aA}	0.13±0.04 ^{aA}	0.09±0.13 ^{aA}
Stearic	5.93±0.69 ^{aA}	5.90±0.36 ^{aA}	5.44±0.58 ^{aA}	5.65±0.42 ^{aA}	5.10±0.59 ^{aA}	5.68±0.6 ^{aA}	4.76±0.40 ^{aA}	4.77±1.20 ^{aA}
Oleic	52.98±1.75 ^{abA}	53.93±0.05 ^{aA}	53.37±1.20 ^{abA}	53.81±1.73 ^{aA}	55.20±2.08 ^{bA}	53.83±1.03 ^{aA}	50.90±1.63 ^{aA}	55.35±3.10 ^{aA}
Linoleic	18.08±0.28 ^{cA}	17.12±0.02 ^{ab}	17.53±0.53 ^{bcA}	17.30±0.54 ^{aA}	16.97±0.77 ^{bcA}	17.26±0.38 ^{aA}	15.73±0.40 ^{aA}	15.74±1.59 ^{aA}
Linolenic	0.38±0.06 ^{aA}	0.27±0.00 ^{aA}	0.31±0.05 ^{aA}	0.52±0.11 ^{bA}	0.33±0.11 ^{aA}	0.28±0.04 ^{aA}	0.30±0.01 ^{aA}	0.24±0.07 ^{aA}
Arachidic	0.52±0.11 ^{aA}	0.53±0.04 ^{aA}	0.46±0.11 ^{aA}	0.49±0.08 ^{aA}	0.39±0.09 ^{aA}	0.49±0.08 ^{aA}	0.33±0.05 ^{aA}	0.45±0.31 ^{aA}
Rumenic	0.08±0.02 ^{aA}	0.11±0.01 ^{aA}	0.04±0.06 ^{aA}	0.06±0.08 ^{aA}	0.03±0.04 ^{aA}	0.09±0.01 ^{aA}	0.05±0.01 ^{aA}	0.06±0.08 ^{aA}
Gadoleik	0.45±0.09 ^{aA}	0.42±0.01 ^{aA}	0.42±0.08 ^{aA}	0.41±0.07 ^{aA}	0.36±0.08 ^{aA}	0.43±0.06 ^{aA}	0.33±0.06 ^{aA}	0.34±0.14 ^{aA}

-: Tespit edilememiştir. Satırlarda üst simge olarak gösterilen küçük harfler örneklerde aynı kızartma sayısı ortalama değerleri arasındaki farkın önemli olduğunu (p<0.05) göstermektedir. Üst simge olarak verilen büyük harfler ise aynı örnekte kızartma öncesi ve 12. kızartma sonrası değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Paç-2 yağı, %34 fındık yağı ve % 66 falm olein yağının karıştırılmasıyla hazırlanmıştır. Bu yağ örneklerine ait yağ asidi bileşimleri Çizelge 4.52’de verilmiştir. Bu paçallama sonrası baskın yağ asitleri; oleik asit %46-48, palmitik asit % 22-26 ve linoleik asit ise %15-18 aralıklarında bulunmuştur. Paç-1 yağlarıyla karşılaştırıldığında, doymuş yağ asitleri oransal olarak artmıştır. Özellikle palmitik yağ asitlerinde belirgin bir artış olduğu görülmüştür. 12 defa kızartma sonucunda palmitik asit değerlerindeki farklılık, 1000 ppm uşkun ekstraktı ilave örnek ile birlikte 1000 ppm ve 1500 ppm propolis ekstraktı ilave edilmiş örneklerde önemli bulunmuştur ($p<0.05$), Ayrıca margarik asitte de yine 1000 ppm uşkun ekstraktı ilaveli örnekteki değer farklılığı önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelgede görüldüğü üzere, paçaldaki palm olein yağı oranı fındık yağından fazla olduğu için oleik ve linoleik asit miktarlarında azalma olduğu tespit edilmiştir. 1000 ppm uşkun ekstraktı örnek ile 1000 ve 1500 ppm propolis ekstraktı örneklerde kızartma sayısı ile palmitoleik asit değerlerindeki farklılık önemli olurken; oleik asitte sadece 1000 ppm uşkun ekstraktı ilave edilmiş örnekteki farklılık istatistiksel olarak önemli çıkmıştır ($p<0.05$).

Naghshineh ve ark. (2010), yaptıkları bir çalışmada palm olein yağı ve zeytinyağını farklı oranlarda paçallamış (0-100) ve bu yağların fiziko-kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada hazırlanan yağların yağ asitleri kompozisyonlarında palm olein oranının artmasıyla palmitik asitte artış; buna karşın oleik asit ve linolenik asit değerlerinde azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonuçların çalışmamız ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.53’te çalışmada kullanılan ticari kızartma yağının yağ asidi profili verilmiştir. Çizelgeye göre ticari kızartma yağı çalışmada kullanılan palm olein yağının yağ asitleri kompozisyonuna benzerlik gösterdiği görülmüştür. Kızartma sayısının yağ asitleri değerlerindeki değişimleri üzerine etkisi önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.52. Paçal-2 yağı örneklerinde tespit edilen yağ asitleri (%)

Yağ asidi	Paç 2		Paç 2+bht		Paç 2+1000u		Paç 2+1500u	
	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma
Lauric	0.36±0.08 ^{aA}	0.41±0.08 ^{aA}	0.42±0.08 ^{aA}	0.39±0.12 ^{aA}	0.37±0.00 ^{aA}	0.42±0.06 ^{aA}	0.35±0.08 ^{aA}	0.35±0.08 ^{aA}
Myristic	1.24±0.18 ^{aA}	1.41±0.19 ^{aA}	1.38±0.11 ^{aA}	1.30±0.25 ^{aA}	1.18±0.00 ^{aA}	1.39±0.10 ^{aA}	1.19±0.20 ^{aA}	1.19±0.23 ^{aA}
Pentadecanoic	0.03±0.04 ^{aA}	0.07±0.01 ^{aA}	0.07±0.01 ^{aA}	0.04±0.06 ^{aA}	0.05±0.00 ^{aA}	0.06±0.01 ^{aA}	0.05±0.01 ^{aA}	0.03±0.04 ^{aA}
Palmitic	25.26±0.42 ^{cA}	25.39±0.34 ^{aA}	25.21±0.03 ^{cA}	25.57±0.83 ^{aA}	24.04±0.00 ^{bA}	25.51±0.29 ^{aB}	23.07±0.68 ^{aA}	25.20±0.50 ^{aA}
Palmitoleic	0.52±0.07 ^{aA}	0.52±0.11 ^{aA}	0.51±0.01 ^{aA}	0.49±0.15 ^{aA}	1.81±0.25 ^{bA}	0.55±0.06 ^{aB}	1.81±0.41 ^{bA}	0.52±0.16 ^{aA}
Margaric	0.16±0.03 ^{aA}	0.18±0.03 ^{aA}	0.19±0.04 ^{aA}	0.18±0.06 ^{aA}	0.14±0.00 ^{aA}	0.19±0.01 ^{aB}	0.17±0.04 ^{aA}	0.17±0.04 ^{aA}
Margoleik	0.10±0.01 ^{aA}	0.12±0.02 ^{aA}	0.12±0.01 ^{aA}	0.11±0.04 ^{aA}	0.09±0.00 ^{aA}	0.11±0.00 ^{aA}	0.52±0.54 ^{aA}	0.12±0.03 ^{aA}
Stearic	6.40±0.51 ^{aA}	6.94±0.49 ^{aA}	6.72±0.24 ^{aA}	6.57±0.78 ^{aA}	6.01±0.00 ^{aA}	6.94±0.57 ^{aA}	6.15±0.56 ^{aA}	6.21±0.69 ^{aA}
Oleic	47.59±1.34 ^{aA}	47.10±1.07 ^{aA}	46.63±0.11 ^{aA}	47.52±1.69 ^{aA}	48.37±0.00 ^{aA}	46.97±0.06 ^{aB}	47.39±3.91 ^{aA}	48.76±1.86 ^{aA}
Linoleic	16.40±0.35 ^{aA}	15.94±0.12 ^{aA}	16.28±0.18 ^{aA}	15.68±0.63 ^{aA}	15.48±0.00 ^{aA}	15.70±0.11 ^{aA}	17.58±2.57 ^{aA}	15.57±0.42 ^{aA}
Linolenic	0.41±0.05 ^{aA}	0.36±0.04 ^{aA}	0.48±0.08 ^{abA}	0.39±0.08 ^{aA}	0.34±0.00 ^{aA}	0.46±0.04 ^{aA}	0.37±0.06 ^{aA}	0.32±0.06 ^{aA}
Arachidic	0.60±0.10 ^{aA}	0.68±0.10 ^{aA}	0.66±0.04 ^{aA}	0.64±0.16 ^{aA}	0.58±0.00 ^{aA}	0.70±0.04 ^{aA}	0.59±0.16 ^{aA}	0.57±0.13 ^{aA}
Rumenic	0.03±0.04 ^{aA}	0.05±0.06 ^{aA}	0.04±0.05 ^{aA}	0.09±0.02 ^{aA}	0.06±0.00 ^{aA}	0.09±0.01 ^{aA}	0.04±0.06 ^{aA}	0.08±0.02 ^{aA}
Gadoleik	0.36±0.06 ^{aA}	0.42±0.08 ^{aA}	0.40±0.02 ^{aA}	0.37±0.10 ^{aA}	0.32±0.00 ^{aA}	0.39±0.03 ^{aA}	0.37±0.08 ^{aA}	0.37±0.08 ^{aA}

Yağ asidi	Paç 2+1000k		Paç 2+1500k		Paç 2+1000pr		Paç 2+1500pr	
	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma	Kızartma öncesi	12. kızartma
Lauric	0.43±0.06 ^{aA}	0.40±0.04 ^{aA}	0.42±0.04 ^{aA}	0.39±0.08 ^{aA}	0.39±0.04 ^{aA}	0.43±0.04 ^{aA}	0.41±0.02 ^{aA}	0.39±0.06 ^{aA}
Myristic	1.34±0.21 ^{aA}	1.36±0.08 ^{aA}	1.24±0.33 ^{aA}	1.29±0.17 ^{aA}	1.37±0.07 ^{aA}	1.40±0.11 ^{aA}	1.29±0.01 ^{aA}	1.28±0.10 ^{aA}
Pentadecanoic	0.06±0.01 ^{aA}	0.06±0.01 ^{aA}	0.07±0.01 ^{aA}	0.06±0.01 ^{aA}	0.06±0.00 ^{aA}	0.07±0.01 ^{aA}	0.06±0.00 ^{aA}	0.06±0.01 ^{aA}
Palmitic	24.95±0.46 ^{cA}	25.56±0.16 ^{aA}	24.55±0.07 ^{bcA}	25.20±0.54 ^{aA}	23.22±0.08 ^{aA}	25.65±0.23 ^{aB}	22.90±0.16 ^{aA}	25.41±0.11 ^{aB}
Palmitoleic	0.52±0.12 ^{aA}	0.53±0.03 ^{aA}	0.57±0.00 ^{aA}	0.58±0.07 ^{aA}	2.71±0.07 ^{cA}	0.56±0.02 ^{aB}	2.39±0.29 ^{cA}	0.54±0.13 ^{aB}
Margaric	0.18±0.04 ^{aA}	0.20±0.06 ^{aA}	0.22±0.08 ^{aA}	0.18±0.04 ^{aA}	0.22±0.10 ^{aA}	0.20±0.04 ^{aA}	0.17±0.03 ^{aA}	0.16±0.01 ^{aA}
Margoleik	0.12±0.04 ^{aA}	0.11±0.01 ^{aA}	0.11±0.01 ^{aA}	0.12±0.02 ^{aA}	0.10±0.00 ^{aA}	0.11±0.01 ^{aA}	0.10±0.01 ^{aA}	0.12±0.01 ^{aA}
Stearic	6.65±0.57 ^{aA}	6.70±0.16 ^{aA}	6.85±0.43 ^{aA}	6.55±0.48 ^{aA}	6.31±0.26 ^{aA}	6.75±0.30 ^{aA}	6.00±0.30 ^{aA}	6.39±0.13 ^{aA}
Oleic	46.96±1.41 ^{aA}	47.31±0.22 ^{aA}	46.93±0.37 ^{aA}	47.70±1.20 ^{aA}	47.72±0.33 ^{aA}	46.95±0.54 ^{aA}	48.49±0.25 ^{aA}	47.83±0.81 ^{aA}
Linoleic	16.66±0.26 ^{aA}	15.75±0.23 ^{aA}	16.77±0.05 ^{aA}	15.78±0.16 ^{aB}	15.82±0.04 ^{aA}	15.78±0.02 ^{aA}	15.68±0.06 ^{aA}	15.60±0.21 ^{aA}
Linolenic	0.47±0.06 ^{abA}	0.44±0.11 ^{aA}	0.60±0.11 ^{bA}	0.35±0.05 ^{aA}	0.41±0.06 ^{aA}	0.47±0.10 ^{aA}	0.39±0.06 ^{aA}	0.33±0.02 ^{aA}
Arachidic	0.67±0.13 ^{aA}	0.64±0.05 ^{aA}	0.69±0.04 ^{aA}	0.64±0.15 ^{aA}	0.64±0.03 ^{aA}	0.68±0.05 ^{aA}	0.59±0.05 ^{aA}	0.58±0.04 ^{aA}
Rumenic	0.07±0.01 ^{aA}	0.07±0.02 ^{aA}	0.07±0.00 ^{aA}	0.08±0.04 ^{aA}	0.03±0.04 ^{aA}	0.08±0.01 ^{aA}	0.06±0.01 ^{aA}	0.06±0.01 ^{aA}
Gadoleik	0.40±0.08 ^{aA}	0.40±0.01 ^{aA}	0.41±0.01 ^{aA}	0.39±0.07 ^{aA}	0.38±0.04 ^{aA}	0.22±0.30 ^{aA}	0.37±0.04 ^{aA}	0.37±0.03 ^{aA}

-: Tespit edilememiştir. Satırlarda üst simge olarak gösterilen küçük harfler örneklerde aynı kızartma sayısı ortalama değerleri arasındaki farkın önemli olduğunu (p<0.05) göstermektedir. Üst simge olarak verilen büyük harfler ise aynı örnekte kızartma öncesi ve 12. kızartma sonrası değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Çizelge 4.53. Ticari kızartma yağında tespit edilen yağ asitleri (%)

Yağ Asidi	Kızartma öncesi	12. kızartma sonrası
Lauric	0.51±0.40 ^A	0.50±0.70 ^A
Myristic	1.87±0.23 ^A	1.96±0.16 ^A
Pentadecanoic	0.09±0.01 ^A	0.08±0.01 ^A
Palmitic	30.68±0.69 ^A	30.42±0.27 ^A
Palmitoleic	0.60±0.06 ^A	0.63±0.02 ^A
Margaric	0.20±0.04 ^A	0.24±0.06 ^A
Margoleik	0.09±0.04 ^A	0.07±0.00 ^A
Stearic	7.61±0.76 ^A	7.89±0.24 ^A
Oleic	40.49±0.68 ^A	40.32±0.47 ^A
Linoleic	15.39±0.52 ^A	15.45±0.28 ^A
Linolenic	0.57±0.06 ^A	0.59±0.13 ^A
Arachidic	0.81±0.16 ^A	0.89±0.06 ^A
Rumenic	-	0.04±0.05
Gadoleik	0.38±0.08 ^A	0.41±0.06 ^A

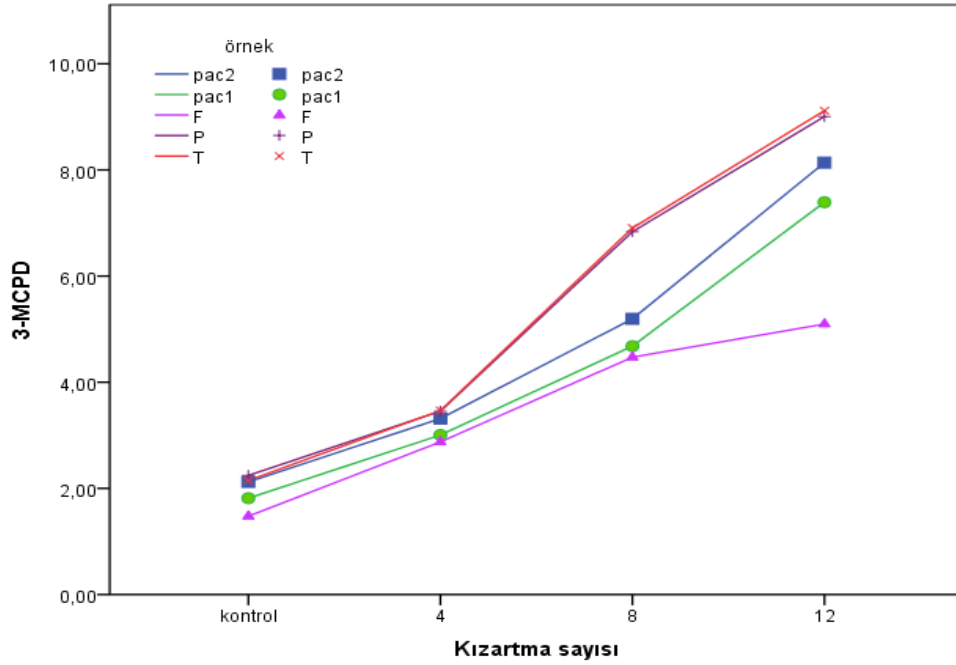
-: Tespit edilememiştir. Büyük harfler aynı yağ asiti ve aynı örnek için farklı kızartma sayısı arasındaki ilişkiyi ($p>0.05$) göstermektedir.

4.12. 3-MCPD ve Glisidil Esterleri

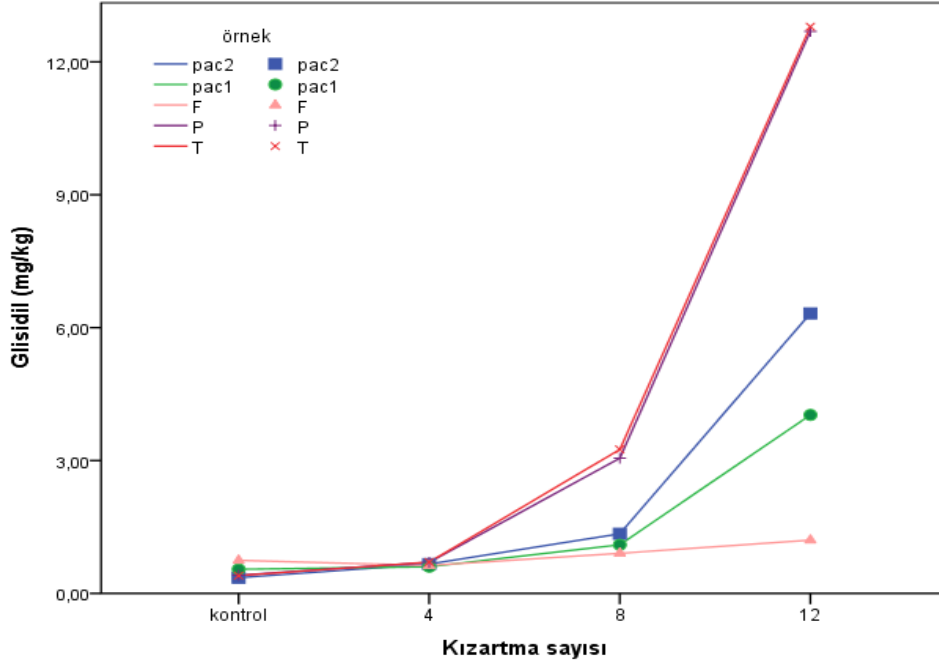
Çalışmada kullanılan F, paç-1, paç-2, P ve T yağlarında belirlenen 3-MCPD ve glisidil esterleri çizelge 4.54 ve 4.55'te verilmiştir. Bu analizler kontrol (kızartma öncesi), 4. kızartma, 8. kızartma ve 12. kızartma sonunda alınan yağ örneklerine uygulanmıştır. Genel olarak yağ örneklerinde 3-MCPD miktarlarının glisidil esterlerinden daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Deniz Şirinyıldız (2019), yaptığı tez çalışmasında da kızartma işlemleri boyunca kullandığı yağ örneklerinde bağlı 3-MCPD değerinin glisidil değerlerinden daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Bu sonuç ile çalışmamız paralellik göstermektedir. Kızartma sayısı arttıkça 3-MCPD miktarları da artış göstermiştir ($p<0.05$). Aniolowska ve Kita (2016), kızartma süresi ve sayısının glisidil değerine etkisinin, kızartma sıcaklığından daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Kızartma öncesi F, paç-1, paç-2, P ve T yağlarında belirlenen 3-MCPD miktarları sırası ile 1.47, 1.81, 2.12, 2.24 ve 2.15 mg/kg olarak belirlenmiştir. Kızartma öncesi ticari şortening yağı ve palm olein yağlarında 3-MCPD değerleri diğer örneklere göre daha yüksek bulunmuştur. Tüm yağ örneklerinde 3-mcpd değerleri 12. kızartma sonrasında yükselerek sırasıyla 5.09, 7.39, 8.13, 9.00 ve 9.11 mg/kg düzeylerine ulaşmıştır. Örneklerde 3-mcpd düzeyleri kızartma sayısı artışına bağlı olarak doğrusal bir şekilde artmış göstermiştir. Genel olarak en fazla 3-mcpd oluşumu sırasıyla

T>P>pac2>pac1>F şeklinde gerçekleşmiştir (Şekil 4.15). Doymuş yağ oranı fazla olan örneklerde 3-MCPD oluşumunun daha fazla olduğu göze çarpmaktadır. Kızartma süresince F ve %66 fındık yağı içeren pac1 yağında 3-MCPD daha düşük düzeyde oluşmuştur (Şekil 4.15).

Glisidil miktarları antioksidan içermeyen yağ örneklerinde, kızartma öncesi ve 4. kızartma sonuna kadar düşük düzeyde, 8. kızartma sonuna kadar biraz daha artarak ve bu aşamadan sonra hızlı ve daha yüksek seviyede oluşmuştur (Şekil 4.16). Burada da doymuş yağ asidi oranı daha yüksek olan T ve P örneklerinde glisidil daha yüksek düzeyde oluşmuştur.



Şekil 4.15. Antioksidan eklenmemiş yağ örneklerinde, kızartma süresince belirlenen 3-MCPD miktarları (mg/kg).



Şekil 4.16. Antioksidan eklenmemiş yağ örneklerinde, kızartma süresince belirlenen glisidil esterleri miktarları (mg/kg).

Fındık yağı örneklerinde 8. kızartma sonuna kadar 3-MCPD miktarları doğrusal bir artış göstermiş, bu aşamadan sonra BHT içeren fındık yağında önemli bir değişim olmazken, diğer örneklerde 8. kızartma öncesine göre daha düşük düzeyde artış gerçekleşmiştir (Şekil 4.17a). Ayrıca ticari şortening yağında (T) 3-MCPD daha yüksek düzeylerde oluşmuştur. Bu Şekil 4.17a'da açık bir şekilde görülmektedir. Aynı örneklerde glisidil esterleri miktarı ise 8. kızartmadan sonra doğrusal bir artış göstermiştir (Şekil 4.17b). 12. kızartma sonunda glisidil esterleri miktarı fındık yağı örneklerinde en düşük F+bht örneğinde (0.98 mg/kg), en yüksek ise F+1000u örneğinde (1.30 mg/kg) tespit edilirken, T örneğinde ise fındık örneklerinin yaklaşık on katı (12.93 mg/kg) düzeyinde belirlenmiştir (Çizelge 4.55). Burada yağlara eklenen antioksidan maddeler ve/veya ekstraktların 3-MCPD ve glisidil esterleri oluşumuna dolaylı olarak etkisinin olduğu söylenebilir. Ayrıca yağ asidi profilinin de 3-MCPD ve glisidil esterleri oluşumunda önemli etkisinin olduğu görülmektedir.

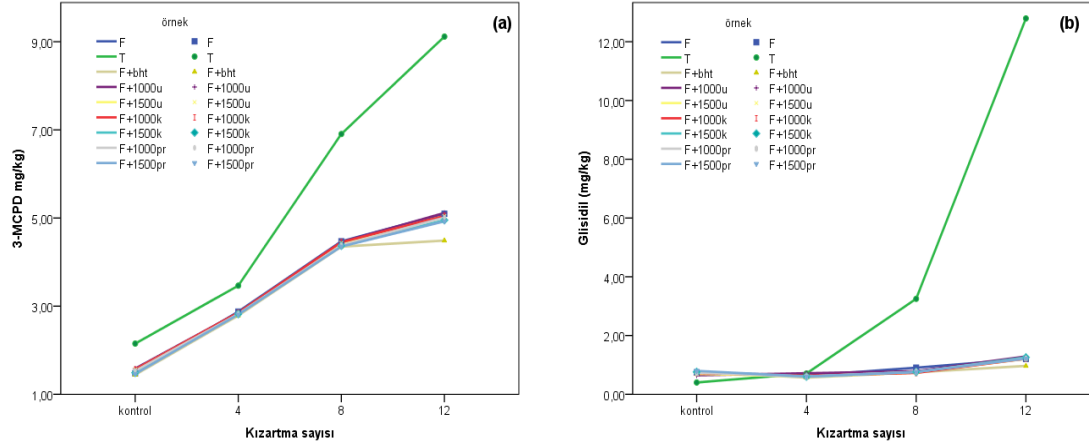
Palm olein yağı örneklerinde 3-MCPD miktarlarının ticari şortening yağı değerlerine yakın, diğer yağ örneklerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Dikkat çeken diğer bir nokta ise palm olein yağı örneklerinde glisidil esterleri miktarlarının da

diğer örneklere göre yüksek olmasıdır. Palm yağı örneklerinde 3-MCPD miktarları kızartma sayısı artışına bağlı olarak doğrusal bir şekilde artış göstermiştir (Şekil 4.18a). Bu örnekler içinde P ve P+1000u örneklerinde artış biraz daha fazla düzeyde gerçekleşmiştir. Palm yağı örneğinde glisidil esteri oluşumu 4. kızartma sonuna kadar önemli bir artış göstermezken, bu aşamadan sonra hızlı bir artış eğilimine girmiştir (Şekil 4.18b). Örnekler içinde antioksidan içermeyen P ve T örneklerinde daha yüksek düzeyde glisidil oluşmuştur. 12. kızartma sonunda glisidil esteri miktarları P, P+1000u ve T örneklerinde sırasıyla 12.82, 13.03 ve 12.93 mg/kg, diğer palm olein yağı örneklerinde ise 6.32-9.56 mg/kg aralığında tezahür etmiştir (Çizelge 4.55). Burada BHT ve 1500 ppm propolis ekstraktlarının glisidil esteri oluşumunu yavaşlattığı göze çarpmaktadır.

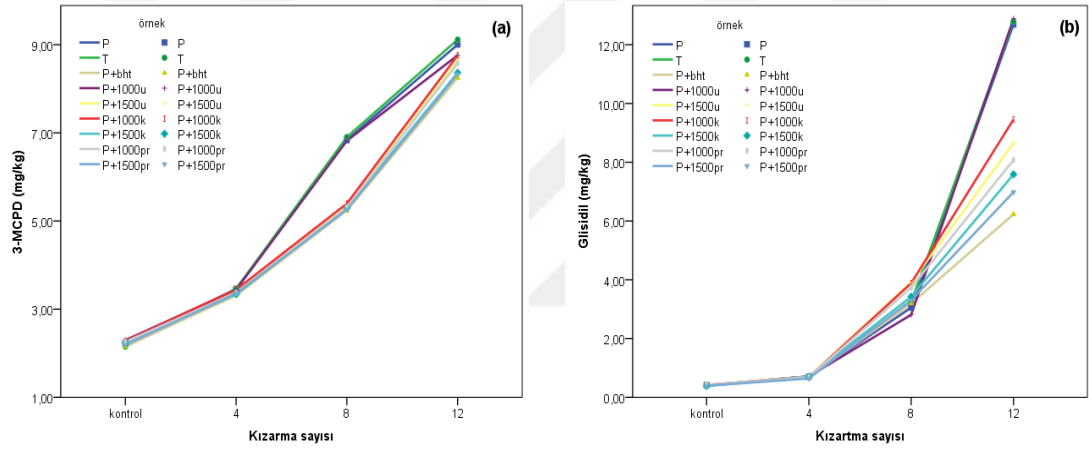
%66 fındık yağı + %34 palm olein yağından oluşan pac1 örneklerinde kızartma öncesi 1.68-1.84 mg/kg aralığında bulunan 3-MCPD miktarları 12 kızartma sonrasında 5.17-7.39 mg/kg düzeylerine yükselmiştir (Çizelge 4.54). Pac1 örneklerinde kızartma sayısı ile 3-MCPD miktarları arasında doğrusal bir ilişki vardır. Kızartma sayısı arttıkça 3-MCPD miktarı da artmıştır. Sekizinci kızartmadan sonra BHT içeren pac1 yağında bariz bir şekilde 3-MCPD oluşumu yavaşlamıştır. Ticari şortening yağında 3-MCPD oluşumu diğer örneklere göre daha yüksek düzeylerde oluşmuştur (Şekil 4.19a). Pac1 örneklerinde glisidil miktarları 4. Kızartmaya kadar önemli bir artış göstermemiştir. 4. ve 8. kızartma arasında düşük düzeyde artış, bu aşamadan sonra pac1+bht dışındaki örneklerde keskin bir artış söz konusudur. T örneğinde ise özellikle 8. Kızartmadan sonra farklı bir şekilde glisidil esterleri yüksek düzeyde oluşmuştur (Şekil 4.19b).

Pac2 (%34 fındık yağı+%66 pal olein) örneklerinde 3-MCPD miktarları oluşum seyri palm yağı örneklerine benzer çıkarırken, fındık yağı ve pac1 örneklerinden daha yüksek çıkmıştır. Bu örneklerde 3-MCPD miktarlarında kızartma sayısı artışına bağlı olarak doğrusal bir artış söz konusudur (Şekil 4.20a). 3-MCPD miktarları kızartma öncesi, 4., 8. ve 12. kızartmalar sonrası sırası ile 2.52-2.62, 3.76-4.11, 6.00-6.82 ve 12.28-15.76 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.54). Bu örneklerde glisidil miktarları 8. kızartmadan sonra hızlı bir şekilde yükselirken, T örneğinde daha yüksek ve keskin şekilde artış göstermiştir (Şekil 4.20b). Glisidil miktarları T dışındaki örneklerde 12. kızartma sonrası 3.97-6.30 mg/kg aralığında değişim gösterirken ($p<0.05$), T örneğinde 12.93 mg/kg düzeyine ulaşmıştır.

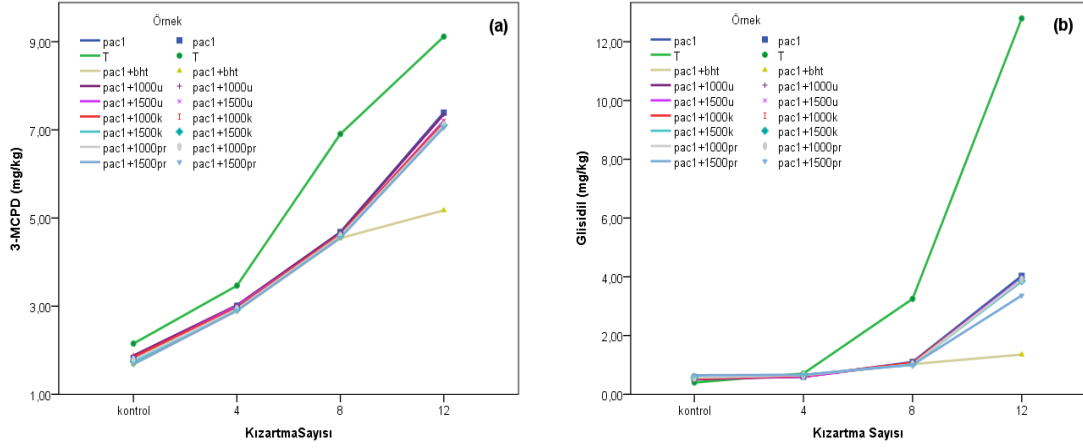
Hammouda ve ark. (2016), yaptığı bir çalışmada palm yağı, rafine edilmiş pirina yağı, sırasıyla 75:25 (palm: pirina) , 50:50 (palm: pirina) ve 25:75 (palm: pirina) oranlarında elde ettikleri yağlara kızartma işlemi uygulamıştır. Bu yağların 3-mcpd ve glisidil esterlerini incelemek için DGF C VI 18 (10) standart metodundan faydalanmışlardır. Kızartma işlemine tabii tutulmayan palm yağındaki 3-mcpd ve glisidil esterleri değeri 4 mg/kg olarak bulmuşlardır. Kızartma işleminden sonra 25:75 (palm: pirina) oranında karıştırılan yağ örneğinde diğer karışım yağlarına nazaran daha düşük değer belirlenmiştir. Yani pirina yağı oranı arttıkça 3-mcpd ve glisidil esterleri değerlerinde bir azalış olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç ile çalışmamız uyumlu gözükmektedir. Ayrıca yağ örneklerine ilave edilen doğal ekstraktlar arasında propolisin, uşkun ve kinoaya nazaran daha etkili olduğu belirlenmiştir. 12. kızartma örneklerinde özellikle palm olein ve ticari kızartma yağlarındaki 3-mcpd ve glisidil esterleri miktarında aşırı bir yükselme olduğu görülmüştür. Fındık yağı örneklerinde en yüksek değer 5.65 mg/kg ile bht ilaveli yağda olurken, ticari kızartma yağında bu değer 24.54 mg/kg'a (toplam 3-mcpd) kadar artmıştır. Bu değer antioksidan ilavesi yapılmayan palm olein ve 1000 ppm uşkun ekstraktı katılan palm olein yağında 24.30 mg/kg (toplam 3-mcpd) olarak tespit edilmiştir. Aniolowska ve Kita (2015), yılında yaptığı bir çalışmada palm yağı, rafine edilmiş kolza yağı ve bu iki yağın karışımından elde ettikleri yağlar ile patates kızartması yapmış ve palm yağının 3-mcpd değerinin diğer yağlardan daha yüksek (25 mg/kg) olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda bulunan ticari kızartma yağının ve palm olein yağının toplam 3-mcpd ve glisidil esterleri değeri bu çalışma sonuçları ile örtüşmektedir.



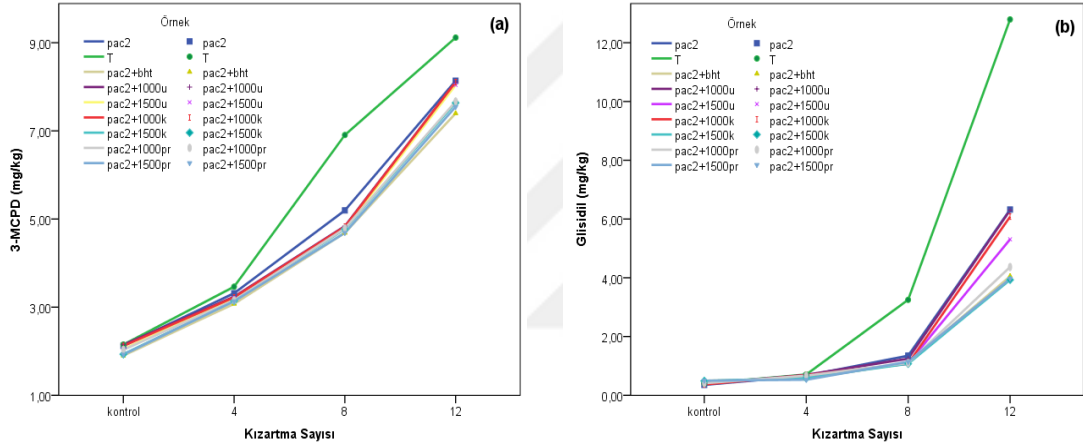
Şekil 4.17. Fındıkyacağı örneklerinde, kızartma süresince belirlenen 3-MCPD ve glisidil esterleri miktarları (mg/kg) grafiği.



Şekil 4.18. Palmolein yağı örneklerinde, kızartma süresince belirlenen 3-MCPD ve glisidil esterleri miktarları (mg/kg) grafiği.



Şekil 4.19. Pac1 yağı örneklerinde, kızartma süresince belirlenen 3-MCPD ve glisidil esterleri miktarları (mg/kg) grafiği.



Şekil 4.20. Pac2 yağı örneklerinde, kızartma süresince belirlenen 3-MCPD ve glisidil esterleri miktarları (mg/kg) grafiği

Çizelge 4.54. Örneklerde tespit edilen bağı 3-mcpd miktarları (mg/kg)

Örnek/Sayı	Kontrol	4.kızartma	8.kızartma	12.kızartma
T	2.15±0.00 ^{aMN}	3.46±0.00 ^{bZ}	6.90±0.00 ^{cE}	9.11±0.00 ^{d2}
F	1.47±0.03 ^{aA}	2.87±0.00 ^{bE}	4.47±0.00 ^{cF}	5.09±0.00 ^{dF}
F+bht	1.44±0.02 ^{aA}	2.78±0.00 ^{bA}	4.35±0.00 ^{cA}	4.48±0.00 ^{dA}
F+1000u	1.58±0.02 ^{aD}	2.85±0.00 ^{bD}	4.45±0.00 ^{cE}	5.11±0.00 ^{dG}
F+1500u	1.55±0.04 ^{aCD}	2.84±0.00 ^{bC}	4.43±0.00 ^{cD}	5.04±0.00 ^{dE}
F+1000k	1.56±0.03 ^{aCD}	2.85±0.00 ^{bD}	4.45±0.00 ^{cE}	5.04±0.00 ^{dE}
F+1500k	1.48±0.03 ^{aAB}	2.82±0.00 ^{bB}	4.37±0.00 ^{cB}	4.95±0.00 ^{dC}
F+1000pr	1.53±0.03 ^{aBC}	2.82±0.00 ^{bB}	4.38±0.00 ^{cC}	5.01±0.00 ^{dD}
F+1500pr	1.46±0.02 ^{aA}	2.81±0.00 ^{bB}	4.35±0.00 ^{cA}	4.92±0.00 ^{dB}
P	2.24±0.00 ^{aO}	3.45±0.00 ^{bZ}	6.83±0.00 ^{cB}	9.00±0.00 ^{d3}
P+bht	2.15±0.00 ^{aMN}	3.31±0.00 ^{bS}	5.23±0.00 ^{cS}	8.24±0.00 ^{dV}
P+1000u	2.29±0.00 ^{aP}	3.44±0.00 ^{bY}	6.82±0.00 ^{cà}	8.76±0.00 ^{dE}
P+1500u	2.26±0.00 ^{aOP}	3.37±0.00 ^{bV}	5.32±0.00 ^{cY}	8.64±0.00 ^{dB}
P+1000k	2.27±0.00 ^{aOP}	3.44±0.00 ^{bY}	5.39±0.00 ^{cZ}	8.75±0.00 ^{dE}
P+1500k	2.24±0.00 ^{aO}	3.34±0.00 ^{bT}	5.29±0.00 ^{cU}	8.36±0.00 ^{dZ}
P+1000pr	2.25±0.01 ^{aOP}	3.37±0.00 ^{bV}	5.30±0.00 ^{cV}	8.57±0.00 ^{dà}
P+1500pr	2.19±0.03 ^{aN}	3.35±0.00 ^{bU}	5.26±0.00 ^{cT}	8.32±0.00 ^{dY}
pac1	1.81±0.01 ^{aGH}	3.00±0.00 ^{bJ}	4.68±0.00 ^{cL}	7.39±0.00 ^{dN}
pac1+bht	1.68±0.02 ^{aE}	2.89±0.00 ^{bF}	4.54±0.00 ^{cG}	5.17±0.00 ^{dH}
pac1+1000u	1.87±0.01 ^{aIJ}	3.02±0.00 ^{bK}	4.66±0.00 ^{cK}	7.35±0.00 ^{dM}
pac1+1500u	1.81±0.01 ^{aGH}	3.00±0.01 ^{bJ}	4.60±0.00 ^{cI}	7.20±0.00 ^{dL}
pac1+1000k	1.84±0.01 ^{aHI}	2.96±0.00 ^{bI}	4.63±0.00 ^{cJ}	7.16±0.00 ^{dK}
pac1+1500k	1.74±0.01 ^{aF}	2.91±0.00 ^{bG}	4.59±0.00 ^{cH}	7.10±0.00 ^{dJ}
pac1+1000pr	1.78±0.02 ^{aFG}	2.93±0.00 ^{bH}	4.59±0.00 ^{cH}	7.10±0.00 ^{dJ}
pac1+1500pr	1.68±0.01 ^{aE}	2.89±0.00 ^{bF}	4.55±0.00 ^{cG}	7.05±0.00 ^{dI}
pac2	2.12±0.01 ^{aM}	3.31±0.01 ^{bS}	5.19±0.00 ^{cR}	8.13±0.00 ^{dU}
pac2+bht	1.90±0.01 ^{aJK}	3.07±0.00 ^{bL}	4.68±0.00 ^{cL}	7.39±0.00 ^{dN}
pac2+1000u	2.14±0.01 ^{aMN}	3.23±0.00 ^{bR}	4.83±0.00 ^{cP}	8.11±0.00 ^{dT}
pac2+1500u	2.04±0.01 ^{aL}	3.20±0.00 ^{bO}	4.78±0.00 ^{cN}	8.04±0.00 ^{dS}
pac2+1000k	2.12±0.00 ^{aM}	3.22±0.00 ^{bP}	4.82±0.00 ^{cO}	8.10±0.00 ^{dT}
pac2+1500k	1.93±0.01 ^{aK}	3.14±0.00 ^{bM}	4.77±0.00 ^{cM}	7.63±0.00 ^{dP}
pac2+1000pr	2.03±0.01 ^{aL}	3.15±0.00 ^{bN}	4.78±0.00 ^{cN}	7.66±0.00 ^{dR}
pac2+1500pr	1.92±0.02 ^{aJK}	3.13±0.00 ^{bM}	4.68±0.00 ^{cL}	7.54±0.00 ^{dO}

*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). F: Fındık yağı; P: Palmolein yağı; T: Ticari kızartma yağı; Pac1; Paçal-1 yağı; Pac2: Paçal-2 yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.55. Örneklerde tespit edilen glisidil miktarları (mg/kg)

Örnek/Sayı	Kontrol	4.kızartma	8.kızartma	12.kızartma
T	0.40±0.00 ^{aABC}	0.72±0.00 ^{bT}	3.29±0.00 ^{cT}	12.93±0.00 ^{dJ}
F	0.76±0.00 ^{bIJ}	0.64±0.00 ^{aJ}	0.92±0.00 ^{cF}	1.22±0.04 ^{dB}
F+bht	0.78±0.04 ^{bJK}	0.57±0.00 ^{aB}	0.75±0.00 ^{bBC}	0.98±0.00 ^{cA}
F+1000u	0.72±0.05 ^{abHI}	0.65±0.00 ^{aK}	0.79±0.00 ^{bE}	1.30±0.00 ^{cE}
F+1500u	0.70±0.00 ^{bH}	0.61±0.00 ^{aG}	0.74±0.00 ^{cAB}	1.22±0.00 ^{dBC}
F+1000k	0.73±0.05 ^{bHIJ}	0.64±0.00 ^{a.IJ}	0.73±0.00 ^{bA}	1.23±0.00 ^{cBC}
F+1500k	0.77±0.02 ^{bJK}	0.61±0.00 ^{aE}	0.77±0.00 ^{bD}	1.27±0.00 ^{cD}
F+1000pr	0.74±0.03 ^{bHIJ}	0.61±0.00 ^{aEFG}	0.77±0.00 ^{bD}	1.23±0.00 ^{cC}
F+1500pr	0.80±0.04 ^{bK}	0.61±0.00 ^{aFG}	0.77±0.00 ^{bCD}	1.23±0.00 ^{cC}
P	0.42±0.00 ^{aBC}	0.71±0.00 ^{bS}	3.09±0.00 ^{cR}	12.82±0.00 ^{dE}
P+bht	0.42±0.00 ^{aC}	0.68±0.00 ^{bN}	3.23±0.00 ^{cS}	6.32±0.00 ^{dT}
P+1000u	0.41±0.00 ^{aBC}	0.72±0.00 ^{bT}	2.84±0.00 ^{cP}	13.03±0.00 ^{dZ}
P+1500u	0.43±0.00 ^{aC}	0.70±0.00 ^{bR}	3.96±0.00 ^{cà}	8.74±0.00 ^{dà}
P+1000k	0.42±0.00 ^{aC}	0.69±0.00 ^{bO}	3.93±0.00 ^{cZ}	9.56±0.00 ^{dB}
P+1500k	0.39±0.00 ^{aABC}	0.71±0.00 ^{bRS}	3.47±0.00 ^{cV}	7.67±0.00 ^{dY}
P+1000pr	0.43±0.00 ^{aC}	0.69±0.00 ^{bP}	3.78±0.00 ^{cY}	8.17±0.00 ^{dZ}
P+1500pr	0.39±0.00 ^{aABC}	0.65±0.00 ^{bK}	3.34±0.00 ^{cU}	7.06±0.00 ^{dV}
pac1	0.55±0.02 ^{aEF}	0.61±0.00 ^{bEF}	1.11±0.00 ^{cL}	4.07±0.00 ^{dM}
pac1+bht	0.64±0.03 ^{aG}	0.63±0.00 ^{aH}	1.04±0.03 ^{bH}	1.37±0.00 ^{cF}
pac1+1000u	0.51±0.00 ^{aDE}	0.61±0.00 ^{bE}	1.08±0.00 ^{cIJ}	3.90±0.00 ^{dH}
pac1+1500u	0.55±0.01 ^{aEF}	0.60±0.01 ^{bE}	1.07±0.00 ^{cI}	3.97±0.00 ^{dK}
pac1+1000k	0.54±0.00 ^{aDEF}	0.63±0.00 ^{bHI}	1.08±0.00 ^{cJK}	3.93±0.00 ^{dI}
pac1+1500k	0.58±0.00 ^{aF}	0.66±0.00 ^{bL}	1.02±0.00 ^{cG}	3.90±0.00 ^{dH}
pac1+1000pr	0.58±0.03 ^{aF}	0.66±0.00 ^{bL}	1.03±0.00 ^{cGH}	3.95±0.00 ^{dJ}
pac1+1500pr	0.66±0.04 ^{aG}	0.67±0.00 ^{aM}	1.02±0.00 ^{bG}	3.40±0.00 ^{cG}
pac2	0.36±0.00 ^{aA}	0.67±0.00 ^{bM}	1.36±0.00 ^{cO}	6.39±0.00 ^{dU}
pac2+bht	0.50±0.00 ^{aD}	0.58±0.00 ^{bC}	1.11±0.00 ^{cL}	4.09±0.00 ^{dN}
pac2+1000u	0.40±0.00 ^{aABC}	0.70±0.00 ^{bR}	1.26±0.00 ^{cN}	6.30±0.00 ^{dS}
pac2+1500u	0.41±0.01 ^{aBC}	0.66±0.00 ^{bL}	1.09±0.00 ^{cK}	5.37±0.00 ^{dP}
pac2+1000k	0.37±0.00 ^{aAB}	0.69±0.01 ^{bOP}	1.09±0.00 ^{cJK}	6.15±0.00 ^{dR}
pac2+1500k	0.49±0.00 ^{aD}	0.59±0.00 ^{bD}	1.09±0.00 ^{cJK}	3.97±0.00 ^{dK}
pac2+1000pr	0.42±0.01 ^{aBC}	0.67±0.00 ^{bM}	1.11±0.00 ^{cL}	4.41±0.00 ^{dO}
pac2+1500pr	0.50±0.00 ^{aD}	0.54±0.00 ^{bA}	1.15±0.00 ^{cM}	4.01±0.00 ^{dL}

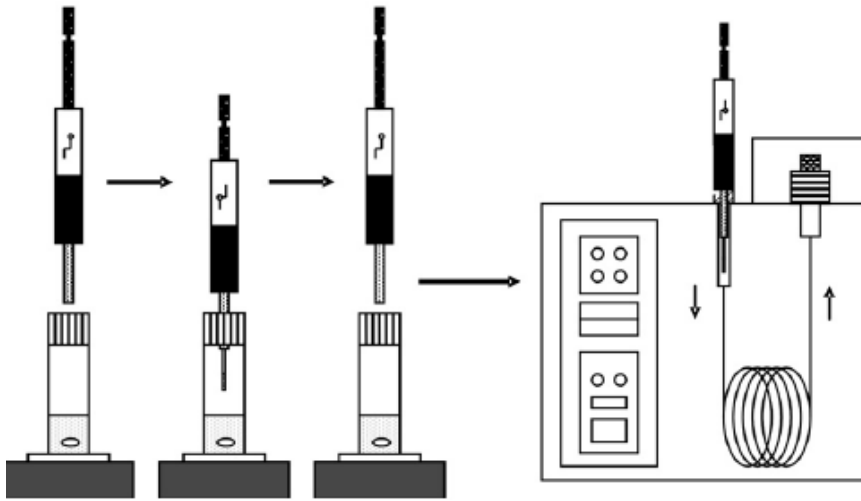
*Aynı satırda üs olarak gösterilen farklı küçük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). *Aynı sütunda üs olarak gösterilen farklı büyük harfler ortalama değerler arasındaki farkın önemli olduğunu göstermektedir (p<0.05). F: Fındık yağı; P: Palmolein yağı; T: Ticari kızartma yağı; Pac1; Paçal-1 yağı; Pac2: Paçal-2 yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

4.13. Uçucu Bileşenler Tayini Sonuçları

Yağlarda kızartma işlemi, oksidasyon reaksiyonunun başlamasına ve bu da farklı yapılarıdaki aldehit, keton, hidrokarbonlar gibi bileşenlerin oluşmasına öncülük etmektedir (Gillatt, 2001). Oksidasyon reaksiyonunun artmasıyla ve/veya hızlanmasıyla bu tür uçucuların da ortamda daha fazla oluşmasına neden olduğu bilinmektedir. Yağların okside olmasıyla meydana gelen hegzanal en çok karşılaşılan aldehitlerden birisidir. Bu yapının linoleik asitin bozulmasıyla oluştuğu ve linoleik asitçe zengin yağların yüksek sıcaklığa maruz kalmasıyla daha fazla oluştuğu belirlenmiştir (Nawar, 1998).

Çalışmada kullanılan tüm yağ örneklerin ve doğal ekstraktların uçucu bileşenleri (SPME) katı faz mikroekstraksiyon yöntemi ile tespit edildi. Bu yöntem uçucu bileşenlerin tespitinde en sıklıkla tercih edilen yöntemdir (Bicchi ve ark., 1997; Matich ve ark., 1996; Mestres ve ark., 2002). Bu yöntemin tercih edilmesindeki en önemli faktörler; hızlı, basit ve solventsiz olmasıdır (Pawliszyn, 1997; Wardencki ve ark., 2004).

Bu yöntemde temel olarak 2 ana işlem vardır. İlki sıcaklık ile uçucu bileşenlerin fiber tarafından absorbesi. ikincisi ise fiberde tutulan uçucu bileşenlerin cihaz portuna takılmasıyla cihaza desorbe edilmesidir (Cuevas-Glory ve ark., 2007). Aşağıda şekil 4.21'de bu işlemler gösterilmiştir.



Şekil 4.21. SPME ile uçucu bileşenlerin absorbe ve desorbe edilmesi (Cuevas-Glory ve ark., 2007).

Bu analiz doğal ekstrakt ilavesi olan kontrol örneklerinde çözücü maddenin aşırı baskın olmasından dolayı yapılamamıştır. Doğal ekstrakt ilaveli örneklerde sadece 12 kızartma sonrasında alınan örneklerde tespit edilmiştir. Ancak saf ve BHT ilaveli örneklerde hem kontrol, hem de 12 defa kızartma yapılan yağ örneklerinde uçucu bileşenler kolaylıkla tespit edilebilmiştir. Tespit edilen tüm uçucu bileşenlerin analizde kullanılan iç standart pik alanı üzerinden miktar olarak hesaplaması yapılmış ve ppb biriminde çizelgelerde gösterilmiştir.

Örneklerde belirlenen tüm uçucu bileşenler 8 farklı sınıfta (aldehit, keton, alkol, asit, ester, hidrokarbon, diğer uçucu bileşenler ve terpen) toplanmıştır. Aşağıda çizelge 4.56, 4.57, 4.58, 4.59, 4.60, 4.61, 4.62 ve 4.63'te örneklerde tespit edilen uçucu bileşenlerin miktarlarıyla birlikte ve her birinin kovats indeksleri (RI) verilmiştir. Tüm örnekler 2 paralelli olarak yapılmıştır.

Çizelge 4.56 incelendiğinde ürünlerde toplamda 15 adet aldehit olduğu görülmüştür. Bunlar sırasıyla 2-propenal, butanal 3-methyl, pentanal, hegzanal, 2-hegzanal, heptanal, 2-heptanal, oktanal, 2-oktanal, nonanal, 2-nonenal, 2-dekanal, 2.4-dekadienal (E.Z), 2.4-dekadienal (E.E), 2-undekanal tespit edilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere tespit edilen aldehitler arasında en baskın olan hegzanal olmuştur. Hesaplanan hegzanal değeri, en düşük kontrol örneklerinden pac2+bht yağında (73.90 ppb) olurken; en yüksek değer, 12 defa kızartma yapılmış saf fındık (F) yağında 1158.08 ppb olduğu belirlenmiştir. Matthäus (2007), yaptığı bir çalışmada palm olein ve farklı yağların 72 saat kızartmaya tabii tutulmasıyla hegzanal miktarlarının değişimlerine bakmış ve kızartma sayısının artmasıyla hegzanal değerinde yükselme olduğunu ve palm olein yağındaki hegzanal miktarının 6000 ppb'ye çıktığını tespit etmiştir. Çalışmamızda kullanılan palm olein yağlarındaki hegzanal değerleri Matthaues (2007)'a göre oldukça düşük çıkmıştır. Bunda palm olein yağlarına katılan antioksidan maddelerin etkisinin olduğu tahmin edilmektedir.

Çizelge 4.56 incelendiğinde paçal 2 yağlarının diğer yağlara nazaran hegzanal değerleri daha düşük miktarda olduğu belirlenmiştir. Hegzanal değerinde küçükten büyüğe doğru paçal 2 yağını sırasıyla P, pac1 ve F örneği izlemiştir. Kontrol ürünlerinde hesaplanan tüm aldehit ürünleri 12. kızartma ürünlerinden daha düşük miktarda olduğu görülmüştür. Bunun yanında diğer analizlerde olduğu gibi yine BHT'ye en yakın etkiyi propolis ekstraktının yaptığı belirlenmiştir. Propolis ekstraktını

sırasıyla kinoa ekstraktı ve uşkun ekstraktı izlemiştir. Doğal ekstraktlarda nonanal hariç hiçbir aldehit tespit edilmemiştir. Nonanal değerinde ise en düşük değere 8.05 ppb ile uşkun ekstraktında hesaplanırken; bu değer kinoa ekstraktında 12.91 ppb; propolis ekstraktında ise 17.39 ppb olarak hesaplanmıştır. Yine Çizelge 4.56'ya bakıldığında miktarsal olarak 1000 ppb'nin üzerinde sadece hegzanal ve nonanalın olduğu görülmektedir. Diğer tespit edilen tüm aldehit ürünlerinin değeri 1000 ppb altında çıkmıştır. Nonanalda da hegzanala benzer bir sonuç olarak, en düşük 8.05 ppb (uşkun ekstraktı) ile 1553.64 ppb (12 defa kızartmaya tabii tutulan saf fındık yağı) değerleri hesaplanmıştır. Paçal 2 yağlarında hesaplanan nonanal değerleri paçal 1, palm olein ve fındık yağlarında hesaplanan değerlere göre daha düşük çıkmıştır. Nonanalda da yine hegzanalda olduğu gibi propolisin, kinoa ve uşkun ekstraktından daha etkili olduğunu görmekteyiz.

Çizelge 4.57'de örneklerde tespit edilen ketonlar gösterilmiştir. Çizelge incelendiğinde aseton, sadece kontrol örneklerinden; P, P+bht ve pac2 + bht örneklerinde rastlanılmıştır. Miktarsal olarak ise 36.76 ile 69.98 ppb arasında değişiklik göstermesine rağmen yapılan istatistik analize göre örnekler arasındaki değer farkının önemsiz olduğu görülmüştür ($p>0.05$). 2-propanon, 1-hidroksi, F+ bht kontrol örneğinde 96.15 ppb olarak bulunurken; 12 kez kızartma yapılan P+1500u örneğinde ise 106.27 ppb düzeyinde tespit edilmiştir. Bu iki örnek arasındaki miktarsal farkın da istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Son olarak 2-heptanon, yine sadece 12 defa kızartma yapılmış 2 örnekte tespit edilmiştir. Bu örnekler, P+1000u ve P+1500u yağlarıdır. Değer olarak birbirine yakın olup sırasıyla 31.68 ve 38.70 ppb olarak hesaplanmıştır. Diğer 2 ketonda olduğu gibi 2-heptanonda da örnekler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Çizelge 4.58'de örneklerde tespit edilen alkoller gösterilmiştir. Belirlenen alkoller sırasıyla etanol, 1-bütanol, Silanediol, dimetil, 1-pentanol, etanol, 2-bütoksi, 1-heptanol, 1-okten-3-ol, 1-oktanol olarak toplamda 8 adet alkol belirlenmiştir. Belirlenen alkoller arasında en baskın olan alkol silanediol, dimetil olmuştur ve doğal ekstraktlar dâhil tüm örneklerde tespit edilmiştir. Miktar olarak silanediol, dimetil en düşük propolis ekstraktında (17.58 ppb) ve en yüksek ise 12 defa kızartma yapılmış saf fındık (F) yağında (316.81 ppb) olarak hesaplanmıştır. Çizelge 4.58 incelendiğinde kontrol örnekleri olan yağlarda kızartma sayısının artmasıyla silanediol, dimetil miktarında bir

artış olduğu görülmüştür. Tespit edilen diğer alkollere bakılacak olursa, etanol için hesaplanan değer 6.28 ppb (kinoa ekstraktı) ile 757.84 ppb (ticari kızartma kontrol) arasında; 1-butanolde 31.18 ppb (pac1 + 1000k yağı) ile 143.94 ppb (pac1 + 1500pr yağı) arasında; 1-pentanolde 10.96 ppb (saf pac1 kontrol yağı) ile 211.70 ppb (pac1 + 1500pr yağı) arasında; etanol, 2-bütoksi için ise, 18.63 ppb (P + bht kontrol yağı) ile 29.30 ppb (pac1 + bht kontrol yağı) arasında değişiklik göstermiştir. Çizelge 4.58’de görüldüğü üzere Etanol, 2-butoksiye kızartmaya tabii tutulan yağ örneklerinde rastlanılmamıştır. 1-heptanol için, en düşük değer 13.99 ppb ile P + 1500k yağında görülürken; en yüksek değer ise P + 1500u örneğinde 67.70 ppb olarak hesaplanmıştır. 1-okten-3-ol’de en düşük değer 18.94 ppb ile 12 defa kızartma yapılan F + bht yağında olurken; en yüksek değer 116.69 ppb ile P + 1000k yağında olduğu görülmüştür. Son olarak 1-oktanol için en düşük değer 24.03 ppb ile 12 defa kızartma yapılan P + bht yağında; en yüksek değer ise, 60.05 ppb ile 12 defa kızartma yapılan F + 1500pr yağında tespit edilmiştir. 1-oktanol’de çizelgede de görüldüğü üzere örnekler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı anlaşılmıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.59’da örneklerde tespit edilen asitler gösterilmiştir. Yapılan analiz ile toplam olarak 3 asit bulunmuştur. Bunlar asetik asit, butanoik asit ve benzoik asit, 2.5-bis (trimetilsiloksi)’dir. Çizelge incelendiğinde butanoik asitin sadece saf pac1 kontrol yağında tespit edildiği görülmektedir. Benzoik asit, 2.5-bis (trimetilsiloksi) ise sırasıyla saf fındık yağı (F) kontrol örneğinde (19.45 ppb); 12 defa kızartma yapılan F + bht örneğinde (22.42 ppb); P + bht kontrol örneğinde ise (15.93 ppb) olarak hesaplanmıştır. Geriye kalan hiçbir örnekte bu asitin tespit edilmediği görülmüştür. Yapılan istatistik analizinde benzoik asit, 2.5- bis (trimetilsiloksi) için 3 örnek arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Asetik asitte ise, 5.26 ppb ile uşkun ekstraktında en düşük miktarda belirlenirken; 941.97 ppb ile 12 defa kızartma yapılan saf fındık (F) yağında en yüksek miktarda olduğu görülmüştür. Çizelge incelendiğinde paçal-2 yağlarının diğer yağlardan daha düşük miktarda asetik asit içerdiği görülmüştür. Tüm yağlarda 12 defa kızartma yapılan ve antioksidan ilave edilmiş örneklerde herhangi bir antioksidan ilavesi yapılmayan ve 12 defa kızartma yapılan örneklere göre daha düşük miktarda asetik asit tespit edildiği görülmüştür. Antioksidan maddeler arasında en etkili olan sırasıyla BHT, propolis ekstraktı, kinoa ekstraktı ve uşkun ekstraktı şeklinde olmuştur.

Çizelge 4.60’da örneklerde tespit edilen esterler gösterilmiştir. Çizelgeye göre toplamda 3 tane ester grubu bileşenler tespit edilmiştir. 1.2 benzenedikarboksilik asit, dietil ester, hegzadekanoik asit, metil ester ve 9-oktadekanoik asit, metil ester tespit edilen ester gruplarıdır. 9- oktadekanoik asit metil ester grubu, propolis ekstraktı hariç tüm örneklerde bulunduğu görülmüştür. En düşük uşkun ekstraktında 4.56 ppb miktarında bulunurken; en yüksek 12 defa kızartma yapılmış F + 1500pr yağında 188.77 ppb düzeyinde bulunduğu belirlenmiştir. Genel olarak fındık yağlarında diğer yağlara göre daha yüksek miktarda bulunduğu görülmüştür. Hegzadekanoik asit, metil ester grubu, 4.53 ppb (kinoa ekstraktı) ile 298.73 ppb (12 defa kızartma yapılan palm olein + 1500 ppm kinoa ekstraktlı örnek) arasında değişiklik göstermiştir. Son olarak 1.2 benzenedikarboksilik asit, dietil ester grubu ise, 9.95 ppb (12 defa kızartma yapılan palm olein + 1500 ppm kinoa ekstraktlı örnek) ile 214.53 ppb (12 defa kızartma yapılan fındık yağı + 1500 ppm propolis ekstraktlı örnekte) aralığında değişiklik göstermiştir. Çizelgede görüldüğü üzere doğal ekstraktların hiçbirinde bu ester grubu tespit edilmemiştir.

Çizelge 4.61’de örneklerde tespit edilen hidrokarbonlar gösterilmiştir. Çizelgeye göre toplamda 13 adet hidrokarbon tespit edilmiş olup bunlar sırasıyla şu şekildedir; pentan, pentan 2-metil, pentan 3-metil, hegzan, siklopentan metil, hegzan,2.2-dimetil, pentan 2.2.4-trimetil, siklotrisiloksan hegzametil, dodekan, siklotetrasiloksan oktametil, siklopentasiloksan dekametil, tetradekan, siklohegzasiloksan dodekametil’dir. Çizelge 4.61’e göre pentan, en düşük 22.27 ppb ile saf fındık yağı (F) kontrol örneğinde olurken; en yüksek değer 135.02 ppb olarak 12 defa kızartma yapılan ticari yağda (T) tespit edilmiştir. Pentan 2-metil, en düşük 24.73 ppb ile 12 defa kızartma yapılan F + bht örneğinde; en yüksek ise 12 defa kızartma yapılan pac2 + 1500pr yağında 162.45 ppb olarak hesaplanmıştır. Doğal ekstraktlar arasında kinoa ve propolis ekstraktında sırasıyla 32.58 ve 71.50 ppb olarak bulunmuştur. Uşkun ekstraktında tespit edilmemiştir. Pentan 3-metil, en düşük 26.52 ppb ile propolis ekstraktında; en yüksek ise yine 12 defa kızartma yapılan pac2 + 1500pr yağında 704.93 ppb olarak belirlenmiştir. Hegzan, 59.04 ppb (pac2 + bht) ile 657.21 ppb (kinoa ekstraktı) arasında değişiklik göstermiştir. Siklopentan metil, en düşük propolis ekstraktında 36.31 ppb olurken; 304.11 ppb miktarıyla en yüksek kinoa ekstraktında olduğu görülmüştür. Hegzan 2.2-dimetil grubunda hesaplanan değerler 40.13 ppb (12 defa kızartma yapılan

pac2 + 1500u yağı) – 224.24 ppb (12 defa kızartma yapılan F + 1000k yağı) aralığında olmuştur. Doğal ekstraktların hiçbirinde hegzan 2.2-dimetil grubuna rastlanılmamıştır. Pentan 2.2.4-trimetil, 25.50 ppb ile en düşük 12 defa kızartma yapılan P + 1500pr yağında olurken; 12 defa kızartma yapılan pac1 + bht yağında 526.68 ppb değeri ile en yüksek miktar olarak hesaplanmıştır. Siklotrisiloksan hegzametil'e bakılacak olursa, en düşük 4.80 ppb ile uşkun ekstraktında en düşük miktarda iken; 96.83 ppb ile en yüksek 12 defa kızartma yapılan saf fındık (F) yağında olduğu görülmüştür. Dodekan için, en düşük değer kinoa ekstraktında 12.92 ppb olarak belirlenirken; en yüksek değer 65.65 ppb ile 12 defa kızartma yapılan pac1 + bht yağında olmuştur. Siklotetrasiloksan, oktametil grubunda belirlenen değerler, 3.93 ppb ile 46.08 ppb arasında değişmiştir. En düşük uşkun ekstraktında, en yüksek ise 12 defa kızartma yapılan saf pac1 yağında olduğu belirlenmiştir. Siklopentasiloksan dekametil için, hesaplanan değerler en düşük 5.47 ppb ile uşkun ekstraktında belirlenirken; en yüksek 79.02 ppb ile 12 defa kızartma yapılan saf fındık (F) yağında olduğu tespit edilmiştir. Tetradekan grubunda çizelge 4.61 incelendiğinde doğal ekstraktlarda tespit edilmediği görülmektedir. Hesaplanan değerden en düşük miktar 10.28 ppb ile pac2 + bht örneğinde olduğu buna karşılık; 45.29 ppb ile 12 defa kızartma yapılan pac1 +bht yağında olduğu belirlenmiştir. Son olarak tespit edilen hidrokarbonlardan siklohegzasiloksan dodekametil grubu incelendiğinde en düşük değer 6.85 ppb ile uşkun ekstraktında olduğu ve 120.06 ppb ile en yüksek değer 12 defa kızartma yapılan saf pac1 yağında hesaplandığı görülmüştür.

Çizelge 4.62'de çalışmada kullanılan örneklerde belirlenen diğer uçucu bileşenler gösterilmiştir. Çizelge incelendiğinde sırasıyla Diazene dimetil, Oksime-metoksi-fenil, N-benziliden-dimetilamonyum klorit, Furan 2-pentil ve Bütil-hidroksi tolüen tespit edilen bileşenlerdir. Diazene, dimetil sadece 36.09 ppb olarak 12 defa kızartma yapılan pac1 + 1000pr yağında tespit edilmiştir. Geriye kalan hiçbir örnekte bu bileşene rastlanılmamıştır. Oksime-metoksi-fenil, en düşük P + bht ilaveli kontrol örneğinde 10.30 ppb olarak belirlenirken; 58.24 ppb ile en yüksek 12 defa kızartma yapılan F + 1500pr yağında olduğu görülmüştür. N-benziliden-dimetilamonyum klorit, sadece paçallanmış olan bazı örneklerde tespit edilmiştir. Çizelge 4.62'ye bakıldığında bu örneklerin miktarlarıyla birlikte sırasıyla; 28.38 ppb ile 12 defa kızartma yapılan pac1 + 1000pr yağında, 32.03 ppb ile 12 defa kızartma yapılan pac2 + 1500pr yağında,

48.67 ppb ile 12 defa kıvartma yapılan pac1 + 1500pr yağında tespit edildiği görülmüştür. Furan 2-pentil için, en düşük değer 14.80 ppb ile 12 defa kıvartma yapılan P + 1500k yağında olduğu belirlenirken; en yüksek değer 118.48 ppb ile 12 defa kıvartma yapılan P + 1500u yağında tespit edilmiştir. Bütil-hidroksi toluen bileşiğine bakılacak olursa, sadece BHT ilavesi yapılan ve genellikle kontrol örnekleride olduğu görülmektedir. 12 defa kıvartma yapılan örneklerden sadece fındık (F) yağında BHT'ye rastlanılmıştır. Diğer tüm 12 defa kıvartma yapılan örneklerde BHT tespit edilmemiştir. Kontrol örnekleri arasında en yüksek BHT miktarı sırasıyla 387.90 ppb ile P + bht; 374.45 ppb ile pac1 + bht; 344.26 ppb ile pac2 + bht; 292.54 ppb ile F + bht son olarak, 144.88 ppb ile ticari kıvartma (T) yağında belirlenmiştir. En düşük değer ise, 57.30 ppb ile 12 defa kıvartma yapılan F + bht örneğinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.63'te terpenlere ait tablo verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü üzere sadece propolis ekstraktında 18 tane terpen tespit edilmiştir. Diğer yağ örneklerinde ve ekstraktlarda herhangi bir terpen bileşiğine rastlanılmamıştır. Burada ekstrakt elde edilirken özellikle liyofilizasyon safhasında kinoa ve uşkunda bulunan ve/veya bulunabilecek terpenlerin ortamdan uzaklaştığı yönünde bir tahminimiz olmuştur. Propolis ekstraktında tespit edilen terpenler; beta-patchoulene, isloedene, alpha-guaiene, beta-chamigrene, alpha-terpinene, alpha-bergamotene, ar-curcumene, beta-curcumene, beta-selinene, alpha-selinene, cis-bisabolene, azulene, sesquicineole, naphtalene, alpha-cadinol, gamma-gurjunene, 5-azulenemetanol, alpha-eudesmol'dur. En baskın terpen grubu, 147.76 ppb miktar ile beta-curcumene olmuştur. Sahinler ve Kaftanoglu (2005), yaptıkları bir çalışmada Hatay, Mersin ve Adana'dan topladıkları propolislerin etanol ekstraktlarında belirledikleri terpenlerden; alpha-eudesmol, naphtalene, azulene, cis-bisabolene, beta-selinene, alpha-cadinol çalışmamızda tespit edilen ortak terpenlerdir. Çalışmada Hatay propolisinde terpenler içinde en baskın olan bileşenin beta-eudesmol; Mersin propolisinde en baskın terpen, alpha-cedrol; Adana propolisinde ise en baskın terpeni cembrene olarak belirlemişlerdir. Propolis ile yapılan bir başka çalışmada Türkiye'nin Doğu Anadolu, Kuzey Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinden temin edilen propolislere katı faz mikro ekstraksiyon yöntemi ile uçucu bileşenler analizi yapılmış ve terpenler grubunda tespit edilen bileşenler şu şekilde olmuştur; cedrol, alpha-eudesmol, alpha-cadinol, alpha-terpinene, alpha-terpineol,

Sesquicineole, junipene ve beta-cariophyllene belirlenmiştir (Bankova ve ark., 2014).
Tespit edilen terpenlerden çoğu bizim çalışmamızda belirlenen terpenler ile ortaktır.



Çizelge 4.56. Yağ örneklerinde tespit edilen aldehitler (µg/kg)

Ö R N E K L E R	2-Propenal (630)	Butanal 3-methyl (692)	Pentanal (695)	Hexanal (790)	2-Hexenal (841)
T	--	--	--	384.60±81.06 ^{cdef}	--
T (12)	--	--	246.64±25.17 ^e	550.12±35.55 ^{efghijk}	--
F	--	--	--	396.40±31.61 ^{cdefg}	--
F(12)	--	330.60±0.95 ^j	--	1158.08±4.91 ^o	89.74±1.44 ^j
F+bht	--	--	--	120.38±19.47 ^{ab}	--
F+bht(12)	--	124.19±21.98 ^{cde}	--	536.05±30.71 ^{efghij}	--
F+1000u(12)	--	250.39±9.66 ⁱ	185.91±6.22 ^{cde}	1015.81±10.54 ^{no}	88.64±8.97 ^j
F+1500u(12)	--	248.82±1.97 ⁱ	185.85±4.21 ^{cde}	988.11±72.44 ^{no}	86.06±41.85 ^{ij}
F+1000k(12)	113.20±43.64 ^{cd}	221.12±103.54 ^{hi}	185.69±1.03 ^{cde}	917.95±29.22 ^{mno}	80.86±1.17 ^{hij}
F+1500k(12)	--	--	183.70±5.87 ^{cde}	874.61±40.17 ^{lmn}	--
F+1000pr(12)	94.45±23.19 ^{bcd}	--	162.47±1.99 ^{bcd}	696.37±19.47 ^{ijklm}	70.17±0.50 ^{ghij}
F+1500pr(12)	--	211.57±21.60 ^{ghi}	158.36±48.03 ^{bcd}	534.86±3.27 ^{efghij}	--
P	--	--	15.36±1.59 ^a	119.79±6.42 ^{ab}	--
P(12)	127.73±35.77 ^d	--	189.38±45.64 ^{cde}	851.20±1.51 ^{lmn}	65.06±18.58 ^{fghi}
P+bht	--	--	14.91±2.31 ^a	113.37±1.28 ^{ab}	--
P+bht(12)	--	--	28.00±9.14 ^a	135.73±3.05 ^{abc}	23.28±2.16 ^{ab}
P+1000u(12)	65.20±2.38 ^{abcd}	196.17±6.84 ^{fghi}	135.11±39.32 ^{bcd}	777.45±87.84 ^{ijklmn}	47.95±0.33 ^{bcddefg}
P+1500u(12)	--	--	--	673.30±4.75 ^{hijklm}	47.11±0.69 ^{bcddefg}
P+1000k(12)	--	--	125.92±2.84 ^{bc}	611.87±11.82 ^{efghijkl}	45.01±1.04 ^{bcddefg}
P+1500k(12)	10.93±0.88 ^a	--	116.68±74.55 ^{bc}	543.54±15.08 ^{efghij}	44.07±29.26 ^{bcddefg}
P+1000pr(12)	--	--	103.65±0.30 ^b	410.06±73.33 ^{defgh}	37.12±3.90 ^{abcde}
P+1500pr(12)	--	--	94.02±19.51 ^b	391.32±71.00 ^{cdef}	35.39±0.35 ^{abcd}
pac1	--	149.52±2.60 ^{def}	--	136.62±13.95 ^{abc}	--
pac1(12)	--	--	202.53±52.21 ^{de}	1020.63±15.63 ^{no}	62.72±1.21 ^{efghi}
pac1+bht	--	32.87±1.58 ^a	--	116.24±44.92 ^{ab}	--
pac1+bht(12)	--	72.49±2.35 ^{abc}	--	346.69±5.94 ^{bcde}	25.70±6.61 ^{ab}
pac1+1000u(12)	83.79±34.03 ^{bcd}	--	156.43±2.15 ^{bcd}	850.43±27.63 ^{lmn}	56.94±0.93 ^{cdefgh}
pac1+1500u(12)	54.31±0.34 ^{abc}	--	146.87±1.80 ^{bcd}	811.68±64.44 ^{klmn}	55.82±3.28 ^{cdefgh}
pac1+1000k(12)	--	188.78±6.58 ^{fghi}	--	670.72±4.77 ^{hijklm}	53.90±0.25 ^{cdefg}
pac1+1500k(12)	--	184.10±2.33 ^{efgh}	--	660.07±16.28 ^{ghijklm}	48.21±8.30 ^{bcddefg}
pac1+1000pr(12)	--	--	105.80±41.75 ^b	492.38±42.72 ^{efghi}	39.47±9.00 ^{bcddef}
pac1+1500pr(12)	--	107.91±8.24 ^{bcd}	--	495.66±33.18 ^{efghi}	37.88±2.97 ^{bcde}
pac2	--	--	--	77.86±1.86 ^a	--
pac2 (12)	--	143.61±1.75 ^{def}	187.09±49.92 ^{cde}	615.84±23.84 ^{efghijkl}	61.30±3.95 ^{defghi}
pac2+bht	--	--	--	73.90±9.44 ^a	--
pac2+bht(12)	--	49.69±2.72 ^{ab}	--	216.98±11.43 ^{abcd}	11.87±4.82 ^a
pac2+1000u(12)	43.13±23.34 ^{ab}	--	143.59±3.98 ^{bcd}	670.39±40.41 ^{hijklm}	39.74±0.94 ^{bcddef}
pac2+1500u(12)	--	--	135.66±5.76 ^{bcd}	628.20±19.73 ^{efghijkl}	--
pac2+1000k(12)	--	--	123.63±45.23 ^{bc}	530.54±13.62 ^{efghij}	40.67±0.10 ^{bcddef}
pac2+1500k(12)	--	152.62±4.76 ^{defg}	--	500.54±224.95 ^{efghi}	40.07±0.47 ^{bcddef}
pac2+1000pr(12)	--	117.74±22.79 ^{cd}	--	370.61±5.50 ^{bcddef}	33.49±5.04 ^{abc}
pac2+1500pr(12)	--	94.31±0.55 ^{bcd}	--	348.15±27.51 ^{bcde}	27.10±5.40 ^{ab}

Çizelge 4.56.(devam) Örneklerde tespit edilen aldehitler ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

Ö R N E K L E R	Heptanal (891)	2-Heptenal (944)	Octanal (991)	2-Octenal (1045)	Nonanal (1091)
T	--	--	--	--	25.06±0.15 ^a
T (12)	98.37±11.26 ^{efghj}	659.56±42.63 ^{kl}	169.90±34.66 ^{efgh}	151.79±9.18 ^{gh}	523.40±33.06 ^{abcdef}
F	15.63±0.16 ^{ab}	--	--	--	48.66±1.61 ^{ab}
F(12)	156.33±6.87 ^m	693.41±4.18 ^l	221.26±16.20 ^l	180.34±40.65 ^l	1553.64±102.33 ^j
F+bht	--	--	--	--	53.35±0.05 ^{ab}
F+bht(12)	97.13±25.68 ^{efghj}	417.18±82.54 ^{efgh}	147.04±4.19 ^{defghi}	129.04±10.8 ^{defghi}	386.08±52.81 ^{abcde}
F+1000u(12)	123.09±5.87 ^{ijkl}	483.56±3.29 ^{ghijk}	178.00±11.5 ^{gh}	143.68±0.21 ^{ghi}	1035.68±59.69 ^{efghj}
F+1500u(12)	121.04±32.10 ^{ijkl}	462.58±0.21 ^{efghj}	170.71±5.19 ^{efgh}	142.43±67.27 ^{efgh}	952.06±31.21 ^{efgh}
F+1000k(12)	116.41±5.93 ^{hijkl}	446.74±3.73 ^{efghij}	162.84±4.83 ^{defghi}	138.06±1.27 ^{efgh}	771.96±111.96 ^{defghi}
F+1500k(12)	108.34±4.55 ^{ghijk}	445.12±39.77 ^{efghij}	157.44±39.7 ^{defghi}	134.60±1.08 ^{efgh}	759.89±42.76 ^{defghi}
F+1000pr(12)	98.13±48.83 ^{efghj}	442.16±32.48 ^{efghij}	156.50±14.05 ^{defghi}	131.10±0.40 ^{defghi}	634.46±134.2 ^{defghi}
F+1500pr(12)	97.34±1.16 ^{efghj}	424.59±97.23 ^{efghij}	150.72±5.98 ^{defghi}	129.32±24.17 ^{defghi}	639.37±17.09 ^{defghi}
P(12)	133.36±17.98 ^{klm}	584.15±148.34 ^{ijkl}	197.58±1.43 ^{hi}	166.01±2.64 ^{hi}	1163.60±10.58 ^{hij}
P+bht(12)	66.76±43.64 ^{cdef}	279.90±50.48 ^{abcdef}	91.83±8.99 ^{abcde}	83.81±1.73 ^{abcdefg}	170.76±3.06 ^{abc}
P+1000u(12)	78.17±3.03 ^{cdefg}	328.36±0.78 ^{bcdefg}	114.28±0.03 ^{bcdefg}	101.17±10.54 ^{abcdefgh}	905.05±268.75 ^{defghi}
P+1500u(12)	76.34±1.99 ^{cdefg}	315.14±11.97 ^{bcdefg}	112.57±1.25 ^{bcdefg}	97.87±1.45 ^{abcdefgh}	851.19±93.33 ^{defghi}
P+1000k(12)	73.61±3.09 ^{cdefg}	314.85±68.97 ^{bcdefg}	110.29±30.8 ^{bcdefg}	97.86±1.26 ^{abcdefgh}	715.86±185.79 ^{defghi}
P+1500k(12)	71.58±17.68 ^{cdef}	310.22±206.54 ^{bcdefg}	103.26±22.7 ^{abcdefg}	96.47±16.60 ^{abcdefgh}	694.65±195.97 ^{defghi}
P+1000pr(12)	69.83±11.94 ^{cdef}	300.51±0.74 ^{abcdefg}	96.62±17.15 ^{abcdefg}	86.87±15.13 ^{abcdefg}	557.64±28.08 ^{abcdefg}
P+1500pr(12)	68.38±17.83 ^{cdef}	300.02±34.31 ^{abcdefg}	93.77±3.34 ^{abcdef}	84.97±21.30 ^{abcdefg}	567.04±19.64 ^{abcdefg}
pac1	17.51±0.30 ^{ab}	--	--	--	32.00±1.75 ^a
pac1(12)	142.80±4.16 ^{lm}	613.59±86.73 ^{ijkl}	202.03±5.64 ^{hi}	166.25±39.34 ^{hi}	1256.03±49.00 ^{ij}
pac1+bht	10.67±0.08 ^a	--	--	--	41.41±0.85 ^{ab}
pac1+bht(12)	79.90±0.32 ^{cdefg}	328.86±2.65 ^{bcdefg}	116.90±1.28 ^{bcdefg}	102.32±2.19 ^{abcdefgh}	359.50±42.74 ^{abcd}
pac1+1000u(12)	93.20±2.13 ^{efghi}	392.55±10.20 ^{defgh}	142.46±0.53 ^{cdefgh}	123.84±3.92 ^{cdefghi}	938.50±47.26 ^{defghi}
pac1+1500u(12)	92.38±1.06 ^{efghi}	381.43±10.84 ^{defgh}	141.40±71.4 ^{cdefgh}	116.68±2.54 ^{bcdefghi}	923.38±42.94 ^{defghi}
pac1+1000k(12)	90.37±2.47 ^{efghi}	379.10±0.35 ^{defgh}	132.42±2.54 ^{bcdefgh}	115.28±0.25 ^{bcdefghi}	723.13±38.95 ^{cdefghi}
pac1+1500k(12)	89.33±2.71 ^{efghi}	351.93±2.31 ^{cdefg}	128.74±8.31 ^{bcdefgh}	108.95±2.05 ^{abcdefghi}	752.70±23.53 ^{defghi}
pac1+1000pr(12)	82.08±3.51 ^{defgh}	335.59±7.59 ^{bcdefg}	123.88±19.36 ^{bcdefgh}	106.60±67.71 ^{abcdefghi}	576.35±12.70 ^{abcdefg}
pac1+1500pr(12)	78.64±2.88 ^{cdefg}	334.60±2.58 ^{bcdefg}	118.19±3.24 ^{bcdefg}	103.36±16.53 ^{abcdefgh}	608.38±30.92 ^{bcdefgh}
pac2	--	--	--	--	21.88±3.05 ^a
pac2 (12)	129.33±0.81 ^{ijklm}	559.75±7.46 ^{hijkl}	181.42±51.83 ^{gh}	165.46±1.32 ^{hi}	1122.02±104.48 ^{ghij}
pac2+bht	--	--	--	--	23.03±2.47 ^a
pac2+bht(12)	18.83±7.09 ^{ab}	110.60±47.00 ^a	30.86±12.76 ^a	34.51±11.84 ^a	155.07±62.13 ^{abc}
pac2+1000u(12)	59.63±7.28 ^{cde}	261.89±62.41 ^{abcde}	90.81±56.92 ^{abcd}	82.64±8.30 ^{abcdefg}	809.10±17.09 ^{defghi}
pac2+1500u(12)	58.38±7.67 ^{cde}	259.99±21.48 ^{abcde}	87.59±3.90 ^{abcd}	66.50±4.72 ^{abcdef}	789.05±15.85 ^{defghi}
pac2+1000k(12)	57.73±4.65 ^{cde}	219.02±25.39 ^{abcd}	84.46±1.43 ^{abcde}	61.00±1.35 ^{abcde}	672.55±51.12 ^{cdefgh}
pac2+1500k(12)	52.09±2.51 ^{cd}	215.50±4.57 ^{abcd}	68.62±6.70 ^{abc}	56.17±0.08 ^{abcd}	649.41±2.33 ^{cdefgh}
pac2+1000pr(12)	47.10±2.18 ^{bcd}	157.07±17.66 ^{abc}	57.55±4.99 ^{ab}	48.50±6.59 ^{abc}	537.85±76.92 ^{abcdefg}
pac2+1500pr(12)	45.02±3.19 ^{bc}	154.59±0.15 ^{ab}	56.70±0.21 ^{ab}	42.54±2.42 ^{ab}	438.37±10.06 ^{abcde}
Uskun	--	--	--	--	8.05±0.98 ^a
Kinoa	--	--	--	--	12.91±6.85 ^a

Çizelge 4.56.(devam) Örneklerde tespit edilen aldehitler (µg/kg)

Ö R N E K L E R	2-Nonenal (1146)	2-Decenal (1246)	2,4-Decadienal(EZ) (1278)	2,4-Decadienal(EE) (1300)	2-Undecenal (1347)
T (12)	--	338.02±42.45 ^{hi}	109.47±2.54 ^{ijk}	279.11±13.35 ^{bcd}	--
F(12)	--	406.31±3.60 ^j	114.88±2.21 ^k	440.69±18.76 ^k	--
F+bht(12)	--	282.23±1.56 ^{efghij}	57.13±34.93 ^{bcd}	336.23±1.83 ^{efghijk}	--
F+1000u(12)	--	322.50±95.49 ^{ghij}	95.23±28.26 ^{ghijk}	404.91±23.16 ^{ijk}	--
F+1500u(12)	--	318.01±56.94 ^{ghij}	88.12±3.66 ^{efghijk}	377.15±14.08 ^{hijk}	--
F+1000k(12)	51.78±0.26 ^{ab}	317.94±16.97 ^{ghij}	86.92±0.98 ^{efghijk}	359.32±3.56 ^{ghijk}	--
F+1500k(12)	50.36±8.04 ^{ab}	316.63±29.97 ^{ghij}	86.04±1.15 ^{efghijk}	358.76±8.9 ^{ghijk}	--
F+1000pr(12)	49.22±1.77 ^{ab}	297.63±6.66 ^{efghij}	83.56±0.01 ^{defghij}	348.48±2.96 ^{ghijk}	187.71±24.14 ^{bcd}
F+1500pr(12)	49.06±0.13 ^{ab}	288.19±8.18 ^{efghij}	--	338.54±36.42 ^{efghijk}	185.85±21.67 ^{bcd}
P(12)	60.89±15.94 ^b	345.27±18.77 ^{hij}	106.32±9.88 ^{hijk}	437.79±13.61 ^k	--
P+bht(12)	31.45±0.18 ^{ab}	181.24±21.04 ^{abcde}	61.29±9.07 ^{bcd}	73.89±25.15 ^a	111.82±2.68 ^{abc}
P+1000u(12)	41.34±2.38 ^{ab}	216.87±4.07 ^{abcde}	68.17±2.59 ^{bcd}	226.94±21.56 ^{bcd}	140.40±6.53 ^{abcd}
P+1500u(12)	--	203.50±3.22 ^{abcde}	67.96±20.10 ^{bcd}	225.89±4.85 ^{bcd}	139.44±74.78 ^{abcd}
P+1000k(12)	36.87±0.15 ^{ab}	198.75±14.86 ^{abcde}	67.35±7.45 ^{bcd}	223.51±15.58 ^{bcd}	134.66±3.49 ^{abcd}
P+1500k(12)	34.81±0.60 ^{ab}	192.68±44.99 ^{abcde}	66.32±4.16 ^{bcd}	209.13±36.47 ^{bcd}	128.23±36.79 ^{abc}
P+1000pr(12)	34.41±7.84 ^{ab}	190.62±28.40 ^{abcde}	66.00±2.05 ^{bcd}	188.05±35.72 ^{bc}	126.22±4.89 ^{abc}
P+1500pr(12)	33.58±0.25 ^{ab}	184.66±0.89 ^{abcde}	62.87±13.61 ^{bcd}	173.31±7.41 ^{ab}	123.35±3.48 ^{abc}
pac1(12)	61.43±18.95 ^b	393.46±35.59 ^{ij}	113.20±4.91 ^{jk}	433.03±9.62 ^k	239.75±10.56 ^d
pac1+bht(12)	41.39±15.39 ^{ab}	220.34±7.26 ^{abcde}	72.62±5.86 ^{cdef}	289.87±7.41 ^{bcd}	152.12±2.27 ^{bcd}
pac1+1000u(12)	48.23±5.23 ^{ab}	278.28±21.50 ^{defghij}	82.69±20.21 ^{defghij}	330.47±60.96 ^{defghijk}	183.32±51.75 ^{bcd}
pac1+1500u(12)	46.31±1.72 ^{ab}	261.22±11.01 ^{cdefghij}	81.60±13.66 ^{defghij}	330.34±73.31 ^{defghijk}	183.26±33.88 ^{bcd}
pac1+1000k(12)	45.43±4.93 ^{ab}	260.42±21.88 ^{cdefghij}	80.93±8.46 ^{defghij}	325.60±36.48 ^{defghijk}	171.32±5.57 ^{bcd}
pac1+1500k(12)	44.95±7.74 ^{ab}	245.42±4.96 ^{cdefghij}	78.09±9.75 ^{cdefghij}	307.04±40.62 ^{cdefghij}	161.98±0.88 ^{bcd}
pac1+1000pr(12)	43.01±7.10 ^{ab}	245.28±31.21 ^{cdefghij}	76.93±9.63 ^{cdefghij}	304.37±25.39 ^{cdefghij}	161.57±20.61 ^{bcd}
pac1+1500pr(12)	41.43±3.09 ^{ab}	236.46±68.46 ^{bcd}	73.52±10.44 ^{cdef}	300.08±41.22 ^{cdefghij}	157.64±17.12 ^{bcd}
pac2 (12)	31.49±1.09 ^{ab}	324.98±52.39 ^{hij}	102.96±4.50 ^{ghijk}	425.58±34.12 ^{jk}	210.24±79.42 ^{cd}
pac2+bht(12)	25.76±3.27 ^a	58.12±20.85 ^a	18.73±5.89 ^a	231.53±41.54 ^{bcd}	33.77±10.40 ^a
pac2+1000u(12)	30.92±7.33 ^{ab}	148.88±9.33 ^{abcde}	53.72±5.85 ^{bcd}	279.18±0.83 ^{bcd}	111.62±2.53 ^{abc}
pac2+1500u(12)	--	144.03±90.57 ^{abcde}	53.72±3.64 ^{bcd}	274.77±21.46 ^{bcd}	110.28±8.87 ^{abc}
pac2+1000k(12)	30.78±6.27 ^{ab}	135.78±14.11 ^{abcde}	53.51±4.42 ^{bcd}	272.85±79.08 ^{bcd}	105.18±13.41 ^{abc}
pac2+1500k(12)	30.39±1.23 ^{ab}	104.28±10.09 ^{abcd}	49.20±10.42 ^{bc}	262.47±41.08 ^{bcd}	104.77±16.35 ^{abc}
pac2+1000pr(12)	28.42±5.42 ^{ab}	100.34±18.80 ^{abc}	41.36±8.27 ^{ab}	256.53±34.14 ^{bcd}	100.52±25.53 ^{ab}
pac2+1500pr(12)	26.78±3.34 ^a	68.35±0.08 ^{ab}	41.35±0.44 ^{ab}	244.06±2.05 ^{bcd}	80.83±48.79 ^{ab}

*Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05). F: Fındık yağı; P: Palmolein yağı; T: Ticari kızartma yağı; Paç1; Paçal-1 yağı; Paç2: Paçal-2 yağı; u: uçkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.57. Örneklerde tespit edilen ketonlar ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

Ö R N E K L E R	Acetone (631)	2-Propanone. 1-hydroxy (676)	3.3--Dimethoxy-2-butanone (680)	3-Methylthio-1-phenyl-2-propanone (816)	2-Heptanone (880)
F+bht	--	96.15 \pm 10.59 ^a	--	--	--
P	69.98 \pm 39.41 ^a	--	--	--	--
P+bht	36.76 \pm 3.17 ^a	--	--	--	--
P+1000u(12)	--	--	--	--	31.68 \pm 11.7 ^a
P+1500u(12)	--	106.27 \pm 48.15 ^a	--	--	38.70 \pm 2.18 ^a
P+1500k(12)	--	--	--	10.46 \pm 1.56	--
pac2+bht	49.48 \pm 1.81 ^a	--	--	--	--
Kinoa	--	--	4.08 \pm 0.09	--	--

*Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). F: Fındık yağı; P: Palmolein yağı; T: Ticari kızartma yağı; Paç2: Paçal-2 yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.58. Örneklerde tespit edilen alkoller ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

Ö R N E K L E R	Ethanol (627)	1-propan-2-ol. acetate(630)	1-Butanol(632)	Silanediol. dimethyl (689)	1-Pentanol (755)
T	757.84 \pm 0.84 ^e	--	--	155.47 \pm 10.87 ^{cdefghi}	--
T (12)	179.20 \pm 19.37 ^{abc}	--	--	166.40 \pm 29.9 ^{cdefghij}	50.69 \pm 1.12 ^{abcd}
F	15.87 \pm 0.11 ^a	--	--	85.83 \pm 4.18 ^{abc}	16.04 \pm 0.53 ^{ab}
F(12)	--	--	75.40 \pm 4.50 ^{bc}	316.81 \pm 15.59 ^l	109.19 \pm 9.82 ^{efghij}
F+bht(12)	--	--	--	146.07 \pm 13.97 ^{cdefgh}	44.13 \pm 3.49 ^{abc}
F+1000u(12)	--	--	67.22 \pm 3.49 ^{bc}	302.19 \pm 25.05 ^{kl}	86.04 \pm 3.54 ^{cdefg}
F+1500u(12)	--	--	53.62 \pm 0.62 ^{ab}	249.78 \pm 31.97 ^{ijkl}	80.85 \pm 3.24 ^{cdefg}
F+1000k(12)	288.61 \pm 15.49 ^{abc}	--	--	237.83 \pm 1.68 ^{ijkl}	146.40 \pm 6.70 ^{ijklm}
F+1500k(12)	--	--	--	237.06 \pm 33.5 ^{ijkl}	84.05 \pm 1.17 ^{cdefg}
F+1000pr(12)	--	--	--	182.32 \pm 6.63 ^{cdefghij}	146.27 \pm 0.58 ^{ijklm}
F+1500pr(12)	425.42 \pm 28.56 ^{cd}	--	--	168.56 \pm 2.56 ^{cdefghij}	122.72 \pm 22.49 ^{efghijk}
P	65.94 \pm 27.87 ^{ab}	--	--	121.06 \pm 54.82 ^{bcde}	--
P(12)	--	--	--	224.20 \pm 7.23 ^{ghijk}	169.80 \pm 5.85 ^{klmn}
P+bht(12)	--	--	--	154.57 \pm 41.8 ^{cdefghi}	99.16 \pm 7.19 ^{defghi}
P+1000u(12)	--	--	--	200.75 \pm 20.14 ^{efghij}	170.02 \pm 78.81 ^{klmn}
P+1500u(12)	--	--	--	195.70 \pm 14.12 ^{efghij}	131.48 \pm 29.97 ^{ghijkl}
P+1000k(12)	--	126.12 \pm 12.22 ^b	--	194.91 \pm 10.45 ^{efghij}	178.54 \pm 6.91 ^{lmn}
P+1500k(12)	--	--	--	174.20 \pm 7.04 ^{defghij}	26.51 \pm 9.37 ^{ab}
P+1000pr(12)	38.88 \pm 2.55 ^a	--	42.77 \pm 2.05 ^{ab}	165.10 \pm 16.35 ^{cdefghij}	117.55 \pm 55.27 ^{efghijk}
P+1500pr(12)	--	--	--	159.43 \pm 10.94 ^{cdefghi}	144.01 \pm 0.22 ^{hijklm}
pac1	19.07 \pm 0.81 ^a	--	--	134.78 \pm 6.10 ^{cdef}	10.96 \pm 1.56 ^a
pac1(12)	640.39 \pm 17.32 ^{de}	--	--	233.08 \pm 43.43 ^{hijk}	118.94 \pm 5.61 ^{efghijk}
pac1+bht	11.78 \pm 0.94 ^a	--	--	137.08 \pm 3.16 ^{cdefg}	15.26 \pm 0.43 ^{ab}
pac1+bht(12)	204.71 \pm 16.65 ^{abc}	--	--	154.97 \pm 66.5 ^{cdefghi}	190.33 \pm 6.00 ^{mn}
pac1+1000u(12)	70.54 \pm 56.14 ^{ab}	--	--	220.29 \pm 34.99 ^{efghijk}	57.30 \pm 15.5 ^{abcde}
pac1+1500u(12)	94.33 \pm 27.22 ^{ab}	--	--	203.89 \pm 11.94 ^{efghij}	89.44 \pm 6.40 ^{cdefgh}
pac1+1000k(12)	40.73 \pm 8.66 ^a	--	31.18 \pm 0.32 ^a	202.82 \pm 12.00 ^{efghij}	59.73 \pm 9.84 ^{abcde}
pac1+1500k(12)	--	--	94.02 \pm 33.08 ^c	178.29 \pm 74.16 ^{defghij}	120.94 \pm 7.16 ^{efghijk}
pac1+1000pr(12)	28.70 \pm 6.12 ^a	--	--	166.76 \pm 23.43 ^{cdefghij}	111.70 \pm 5.46 ^{efghij}
pac1+1500pr(12)	--	--	143.94 \pm 5.38 ^d	163.33 \pm 63.29 ^{cdefghij}	211.70 \pm 1.94 ⁿ
pac2 (12)	--	--	--	225.87 \pm 10.28 ^{ghijk}	86.54 \pm 25.45 ^{cdefg}
pac2+bht	71.64 \pm 3.92 ^{ab}	--	--	138.19 \pm 13.75 ^{cdefg}	--
pac2+bht(12)	--	43.18 \pm 15.79 ^a	--	150.39 \pm 49.09 ^{cdefghi}	67.70 \pm 3.06 ^{bcdef}
pac2+1000u(12)	--	--	--	192.94 \pm 5.44 ^{efghij}	127.51 \pm 11.24 ^{ghijkl}
pac2+1500u(12)	--	--	--	187.11 \pm 0.54 ^{efghij}	53.88 \pm 2.76 ^{abcd}
pac2+1000k(12)	90.83 \pm 19.22 ^{ab}	--	57.15 \pm 25.95 ^{ab}	186.77 \pm 6.06 ^{efghij}	97.66 \pm 5.85 ^{cdefghi}
pac2+1500k(12)	--	--	60.74 \pm 3.24 ^{abc}	168.65 \pm 35.07 ^{cdefghij}	101.03 \pm 3.34 ^{defghij}
pac2+1000pr(12)	34.07 \pm 1.15 ^a	100.83 \pm 23.33 ^b	--	164.03 \pm 11.02 ^{cdefghij}	154.35 \pm 4.95 ^{ijklm}
pac2+1500pr(12)	--	--	--	158.67 \pm 19.52 ^{cdefghij}	116.92 \pm 9.92 ^{efghijk}
Uskun	340.75 \pm 17.25 ^{bc}	--	--	46.60 \pm 14.61 ^{ab}	--
Propolis	743.81 \pm 14.83 ^e	--	--	17.58 \pm 2.06 ^a	--

Çizelge 4.58. (devam) Örneklerde tespit edilen alkoller ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

Ö R N E K L E R	Ethanol. 2-butoxy (897)	1-Heptanol (960)	1-Octen-3-ol (968)	7-Octen-4-ol (969)	2-Methyl-dodecan-1-ol (976)	1-Octanol (1059)
F(12)	--	22.89 \pm 0.08 ^{ab}	39.92 \pm 0.28 ^{abcdef}	--	--	--
F+bht(12)	--	--	18.94 \pm 0.74 ^a	--	--	--
F+1000u(12)	--	--	27.40 \pm 2.76 ^{abc}	--	--	--
F+1500u(12)	--	--	30.80 \pm 3.54 ^{abcd}	--	--	--
F+1000k(12)	--	59.12 \pm 6.43 ^{efg}	69.06 \pm 7.38 ^{cdefgh}	--	--	--
F+1500k(12)	--	44.36 \pm 2.14 ^{bcdefg}	58.86 \pm 1.89 ^{abcdef}	--	--	--
F+1000pr(12)	--	64.48 \pm 1.17 ^{fg}	77.52 \pm 1.44 ^{efghi}	--	--	51.39 \pm 0.55 ^a
F+1500pr(12)	--	59.05 \pm 6.25 ^{efg}	74.58 \pm 8.64 ^{defghi}	--	--	60.05 \pm 5.87 ^a
P	23.20 \pm 8.51 ^{ab}	--	--	--	14.94 \pm 0.09	--
P(12)	--	52.70 \pm 0.18 ^{defg}	114.17 \pm 6.91 ¹	--	--	39.35 \pm 1.19 ^a
P+bht	18.63 \pm 0.45 ^a	--	--	--	--	--
P+bht(12)	--	30.76 \pm 2.61 ^{abcd}	65.40 \pm 9.89 ^{bcdefg}	--	--	24.03 \pm 5.63 ^a
P+1000u(12)	--	46.51 \pm 2.74 ^{bcdefg}	109.02 \pm 46.84 ^{hi}	--	--	33.10 \pm 5.73 ^a
P+1500u(12)	--	67.70 \pm 6.22 ^g	106.86 \pm 19.83 ^{gh}	--	--	49.54 \pm 10.78 ^a
P+1000k(12)	--	51.99 \pm 1.70 ^{cdefg}	116.69 \pm 16.12 ¹	--	--	36.78 \pm 3.09 ^a
P+1500k(12)	--	13.99 \pm 0.13 ^a	22.03 \pm 12.42 ^{ab}	--	--	--
P+1000pr(12)	--	41.15 \pm 8.70 ^{bcdefg}	65.52 \pm 8.94 ^{bcdefg}	--	--	37.41 \pm 7.41 ^a
P+1500pr(12)	--	44.46 \pm 1.15 ^{bcdefg}	55.81 \pm 6.41 ^{abcdef}	--	--	36.60 \pm 0.76 ^a
pac1	21.24 \pm 0.32 ^{ab}	--	--	--	--	--
pac1(12)	--	41.80 \pm 1.20 ^{bcdefg}	58.19 \pm 3.03 ^{abcdef}	--	--	--
pac1+bht	29.30 \pm 1.81 ^b	--	--	--	--	--
pac1+bht(12)	--	46.77 \pm 1.22 ^{bcdefg}	69.70 \pm 2.76 ^{cdefgh}	--	--	--
pac1+1000u(12)	--	40.05 \pm 4.65 ^{abcdef}	50.63 \pm 7.21 ^{abcdef}	--	--	35.46 \pm 5.12 ^a
pac1+1500u(12)	--	41.15 \pm 1.65 ^{bcdefg}	53.77 \pm 1.56 ^{abcdef}	--	--	--
pac1+1000k(12)	--	31.51 \pm 8.77 ^{abcd}	--	36.27 \pm 9.56 ^a	--	24.85 \pm 7.15 ^a
pac1+1500k(12)	--	50.63 \pm 6.29 ^{cdefg}	80.89 \pm 17.38 ^{efghi}	--	--	37.92 \pm 4.95 ^a
pac1+1000pr(12)	--	40.75 \pm 1.94 ^{bcdef}	49.97 \pm 0.70 ^{abcdef}	--	--	33.68 \pm 0.78 ^a
pac1+1500pr(12)	--	65.54 \pm 0.60 ^{fg}	84.29 \pm 6.88 ^{efghi}	--	--	45.83 \pm 0.98 ^a
pac2	21.02 \pm 0.18 ^{ab}	--	--	--	--	--
pac2(12)	--	28.91 \pm 6.08 ^{abcd}	39.25 \pm 7.54 ^{abcde}	--	--	--
pac2+bht	23.88 \pm 0.54 ^{ab}	--	--	--	--	--
pac2+bht(12)	--	25.20 \pm 5.34 ^{abc}	38.30 \pm 11.88 ^{gabde}	--	--	--
pac2+1000u(12)	--	35.75 \pm 0.87 ^{abcde}	59.22 \pm 1.21 ^{abcdef}	--	--	--
pac2+1500u(12)	--	26.84 \pm 2.69 ^{abcd}	--	47.64 \pm 8.29 ^a	--	--
pac2+1000k(12)	--	29.06 \pm 6.6 ^{abcd}	42.27 \pm 8.00 ^{abcdef}	--	--	--
pac2+1500k(12)	--	30.87 \pm 1.61 ^{abcd}	44.19 \pm 1.90 ^{abcdef}	--	--	--
pac2+1000pr(12)	--	40.90 \pm 1.07 ^{bcdefg}	64.27 \pm 5.66 ^{bcdefg}	--	--	--
pac2+1500pr(12)	--	34.42 \pm 0.59 ^{abcde}	48.23 \pm 0.30 ^{abcdef}	--	--	--

*Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). F: Fındık yağı; P: Palmolein yağı; T: Ticari kızartma yağı; Paç1; Paçal-1 yağı; Paç2: Paçal-2 yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.59. Örneklerde tespit edilen asitler ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

Ö R N E K L E R	Acetic Acid (646)	Butanoic Acid (771)	Benzoic Acid. 2.5-bis(trimethylsiloxy) (1143)
T	110.32 \pm 45.38 ^{abcd}	--	--
T (12)	736.00 \pm 91.41 ^{op}	--	--
F	39.30 \pm 2.09 ^{ab}	--	19.45 \pm 3.41 ^a
F(12)	941.97 \pm 68.76 ^p	--	--
F+bht(12)	504.67 \pm 54.45 ^{klmno}	--	22.42 \pm 4.79 ^a
F+1000u(12)	631.50 \pm 57.57 ^{mno}	--	--
F+1500u(12)	608.66 \pm 51.60 ^{mno}	--	--
F+1000k(12)	574.33 \pm 54.52 ^{lmno}	--	--
F+1500k(12)	531.45 \pm 5.66 ^{klmno}	--	--
F+1000pr(12)	528.43 \pm 36.16 ^{klmno}	--	--
F+1500pr(12)	510.48 \pm 53.98 ^{klmno}	--	--
P	42.07 \pm 18.29 ^{ab}	--	--
P(12)	720.89 \pm 9.38 ^{op}	--	--
P+bht	130.43 \pm 2.72 ^{abcd}	--	15.93 \pm 2.39 ^a
P+bht(12)	213.67 \pm 23.75 ^{abcdefg}	--	--
P+1000u(12)	337.90 \pm 86.24 ^{defghijkl}	--	--
P+1500u(12)	337.18 \pm 98.22 ^{defghijkl}	--	--
P+1000k(12)	302.22 \pm 37.48 ^{cdefghijk}	--	--
P+1500k(12)	293.76 \pm 51.29 ^{bcdefghijk}	--	--
P+1000pr(12)	260.87 \pm 22.63 ^{abcdefghij}	--	--
P+1500pr(12)	241.16 \pm 133.50 ^{abcdefghi}	--	--
pac1	55.21 \pm 7.95 ^{abc}	13.86 \pm 2.38 ^a	--
pac1(12)	755.39 \pm 252.56 ^{op}	--	--
pac1+bht	140.69 \pm 80.19 ^{abcde}	--	--
pac1+bht(12)	341.31 \pm 64.18 ^{defghijkl}	--	--
pac1+1000u(12)	466.59 \pm 12.00 ^{ijklmn}	--	--
pac1+1500u(12)	452.70 \pm 43.73 ^{hijklmn}	--	--
pac1+1000k(12)	451.87 \pm 96.00 ^{hijklmn}	--	--
pac1+1500k(12)	442.04 \pm 45.99 ^{ghijklmn}	35.68 \pm 8.06 ^a	--
pac1+1000pr(12)	409.28 \pm 33.20 ^{fghijklm}	--	--
pac1+1500pr(12)	395.61 \pm 84.28 ^{efghijklm}	--	--
pac2	52.86 \pm 12.85 ^{abc}	--	--
pac2 (12)	688.14 \pm 12.34 ^{no}	--	--
pac2+bht(12)	63.89 \pm 9.78 ^{abc}	--	--
pac2+1000u(12)	212.30 \pm 23.62 ^{abcdefghi}	--	--
pac2+1500u(12)	201.91 \pm 58.51 ^{abcdefgh}	--	--
pac2+1000k(12)	194.50 \pm 14.08 ^{abcdefg}	--	--
pac2+1500k(12)	173.41 \pm 65.58 ^{abcdef}	--	--
pac2+1000pr(12)	145.24 \pm 31.49 ^{abcde}	--	--
pac2+1500pr(12)	141.68 \pm 78.18 ^{abcde}	--	--
Uskun	5.26 \pm 3.2 ^a	--	--

Çizelge 4.60. Örneklerde tespit edilen esterler (µg/kg)

Ö R N E K L E R	1.2 Benzenedicarboxylic Acid diethyl esteri (1576)	Hexadecenoic Acid. methyl esteri (1893)	9-Octadecenoic Acid. methyl esteri (2063)
T	29.47 ±9.37 ^a	21.72 ±5.59 ^a	89.65 ±19.64 ^{cdefg}
T (12)	79.64 ±5.79 ^{ab}	24.41 ±3.64 ^a	99.76 ±12.92 ^{cdefg}
F	55.40 ±12.31 ^a	36.55 ±5.71 ^a	149.16 ±61.72 ^{gh}
F(12)	50.29 ±4.23 ^a	28.45 ±2.06 ^a	122.55 ±4.6 ^{defgh}
F+bht	76.40 ±6.87 ^{ab}	--	73.09 ±4.45 ^{abcdefg}
F+bht(12)	37.02 ±11.06 ^a	24.50 ±2.01 ^a	104.38 ±5.4 ^{defg}
F+1000u(12)	67.92 ±31.43 ^{ab}	23.66 ±3.61 ^a	114.78 ±13.21 ^{defgh}
F+1500u(12)	85.85 ±7.98 ^{ab}	28.60 ±5.38 ^a	121.55 ±18.77 ^{defgh}
F+1000k(12)	67.71 ±35.28 ^{ab}	32.43 ±2.10 ^a	131.66 ±9.79 ^{efgh}
F+1500k(12)	--	298.73 ±33.12 ^b	99.35 ±30.32 ^{cdefg}
F+1000pr(12)	51.92 ±2.50 ^a	--	132.93 ±3.06 ^{fgh}
F+1500pr(12)	214.53 ±26.23 ^{ab}	47.72 ±4.68 ^a	188.77 ±17.62 ^h
P	26.17 ±1.41 ^a	18.82 ±1.72 ^a	80.44 ±5.92 ^{abcdefg}
P(12)	37.64 ±8.68 ^a	--	131.20 ±43.92 ^{efgh}
P+bht	20.64 ±0.55 ^a	15.82 ±1.05 ^a	70.84 ±5.44 ^{abcdefg}
P+bht(12)	52.93 ±6.35 ^a	--	69.01 ±42.8 ^{abcdef}
P+1000u(12)	--	--	72.08 ±22.27 ^{abcdefg}
P+1500u(12)	--	27.15 ±7.03 ^a	115.11 ±32.26 ^{defgh}
P+1000k(12)	--	--	123.91 ±40.86 ^{defgh}
P+1500k(12)	9.95 ±4.31 ^a	--	20.67 ±6.27 ^{abc}
P+1000pr(12)	31.76 ±2.05 ^a	--	97.30 ±26.81 ^{cdefg}
P+1500pr(12)	29.86 ±1.17 ^a	--	92.23 ±2.93 ^{cdefg}
pac1	25.39 ±8.84 ^a	11.49 ±0.33 ^a	47.36 ±2.22 ^{abcd}
pac1(12)	--	--	93.87 ±5.61 ^{cdefg}
pac1+bht	17.03 ±4.47 ^a	--	44.63 ±4.36 ^{abcd}
pac1+bht(12)	--	--	90.11 ±0.64 ^{cdefg}
pac1+1000u(12)	--	--	59.64 ±14.47 ^{abcdef}
pac1+1500u(12)	--	--	83.88 ±5.84 ^{abcdefg}
pac1+1000k(12)	--	--	61.42 ±20.56 ^{abcdef}
pac1+1500k(12)	--	--	83.56 ±12.60 ^{abcdefg}
pac1+1000pr(12)	--	--	85.15 ±33.99 ^{bcdefg}
pac1+1500pr(12)	--	--	73.77 ±7.03 ^{abcdefg}
pac2	66.60 ±8.58 ^{ab}	13.01 ±3.75 ^a	50.28 ±14.78 ^{abcd}
pac2 (12)	--	--	51.74 ±11.91 ^{abcde}
pac2+bht	20.43 ±0.81 ^a	--	49.53 ±3.93 ^{abcd}
pac2+bht(12)	--	--	60.99 ±4.96 ^{abcdefg}
pac2+1000u(12)	--	--	58.99 ±2.07 ^{abcdef}
pac2+1500u(12)	24.39 ±5.12 ^a	--	69.73 ±1.42 ^{abcdefg}
pac2+1000k(12)	--	--	60.40 ±2.38 ^{abcdef}
pac2+1500k(12)	--	--	58.87 ±3.25 ^{abcdef}
pac2+1000pr(12)	--	--	53.83 ±3.66 ^{abcdef}

Çizelge 4.61. Örneklerde tespit edilen hidrokarbonlar ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

Ö R N E K L E R	Pentane (629)	Pentane.2-methyl (639)	Pentane.3-methyl (643)	Hexane (650)	Cyclopentane. methyl (660)
T (12)	135.02±0.51 ^d	--	--	--	--
F	22.27±3.18 ^a	--	--	--	--
F(12)	79.41±7.37 ^c	--	--	--	--
F+bht	--	135.79±46.04 ^b	154.78±4.57 ^a	221.92±0.94 ^a	42.76±6.46 ^a
F+bht(12)	78.97±27.85 ^c	24.73±10.23 ^a	--	68.40±27.21 ^a	--
F+1000u(12)	39.61±5.60 ^{ab}	--	--	--	--
F+1500u(12)	47.34±9.28 ^{ab}	--	--	--	--
F+1000pr(12)	--	31.68±9.79 ^a	--	66.25±2.86 ^a	--
pac1	25.60±0.21 ^{ab}	--	--	--	--
pac1+bht	28.96±2.07 ^{ab}	--	--	--	--
pac1+bht(12)	125.65±20.07 ^d	--	--	--	--
pac2+bht	--	--	--	59.04±6.06 ^a	--
pac2+1000u(12)	--	37.32±2.09 ^a	--	--	43.30±4.91 ^a
pac2+1500pr(12)	53.80±3.55 ^{bc}	162.45±20.24 ^b	704.93±77.03 ^c	--	88.83±32.33 ^a
Kinoa	--	32.58±2.94 ^a	556.28±70.56 ^b	657.21±82.06 ^a	304.11±26.19 ^a
Propolis	--	71.50±4.95 ^a	26.52±1.03 ^a	112.95±25.12 ^a	36.31±22.19 ^a

*Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). F: Fındık yağı; T: Ticari kıvartma yağı; Paç1; Paçal-1 yağı; Paç2: Paçal-2 yağı; pr: propolis ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.61.(devam) Örneklerde tespit edilen hidrokarbonlar (µg/kg)

Ö R N E K L E R	Hexane. 2.2-dimethyl (684)	Pentane. 2.2.4-trimethyl (687)	Benzene. methyl (753)	Octane (788)	Cyclotrisiloxane. hexamethyl (812)
T	--	246.02±8.41 ^e	--	--	23.65±3.30 ^{abc}
T (12)	--	--	--	--	23.24±11.60 ^{abc}
F	--	--	--	--	19.98±1.48 ^{ab}
F(12)	--	70.87±16.5 ^{ab}	--	--	37.91±1.85 ^{abcd}
F+bht	--	--	--	--	--
F+bht(12)	--	--	--	--	21.84±2.94 ^{abc}
F+1000u(12)	--	--	--	--	29.77±2.09 ^{abcd}
F+1500u(12)	--	--	--	--	32.15±3.08 ^{abcd}
F+1000k(12)	224.25±16.72 ^c	--	--	--	45.01±2.49 ^{abcde}
F+1500k(12)	--	165.49±32.37 ^{cd}	--	--	--
F+1000pr(12)	--	--	--	--	--
F+1500pr(12)	--	--	--	--	96.83±13.77 ^e
P	--	--	--	--	19.03±3.44 ^{ab}
P(12)	--	--	--	--	--
P+bht	--	--	--	--	16.74±0.41 ^a
P+bht(12)	59.73±4.82 ^a	--	--	--	--
P+1000u(12)	--	106.25±29.23 ^{bc}	--	--	--
P+1500u(12)	135.71±18.19 ^b	--	--	--	--
P+1500pr(12)	--	25.50±0.13 ^a	--	--	--
pac1	--	--	11.35±1.66 ^a	28.19±1.36 ^a	--
pac1(12)	--	--	--	--	76.54±30.81 ^{bcd}
pac1+bht	--	--	13.78±0.37 ^a	50.99±1.49 ^a	34.20±0.99 ^{abcd}
pac1+bht(12)	--	526.68±8.20 ^f	--	--	47.16±4.18 ^{abcde}
pac1+1000u(12)	--	65.95±17.26 ^{ab}	--	--	34.59±16.06 ^{abcd}
pac1+1500u(12)	--	--	--	--	50.01±6.28 ^{abcde}
pac1+1000k(12)	--	--	--	--	28.00±1.00 ^{abcd}
pac1+1500k(12)	--	201.93±19.57 ^{de}	--	--	--
pac1+1000pr(12)	85.98±0.19 ^{ab}	--	--	--	32.65±4.27 ^{abcd}
pac1+1500pr(12)	--	95.00±0.21 ^b	--	--	--
pac2	--	96.58±3.54 ^b	--	--	79.76±3.78 ^{cde}
pac2 (12)	--	107.99±30.89 ^{bc}	--	--	--
pac2+bht	--	101.66±15.54 ^b	--	--	45.81±0.17 ^{abcde}
pac2+bht(12)	--	96.53±5.26 ^b	--	--	56.06±7.72 ^{abcde}
pac2+1000u(12)	--	--	--	--	34.86±8.16 ^{abcd}
pac2+1500u(12)	40.13±10.26 ^a	--	--	--	28.08±0.14 ^{abcd}
pac2+1000k(12)	--	--	--	--	83.37±23.68 ^{de}
pac2+1500k(12)	--	--	--	--	32.57±8.70 ^{abcd}
pac2+1000pr(12)	--	--	--	--	31.70±0.47 ^{abcd}
pac2+1500pr(12)	--	--	--	--	52.08±10.97 ^{abcde}
Uskun	--	--	--	--	4.80±0.11 ^a
Kinoa	--	--	--	--	8.69±0.35 ^a

Çizelge 4.33.(devam) Örneklerde tespit edilen hidrokarbonlar (µg/kg)

Ö R N E K L E R	Heptane. pentamethyl(976)	Dodecane (987)	Cylotetrasiloxane. octamethyl (989)	Cyclopentasiloxane. decamethyl (1143)	Tetradecane (1184)	Cyclohexasiloxane. dodecamethyl (1311)
T	--	--	--	23.44 ±0.62 ^{ab}	--	--
T (12)	--	--	--	23.73 ±0.95 ^{ab}	--	21.10 ±3.08 ^{abc}
F	--	--	16.04 ±1.87 ^b	--	--	13.10 ±1.34 ^{ab}
F(12)	--	--	28.77 ±2.94 ^{cd}	34.29 ±4.31 ^{abc}	--	26.36 ±2.34 ^{abcd}
F+bht	--	--	--	--	--	26.96 ±1.48 ^{abcd}
F+bht(12)	--	--	--	--	--	18.02 ±1.61 ^{abc}
F+1000u(12)	--	--	18.86 ±0.55 ^b	--	--	19.40 ±1.47 ^{abc}
F+1500u(12)	--	--	21.13 ±0.42 ^b	--	--	21.92 ±0.57 ^{abc}
F+1000k(12)	--	--	--	41.11 ±2.04 ^{abcd}	--	--
F+1500pr(12)	--	--	--	79.02 ±8.11 ^d	--	--
P	--	--	16.04 ±1.98 ^b	16.61 ±3.33 ^{ab}	--	13.97 ±0.11 ^{ab}
P(12)	--	--	--	--	--	--
P+bht	--	--	--	--	--	11.51 ±1.07 ^{ab}
P+1000pr(12)	--	48.47 ±8.24 ^{ef}	--	--	35.67 ±5.69 ^{def}	--
P+1500pr(12)	--	47.17 ±0.46 ^{ef}	--	--	32.14 ±0.11 ^{de}	--
pac1	25.19 ±1.32 ^b	29.18 ±1.21 ^{bc}	29.18 ±1.21 ^{cd}	26.52 ±2.48 ^{ab}	17.63 ±0.47 ^{ab}	29.39 ±3.00 ^{abcde}
pac1(12)	--	--	46.08 ±6.12 ^g	71.75 ±8.08 ^{cd}	--	120.06 ±47.61 ^k
pac1+bht	20.60 ±0.33 ^a	26.38 ±0.66 ^b	15.91 ±0.98 ^b	35.30 ±1.26 ^{abc}	21.60 ±0.72 ^{bc}	32.31 ±0.99 ^{bcdef}
pac1+bht(12)	--	65.65 ±1.87 ^g	--	56.43 ±2.52 ^{bcd}	45.29 ±2.26 ^g	79.29 ±1.36 ^j
pac1+1000u(12)	--	40.72 ±7.61 ^{de}	--	35.83 ±9.90 ^{abc}	35.42 ±5.66 ^{def}	46.92 ±11.07 ^{defgh}
pac1+1500u(12)	--	55.02 ±0.16 ^f	36.62 ±1.91 ^{ef}	52.69 ±2.76 ^{bcd}	46.65 ±3.07 ^g	70.32 ±2.68 ^{ij}
pac1+1000k(12)	--	36.33 ±9.23 ^{cd}	--	32.82 ±3.01 ^{abc}	29.01 ±7.88 ^{cd}	38.22 ±4.57 ^{cdefg}
pac1+1500k(12)	--	45.61 ±3.24 ^{def}	--	44.18 ±0.90 ^{abcd}	40.25 ±2.92 ^{efg}	55.90 ±0.38 ^{gh}
pac1+1000pr(12)	--	41.73 ±1.02 ^{de}	--	41.33 ±0.69 ^{abcd}	36.94 ±1.44 ^{def}	51.61 ±2.30 ^{fghi}
pac1+1500pr(12)	--	52.39 ±0.62 ^f	--	41.94 ±0.51 ^{abcd}	43.61 ±2.84 ^{fg}	51.53 ±3.79 ^{fghi}
pac2	17.36 ±1.19 ^a	20.51 ±1.00 ^{ab}	34.82 ±5.2 ^{def}	51.34 ±4.33 ^{bcd}	15.79 ±0.91 ^{ab}	60.17 ±7.25 ^{gh}
pac2 (12)	--	--	--	35.88 ±8.27 ^{abc}	--	50.63 ±13.44 ^{efghi}
pac2+bht	--	--	27.83 ±1.39 ^c	37.67 ±4.60 ^{abcd}	10.28 ±0.09 ^a	38.53 ±0.74 ^{cdefg}
pac2+bht(12)	--	--	31.41 ±1.34 ^{cde}	47.35 ±0.18 ^{abcd}	--	66.61 ±0.18 ^{hij}
pac2+1000u(12)	--	--	30.46 ±4.50 ^{cde}	49.15 ±3.44 ^{bcd}	--	63.79 ±4.14 ^{hij}
pac2+1500u(12)	--	--	--	39.46 ±0.49 ^{abcd}	--	52.46 ±2.96 ^{fghi}
pac2+1000k(12)	--	--	40.15 ±5.28 ^f	55.56 ±1.11 ^{bcd}	--	81.35 ±2.52 ^j
pac2+1500k(12)	--	--	28.68 ±0.45 ^{cd}	44.67 ±0.36 ^{abcd}	--	59.36 ±0.03 ^{ghij}
pac2+1000pr(12)	--	--	--	40.16 ±0.19 ^{abcd}	--	56.39 ±1.58 ^{gh}
pac2+1500pr(12)	--	--	32.25 ±1.61 ^{cde}	47.98 ±1.80 ^{abcd}	--	64.38 ±0.82 ^{hij}
Uskun	--	--	3.93 ±0.18 ^a	5.47 ±0.03 ^a	--	6.85 ±0.66 ^a
Kinoa	--	12.92 ±1.32 ^a	6.98 ±1.14 ^a	--	--	12.41 ±1.70 ^{ab}
Propolis	--	--	--	--	--	--

* Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05). F: Fındık yağı; P: Palmolein yağı; T: Ticari kızartma yağı; Paç1; Paçal-1 yağı; Paç2: Paçal-2 yağı; u: uşkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.62. Örneklerde tespit edilen diğer uçucu bileşenler (µg/kg)

Ö R N E K L E R	Diazene. dimethy (633)	Oxime-methoxy-phenyl (895)	N-benzylidene-dimethylammonium chloride (948)	Furan.2-pently (979)	Butylated hydroxytoluene (1495)
T	--	--	--	--	143.88±13.02 ^b
F(12)	--	46.91±1.18 ^a	--	--	--
F+bht	--	--	--	--	292.54±47.49 ^c
F+bht(12)	--	--	--	--	57.30±5.47 ^a
F+1500u(12)	--	37.39±1.78 ^a	--	--	--
F+1000k(12)	--	49.83±2.94 ^a	--	--	--
F+1500k(12)	--	--	--	--	--
F+1000pr(12)	--	--	--	54.70±0.37 ^{defgh}	--
F+1500pr(12)	--	58.24±56.24 ^a	--	31.86±1.69 ^{abcd}	--
P	--	--	--	--	--
P(12)	--	--	--	74.89±3.10 ^h	--
P+bht	--	10.30±1.00 ^a	--	--	387.90±2.73 ^d
P+bht(12)	--	--	--	40.18±21.83 ^{abcdefg}	--
P+1000u(12)	--	--	--	62.14±21.09 ^{efgh}	--
P+1500u(12)	--	--	--	118.48±37.26 ⁱ	--
P+1000k(12)	--	--	--	64.68±7.43 ^{fgh}	--
P+1500k(12)	--	--	--	14.80±5.18 ^a	--
P+1000pr(12)	--	--	--	62.43±11.23 ^{efgh}	--
P+1500pr(12)	--	--	--	66.54±0.36 ^{gh}	--
pac1+bht	--	--	--	--	374.45±29.22 ^d
pac1+1000u(12)	--	--	--	35.78±7.62 ^{abcde}	--
pac1+1500u(12)	--	--	--	36.10±0.45 ^{abcde}	--
pac1+1000k(12)	--	--	--	25.69±6.30 ^{abc}	--
pac1+1500k(12)	--	--	--	41.71±12.20 ^{abcdefg}	--
pac1+1000pr(12)	36.09±1.54	--	28.38±1.41 ^a	43.08±1.56 ^{bcdefg}	--
pac1+1500pr(12)	--	--	48.67±5.54 ^b	73.92±0.20 ^h	--
pac2 (12)	--	--	--	25.28±4.05 ^{ab}	--
pac2+bht	--	--	--	--	344.26±43.14 ^{cd}
pac2+bht(12)	--	--	--	28.89±10.45 ^{abcd}	--
pac2+1000u(12)	--	--	--	39.02±1.94 ^{abcdef}	--
pac2+1500u(12)	--	--	--	34.44±5.27 ^{abcd}	--
pac2+1000k(12)	--	--	--	36.25±4.72 ^{abcde}	--
pac2+1500k(12)	--	--	--	35.31±0.93 ^{abcde}	--
pac2+1000pr(12)	--	--	--	52.89±9.07 ^{cdefgh}	--
pac2+1500pr(12)	--	--	32.03±0.08 ^a	40.63±1.43 ^{abcdefg}	--
Kinoa	--	14.79±0.30 ^a	--	--	--

*Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05). F: Fındık yağı; P: Palmolein yağı; T: Ticari kızartma yağı; Paç1: Paçal-1 yağı; Paç2: Paçal-2 yağı; u: uçkun ekstraktı; pr: propolis ekstraktı; k: kinoa ekstraktı; 1000: 1000ppm; 1500: 1500ppm; BHT: 200ppm BHT

Çizelge 4.63. Örneklerde tespit edilen terpenler ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

TERPENLER	RI	Propolis
Beta-patchoulene	1366	3.79 \pm 1.11
Isoledene	1398	4.24 \pm 0.42
Alpha-guaiene	1422	30.52 \pm 3.56
Beta-chamigrene	1443	19.88 \pm 2.65
Alpha-terpinene	1446	3.38 \pm 0.54
Alpha-bergamotene	1449	13.44 \pm 2.03
Ar-curcumene	1453	8.60 \pm 0.85
Beta-curcumene	1461	147.76 \pm 7.76
Beta-selinene	1470	23.75 \pm 2.47
Alpha-selinene	1479	36.67 \pm 2.35
Cis-bisabolene	1483	43.99 \pm 1.44
Azulene	1489	76.96 \pm 7.01
Sesquicineole	1496	37.10 \pm 1.55
Naphtalene	1505	10.79 \pm 1.12
Alpha-cadinol	1518	12.53 \pm 0.75
Gamma-gurjunene	1547	10.49 \pm 0.69
5-azulenemetanol	1580	19.21 \pm 0.29
Alpha-eudesmol	1636	3.95 \pm 0.08

4.14. Sonuçlar Arasındaki İlişki (Pearson Correlation)

Çalışmada kullanılan kızartma yağı örneklerinde belirlenen oksidasyon (PS, p-Ans, totoks), hidroliz ve proses kontaminantları arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan korelasyon analiz sonuçları aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir. Korelasyon analizi her ne kadar neden-sonuç ilişkisini göstermese de, kızartma işlemi sırasında söz konusu parametreler arasında nasıl bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Parametreler (değişkenler) üzerinde kızartma sıcaklığının en büyük etken olduğu da açıktır. Parametreler arasındaki ilişkinin yönünü ve derecesini veren “r” sayıları çizelgede verilmiştir.

Fındık yağlarında belirlenen tüm parametreler arasında çok güçlü pozitif doğrusal bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.64). Özellikle 3-MCPD ile peroksit sayısı ve p-anisidin arasında çok güçlü pozitif bir ilişki vardır ($r=0.974$, $r=0.948$). Peroksit sayısı ve p-anisidin arttıkça 3-MCPD de artmıştır. Bu 3-MCPD ile peroksit sayısı ve p-anisidin arasında neden-sonuç ilişkisi olarak değerlendirilmemelidir. Ancak peroksit ve p-anisidin oluşumu veya artışına sebep olan etkenlerin, 3-MCPD artışına da sebep olduğu düşünülebilir. Totoks değeri peroksit sayısı ve p-anisidin değerlerinden hesaplanmaktadır, dolayısıyla bu parametreler arasında çok güçlü bir ilişkinin olması beklenen bir durumdur. Kızartma sayısının tüm parametreler üzerine pozitif bir etkisi vardır. Kızartma sayısı arttıkça bu parametreler de artmıştır. Palm olein yağı örneklerinde, kızartma sayısı ile diğer parametreler arasında daha güçlü pozitif bir korelasyon belirlenmiştir (Çizelge 4.65). Pac1 örneklerinde kızartma sayısı ile 3-MCPD arasında $r=0.807$, glisidil esterleri ile ise $r=0.658$ pozitif ilişki olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.66). Pac2 örneklerinde kızartma sayısı ile 3-MCPD ilişkisinin daha güçlü olduğunu görmekteyiz (Çizelge 4.67). Pac2 örneklerinde kızartma sayısı ile peroksit sayısı arasında güçlü bir ilişki söz konusuysa da diğer örneklere göre bu ilişkinin daha düşük olduğu göze çarpmaktadır (Çizelge 4.67). Bu da pac2 örneklerinin oksidasyona karşı daha dirençli olduğunu kanaatini uyandırmaktadır. Parametreler arasında en güçlü ilişki ticari şortening yağı örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.68). Bunun muhtemel sebebi diğer örneklerdeki gibi ticari şorteninglere ekstrakt ve/veya antioksidan maddeler ilave edilmemesine atfedilebilir. Bu yağ örnekleri antioksidan içermedikleri için bozulma ürünleri daha yüksek düzeyde oluşmuştur.

Çizelge 4.64. Fındık yağlarında belirlenen parametreler arasındaki ilişki

Pearson Correlation (Fındık yağları)							
	Kızartma Sayısı	3-MCPD	Glisidil	Peroksit	p-anisidin	Serbest yağ asitliği	Totox
Kızartma Sayısı	1**	0,716**	0,581**	0,758**	0,772**	0,843**	0,785**
3-MCPD	0,716**	1	0,673**	0,974**	0,948**	0,700**	0,969**
Glisidil	0,581**	0,673**	1	0,627**	0,722**	0,620**	0,702**
Peroksit Sayısı	0,758**	0,974**	0,627**	1	0,947**	0,754**	0,976**
p-anisidin	0,772**	0,948**	0,722**	0,947**	1	0,804**	0,994**
Serbest yağ asitliği	0,843**	0,700**	0,620**	0,754**	0,804**	1	0,801**
Totoks	0,785**	0,969**	0,702**	0,976**	0,994**	0,801**	1

** . Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir (2 tailed).

Çizelge 4.65. Palm olein yağlarında belirlenen parametreler arasındaki ilişki

Pearson Correlation (Palm olein yağları)							
	Kızartma Sayısı	3-MCPD	Glisidil	Peroksit	p-anisidin	Serbest yağ asitliği	Totoks
Kızartma Sayısı	1**						
3-MCPD	0.884**	1					
Glisidil	0.795**	0.924**	1				
Peroksit Sayısı	0.931**	0.857**	0.771**	1			
p-anisidin	0.907**	0.924**	0.897**	0.918**	1		
Serbest yağ asitliği	0.732**	0.740**	0.744**	0.764**	0.727**	1	
Totoks	0.925**	0.908**	0.863**	0.955**	0.985**	0.738**	1

** . Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir (2 tailed).

Çizelge 4.66. Pac1 yağlarında belirlenen parametreler arasındaki ilişki

Pearson Correlation (Pac1 yağları)							
	Kızartma Sayısı	3-MCPD	Glisidil	Peroksit	p-anisidin	Serbest yağ asitliği	Totoks
Kızartma Sayısı	1**						
3-MCPD	0.807**	1					
Glisidil	0.658**	0.911**	1				
Peroksit Sayısı	0.858**	0.880**	0.674**	1			
p-anisidin	0.820**	0.935**	0.808**	0.915**	1		
Serbest yağ asitliği	0.804**	0.639**	0.566**	0.743**	0.782**	1	
Totoks	0.857**	0.949**	0.792**	0.957**	0.989**	0.766**	1

** . Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir (2 tailed).

Çizelge 4.67. Pac2 yağlarında belirlenen parametreler arasındaki ilişki

Pearson Correlation (Pac2 yağları)							
	Kızartma Sayısı	3-MCPD	Glisidil	Peroksit	p-anisidin	Serbest yağ asitliği	Totoks
Kızartma Sayısı	1**						
3-MCPD	0.915**	1					
Glisidil	0.782**	0.925**	1				
Peroksit Sayısı	0.679**	0.591**	0.557**	1			
p-anisidin	0.827**	0.813**	0.761**	0.873**	1		
Serbest yağ asitliği	0.903**	0.918**	0.853**	0.713**	0.871**	1	
Totoks	0.819**	0.796**	0.743**	0.909**	0.996**	0.866**	1

** . Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir (2 tailed).

Çizelge 4.68. Ticari şortening yağlarında belirlenen parametreler arasındaki ilişki

Pearson Correlation (Ticari şortening örnekleri)

	Kızartma Sayısı	3-MCPD	Glisidil	Peroksit	p-anisidin	Serbest yağ asitliği	Totoks
Kızartma Sayısı	1**						
3-MCPD	0.997**	1					
Glisidil	0.866**	0.894**	1				
Peroksit Sayısı	0.962**	0.954**	0.868**	1			
p-anisidin	0.980**	0.966**	0.817*	0.986**	1		
Serbest yağ asitliği	0.958**	0.963**	0.942**	0.979**	0.956**	1	
Totoks	0.978**	0.964**	0.815*	0.987**	1.000**	0.955**	1

** . Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir (2 tailed).

* . Korelasyon 0.05 düzeyinde önemlidir (2 tailed).

5. SONUÇ

Bu çalışmada, ticari kızartma yağı, fındık yağı, palm olein yağı ve farklı oranlarda fındık yağı ile palm olein yağlarının paçallanmasıyla elde edilen yağlara günde 4 defa 3 gün boyunca toplamda 12 kez fritözde 180 °C’de patates kızartma işlemi uygulanmıştır. Kızartma öncesinde ve her kızartma işlemi sonrasında 50 mL yağ örneği kapaklı cam ve koyu renkte şişelere alınmış, üzerine azot gazı püskürtülere yağ içerisindeki oksijen uzaklaştırılmıştır. Kızartma işleminin kullanılan yağların kimyasal ve fiziksel özelliklerine nasıl etki ettiğine bakılmıştır. Ayrıca uşkun (*Rheum ribes* L.), kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) ve propolis ekstraktları elde edilerek, ön çalışmalar ile belirlenen (1000-1500 ppm) düzeylerde yağlara ilave edilmiştir. Bununla birlikte bu doğal ekstraktların antioksidan etkisini karşılaştırabilmek için yağ örneklerine sentetik antioksidanlardan birisi olan BHT (200 ppm) ve ilave edilmiştir. Buna ek olarak tüm yağ örneklerinde serbest yağ asitliği, peroksit değeri, p-anisidin değeri, toplam oksidasyon değeri (totoks), konjuge dien ve trien, renk analizi, toplam polar madde sayısı, viskozite değeri, yağ asidi kompozisyonu, 3-MCPD ve glisidil esterleri ve uçucu bileşenler analizleri yapılmıştır. Ayrıca kullanılan ekstraktların toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Analizlerdeki sonuçlara kızartma sayısının, farklı yağların ve ilave edilen antioksidan maddelerin etkileri ele alınmıştır. Tüm analizlerde gerekli hesaplamalar yapılmış, istatistiksel değerlendirme yapılmış, sonuçlar doğrultusunda tablo ve grafikler çizilmiştir. Elde edilen tüm analiz sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

Serbest yağ asitliği analizi sonuçları incelendiğinde kızartma sayısı, kullanılan yağ ve ilave edilen antioksidan maddelerin etkilerinin olduğu görülmüştür. Kızartma sayısı artışına bağlı olarak serbest asitliğin de düzenli bir şekilde arttığı belirlenmiştir. Kullanılan yağlar karşılaştırıldığında 12 kızartma neticesinde en düşük serbest asitlik ticari yağda %0.63 olarak belirlenirken; bu değeri %0.68 ile pac2 yağı, %0.95 palm olein, %1.10 pac1 yağı ve %1.39 fındık yağı takip etmiştir. Ancak yağlara ilave edilen doğal ekstraktlar ve BHT ile bu sıralama değişmiştir. Özellikle 1500 ppm propolis ekstraktının belirgin bir şekilde tüm yağların serbest asitlik değerlerine etki ettiği bununla birlikte BHT ile benzer etkiyi gösterdiği tespit edilmiştir. Kızartma sayısı,

farklı örnekler ve antioksidan madde ilavesinin serbest asitlik değeri üzerinde etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Yemeklik yağlarda oluşabilecek oksidasyon düzeyinin tespit edilmesinde başta gelen parametrelerden birisi peroksit sayısıdır. Bu parametre ele alındığında, çalışmada kullanılan tüm yağlar üzerinde özellikle kızartma sayısının etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Tıpkı serbest yağ asitliği analizinde olduğu gibi, kızartma sayısının artmasıyla peroksit değerinde de düzgün bir artış olmuştur. Yapılan bazı kızartma çalışmalarında kızartma sayısının artmasıyla belli bir noktaya kadar peroksit değerinde artış, ardından da bir azalış olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebinin zamanla oluşan hidroperoksitlerin parçalanarak ikincil oksidasyon ürünlerine dönüşmesi olarak açıklanabilir.

p-anisidin analizi, daha çok oksidasyon reaksiyonunun ikincil ürünleriyle alakalıdır. Çalışmada kullanılan tüm yağların kontrol örneklerinde peroksit değerleri düşük olmasından dolayı p-anisidin değerlerin de düşük olması normal ve beklenen bir durumdur. Yağların kızartma ile yüksek sıcaklığa maruz kalmaları peroksitlerin parçalanarak oksidasyonun ikinci ürünlerine dönüşmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla 12. kızartmaya doğru p-anisidin değerlerindeki artış doğal karşılanır. 12 kızartma neticesinde en yüksek p-anisidin değeri fındık yağında 69.14; en düşük değer ise BHT ilave edilen pac2 yağında 17.58 olarak hesaplanmıştır. 1500 ppm propolis ilaveli pac2 yağında ise bu değer 25.19 olarak hesaplanmıştır. Paçal 2 yağının diğer yağlara göre daha direçli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca antioksidan maddeler arasında BHT > propolis ekstraktı > kinoa ekstraktı > uşkun ekstraktı şeklinde bir sıralama olmuştur. Yağlara ilave edilen antioksidan maddelerin p-anisidin değerindeki değişimlere etkisi de önemli çıkmıştır ($p<0.05$). Ticari yağdaki değerler ise 2.41 – 20.48 aralığında değişmiştir.

Toplam oksidasyon değeri, kızartma süresince doğrusal bir artışla ve fındık yağı oranına göre farklılıklar göstermiştir. Fındık yağı oranı fazla olan yağ örneklerinde daha yüksek totoks değeri hesaplanmıştır. Bunun sebebinin yağ asitleri bileşenleriyle alakalı olduğu düşünülmektedir. Bilindiği üzere doymuş yağ asitlerinin yüzdece bulunma oranı arttıkça yağın oksidasyon stabilitesi de artmaktadır. Bu oran pac2 ve palm olein yağlarında daha yüksek olduğundan indüksiyon periyodu süresini arttırmakta ve toplam oksidasyon değerlerinin daha düşük çıkmasını sağlamaktadır. Ayrıca yağlara ilave

edilen antioksidanlar arasında 12. kıztartma değerlerine bakılarak yorumlanacak olursa; en iyi etkinin sırasıyla BHT > propolis > kinoa > uşkun şeklinde olduğunu görmekteyiz. Toplam oksidasyon değeri peroksit ve p-anisidin değerleriyle hesaplandığından dolayı bu analiz ile aynı doğrultuda sonuçlar çıkmıştır. Diğer analizlerde olduğu gibi kıztartma sayısı ve antioksidan maddelerin ilavesi değerlerdeki değişime pozitif yönde bir etki etmiştir ($p<0.05$).

Yağ örneklerinin özgül soğurma değerleri, yine oksidasyon derecelerinin tahmin edilmesinde yol gösterici rol üstlenir. Hem hidroperoksitler hem de aldehit keton gibi sekonder ürünlerin varlığının anlaşılması elde edilen absorban değerleri ve hesaplamalar ile açığa çıkar. Hesaplamalar ile elde edilen sonuçlara uygulanan istatistik analizinde kıztartma sayısının hem konjuge dien, hem de konjuge trien değerleri üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Aynı şekilde örneklere ilave edilen antioksidan maddelerin de konjugasyon üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Örneklere hesaplanan konjuge dien değeri 2.74 ile 11.09 arasında değişiklik gösterirken; konjuge trien değeri ise 0.84 ile 5.65 arasında olmuştur.

Çalışmada kullanılan yağ örnekleri renk parametreleri açısından ele alındığında; L değeri yani parlaklık olarak en parlak yağ pacl yağının kontrol örneğinde 44.86 olarak ölçülmüştür. En düşük parlaklık değeri ise fındık yağına 1500 ppm propolis ekstartkı ilave edilen örnekte 38.52 ölçülmüştür. Genel olarak tüm örneklere parlaklık değerleri 12 kıztartma boyunca dalgalı bir seyir göstermiştir. Bunun nedeninin ölçünün alınma esnasında yağların sıcaklık değerlerinin aynı olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kırmızılık, (a^*) özellikle propolis ilaveli örneklere daha yüksek çıkmıştır. Kıztartma sayısının artmasıyla tüm örneklere a^* değeri artmıştır. Ancak propolis ilave örneklere çok daha fazla olmuştur. Bunun nedenin propolis ekstraktındaki kırmızı renk pigmentlerinin daha fazla parçalanıp yağa geçmesinden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca propolis ekstraktının hazırlanış aşamasında propolisin daha kırmızı renkte olduğu 3. bölüm şekil 3.1 ile ispatlanmıştır. Çalışmamızda her ne kadar propolis ekstraktının yağların antioksidatif özelliğine olumlu katkı yaptığı görülmüş olsa da, yağların a^* değerlerini aşırı yükseltmesi arzu edilen bir durum olmamıştır. Son olarak değerlendirilen b^* parametresinde de parlaklık gibi 12. kıztartmaya doğru kararsız bir değişim olduğu görülmüştür. Yine burada da ölçüm alınan numunenin sıcaklık değerlerindeki farklılıktan olduğu tahmin edilmektedir.

Toplam polar madde değerleri ele alındığında; yönetmelik gereği en fazla %25 olarak belirlenmiş olup, analiz sonuçlarına göre hiçbir örnek bu sınır değere ulaşmamıştır. Ancak kızartma sayısının artmasıyla tüm örnek değerlerinde bir artış sözü konusu olmuştur. Yağların kullanılabilirliğini belirlemede yararlanılan bu analizde elde edilen en yüksek değer, 1000 ppm uşkun ekstraktı ilave edilmiş ve 12. kızartma yapılmış fındık yağında 14.17 (%) olarak ölçülmüştür. Yapılan istatistik analizinde kızartma sayısının toplam polar madde miktarının değişiminde etkili olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Viskozite değerlerine bakılacak olursa; viskozitenin toplam polar madde ile güçlü bir pozitif ilişkisi olduğu yapılan korelasyon analizi ile belirlenmiştir ($p<0.01$). Beklenildiği gibi polar madde miktarının artmasıyla viskozitede artış olmuştur. Kızartma sayısının da bunda güçlü bir etkisinin olduğu görülmüştür ($p<0.01$). Palm olein ve ticari kızartma yağlarında kontrol grubunun neden yüksek olduğu 4. bölümde izah edilmiştir. 12. kızartmaya doğru gidildikçe tüm örneklerde viskozite değerleri artmış en yüksek değer 12 kez kızartma yapılan paçal 1 yağında (96.81) olmuştur. Bunu 90.77 ile 1000 ppm uşkun ekstraktı ilave edilen paçal 1 yağı ve herhangi bir antioksidan madde ilavesi yapılmayan fındık yağı (83.99) izlemiştir.

Doğal ekstraktların toplam fenolik madde içerikleri sırasıyla propolis ekstraktı, 2494.66 mg GAE/kg; uşkun ekstraktı, 1284.97 mg GAE/kg; kinoa ekstraktı, 220.08 mg GAE/kg olarak hesaplanmıştır. DPPH süpürme etkileri kıyaslamasında (%) inhibisyon değerleri BHT > Propolis ekstraktı > Uşkun ekstraktı > Kinoa ekstraktı şeklinde olduğu belirlenmiştir. DPPH süpürme etkisi analizi sonuçlarını destekleyici olması bağlamında yapılan bir diğer analiz TEAK sonuçlarında ise yine (%) inhibisyon değeleri tıpkı DPPH inhibisyon değerlerinde olduğu gibi BHT > Propolis ekstraktı > Uşkun ekstraktı > Kinoa ekstraktı olarak sıralanmıştır.

Çalışmada kullanılan numunelerin yağ asidi kompozisyonu irdelendiğinde; örnek sayısı çok fazla olduğundan dolayı kullanılan yağların sadece kontrol ve 12 kızartma sonrası alınan numunelerde yağ asitleri kompozisyonuna bakılmıştır. Ayrıca hem doymuş yağ asitleri hem de doymamış yağ asitlerinde sadece baskın olan yağ asitlerine değinilmiştir. Yüzde değerleri düşük olan yağ asitleri üzerinde durulmamıştır. 4. bölümdeki yağ asitleri kompozisyonu çizelgelerinde tespit edilen tüm yağ asitleri gösterilmiştir. Fındık yağı örneklerinde doymuş yağ asitleri beklenildiği üzere palmitik

(C16:0) asit (ortalama %9.34) ve stearik (C18:0) asit (ortalama %4.76), miristik (C14:0) asit ve araşidik (C20:0) asit olarak belirlenmiştir. Bazı fındık yağı örneklerinde eser miktarlarda margarik (C17:0) asit ve behenik (C24:0) asit'e rastlanılmıştır. Yapılan istatistiksel analizde kızartma sayısı ve ilave edilen antioksidan maddelerin yağ asitleri bileşenlerine etkilerinin önemli olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Bilindiği üzere fındık yağı doymamış yağ asitlerince zengin olup, esas baskın olan tekli doyamamış (oleik asit) yağ asitidir. Oleik asit miktarı ortalama %63.45 olarak bulunurken; linoleik asit (C18:2) miktarı ortalama %19.71 olarak bulunmuştur. Doymamış yağ asitlerinde ayrıca palmitoleik asit (C16:1), cis-10, heptadekenoik asit (C17:1_{cis-10}), Rumenik asit (C18:2_{cis-9, trans-11}), linolenik asit (C18:3) ve Cis11, eikosenoik asit (C20:1_{cis-11}) tespit edilmiş olup, değerleri 4. bölümde çizelge 4.49'da detaylı bir şekilde gösterilmiştir. Palm olein örneklerindeki doymuş yağ asitlerinde palmitik asit ortalama %30.49 ile en baskın yağ asiti olmuştur. Stearik asit miktarı ortalama %7.28 olarak belirlenmiştir. Palm olein örneklerinde tespit edilen doymuş yağ asitleri fındık yağındaki doymuş yağ asitlerine nazaran daha yüksek miktarda bulunmuştur. Kızartma sayısı ve antioksidan madde ilavesi doymuş yağ asitleri üzerine etkileri önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Palm olein örneklerinde tespit edilen doymamış yağ asitlerine bakılacak olursa; fındık yağına nazaran daha düşük oleik asit (ortalama %41.21) ve linoleik asit (ortalama %14.78) olarak bulunmuştur. Palmitoleik asit, linolenik asit ve cis-11, eikosenoik asit miktarları fındık yağından daha yüksek çıkmıştır. Kızartma sayısı ve antioksidan maddelerin doymamış yağ asitleri üzerine etkileri burada da önemsiz çıkmıştır ($p>0.05$).

Hazırlanan pac1 yağındaki yağ asitleri kompozisyonu incelenecek olursa; doymuş yağ asitlerinden palmitik asitte fındık yağına göre yüksek, palm olein yağına göre daha düşük bir ortalama değer (%19.24) elde edilmiştir. Stearik asitte ise bu değer ortalama olarak %5.39 ile fındık yağı ile palm olein yağı değerleri arasında olmuştur. İstatistiksel olarak kızartma sayısı ve antioksidan madde ilavesinin değerler üzerinde bir etkisi görülmemiştir ($p>0.05$). Doymamış yağ asitleri değerinde ise doymuş yağ asitleri miktarlarının tam tersi bir durum olmuş ve fındık yağı değerlerinden düşük, palm olein yağı değerlerinden yüksek değerler elde edilmiştir. Oleik asit ortalama %54.10 olurken; linoleik asit ortalama %17.01 bulunmuştur.

Pac2 yağı örneklerinin doymuş yağ asitleri incelendiğinde; palmitik asit değeri ortalama (%24.79), stearik asit değeri ise ortalama (%6.50) olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.52 incelendiğinde bazı örneklerde kızartma sayısı ve antioksidan madde ilavesi palmitik asit değerleri üzerinde etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Doymamış yağ asitleri kompozisyonunda ise oleik asit ortalama %47.51 iken, linoleik asit değeri ortalama %16.02 olarak tespit edilmiştir. Çizelge 4.52’de detaylı olarak değerler gösterilmiştir.

Ticari kızartma yağındaki yağ asitleri kompozisyonu palmitik asit ortalama %30.55; stearik asit ortalama %7.75 belirlenirken; doymamış yağ asitlerinde ise oleik asit ortalama değeri %40.40, linoleik asit değeri ortalama %15.42 bulunmuştur. Yapılan istatistik analizinde kızartma sayısı ve antioksidan maddelerin yağ asitleri kompozisyonu üzerinde etkisinin önemsiz olduğunu göstermiştir ($p>0.05$). Ticari kızartma palm olein yağıyla oldukça benzer yağ asiti kompozisyonuna sahip olduğu görülmüştür.

Çalışmanın belki de en önemli analizi olan 3-MCPD ve glisidil esterlerinin belirlenmesinde hesaplanan değerlere değinilecek olursa; kullanılan tüm yağlarda kontrol, 4., 8. ve 12. kızartmalarda yapılan örneklerde 2 farklı aşamada analiz yapılmış ve şu sonuçlara ulaşılmıştır. Özellikle kontrol ürünlerinde 3-MCPD ve glisidil değerleri birçok literatür çalışmalarına göre daha yüksek çıkmıştır. Yağların kontrol örnekleri arasında 2.37 ppm ile 2.79 ppm arasında değişiklik göstermiştir. Değerlerin çoğu literatür çalışmalarından yüksek olması akla doğrudan kullanılan yağın türü (palm olein ve fındık yağı) ve rafinasyon işlemindeki bilhassa deoderizasyon aşamasını getirmektedir (Pudel ve ark., 2011; Wong ve ark., 2017a). Özellikle deoderizasyon aşamasında ki basınç-sıcaklık uygunsuzluğunun böyle bir sonuca yol açabileceği düşünülmektedir. Kızartma sayısının artmasıyla toplam 3-mcpd ve glisidil esterleri miktarında artış olduğu ve bu artışa kızartma sayısının etkisinin önemli olduğu anlaşılmıştır ($p<0.05$). Burada kızartma sayısının toplam 3-mcpd’nin artmasındaki ana faktör olabileceği sonucuna varılmaktadır (Aniolowska ve Kita, 2016). Analiz sonuçlarına göre bağlı olan 3-MCPD miktarları hesaplanmış olup, kontrol örnekleri arasında en düşük 1.44 ppm olarak BHT ilaveli fındık yağında tespit edilirken; en yüksek 12 kızartma yapılan ticari kızartma yağında 9.11 ppm olarak belirlenmiştir. Bu aşamada da antioksidan madde ilave edilmeyen palm olein yağı, ticari kızartma yağından sonraki en yüksek değere (9.00 ppm) sahip olmuştur. Kızartma sayısının değerler üzerinde etkisi yine önemli çıkmıştır ($p<0.05$). Antioksidan maddeler arasında

BHT ve propolis ekstraktı, uşkun ve kinoa ekstraktına göre daha etkili olmuştur. Ancak bu etki örnekler arasından bazılarında önemli ($p < 0.05$) iken, bazılarında önemsiz ($p > 0.05$) çıkmıştır. Glisidil esterlerine bakılacak olursa, en yüksek değerler 12 kez kızartma yapılan 1000 ppm düzeyde uşkun ekstraktı ilaveli palm olein yağında 12.89 ppm; ticari kızartma yağında 12.79 ppm; antioksidan madde ilave edilmeyen palm olein yağında da 12.69 ppm; 1000 ppm düzeyde kinoa ekstraktı ilaveli palm olein yağında 9.46 ppm ve 1500 ppm uşkun ekstraktı ilaveli palm olein yağında 8.65 ppm olarak hesaplanmıştır. Fındık yağı oranının değişmesi oluşan glisidil esterleri ve bağlı 3-MCPD esterlerinin değerini doğrudan etkileyebileceği görülmüştür. Palm olein yağı ve pac2 yağının oksidatif stabilitelerinin diğer yağlara göre daha yüksek olmasına karşın 3-MCPD ve glisidil esterleri oluşumuna daha müsait olduğu görülmüştür. Bu bağlamda bir yağın oksidatif stabilitesi ile 3-MCPD esterleri değeri farklı çatı altında değerlendirilmelidir.

Çalışmada kullandığımız tüm yağların ve doğal ekstraktların uçucu bileşenleri incelendiğinde; her örnekte tespit edilmemek kaydı ile 15 aldehit, 5 keton, 8 alkol, 3 asit, 3 ester, 13 hidrokarban, 18 terpen ve 5 diğer bileşenlere rastlanılmıştır. Burada tespit edilen tüm bileşenlere değinilmeyecektir. Detaylı bilgiler 4. bölümde çizelge 4.56 ile 4.63 aralığında hazırlanan çizelgelerde gösterilmiştir. Ancak özellikle oksidatif stabilite ile alakalı olan bileşenler üzerinde durulacaktır. Bu bağlamda aldehit grubu içerisinde olan hegzanal en bilinen bozulma ürünlerinden birisi olup, çalışmada kullandığımız hemen hemen tüm örneklerde tespit edilmiştir. Çizelge 4.56'ya baktığımızda en yüksek hegzanal değeri ppb düzeyinde 12 defa kızartma yapılan saf fındık yağında (1158.08 ppb) hesaplanmıştır. Saf fındık yağının kontrol örneğine bakılırsa, 12 defa kızartma yapıluncaya kadar hegzanal değeri hemen hemen 3 katına çıkmıştır. Palm olein yağında ise en yüksek hegzanal değeri yine 12 defa kızartmaya tabii tutulan saf palm olein yağında 851.20 ppb olarak hesaplanmış olup; bu değer saf palm olein yağının kontrol örneğinde 119.79 ppb olarak belirlenmiştir. Herhangi bir antioksidan madde ilavesi yapılmayan ve 12 defa kızartma işlemi uygulanan paçal 1 ve paçal 2 yağlarında ise bu değerler sırasıyla, 1020.63 ppb ve 615.81 ppb olarak hesaplanmıştır. Ayrıca 12 defa kızartma yapılan ticari kızartma yağında 550.12 ppb olarak hesaplanmıştır. Buradan şu sonuca varmaktayız; doymuş yağ oranının artması, hegzanalın daha düşük düzeyde olmasına neden olmuştur. Özellikle palmitik yağ

asitinin bunda büyük etkisi olduğu tahmin edilmektedir. Yağlara ilave edilen antioksidan maddelere değinecek olursak; BHT'nin oldukça etkili olduğunu ve BHT'ye en yakın etkiyi propolis ekstraktının gösterdiği görülmüştür. Uşkun ekstaraktı en az etkiyi göstermiştir. Pek çok literatür çalışmaların uşkunun antioksidan özelliğinin sahip olduğu askorbik asitin etkisiyle oldukça yüksek olduğundan bahsedilmektedir. Ancak çalışmamızda yağ örneklerinin olması ve askorbik asitin suda çözünebilen bir madde olması bundan dolayı da yağlarda iyi çözünememesi uşkun ekstraktının oksidatif stabiliteyi artırma yönünden etkili olmasını engellemiştir. Çalışmada kullanılan doğal ekstraktların hiçbirinde hegzanala rastlanılmamıştır. Hemen hemen tüm örneklerde tespit edilen bir diğer aldehit grubu nonanaldır. Tespit edilen nonanallerde de hegzanala benzer bir durum olduğu görülmüştür. En yüksek değer 12 defa kızartma yapılan saf fındık yağında 1553.64 ppb olarak hesaplanmıştır. Bu değer aynı yağın kontrol örneğinde 48.66 ppb olarak hesaplanmıştır. Kızartma sayısının saf fındık yağında nonanal miktarını ne kadar arttırdığı bariz şekilde görülmektedir. Kontrol gurubu olan diğer örneklerde de aynı şekilde kızartma sayısı nonanal değerini yükseltmiştir. Ancak fındık yağı oranının artması oluşan nonanal miktarının daha yüksek çıkmasına neden olmuştur. BHT ilaveli tüm örneklerin nonanal değerleri diğer antioksidan ilaveli örneklerin değerinden oldukça düşük çıkmıştır. Propolis ekstraktının BHT'ye en yakın etkiyi gösterdiği birkez daha görülmüştür. Hegzanaldan farklı olarak, nonanalin doğal ekstraktlarda da oluşabileceği tespit edilmiştir. Ancak miktarsal olarak örneklere göre çok daha düşük değerlere sahip oldukları görülmüştür. Yağ örneklerinde hegzanal ve nonanal haricinde tespit edilen diğer aldehit gruplarından hiçbiri 1000 ppb düzeyine çıkmamıştır.

Örneklere tespit edilen alkoller grubunda en baskın olan silanediol, dimetil olduğu görülmüştür. Bu alkol yağ örnekleri arasında en düşük saf fındık yağının kontrol örneğinde 85.83 ppb; en yüksek ise yine saf fındık yağının 12 defa kızartmaya tabii tutulan örneğinde 316.81 ppb olarak hesaplanmıştır. Ticari kızartma yağında 155.47 ile 166.40 ppb arasında değişmiştir.

Tespit edilen asitler arasında en fazla bulunan asetik asit; esterler arasında 9-Octadekenoik asid, metil ester olduğu belirlenmiştir. Terpen grubunda ise sadece propolis ekstraktında terpen grubuna rastlanılmıştır. Tespit edilen terpenler arasında en baskın olan 147.76 ppb miktardaki beta-curcumen olmuştur. Diğer yağ örnekleri ve

doğal ekstraktlarında terpen grubu tespit edilmemiştir. Uşkun ve kinoa ekstraktlarında terpen grubunun tespit edilmemesinde muhtemelen ekstrakt hazırlanma aşamasında uygulanan liyofilize işleminin neden olduğu tahmin edilmektedir.

Elde edilen tüm bu sonuçlardan yola çıkarak özetlenecek olursa;

- Çalışmada kullanılan propolis ekstraktının yağ içerisinde BHT kadar etkili bir antioksidan madde olabileceği anlaşılmıştır.
- Özellikle uşkun ekstraktının yağlarda çözünürlüğünün çok düşük olmasından dolayı antioksidatif özelliğini gösteremediği, dolayısıyla yağ sanayinde alternatif doğal antioksidan madde olarak kullanılmaya pek uygun olmadığı görülmüştür.
- Kinoa ekstraktının ise antioksidan madde ilave edilmeyen örnekler nazaran oksidatif stabiliteye olumlu etki yapabilecek düzeyde olduğu görülmüştür.
- Propolis ekstraktının yağların oksidatif stabilitelerine olumlu etki yapmasının yanında yağın rengini kızartma sayısının artmasıyla arzu edilmeyecek düzeyde kırmızıya dönüştürdüğü görülmüştür. Bundan dolayı ilave edilecek ekstrakt miktarında 1500 ppm'in fazla olduğu anlaşılmıştır. Ancak ileride yapılacak çalışmalara da miktar olarak yol gösterici bir çalışma olduğu düşünülmektedir.
- Paçal yapılan yağlar ile palm olein yağına ve ticari kızartma yağına göre oleik asitçe daha zengin bir yağ elde edilebileceği görülmüştür. Bu da sağlık açısından değerlendirildiğinde palm olein ve ticari kızartma yağlarının önüne geçmesini sağlamaktadır. Çünkü oleik asitin sağlık açısından önemli olduğu sıklıkla vurgulanmaktadır.
- Çalışmada yapılan toplam polar madde analizi ile 12 defa yapılan kızartma işlemiyle yağın kullanılabilirlik limitlerini aşmadığı görülmüştür.
- %34 fındık yağı + %66 palm olein yağı ile hazırlanan pac2 yağının kızartma yağı olarak kullanılmaya daha uygun olduğu hatta piyasadan temin edilen ticari kızartma yağına göre kızartma işlemine çok daha stabil olduğu belirlenmiştir. Ancak karşımda palm olein yağı miktarının artmasıyla da 3-MCPD ve gilisidil esterleri miktarının yükseldiği tespit edilmiştir.

- Çalışmada 3-MCPD ve glisidil esteri miktarının literatüre göre yüksek olduğu görülmüştür. Ancak unutulmamalıdır ki, bu yağların kızartma yağı olarak değerlendirildiği, yani kızartma yapılan ürünlerde ne kadar 3-MCPD ve glisidil esteri oluştuğu ayrıca incelenmelidir.



KAYNAKLAR

- Aachary, A. A., Chen, Y. G., Eskin, N. A. M., Thiyam-Hollander, U., 2014. Crude canolol and canola distillate extracts improve the stability of refined canola oil during deep-fat frying. *Eur J Lipid Sci Technol*, **116** (11): 1467-1476.
- Abdulkarim, S., Long, K., Lai, O. M., Muhammad, S., Ghazali, H., 2007. Frying quality and stability of high-oleic Moringa oleifera seed oil in comparison with other vegetable oils. *Food Chem*, **105** (4): 1382-1389.
- Abu-Irmaileh, B. E., Afifi, F. U., 2003. Herbal medicine in Jordan with special emphasis on commonly used herbs. *Journal of Ethnopharmacology*, **89** (2-3): 193-197.
- Ahamed, N. T., Singhal, R. S., Kulkarni, P. R., Pal, M., 1998. A lesser-known grain, Chenopodium quinoa: Review of the chemical composition of its edible parts. *Food and Nutrition Bulletin*, **19** (1): 61-70.
- Akoh, C. C., Min, D. B., 2008. *Food lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology*. CRC press.
- Alaadin, A. M., Al-Khateeb, E. H., Jäger, A. K., 2007. Antibacterial activity of the Iraqi Rheum ribes. Root. *Pharmaceutical Biology*, **45** (9): 688-690.
- Alaca, F., Arabacı, O., 2005. Bazı tıbbi bitkilerdeki doğal antioksidanlar ve önemi. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi*, **1**: 465-470.
- Alasalvar, C., Pelvan, E., Topal, B., 2010. Effects of roasting on oil and fatty acid composition of Turkish hazelnut varieties (Corylus avellana L.). *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, **61** (6): 630-642.
- Alasalvar, C., Shahidi, F., Ohshima, T., Wanasundara, U., Yurttas, H. C., Liyanapathirana, C. M., Rodrigues, F. B., 2003. Turkish Tombul hazelnut (Corylus avellana L.). 2. Lipid characteristics and oxidative stability. *J Agric Food Chem*, **51** (13): 3797-3805.
- Alvarez-Jubete, L., Arendt, E., Gallagher, E., 2009. Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, **60** (sup4): 240-257.
- Amoros, M., Lurton, E., Boustie, J., Girre, L., Sauvager, F., Cormier, M., 1994. Comparison of the anti-herpes simplex virus activities of propolis and 3-methylbut-2-enyl caffeate. *Journal of Natural Products*, **57** (5): 644-647.
- Andiç, S., Tunçtürk, Y., Ocak, E., Köse, S., 2009. Some chemical characteristics of edible wild Rhubarb species (Rheum ribes L.). *Res J Agric Biol Sci*, **5**: 973-977.
- Andres, S., Appel, K. E., Lampen, A., 2013. Toxicology, occurrence and risk characterisation of the chloropropanols in food: 2-monochloro-1,3-propanediol, 1,3-dichloro-2-propanol and 2,3-dichloro-1-propanol. *Food Chem Toxicol*, **58**: 467-478.
- Andrikopoulos, N. K., Kalogeropoulos, N., Falirea, A., Barbagianni, M. N., 2002. Performance of virgin olive oil and vegetable shortening during domestic deep-frying and pan-frying of potatoes. *International Journal of Food Science & Technology*, **37** (2): 177-190.
- Aniolowska, M., Kita, A., 2015. The Effect of Type of Oil and Degree of Degradation on Glycidyl Esters Content During the Frying of French Fries. *J Am Oil Chem Soc*, **92** (11-12): 1621-1631.

- Aniolowska, M., Kita, A., 2016. The effect of frying on glycidyl esters content in palm oil. *Food Chem*, **203**: 95-103.
- Anonim, 2007. *Commission Regulation (EC)No. 333/2007 of 28 March 2007 Laying Down the Methods of Sampling and Analysis For The Official Control of The Levels of Lead, Cadmium, Mercury, Inorganic Tin, 3-MCPD and Benzo(A)Pyrene in Foodstuffs*.
- Anonim, 2009. *BfR opinion no. 007/2009. Initial Evaluation of the Assessment of Level of Glycidol Fatty Acids Esters Detected in Refined Vegetable Fats*. BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung).
- Anonim, 2012. *Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği, Tebliğ no. 2012/29* Resmi Gazete, S. 28262.
- Anonim, 2014. *Türk Gıda Kodeksi, Gıdalarda Kurşun, Kadmiyum, Civa, İnorganik kalay, 3-monokloropropan 1,2-diol ve Polisiklik aromatik hidrokarbon seviyelerinin resmi kontrolü için numune alma, numune hazırlama ve analiz metodu kriterleri tebliği (2014/2)*.
- Anonim, 2017. Gıda Tarım, NASA vazgeçemiyor! Türkiye'nin 79 ilinde üretiliyor Retrieved from <http://gidatarim.com/manset/nasa-vazgecemiyor-turkiyenin-79-ilinde>
- AOCS, 1989. *Official Method Cd 8-53. Peroxide value. In Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society (4th ed.)*: AOCS, Champaign, IL, USA.
- AOCS, 1989c. *Official Method Ch 5-91. Specific Extinction of Oils and Fats, Ultraviolet Absorption*. AOCS, Champaign, IL, USA.
- AOCS, 1998a. *Official Method Cd 18-90. p-Anisidine Value. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society*. AOCS Champaign, IL, USA.
- AOCS, 2004. *Official Method Ca 5a-40. Free Fatty Acids in Crude and Refined Fats and Oils*.
- Avcı, B., 2016. *Effect of Deep-frying on the Quality Parameters of Vegetable Oils*. İzmir Institute of Technology.
- Baer, I., de la Calle, B., Taylor, P., 2010. 3-MCPD in food other than soy sauce or hydrolysed vegetable protein (HVP). *Anal Bioanal Chem*, **396** (1): 443-456.
- Balkan, J., Hatipoğlu, A., Aykaç-Toker, G., Uysal, M., 2003. Influence on hazelnut oil administration on peroxidation status of erythrocytes and apolipoprotein B 100-containing lipoproteins in rabbits fed on a high cholesterol diet. *J Agric Food Chem*, **51** (13): 3905-3909.
- Bandoniene, D., Venskutonis, P., R., Gruzdiene, D., Murkovic, M., 2002. Antioxidative activity of sage (*Salvia officinalis* L.), savory (*Satureja hortensis* L.) and borage (*Borago officinalis* L.) extracts in rapeseed oil. *Eur J Lipid Sci Technol*, **104** (5): 286-292.
- Bankova, V., Popova, M., Trusheva, B., 2014. Propolis volatile compounds: chemical diversity and biological activity: a review. *Chemistry Central Journal*, **8** (1): 28.
- Banskota, A. H., Tezuka, Y., Adnyana, I. K., Midorikawa, K., Matsushige, K., Message, D., Kadota, S., 2000. Cytotoxic, hepatoprotective and free radical scavenging effects of propolis from Brazil, Peru, the Netherlands and China. *Journal of Ethnopharmacology*, **72** (1-2): 239-246.

- Basturk, A., Javidipour, I., Boyaci, I. H., 2007. Oxidative stability of natural and chemically interesterified cottonseed, palm and soybean oils. *J Food Lipids*, **14** (2): 170-188.
- Bayrak, A., 2006. Gıda Aromaları, *Gıda Teknolojisi Derneği* Yayın No: 32. Baran Ofset, Ankara.
- Bazzaz, B., S., F., Khajehkaramadin, M., Shokoheizadeh, R., 2005. In vitro antibacterial activity of Rheum ribes extract obtained from various plant parts against clinical isolates of Gram-negative pathogens. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research.* , **2**: 87-91.
- Benitez-Sánchez, P., L., León-Camacho, M., Aparicio, R., 2003. A comprehensive study of hazelnut oil composition with comparisons to other vegetable oils, particularly olive oil. *European Food Research and Technology*, **218** (1): 13-19.
- Bernardo-Gil, M. G., Casquilho, M., 2007. Modeling the supercritical fluid extraction of hazelnut and walnut oils. *AIChE Journal*, **53** (11): 2980-2985.
- Bernardo- Gil, M. G., Grenha, J., Santos, J., Cardoso, P., 2002. Supercritical fluid extraction and characterisation of oil from hazelnut. *Eur J Lipid Sci Technol*, **104** (7): 402-409.
- Bhargava, A., Shukla, S., Ohri, D., 2006. Chenopodium quinoa—an Indian perspective. *Industrial Crops and Products*, **23** (1): 73-87.
- Bicchi, C., P., Panero, O., M., Pellegrino, G., M., Vanni, A., C., 1997. Characterization of roasted coffee and coffee beverages by solid phase microextraction– gas chromatography and principal component analysis. *J Agric Food Chem*, **45** (12): 4680-4686.
- Botsoglou, N., Grigoropoulou, S., Botsoglou, E., Govaris, A., Papageorgiou, G., 2003. The effects of dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage. *Meat Science*, **65** (3): 1193-1200.
- Breitling-Utzmann, C., Hrenn, H., Haase, N., Unbehend, G., 2005. Influence of dough ingredients on 3-chloropropane-1, 2-diol (3-MCPD) formation in toast. *Food Additives and Contaminants*, **22** (2): 97-103.
- Bulut, E., Yilmaz, E., 2010. Comparison of the Frying Stability of Sunflower and Refined Olive Pomace Oils With/Without Adsorbent Treatment. *J Am Oil Chem Soc*, **87** (10): 1145-1153.
- Burdock, G., 1998. Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (propolis). *Food and Chemical Toxicology*, **36** (4): 347-363.
- Cabral, I., S., R., Oldoni, T., L., C., Prado, A., Bezerra, R., M., N., Alencar, S., M. D., Ikegaki, M., Rosalen, P., L., 2009. Composição fenólica, atividade antibacteriana e antioxidante da própolis vermelha brasileira. *Química Nova*, **32** (6): 1523-1527.
- Casal, S., Malheiro, R., Sendas, A., Oliveira, B. P., Pereira, J. A., 2010. Olive oil stability under deep-frying conditions. *Food and Chemical Toxicology*, **48** (10): 2972-2979.
- Cercaci, L., Rodriguez-Estrada, M. T., Lercker, G., 2003. Solid-phase extraction–thin-layer chromatography–gas chromatography method for the detection of hazelnut oil in olive oils by determination of esterified sterols. *Journal of Chromatography A*, **985** (1-2): 211-220.
- Che Man, Y., Tan, C., 1999. Effects of natural and synthetic antioxidants on changes in refined, bleached, and deodorized palm olein during deep- fat frying of potato chips. *J Am Oil Chem Soc*, **76** (3): 331-339.

- Chen, W. A., Chiu, C. W. P., Cheng, W. C., Hsu, C. K., Kuo, M. I., 2013. Total Polar Compounds and Acid Values of Repeatedly Used Frying Oils Measured by Standard and Rapid Methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, **21** (1): 58-65.
- Cho, W.-S., Han, B. S., Nam, K. T., Park, K., Choi, M., Kim, S. H., Jang, D., D., 2008. Carcinogenicity study of 3-monochloropropane-1, 2-diol in Sprague–Dawley rats. *Food and Chemical Toxicology*, **46** (9): 3172-3177.
- Choe, E., Min, D., B., 2007. Chemistry of deep-fat frying oils. *J Food Sci*, **72** (5): R77-86.
- Chouchouli, V., Kalogeropoulos, N., Konteles, S. J., Karvela, E., Makris, D. P., Karathanos, V. T., 2013. Fortification of yoghurts with grape (*Vitis vinifera*) seed extracts. *LWT-Food Sci Technol*, **53** (2): 522-529.
- Christophe, A. B., 1998. *Structural Modified Food Fats: Synthesis, Biochemistry, and Use*. AOCS Publishing.
- Christopoulou, E., Lazaraki, M., Komaitis, M., Kaselimis, K., 2004. Effectiveness of determinations of fatty acids and triglycerides for the detection of adulteration of olive oils with vegetable oils. *Food Chem*, **84** (3): 463-474.
- Chung, J., Lee, J., Choe, E., 2004. Oxidative stability of soybean and sesame oil mixture during frying of flour dough. *Journal of Food Science*, **69** (7): 574-578.
- Crews, C., Brereton, P., Davies, A., 2001. The effects of domestic cooking on the levels of 3-monochloropropanediol in foods. *Food Addit Contam*, **18** (4): 271-280.
- Cuevas-Glory, L., F., Pino, J., A., Santiago, L., S., Sauri-Duch, E., 2007. A review of volatile analytical methods for determining the botanical origin of honey. *Food Chem*, **103** (3): 1032-1043.
- Cullen, J., 1966. Rheum L. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, **2**: 268-269.
- De Marco, E., Savarese, M., Parisini, C., Battimo, I., Falco, S., Sacchi, R., 2007. Frying performance of a sunflower/palm oil blend in comparison with pure palm oil. *Eur J Lipid Sci Technol*, **109** (3): 237-246.
- Demir, M. K., Kılınç, M., 2016. Kinoa: Besinsel ve antibesinsel özellikleri. *Journal of Food and Health Science*, **2** (3): 104-111.
- Demirci Ercoşkun, T., 2009. *Bazı İşlenmiş Fındık Ürünlerinin Raf Ömrü Üzerine Araştırmalar*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri
- Demircigil, G., Ç., 2011. Kızartma işlemi ile ilgili toksik bileşiklerin oluşumu, filtrasyon yöntemleri ve yasal düzenlemeler. *Gıda*, **36** (2): 105-112.
- Deniz Şirinyıldız, D., 2019. *Siğ (Temash) Kızartma İşleminin Yemeklik Yağlarda 3-MCPD ve Glisidil Ester İçeriğine Etkisi*. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi.
- DGF, 2009. *German Standard Methods for the Analysis of Fats and other Lipids: C-VI 18 (09) A & B, Ester-bound 3-chloropropane-1,2-diol (3MCPDEsters) and glycidol (glycidyl esters): Determination in fats and oils by GC-MS, WVG*.
- Dini, I., Tenore, G. C., Dini, A., 2010. Antioxidant compound contents and antioxidant activity before and after cooking in sweet and bitter Chenopodium quinoa seeds. *LWT-Food Sci Technol*, **43** (3): 447-451.
- El-Massry, K., F., El-Ghorab, A., H., Farouk, A., 2002. Antioxidant activity and volatile components of Egyptian *Artemisia judaica* L. *Food Chem*, **79** (3): 331-336.
- Enríquez- Fernández, B., E., Álvarez de la Cadena y Yañez, L., Sosa- Morales, M., E., 2011. Comparison of the stability of palm olein and a palm olein/canola oil blend during deep- fat frying of chicken nuggets and French fries. *International Journal of Food Science & Technology*, **46** (6): 1231-1237.

- Eroglu, A., Can Kurkcuoglu, I., Karaoglanoglu, N., Tekinbas, C., Yimaz, O., Basoglu, M., 2004. Esophageal perforation: the importance of early diagnosis and primary repair. *Diseases of the Esophagus*, **17** (1): 91-94.
- Fahri, Y., Onur, O., Ozge, O., 2015. Changes in Quality Characteristics of Different Deep Frying Fats During Frying and Regeneration Potentials of Different Adsorbents in Wasted Frying Oils. *Journal of Food and Nutrition Research*, **3** (3): 176-181.
- Fares, C., Platani, C., Baiano, A., Menga, V., 2010. Effect of processing and cooking on phenolic acid profile and antioxidant capacity of durum wheat pasta enriched with debranning fractions of wheat. *Food Chem*, **119** (3): 1023-1029.
- Farhoosh, R., Esmaeilzadeh Kenari, R., Poorazrang, H., 2008. Frying Stability of Canola Oil Blended with Palm Olein, Olive, and Corn Oils. *J Am Oil Chem Soc*, **86** (1): 71-76.
- Farmer, E. H., 1946. Peroxidation in relation to olefinic structure. *Transactions of the Faraday Society*, **42**: 228-236.
- Firestone, D., 2007. Regulation of frying fat and oil Deep frying (pp. 373-385): *Elsevier*.
- Föste, M., Elgeti, D., Brunner, A.-K., Jekle, M., Becker, T., 2015. Isolation of quinoa protein by milling fractionation and solvent extraction. *Food and Bioprocess Technology*, **96**: 20-26.
- Franke, K., Reimerdes, E., H., 2004. *Possibilities in Simulating Frying Processes with Respect to Minimizing Acrylamide Contents*. Paper presented at the Hagen: 4 th International Symposium on Deep Frying—Tastier and Healthier Fried Foods.
- Franke, K., Strijowski, U., Fleck, G., Pudiel, F., 2009. Influence of chemical refining process and oil type on bound 3-chloro-1,2-propanediol contents in palm oil and rapeseed oil. *LWT-Food Sci Technol*, **42** (10): 1751-1754.
- Frega, N., Mozzon, M., Lercker, G., 1999. Effects of free fatty acids on oxidative stability of vegetable oil. *J Am Oil Chem Soc*, **76** (3): 325-329.
- Fritsch, C., 1981. Measurements of frying fat deterioration: a brief review. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **58** (3): 272-274.
- FSA, 2006. *Update on Chemical Contaminants Legislation*. UK Food Standards Agency, İngiltere.
- Gawlik-Dziki, U., Świeca, M., Sułkowski, M., Dziki, D., Baraniak, B., Czyż, J., 2013. Antioxidant and anticancer activities of Chenopodium quinoa leaves extracts—in vitro study. *Food and Chemical Toxicology*, **57**: 154-160.
- Ghisalberti, E. L., 2015. Propolis: A Review. *Bee World*, **60** (2): 59-84.
- Ghouila, Z., Laurent, S., Boutry, S., Vander Elst, L., Nateche, F., Muller, R., Baaliouamer, A., 2017. Antioxidant, antibacterial and cell toxicity effects of polyphenols Fromahmeur bouamer grape seed extracts. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, **9** (1): 392-420.
- Gillatt, P., 2001. Flavour and aroma development in frying and fried food. *Frying: Improving Quality*: 266-336.
- Goburdhun, D., Seebun, P., Ruggoo, A., 2000. Effect of deep- fat frying of potato chips and chicken on the quality of soybean oil. *Journal of Consumer Studies & Home Economics*, **24** (4): 223-233.
- Gonçaves, G., Santos, N., Srebernick, S., 2012. Antioxidant and antimicrobial activities of propolis and açai (*Euterpe oleracea* Mart) extracts. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, **32** (3): 349-356.

- Gökpinar, Ş., Koray, T., Akçiçek, E., Göksan, T., Durmaz, Y., 2006. Algal Antioksidanlar. *Su Ürünleri Dergisi*, **23** (1): 85-89.
- Graf, B. L., Rojas- Silva, P., Rojo, L. E., Delatorre- Herrera, J., Baldeón, M. E., Raskin, I., 2015. Innovations in health value and functional food development of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, **14** (4): 431-445.
- Gumuskesen, A., S., Kavas, A., 1998. Changes in Chemical Properties of Olive Oil and Sunflower Oil Used For Deep-Fat Frying. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, **1**: 34-40.
- Gupta, M., K., 2005. Frying Oils, Bailey's Industrial Oil and Fat Products. *John Wiley & Sons Inc., New Jersey*.
- Gupta, M. K., Warner, K., White, P. J., 2004. *Frying Technology and Practices*. AOCS Press.
- Haines, T., D., Adlaf, K. J., Pierceall, R. M., Lee, I., Venkitasubramanian, P., Collison, M. W., 2011. Direct Determination of MCPD Fatty Acid Esters and Glycidyl Fatty Acid Esters in Vegetable Oils by LC-TOFMS. *J Am Oil Chem Soc*, **88** (1): 1-14.
- Hamlet, C., Sadd, P., 2004a. Chloropropanols and their esters in cereal products. *Czech J Food Sci*, **22** (1): 259.
- Hamlet, C., Sadd, P., 2004b. Effects of yeast stress and organic acids on chloropropanols formation in cereal products. *Czech J Food Sci*, **22** (1): 255.
- Hamlet, C., G., Asuncion, L., Velíšek, J., Doležal, M., Zelinková, Z., Crews, C., 2011. Formation and occurrence of esters of 3-chloropropane-1,2-diol (3-CPD) in foods: What we know and what we assume. *Eur J Lipid Sci Technol*, **113** (3): 279-303.
- Hamlet, C. G., Sadd, P. A. 2009. Chloropropanols and chloroesters (pp. 175-214): *Wiley Online Library*.
- Hammouda, I. B., Zribi, A., Ben Mansour, A., Matthäus, B., Bouaziz, M., 2016. Effect of deep-frying on 3-MCPD esters and glycidyl esters contents and quality control of refined olive pomace oil blended with refined palm oil. *European Food Research and Technology*, **243** (7): 1219-1227.
- Hara, K., Hasegawa, K., Endo, Y., Fujimoto, K., 1994. Polymer and polar material content determination as basis for assessing thermally oxidative deterioration of soybean oil for potato heat cooking. *Journal of Japan Oil Chemists' Society*, **43** (1): 57-60.
- Hatano, T., Yasuhara, T., Yoshihara, R., Agata, I., Noro, T., Okuda, T., 1990. Effects of Interaction of Tannins with Co-existing Substances. VII.: Inhibitory Effects of Tannins and Related Polyphenols on Xanthine Oxidase. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, **38** (5): 1224-1229.
- Havsteen, B., H., 2002. The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology & therapeutics*, **96** (2-3): 67-202.
- Hegazi, A., G., El Hady, F., K., A., Allah, F., A., A., 2000. Chemical composition and antimicrobial activity of European propolis. *Zeitschrift für Naturforschung C*, **55** (1-2): 70-75.
- Houhoula, D., P., Oreopoulou, V., Tzia, C., 2003. Antioxidant efficiency of oregano during frying and storage of potato chips. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **83** (14): 1499-1503.
- Huang, D., Ou, B., Prior, R., L., 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J Agric Food Chem*, **53** (6): 1841-1856.

- Hudson, B., J., 1990. Food Antioxidants: *Elsevier Applied Science*, New York.
- İnanç, T., 2012. *Farklı Bitkisel Ekstraktların Kızartma İşleminde Mısırözü ve Palm Yağlarına Antioksidatif Etkileri*. Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- Isabei, P., Mariano, M., 2001. Study of the thermal stability of edible vegetable oils in different environments. *Afinidad*, **58** (493): 190-196.
- IUPAC, 1992. *Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives*. Blackwell, International Union of Pure and Applied Chemistry. Oxford, England.
- Jacobsen, S.-E., 2003. The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Reviews International*, **19** (1-2): 167-177.
- Javidipour, I., Erinc, H., Basturk, A., Tekin, A., 2017. Oxidative changes in hazelnut, olive, soybean, and sunflower oils during microwave heating. *Int J Food Prop*, **20** (7): 1582-1592.
- Juarez, M., D., Osawa, C., C., Acuna, M., E., Samman, N., Goncalves, L., A., G., 2011. Degradation in soybean oil, sunflower oil and partially hydrogenated fats after food frying, monitored by conventional and unconventional methods. *Food Control*, **22** (12): 1920-1927.
- Kalogianni, E., Karapantsios, T., Miller, R., 2011. Effect of repeated frying on the viscosity, density and dynamic interfacial tension of palm and olive oil. *Journal of Food Engineering*, **105** (1): 169-179.
- Karaaslan, M., Ozden, M., Vardin, H., Turkoglu, H., 2011. Phenolic fortification of yogurt using grape and callus extracts. *LWT-Food Sci Technol*, **44** (4): 1065-1072.
- Karabıyık, H., 2013. *Kaşar Peynir Üretiminde Bitkisel Yağların (Palm Yağı) Kullanılabilirliğinin Araştırılması*. Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Karabulut, M., 2015. *Rafinasyon Kademelerinin 3-MCPD ve Glisidil Esterleri Oluşumu Üzerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi.
- Karabulut, M., Yemişçioglu, F., 2012. Rafine bitkisel yağlarda 3-MCPD, Gıda Yem ve Analizi 35. *T.C. Gıda Tarım Hayvancılık Bakanlığı İzmir Gıda Laboratuvar Müdürlüğü 8-10*.
- Karakaya, S., Simsek, S., 2011. Changes in Total Polar Compounds, Peroxide Value, Total Phenols and Antioxidant Activity of Various Oils Used in Deep Fat Frying. *Journal of the American Oil Chemists Society*, **88** (9): 1361-1366.
- Karl, H., Merkle, S., Kuhlmann, J., Fritsche, J., 2016. Development of analytical methods for the determination of free and ester bound 2-, 3-MCPD, and esterified glycidol in fishery products. *Eur J Lipid Sci Technol*, **118** (3): 406-417.
- Kayahan, M., 2001. Yağ tüketimi ve sağlık-I. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, **4** (9): 11-16.
- Kayahan, M. 2003. Yağ kimyası. *ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim AŞ Yayınları*: METU Press.
- Keskin, Ş., Evlice, A., 2015. Fırın ürünlerinde kinoa kullanımı. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, **24** (2): 150-156.
- Kim, J., Kim, D., N., Lee, S. H., Yoo, S., H., Lee, S., 2010. Correlation of fatty acid composition of vegetable oils with rheological behaviour and oil uptake. *Food Chem*, **118** (2): 398-402.

- Kimoto, T., Aga, M., Hino, K., Koya-Miyata, S., Yamamoto, Y., Micallef, M. J., Kurimoto, M., 2001. Apoptosis of human leukemia cells induced by Artepillin C, an active ingredient of Brazilian propolis. *Anticancer Research*, **21** (1A): 221-228.
- Koksal, A., H., Artik, N., Simsek, A., Gunes, N., 2006. Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chem*, **99** (3): 509-515.
- Koleva, I., I., Linszen, J., P., van Beek, T., A., Evstatieva, L., N., Kortenska, V., Handjieva, N., 2003. Antioxidant activity screening of extracts from Sideritis species (Labiatae) grown in Bulgaria. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **83** (8): 809-819.
- Koyama, K., Miyazaki, K., Abe, K., Egawa, Y., Kido, H., Kitta, T., Watanabe, Y., 2016. Collaborative Study of an Indirect Enzymatic Method for the Simultaneous Analysis of 3-MCPD, 2-MCPD, and Glycidyl Esters in Edible Oils. *J Oleo Sci*, **65** (7): 557-568.
- Krist, S., Stuebiger, G., Bail, S., Unterweger, H., 2006. Analysis of volatile compounds and triacylglycerol composition of fatty seed oil gained from flax and false flax. *Eur J Lipid Sci Technol*, **108** (1): 48-60.
- Krokida, M., Oreopoulou, V., Maroulis, Z., Marinou-Kouris, D., 2001. Colour changes during deep fat frying. *Journal of Food Engineering*, **48** (3): 219-225.
- Kujungiev, A., Tsvetkova, I., Serkedjieva, Y., Bankova, V., Christov, R., Popov, S., 1999. Antibacterial, antifungal and antiviral activity of propolis of different geographic origin. *Journal of Ethnopharmacology*, **64** (3): 235-240.
- Kumova, U., 2002. Önemli bir arı ürünü: Propolis. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, **2** (2).
- Kuntzer, J., Weisshaar, R., 2006. The smoking process-: A potent source of 3-chloropropane-1, 2-diol (3-MCPD) in meat products. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, **102** (9): 397-400.
- Larsen, J., 2009. *3-MCPD esters in food products. Summary Report of a Workshop Held in February 2009 in Brussels, Belgium*. Paper presented at the 3-MCPD esters in food products. Summary Report of a Workshop held in February 2009 in Brussels, Belgium.
- Lawson, H., 1995. Deep fat frying Food oils and fats (pp. 66-115): *Springer*.
- Lee, B., Q., Khor, S., M., 2015. 3-Chloropropane-1,2-diol (3-MCPD) in Soy Sauce: A Review on the Formation, Reduction, and Detection of This Potential Carcinogen. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, **14** (1): 48-66.
- Li, C., Li, L., Jia, H., Wang, Y., Shen, M., Nie, S., Xie, M., 2016. Formation and reduction of 3-monochloropropane-1,2-diol esters in peanut oil during physical refining. *Food Chem*, **199**: 605-611.
- Li, X., Wu, X., Liu, R., Jin, Q., Wang, X., 2015. Effect of frying conditions on fatty acid profile and total polar materials via viscosity. *Journal of Food Engineering*, **166**: 349-355.
- Li, Y., Zheng, C., Sun, X., Ouyang, B., Ni, P., Zhang, Y., 2014. Identification of 3-chloro-1, 2-propandiol using molecularly imprinted composite solid-phase extraction materials. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, **406** (25): 6319-6327.
- Lin, S., C., Chung, C., Y., Chiang, C., L., Hsu, S., H., 1999. The influence of propolis ethanol extract on liver microsomal enzymes and glutathione after chronic alcohol administration. *The American Journal of Chinese Medicine*, **27** (01): 83-93.

- Lorenz, K., Coulter, L., 1991. Quinoa flour in baked products. *Plant Foods for Human Nutrition*, **41** (3): 213-223.
- Marcucci, M., C., 1995. Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. *Apidologie*, **26** (2): 83-99.
- Mărghitaş, L., A., Stanciu, O. G., Dezmirean, D. S., Bobiş, O., Popescu, O., Bogdanov, S., Campos, M., G., 2009. In vitro antioxidant capacity of honeybee-collected pollen of selected floral origin harvested from Romania. *Food Chem*, **115** (3): 878-883.
- Maskan, M., 2003. Change in colour and rheological behaviour of sunflower seed oil during frying and after adsorbent treatment of used oil. *European Food Research and Technology*, **218** (1): 20-25.
- Matich, A., J., Rowan, D., D., Banks, N., H., 1996. Solid phase microextraction for quantitative headspace sampling of apple volatiles. *Analytical Chemistry*, **68** (23): 4114-4118.
- Matsuno, T., 1995. A new clerodane diterpenoid isolated from propolis. *Zeitschrift Für Naturforschung C*, **50** (1-2): 93-97.
- Matthäus, B., 2002. Antioxidant activity of extracts obtained from residues of different oilseeds. *J Agric Food Chem*, **50** (12): 3444-3452.
- Matthäus, B., 2007. Use of palm oil for frying in comparison with other high-stability oils. *Eur J Lipid Sci Technol*, **109** (4): 400-409.
- Meral, R., 2017. Farklı sıcaklık derecelerinin uşkun bitkisinin antioksidan aktivitesi ve fenolik profili üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, **27** (1): 88-94.
- Merikli, A., Tuzlaci, E., 1990. Constituents of Rheum ribes. *Fitoterapia*, **61** (4).
- Mestres, M., Busto, O., Guasch, J., 2002. Application of headspace solid-phase microextraction to the determination of sulphur compounds with low volatility in wines. *Journal of Chromatography A*, **945** (1-2): 211-219.
- Michalska, A., Amigo-Benavent, M., Zielinski, H., del Castillo, M. D., 2008. Effect of bread making on formation of Maillard reaction products contributing to the overall antioxidant activity of rye bread. *Journal of Cereal Science*, **48** (1): 123-132.
- Mlcek, J., Druzvikova, H., Valasek, P., Sochor, J., Jurikova, T., Borkovcova, M., Balla, S., 2015. Assessment of total polar materials in frying fats from Czech restaurants. *Italian Journal of Food Science*, **27** (2): 160-165.
- Mogol, B. A., Pye, C., Anderson, W., Crews, C., Gokmen, V., 2014. Formation of monochloropropane-1,2-diol and its esters in biscuits during baking. *J Agric Food Chem*, **62** (29): 7297-7301.
- Moreira, R., G., Castell-Perez, M., E., Barrufet, M., A., 1999. Deep fat frying: *Fundamentals and Applications*.
- Munzuroğlu, Ö., Karataş, F., Gür, N., 2000. Işgın (Rheum ribes L.) bitkisindeki A, E ve C vitaminleri ile selenyum düzeylerinin araştırılması. *Turkish journal of biology*, **24** (3): 397-404.
- Nacaroglu, S., 2006. *Effect of Butylated Hydroxytoluene and Essential Oils of Thymbra Spicata on Stability of Corn and Palm Oils During Deep-fat Frying*. M. Sc. Thesis, Graduate School of Natural and Applied Sciences, University of Gaziantep, Turkey.

- Naghshineh, M., Ariffin, A., A., Ghazali, H., M., Mirhosseini, H., Mohammad, A., S., 2010. Effect of saturated/unsaturated fatty acid ratio on physicochemical properties of palm olein–olive oil blend. *J Am Oil Chem Soc*, **87** (3): 255-262.
- Naqishbandi, A., M., Josefsen, K., Pedersen, M. E., Jäger, A., K., 2009. Hypoglycemic activity of Iraqi Rheum ribes root extract. *Pharmaceutical Biology*, **47** (5): 380-383.
- Nas, S., Gökalp, H. Y., Ünsal, M., 2001. *Bitkisel Yağ Teknolojisi*. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, Yayın No: 005. Denizli.
- Navruz-Varli, S., Sanlier, N., 2016. Nutritional and health benefits of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). *Journal of Cereal Science*, **69**: 371-376.
- Nawar, W., 1998. Volatile components of the frying process. *Grasas Aceites*, **49** (3-4): 271-274.
- Naz, S., Sheikh, H., Siddiqi, R., Sayeed, S., A., 2004. Oxidative stability of olive, corn and soybean oil under different conditions. *Food Chem*, **88** (2): 253-259.
- Naz, S., Siddiqi, R., Sayeed, S., A., 2008. Effect of flavonoids on the oxidative stability of corn oil during deep frying. *Int J Food Sci Tech*, **43** (10): 1850-1854.
- Negishi, H., Nishida, M., Endo, Y., Fujimoto, K., 2003. Effect of a modified deep- fat fryer on chemical and physical characteristics of frying oil. *J Am Oil Chem Soc*, **80** (2): 163-166.
- Okur, A., 2008. *Derin Yağda Kızartma İşleminin Bazı Bitkisel Sıvı Yağların Yağ Asidi Bileşimleri ile Oksidatif Stabiliteleri Üzerine Etkileri*. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Oliveira, I., Sousa, A., Morais, J., S., Ferreira, I., C., Bento, A., Estevinho, L., Pereira, J. A., 2008. Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of three hazelnut (Corylus avellana L.) cultivars. *Food Chem Toxicol*, **46** (5): 1801-1807.
- Oyaizu, M., Ogihara, H., Fujimoto, Y., 1999. Antioxidative activity of extracts from propolis. *Journal of Japan Oil Chemists' Society*, **48** (2): 135-138,151.
- Ozbek, H., Ceylan, E., Kara, M., Ozgokce, F., Koyuncu, M., 2004. Hypoglycemic effect of Rheum ribes roots in alloxan induced diabetic and normal mice. *Scandinavian Journal of Laboratory Animal Science*, **31** (2): 113-115.
- Ozen, B., F., Mauer, L., J., 2002. Detection of hazelnut oil adulteration using FT-IR spectroscopy. *J Agric Food Chem*, **50** (14): 3898-3901.
- Önal, B., Ergin, G., 2002. Cytooxidative effects of α - tocopherol and ascorbyl palmitate on thermal oxidation of canola oil. *Food/Nahrung*, **46** (6): 420-426.
- Önder, Ö., 2011. *Derin Yağda Kızartma İşleminde Adsorbant Kullanımının Kızartmalık Yağların Kullanım Süreleri Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Özbek, H., Ceylan, E., Kara, M., Özgökçe, F., Koyuncu, M., 2002. Rheum ribes (Uşkun) Kökü Ekstresinin Sağlıklı ve Diyabetli Farelerdeki Hipoglisemik Etkisi, 14. *Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiri Kitabı B*, **13**.
- Özdemir, H., Y., 2013. *Nar Kabuğu Ekstraktının Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitesinin Köfte Kalitesine Etkileri*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Öztürk, M., 2004. *Kullanılmış Bitkisel ve Hayvansal Yağlar*. Çevre ve Orman Bakanlığı.

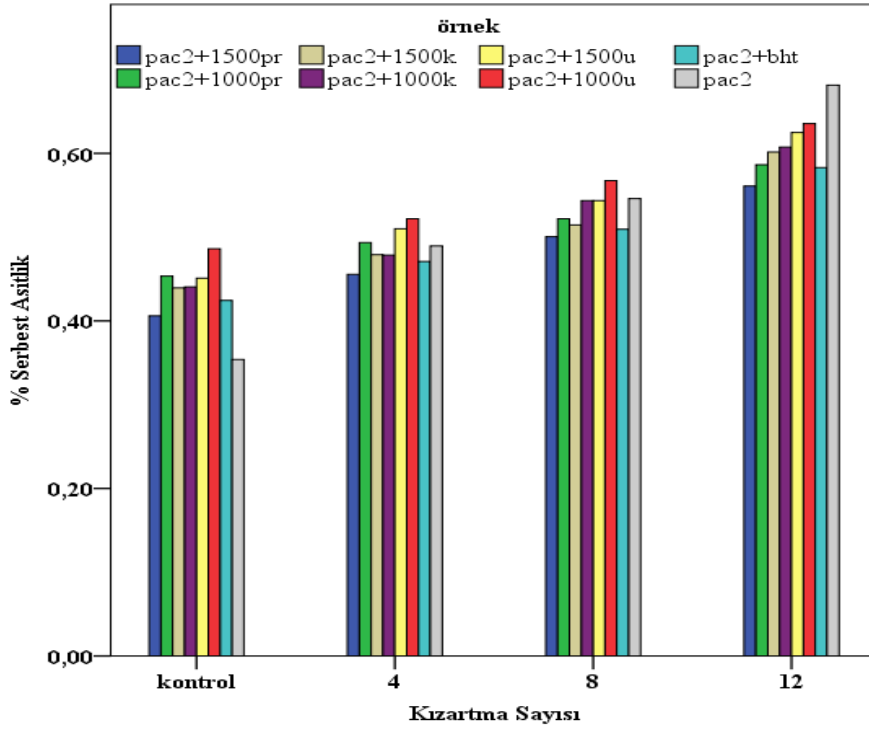
- Parcerisa, J., Casals, I., Boatella, J., Codony, R., Rafecas, M., 2000. Analysis of olive and hazelnut oil mixtures by high-performance liquid chromatography–atmospheric pressure chemical ionisation mass spectrometry of triacylglycerols and gas–liquid chromatography of non-saponifiable compounds (tocopherols and sterols). *Journal of Chromatography A*, **881** (1-2): 149-158.
- Parcerisa, J., Richardson, D., G., Rafecas, M., Codony, R., Boatella, J., 1997. Fatty acid distribution in polar and nonpolar lipid classes of hazelnut oil (*Corylus avellana* L.). *J Agric Food Chem*, **45** (10): 3887-3890.
- Parcerisa, J., Richardson, D. G., Rafecas, M., Codony, R., Boatella, J., 1998. Fatty acid, tocopherol and sterol content of some hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.) harvested in Oregon (USA). *Journal of Chromatography A*, **805** (1-2): 259-268.
- Pawliszyn, J., 1997. *Solid Phase Microextraction: Theory and Practice*. John Wiley & Sons.
- Pedreschi, F., Kaack, K., Granby, K., 2006. Acrylamide content and color development in fried potato strips. *Food Research International*, **39** (1): 40-46.
- Pokorny, J., 1999. Changes of nutrients at frying temperatures. *Frying of Food Oxidation, Nutrient and Non-nutrient Antioxidants, Biologically Active Compounds and High Temperatures*. Technomic, Lancaster, PA: 69-103.
- Pudel, F., Benecke, P., Fehling, P., Freudenstein, A., Matthäus, B., Schwaf, A., 2011. On the necessity of edible oil refining and possible sources of 3- MCPD and glycidyl esters. *Eur J Lipid Sci Technol*, **113** (3): 368-373.
- Quiles, J. L., Ramirez-Tortosa, M. C., Gomez, J. A., Huertas, J. R., Mataix, J., 2002. Role of vitamin E and phenolic compounds in the antioxidant capacity, measured by ESR, of virgin olive, olive and sunflower oils after frying. *Food Chem*, **76** (4): 461-468.
- Rahn, A., K., K., Yaylayan, V., A., 2011. What do we know about the molecular mechanism of 3- MCPD ester formation? *Eur J Lipid Sci Technol*, **113** (3): 323-329.
- Ramadan, M., F., 2007. Monitoring deep frying oils. *Inform-Champaign-*, **18** (2): 139.
- Ramli, N., Nafar, M., Jaswir, I., 2012. Oxidative stability of blend oil during deep-fat frying of potato chips. *Pakistan Journal of Nutrition*, **11** (9): 730-734.
- Ranhotra, G., Gelroth, J., Glaser, B., Lorenz, K., Johnson, D., 1993. Composition and protein nutritional quality of quinoa. *Cereal Chemistry*, **70**: 303-303.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C., 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, **26** (9-10): 1231-1237.
- Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., Jacobsen, S.-E., 2003. Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International*, **19** (1-2): 179-189.
- RSC, 2019. ChemSpider, Structure. http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.7018.html?rid=e4da5af6-85a0-471d-b6af0ac2e4b0560&page_num=0.
- Saguy, I., S., Dana, D., 2003. Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects. *Journal of Food Engineering*, **56** (2-3): 143-152.
- Sahinler, N., Kaftanoglu, O., 2005. Natural product propolis: chemical composition. *Nat Prod Res*, **19** (2): 183-188.

- Salatino, A., Teixeira, É. W., Negri, G., 2005. Origin and chemical variation of Brazilian propolis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2** (1): 33-38.
- Saldamli, I., 1985. Gıda Katkı Maddeleri ve İngredientler. *Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü* 197pg.
- Sánchez-Gimeno, A., Negueruela, A., Benito, M., Vercet, A., Oria, R., 2008. Some physical changes in Bajo Aragón extra virgin olive oil during the frying process. *Food Chem*, **110** (3): 654-658.
- Santos, J., Santos, I., Conceição, M., Porto, S., Trindade, M., Souza, A., Araújo, A., 2004. Thermoanalytical, kinetic and rheological parameters of commercial edible vegetable oils. *J Therm Anal Calorim*, **75** (2): 419-428.
- Sarıca, Y., 2015. *Doğal Bitki Ekstraktlarının Kızartma Yağlarının Oksidatif Stabilitesi Üzerine Etkisi*. İğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Schoenlechner, R., 2017. Quinoa: Its Unique Nutritional and Health-Promoting Attributes *Gluten-Free Ancient Grains* (pp. 105-129): Elsevier.
- Seefelder, W., Varga, N., Studer, A., Williamson, G., Scanlan, F., P., Stadler, R., H., 2008. Esters of 3-chloro-1,2-propanediol (3-MCPD) in vegetable oils: significance in the formation of 3-MCPD. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*, **25** (4): 391-400.
- Seyhan, F., Ozay, G., Saklar, S., Ertaş, E., Satır, G., Alasalvar, C., 2007. Chemical changes of three native Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.) during fruit development. *Food Chem*, **105** (2): 590-596.
- Shahidi, F., 2000. Antioxidants in food and food antioxidants. *Food/Nahrung*, **44** (3): 158-163.
- Shahidi, F., Zhong, Y., 2005. Lipid oxidation: measurement methods. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*.
- Singleton, V., L., Rossi, J., A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, **16** (3): 144-158.
- Stadler, R. H., 2015. Monochloropropane-1,2-diol esters (MCPDEs) and glycidyl esters (GEs): an update. *Current Opinion in Food Science*, **6**: 12-18.
- Stevenson, S., Vaisey-Genser, M., Eskin, N., 1984. Quality control in the use of deep frying oils. *Journal of the American Oil Chemists Society*, **61** (6): 1102-1108.
- Stier, R. (2001). The measurement of frying oil quality and authenticity *Frying* (pp. 165-193): Elsevier.
- Sumnu, S. G., Sahin, S., 2008. *Advances in Deep-fat Frying of Foods*. CRC Press.
- Sun, Y., E., Wang, W., D., Chen, H., W., Li, C., 2011. Autoxidation of unsaturated lipids in food emulsion. *Crit Rev Food Sci Nutr*, **51** (5): 453-466.
- Svejkovska, B., Novotny, O., Divinova, V., Reblova, Z., Dolezal, M., 2004. Esters of 3-chloropropane-1, 2-diol in foodstuffs. *Czech Journal of Food Sciences-UZPI (Czech Republic)*.
- Swern, D., 1982. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*.
- Şenköylü, N., 2001. Yemlik yağlar. *Trakya Üniversitesi, Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı, Tekirdağ*.
- Şimşek, A., Aslantaş, R., 1999. Fındığın bileşimi ve insan beslenmesi açısından önemi. *Gıda*, **24** (3).

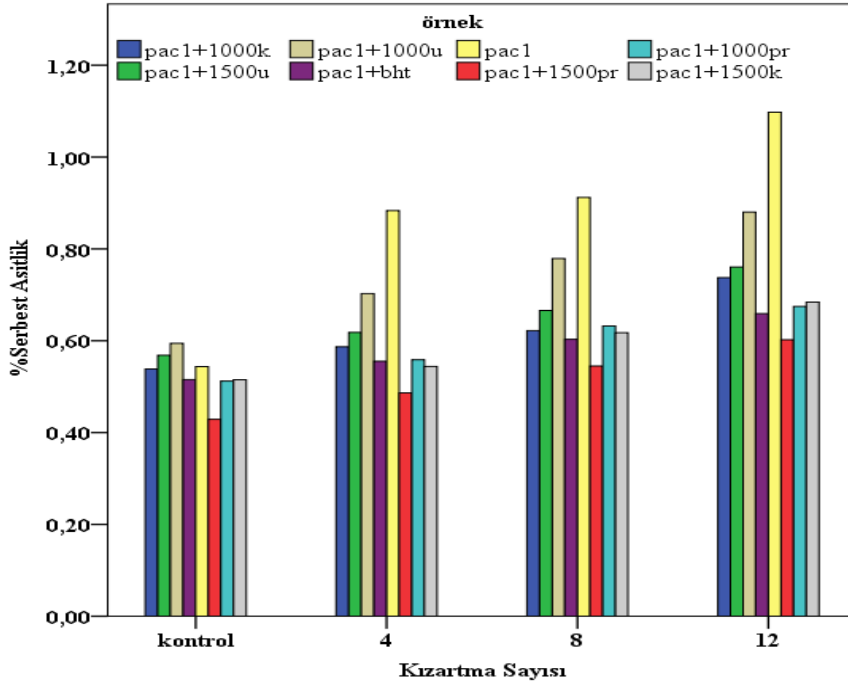
- Şişlioğlu, K., 2012. *Isıl İşlem Gören Bazı Et Ürünlerinin Lipit Fraksiyonlarında Meydana Gelen Bazı Değişimlerin Belirlenmesi*. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Tan, C., Man, Y., C., 1999. Quantitative differential scanning calorimetric analysis for determining total polar compounds in heated oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **76** (9): 1047-1057.
- Tang, S., Kerry, J., Sheehan, D., Buckley, D., Morrissey, P., 2000. Dietary tea catechins and iron-induced lipid oxidation in chicken meat, liver and heart. *Meat Science*, **56** (3): 285-290.
- Tang, Y., Li, X., Chen, P. X., Zhang, B., Hernandez, M., Zhang, H., Tsao, R., 2015. Characterisation of fatty acid, carotenoid, tocopherol/tocotrienol compositions and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. genotypes. *Food Chem*, **174**: 502-508.
- Tanrıverdi, E., 2011. *Kızartma Yağlarının Stabilitesi Üzerine Bazı Baharat Uçucu Yağlarının Etkisi*. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tarmizi, A., H., A., Niranjan, K., Gordon, M., 2013. Physico-chemical changes occurring in oil when atmospheric frying is combined with post-frying vacuum application. *Food Chem*, **136** (2): 902-908.
- Teixeira, E., W., Negri, G., Salatino, A., Stringheta, P., C., 2010. Seasonal variation, chemical composition and antioxidant activity of Brazilian propolis samples. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **7** (3): 307-315.
- Tekin, L., Aday, M., S., Yilmaz, E., 2009. Physicochemical Changes in Hazelnut, Olive Pomace, Grapeseed and Sunflower Oils Heated at Frying Temperatures. *Food Science and Technology Research*, **15** (5): 519-524.
- Tosun, F., Kizilay, C., 2003. Anthraquinones and flavonoids from *Rheum ribes*. *J Fac Pharm Ankara*, **32**: 31-35.
- Uçak, İ., 2018. Propolis ekstraktı ile zenginleştirilmiş balık yağında lipit oksidasyonu düzeyinin belirlenmesi. *Gıda*, **43** (3): 523-532.
- Uslu, N., 2014. *Kızartma Tekerrür Sayısının Farklı Bitkisel Yağların Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi*. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Vega- Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., Martínez, E. A., 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.), an ancient Andean grain: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **90** (15): 2541-2547.
- Velíšek, J., Davidek, J., Hajšlová, J., Kubelka, V., Janíček, G., Mánková, B., 1978. Chlorohydrins in protein hydrolysates. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, **167** (4): 241-244.
- Vinson, J. A., Hao, Y., Su, X., Zubik, L., 1998. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. *J Agric Food Chem*, **46** (9): 3630-3634.
- Wai, W. T., Saad, B., Lim, B. P., 2009. Determination of TOTOX value in palm oleins using a FI-potentiometric analyzer. *Food Chem*, **113** (1): 285-290.
- Wanasundara, U. N., Shahidi, F., 1994. Canola extract as an alternative natural antioxidant for canola oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **71** (8): 817-822.
- Wang, L., 1993. Antiinflammatory effect of propolis. *Jpn. J. Pharmacol. Ther.*, **24**: 223-224.

- Wardencki, W., Michulec, M., Curyło, J., 2004. A review of theoretical and practical aspects of solid- phase microextraction in food analysis. *International Journal of Food Science & Technology*, **39** (7): 703-717.
- Weber, J., Bochi, V., C., Ribeiro, C., P., Victório, A., D., M., Emanuelli, T., 2008. Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets. *Food Chem*, **106** (1): 140-146.
- Wiegand, C., Waloszek, G., 2003. *Color Glossary* A–C.
- Wong, Y., H., Lai, O., M., Abas, F., Nyam, K., L., Nehdi, I., A., Muhamad, H., Tan, C., P., 2017a. Factors Impacting the Formation of 3-MCPD Esters and Glycidyl Esters During Deep Fat Frying of Chicken Breast Meat. *J Am Oil Chem Soc*, **94** (6): 759-765.
- Wong, Y., H., Muhamad, H., Abas, F., Lai, O., M., Nyam, K., L., Tan, C., P., 2017b. Effects of temperature and NaCl on the formation of 3-MCPD esters and glycidyl esters in refined, bleached and deodorized palm olein during deep-fat frying of potato chips. *Food Chem*, **219**: 126-130.
- Yağcı, E., 2005. *Antioxidative Effect Of Essential Oils Of Thymbra Spicata On Palm And Corn Oils*. Gaziantep University, Applied Science Instutiton, Gaziantep.
- Yen, G., C., Duh, P., D., Tsai, C., L., 1993. Relationship between antioxidant activity and maturity of peanut hulls. *J Agric Food Chem*, **41** (1): 67-70.
- Yıldırım, A., Yorulmaz, A., 2017. The Analysis Methods Of 3-Monochloropropane-1, 2-Diol and Glycidyl Esters in Foods, Mitigation Studies, and Current Developments About their Effects on Health. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, **5** (12): 1497-1507.
- Yu, Z.-R., Hung, C.-C., Weng, Y.-M., Su, C.-L., Wang, B.-J., 2007. Physiochemical, antioxidant and whitening properties of extract from root cortices of mulberry as affected by membrane process. *LWT-Food Sci Technol*, **40** (5): 900-907.
- Zabaras, D., Gordon, M., H., 2004. Detection of pressed hazelnut oil in virgin olive oil by analysis of polar components: improvement and validation of the method. *Food Chem*, **84** (3): 475-483.
- Zelinková, Z., Doležal, M., Velíšek, J., 2009. 3-Chloropropane-1,2-diol Fatty Acid Esters in Potato Products. *Czech J Food Sci*, **27** (Special Issue 1): S421-S424.
- Zelinkova, Z., Novotny, O., Schurek, J., Velisek, J., Hajslova, J., Dolezal, M., 2008. Occurrence of 3-MCPD fatty acid esters in human breast milk. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*, **25** (6): 669-676.
- Zelinkova, Z., Svejkovska, B., Velisek, J., Dolezal, M., 2006. Fatty acid esters of 3-chloropropane-1,2-diol in edible oils. *Food Addit Contam*, **23** (12): 1290-1298.

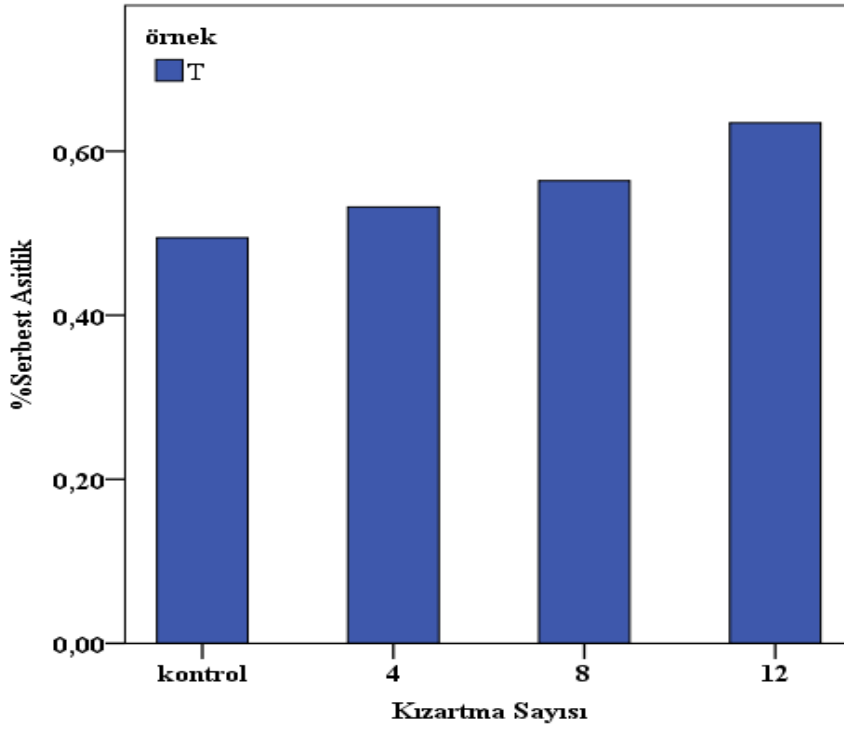
EKLER



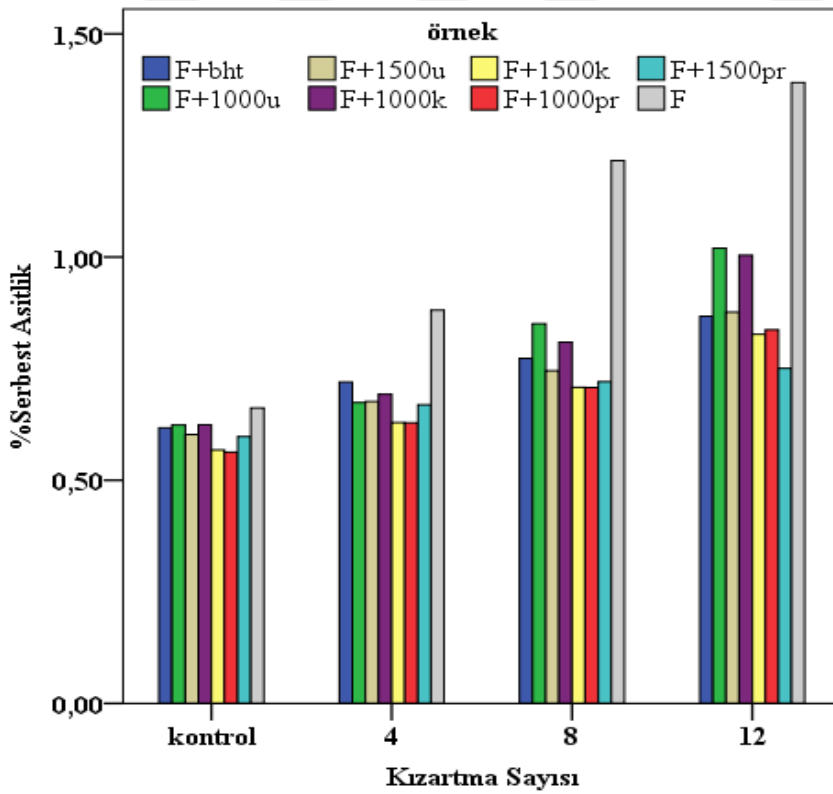
EK 1. Paçal 2 Yağı Örneklerinin Serbest Yağ Asitliği (%) Değişimi.



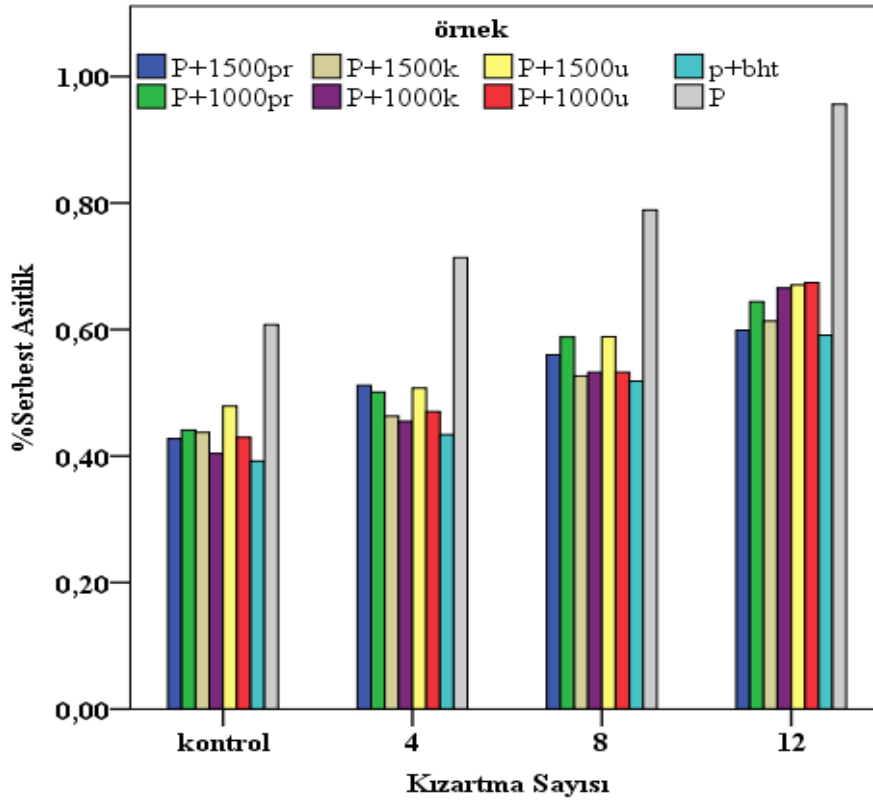
EK 1. Paçal 1 Yağı Örneklerinin Serbest Yağ Asitliği (%) Değişimi.



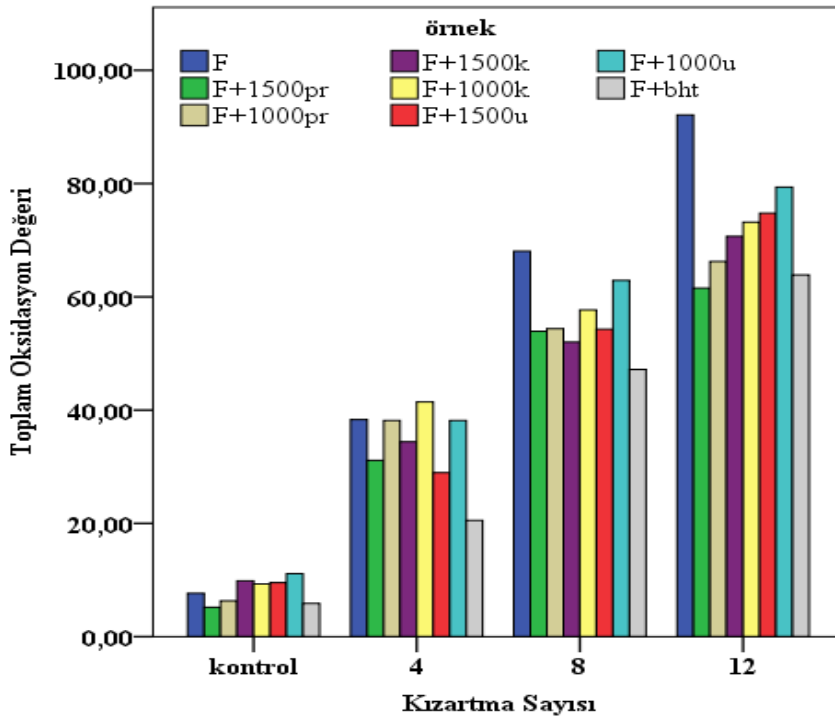
EK 1. Ticari Kızartma Yağı Örneklerinin Serbest Yağ Asitliği (%) Değişimi.



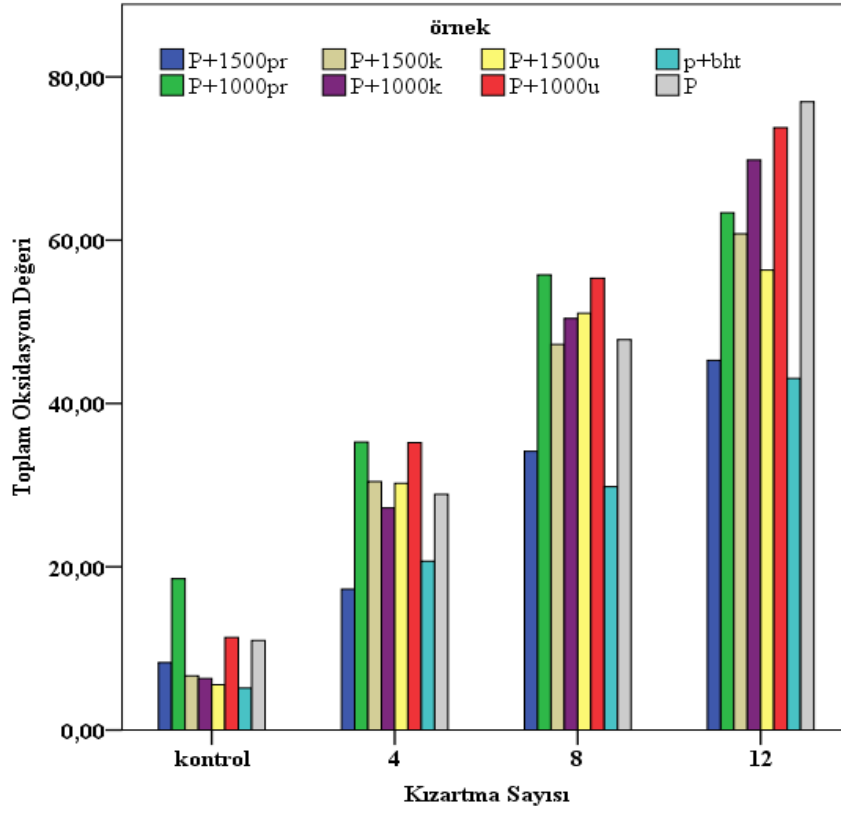
EK 1. Fındık Yağı Örneklerinin Serbest Yağ Asitliği (%) Değişimi.



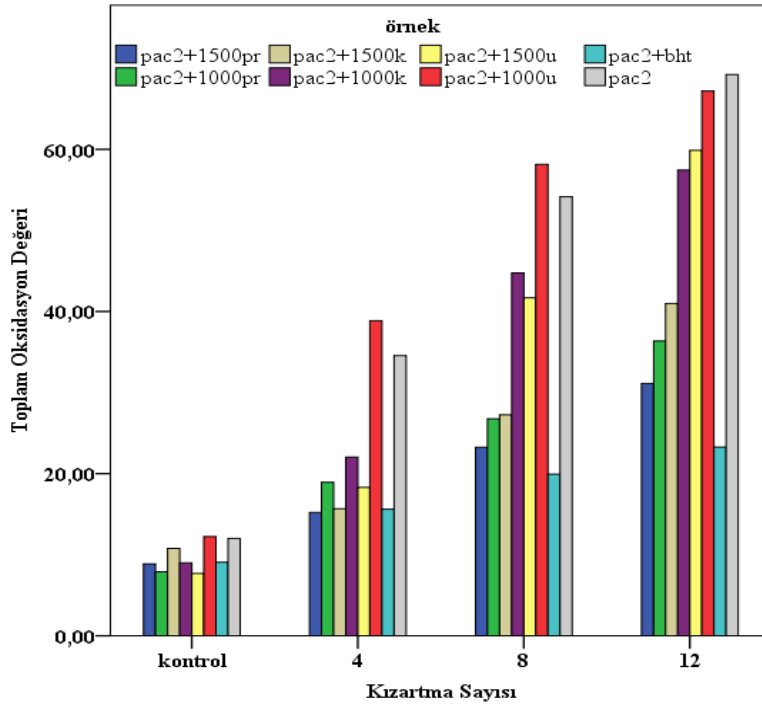
EK 1. Palm Olein Yağı Örneklerinin Serbest Yağ Asitliği (%) Değişimi.



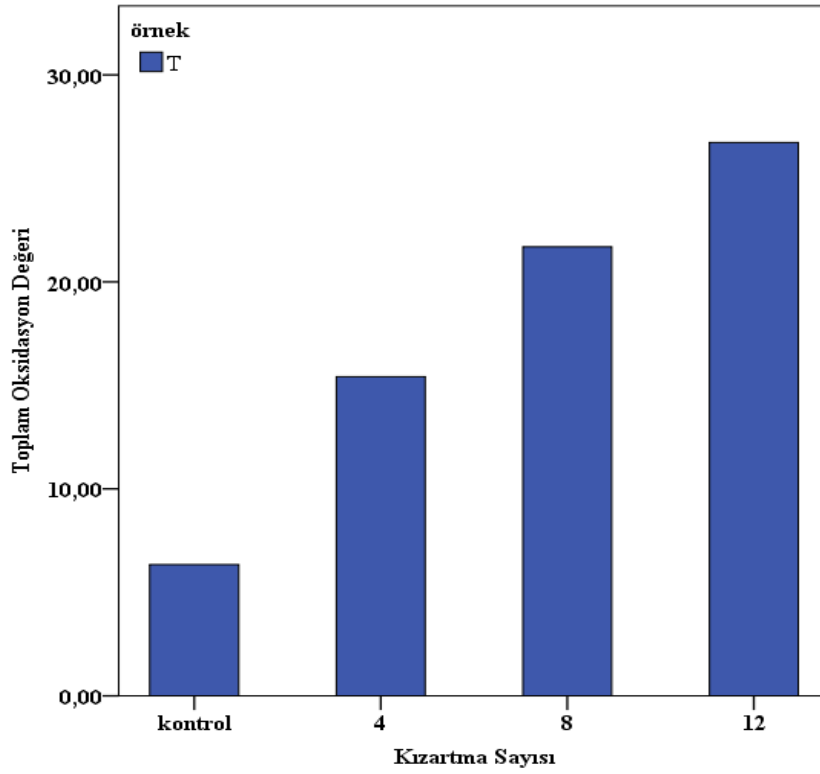
EK 2. Fındık Yağı Örneklerinin Totoks Değerleri Değişimi.



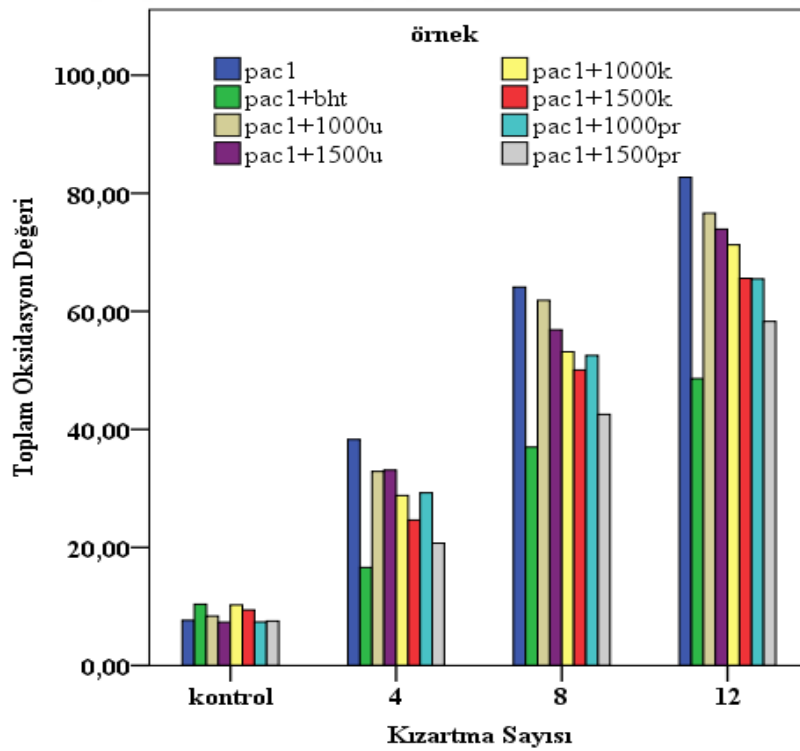
EK 2. Palm Olein Yağı Örneklerinin Totoks Değerleri Değişimi.



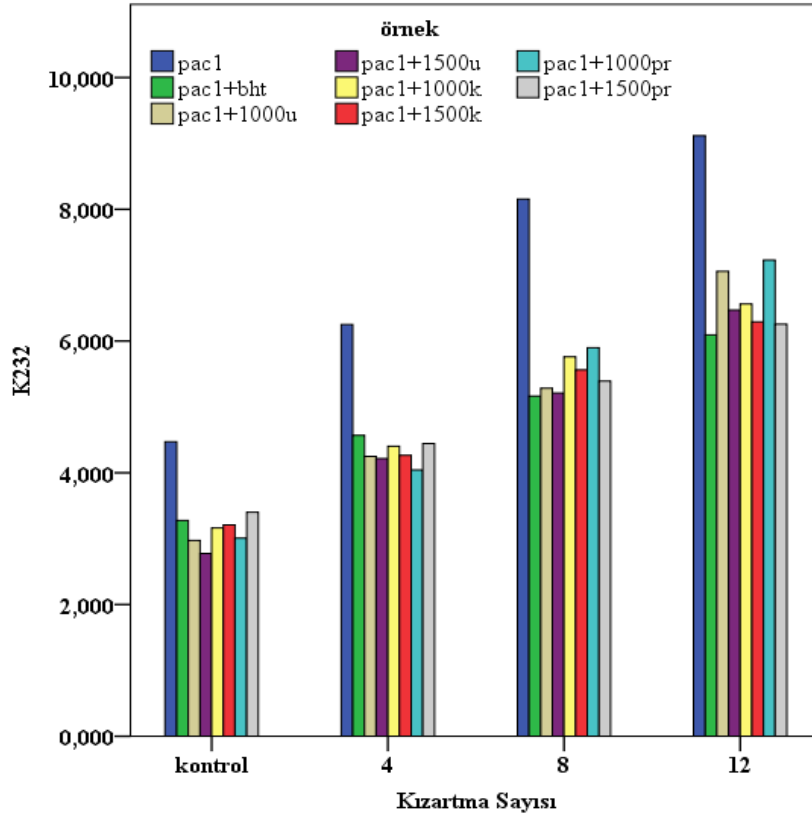
EK 2. Paçal 2 Yağı Örneklerinin Totoks Değerleri Değişimi.



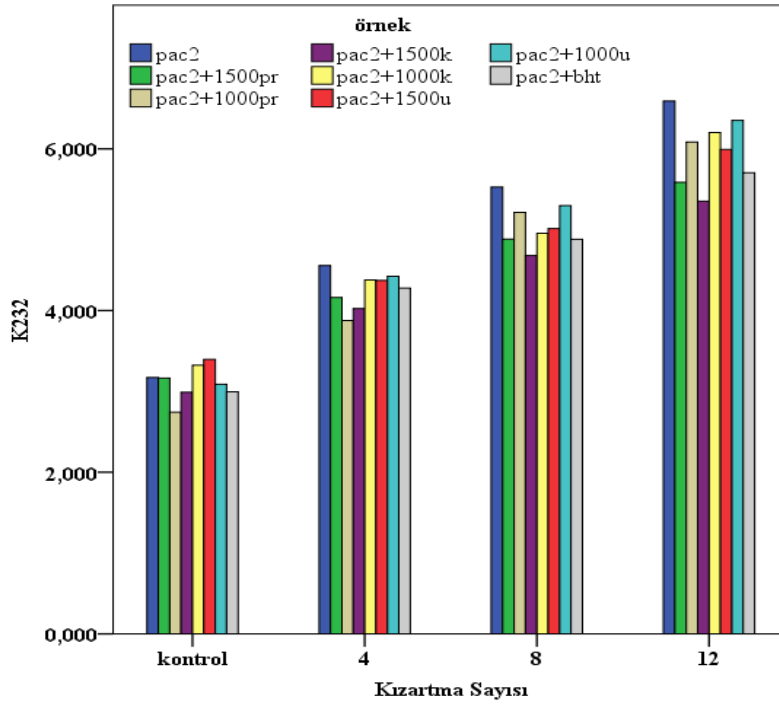
EK 2. Ticari Kızartma Yağı Örneklerinin Totoks Değerleri Değişimi.



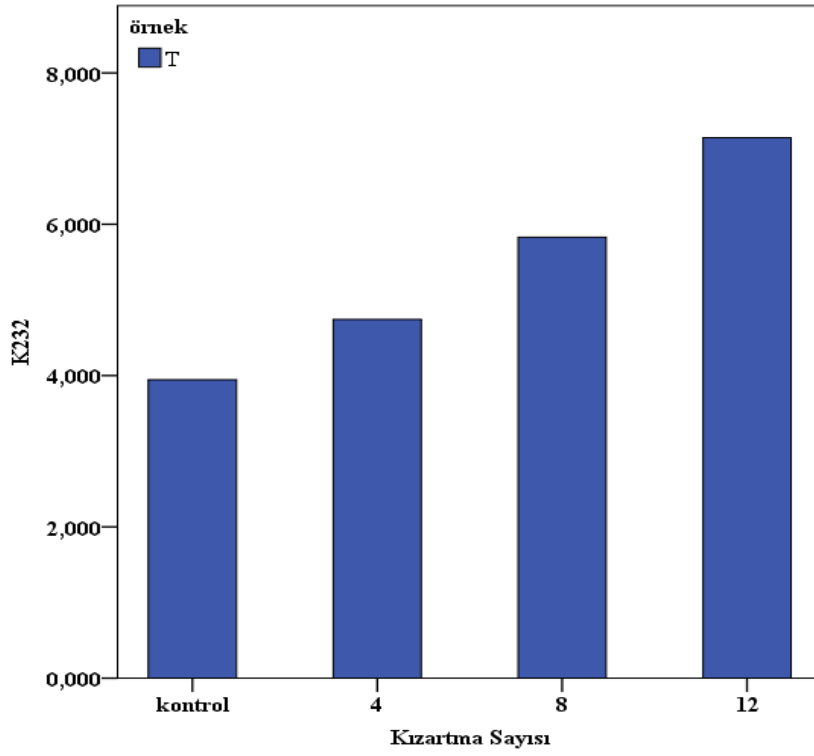
EK 2. Paçal 1 Yağı Örneklerinin Totoks Değerleri Değişimi.



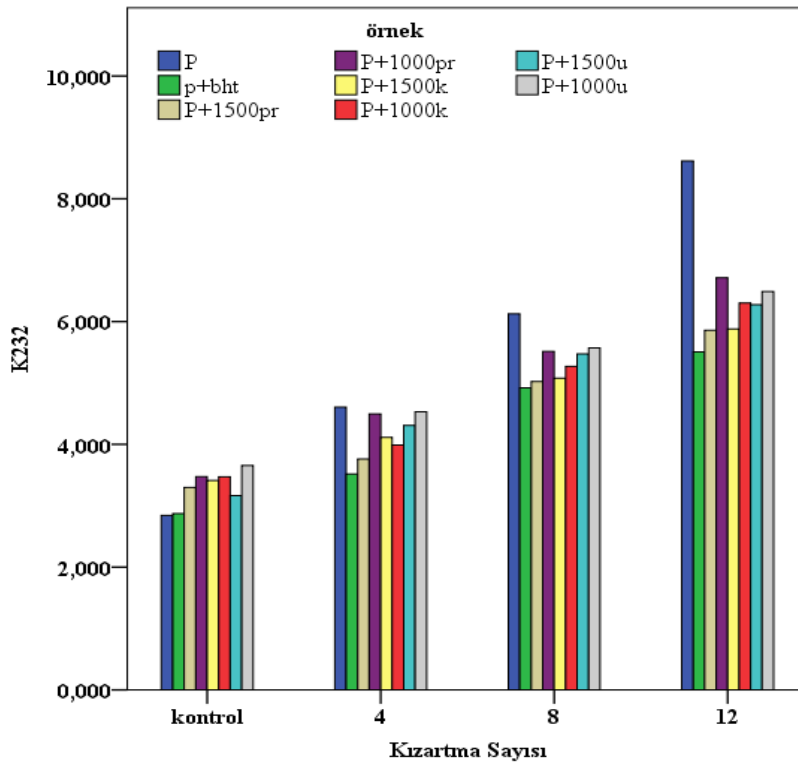
EK 3. Paçal 1 Yağı Örneklerinin Konjuge Dien Değerleri Değişimi.



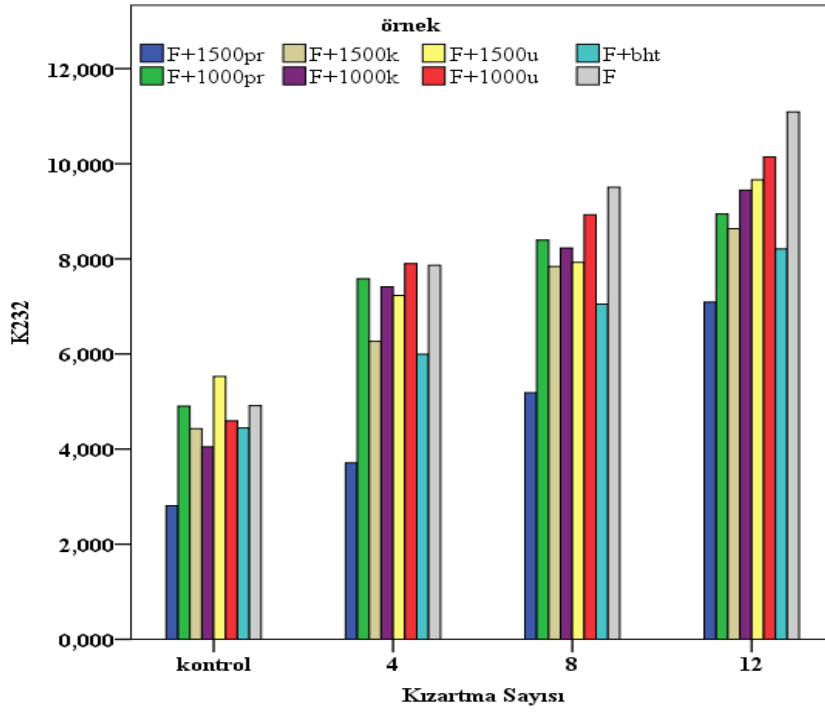
EK 3. Paçal 2 Yağı Örneklerinin Konjuge Dien Değerleri Değişimi.



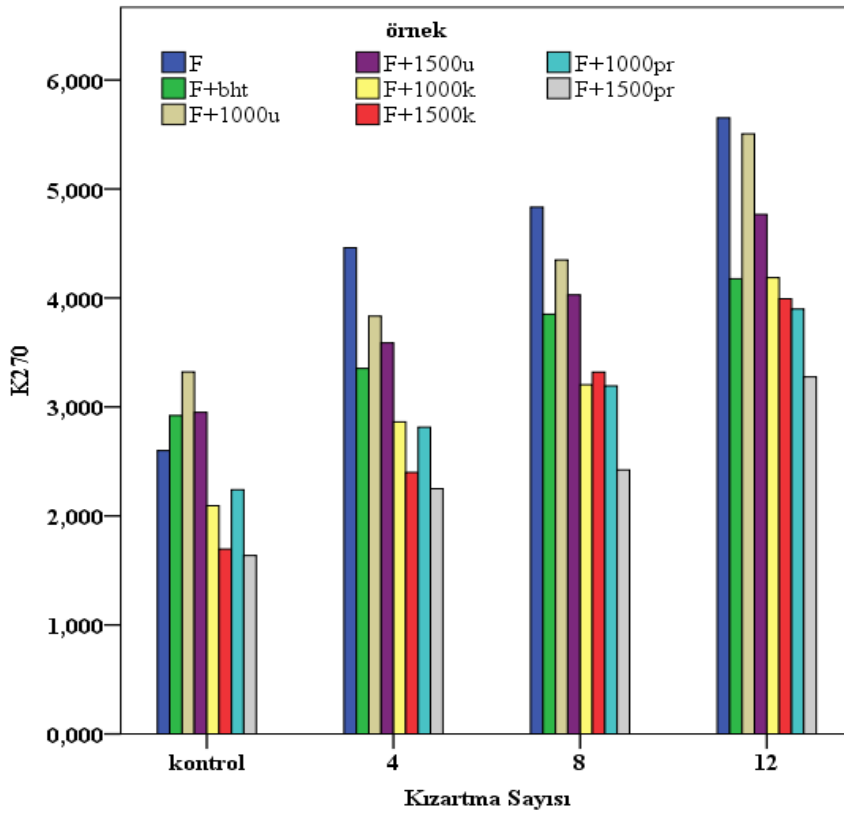
EK 3. Ticari Kızartma Yağı Örneklerinin Konjuge Dien Değerleri Değişimi.



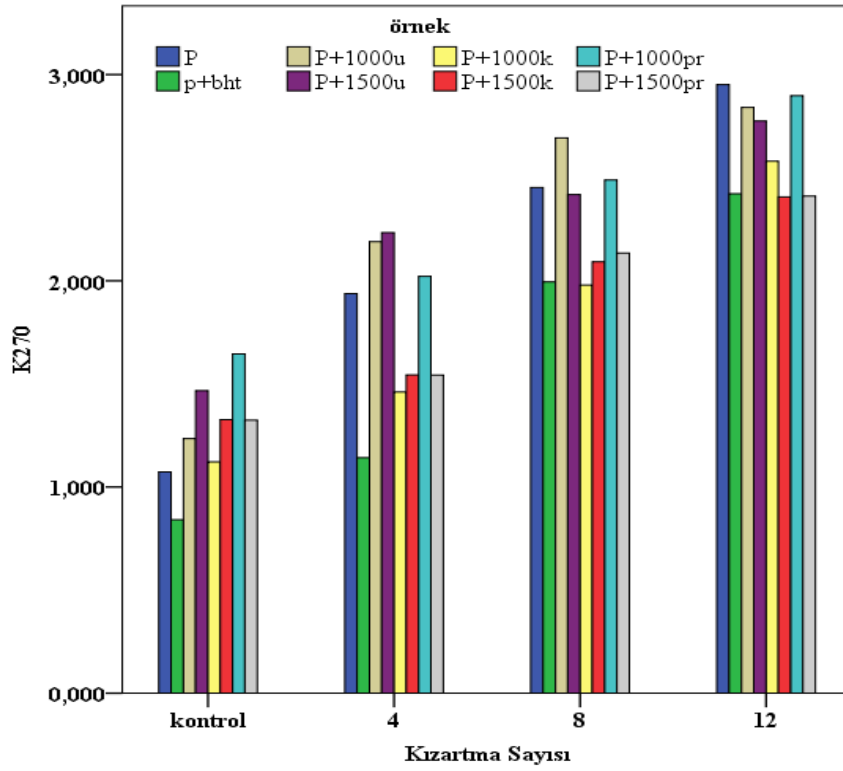
EK 3. Palm Olein Yağı Örneklerinin Konjuge Dien Değerleri Değişimi.



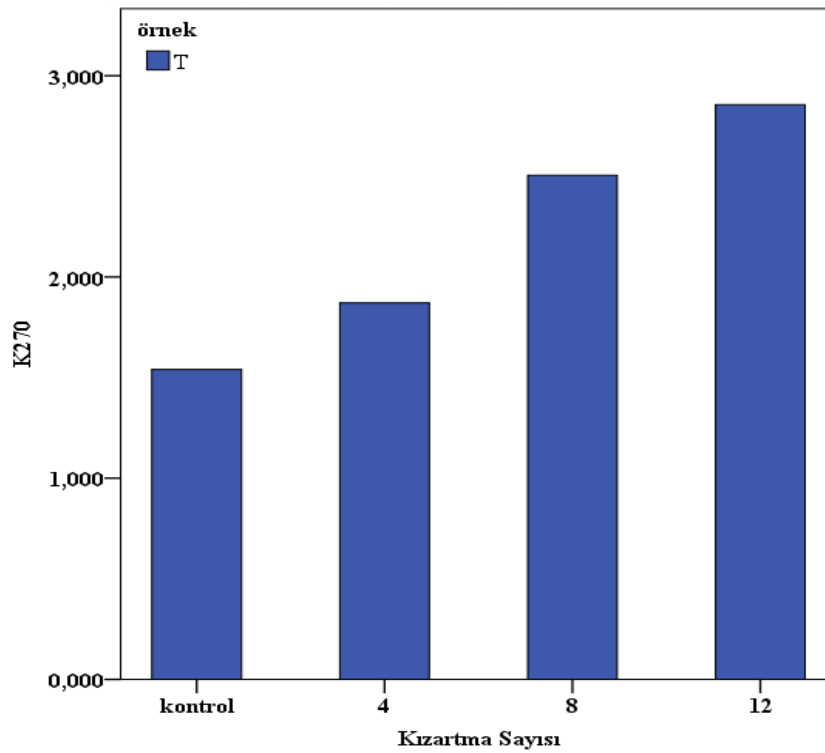
EK 3. Fındık Yağı Örneklerinin Konjuge Dien Değerleri Değişimi.



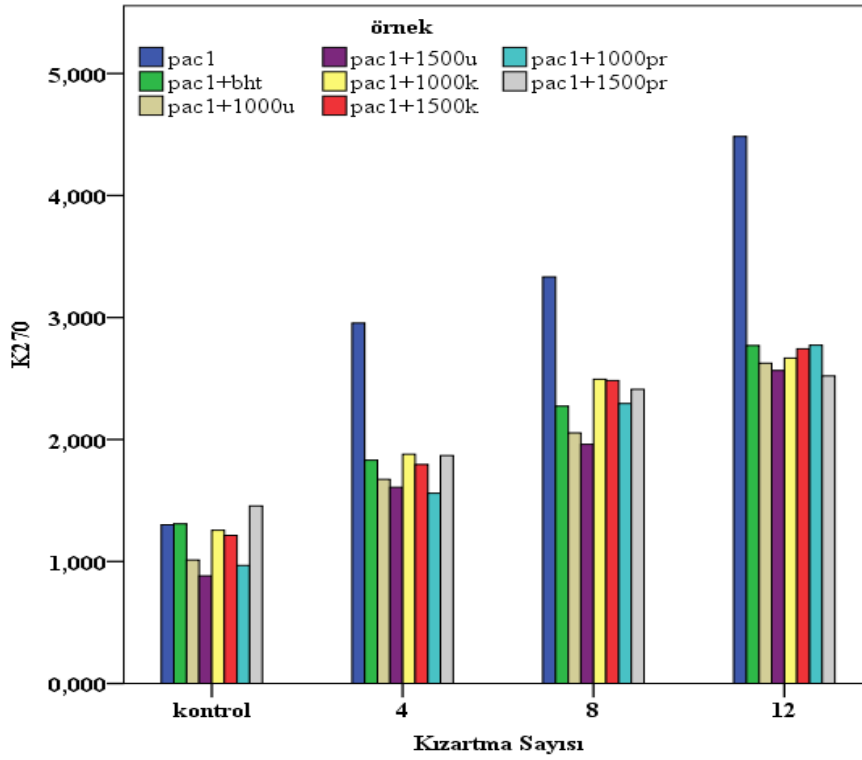
EK 4. Fındık Yağı Örneklerinin Konjuge Trien Değerleri Değişimi.



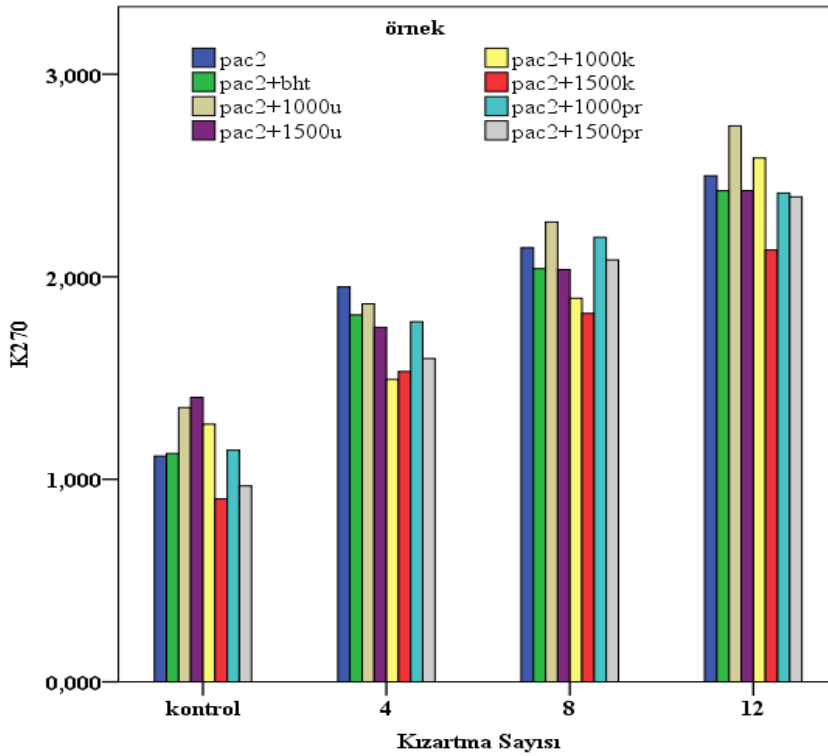
EK 4. Palm Olein Yağı Örneklerinin Konjuge Trien Değerleri Değişimi.



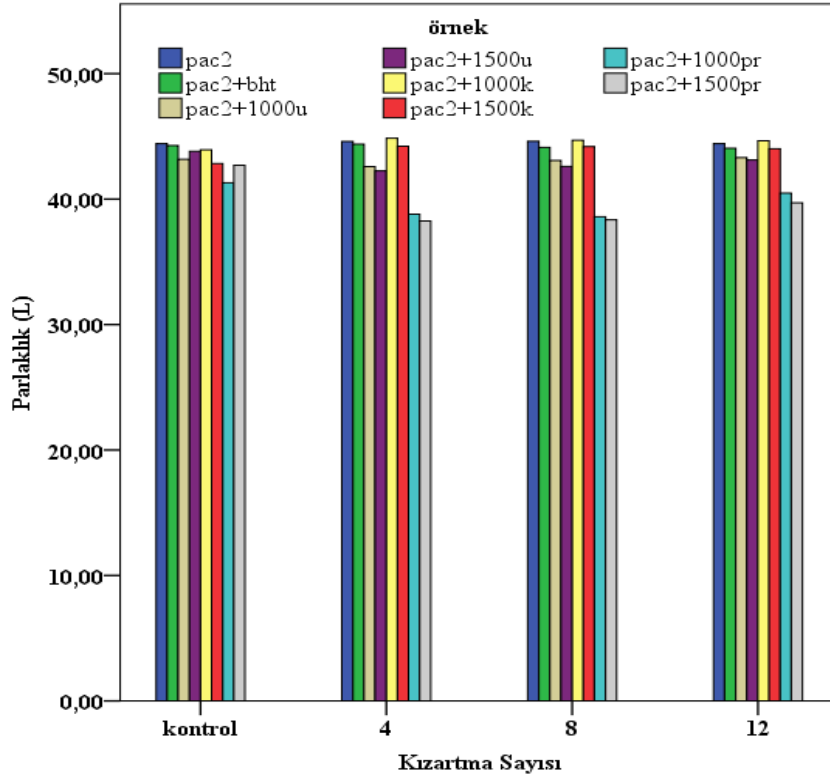
EK 4. Ticari Kızartma Yağı Örneklerinin Konjuge Trien Değerleri Değişimi.



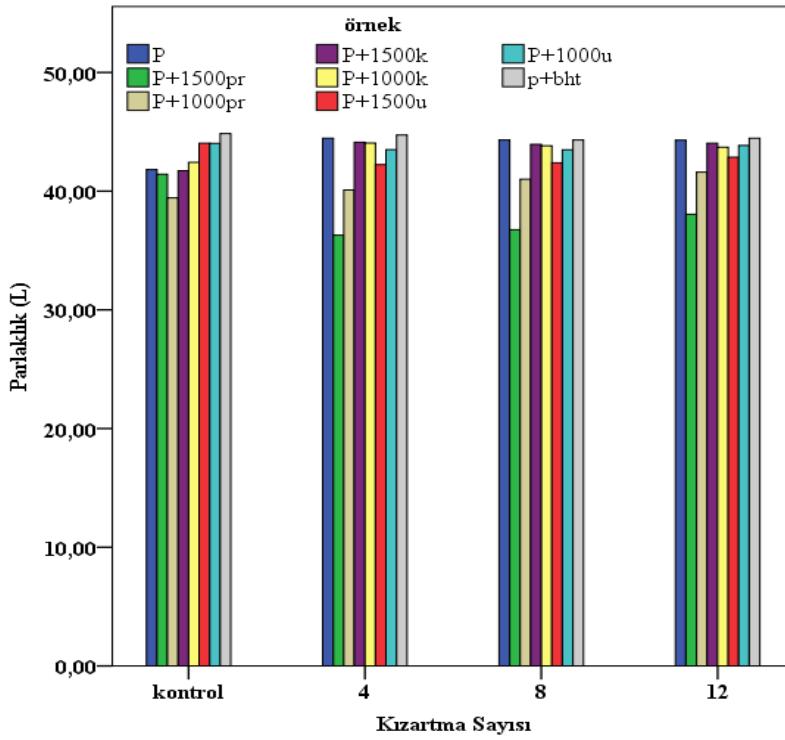
EK 4. Paçal 1 Yağı Örneklerinin Konjuge Trien Değerleri Değişimi.



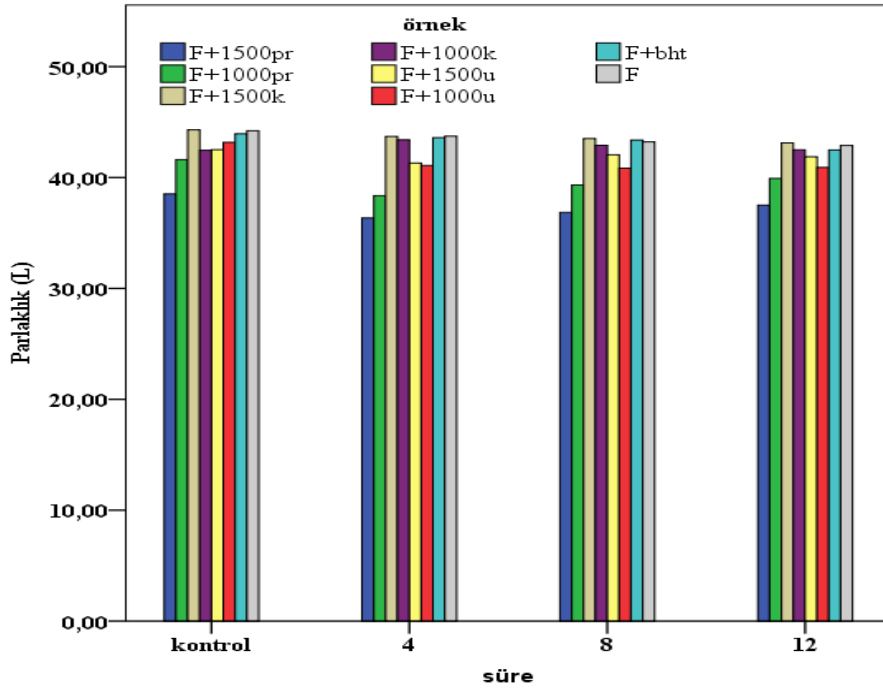
EK 4. Paçal 2 Yağı Örneklerinin Konjuge Trien Değerleri Değişimi.



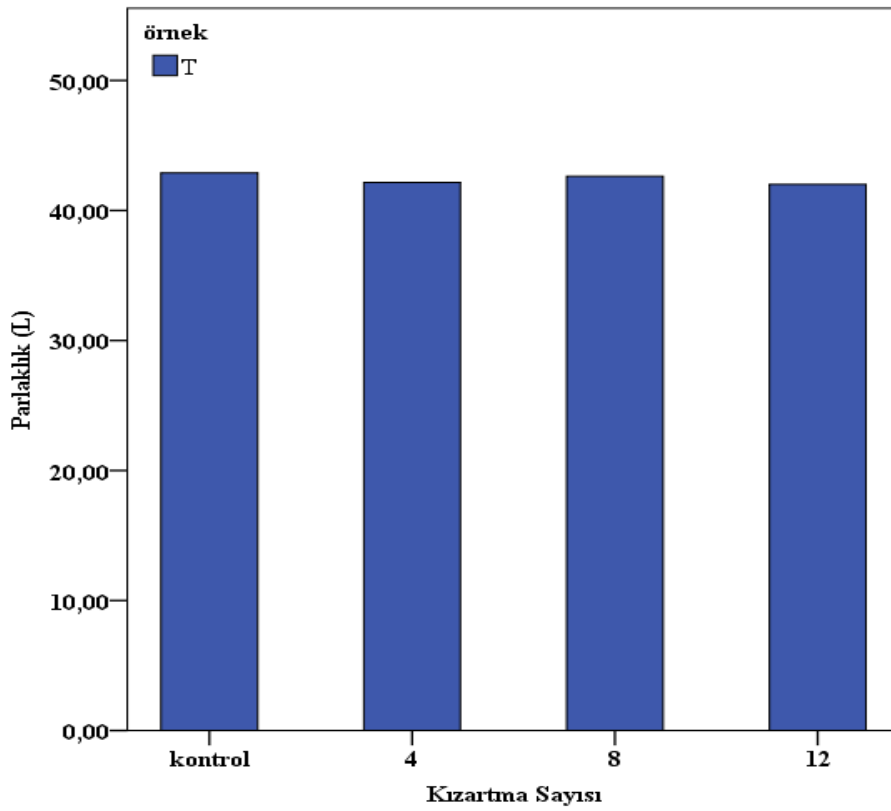
EK 5. Paçal 2 Yağı Örneklerinin L* Değerleri Değişimi.



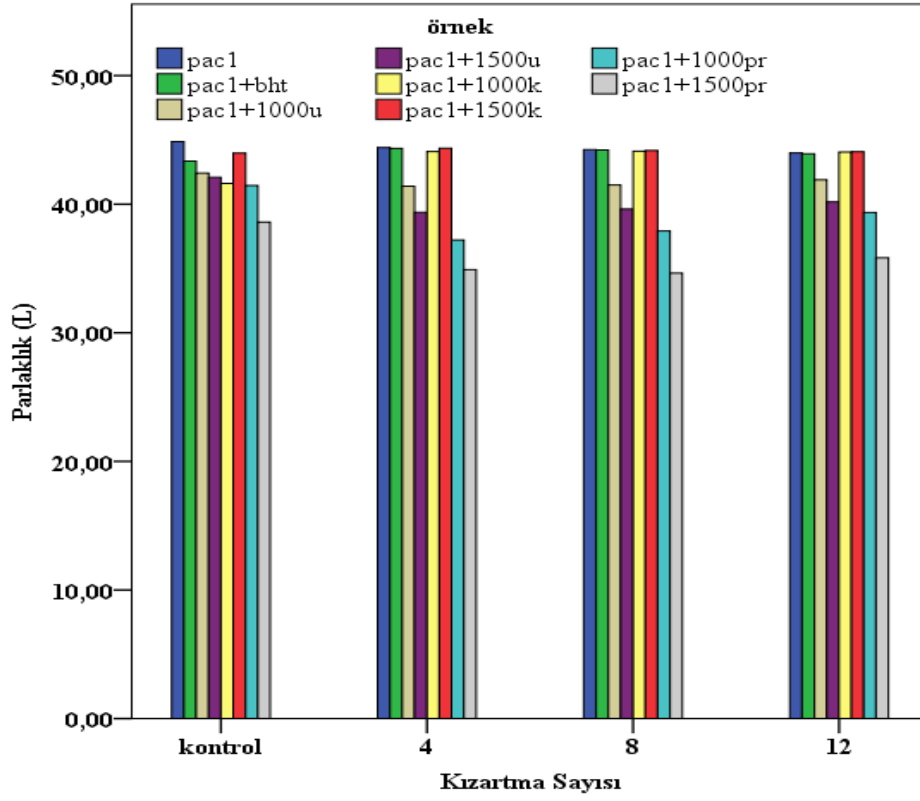
EK 5. Palm Olein Yağı Örneklerinin L* Değerleri Değişimi.



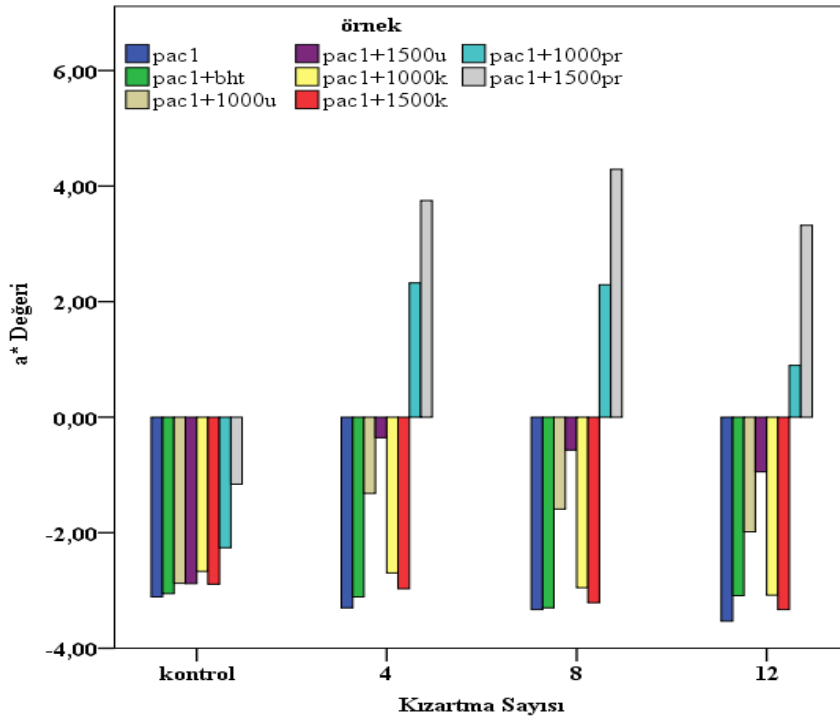
EK 5. Fındık Yağı Örneklerinin L* Değerleri Değişimi.



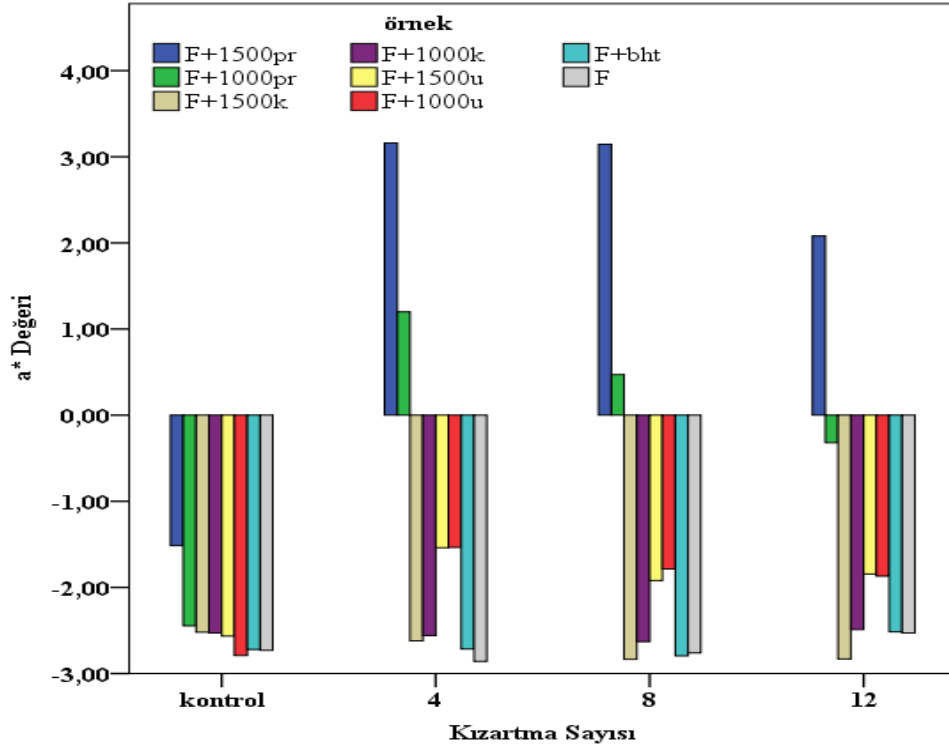
EK 5. Ticari Kızartma Yağı Örneklerinin L* Değerleri Değişimi.



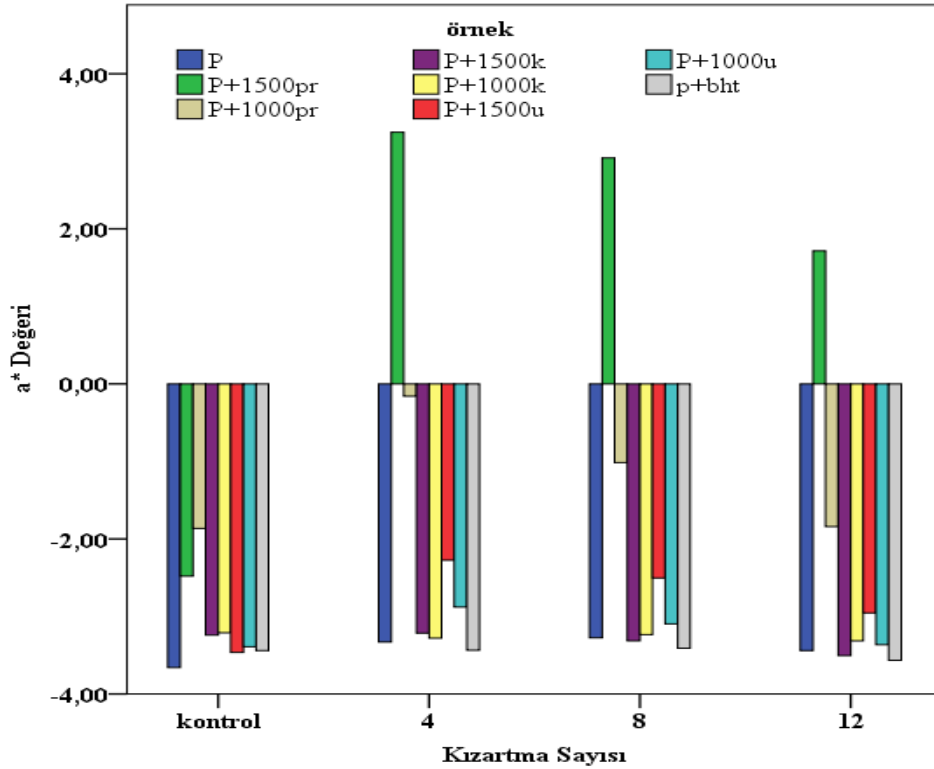
EK 5. Paçal 1 Yağı Örneklerinin L* Değerleri Değişimi.



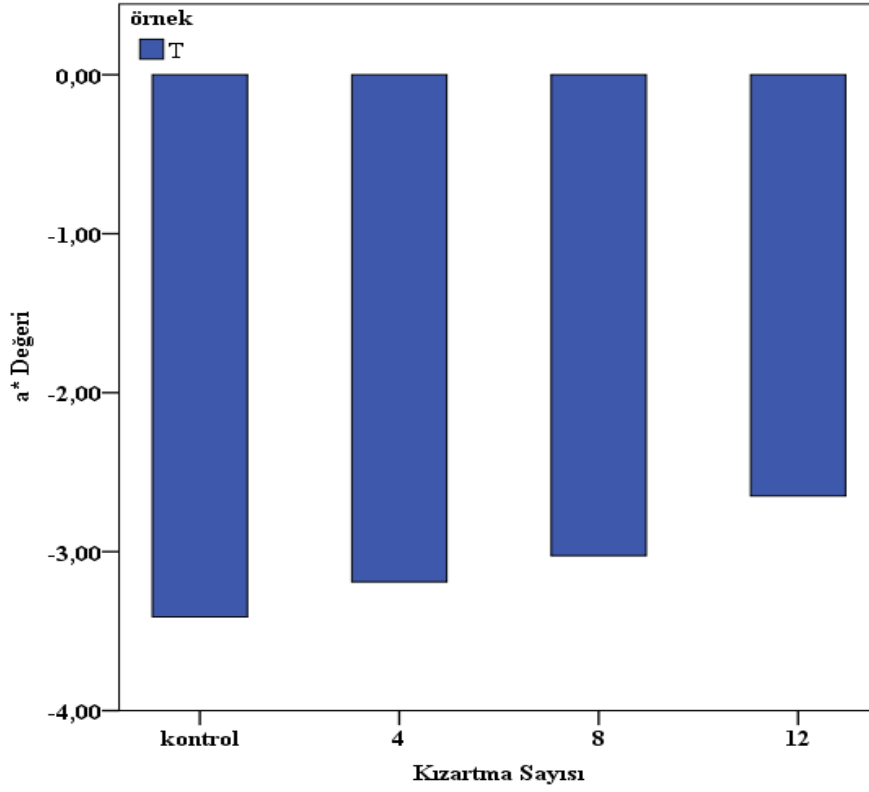
EK 6. Paçal 1 Yağı Örneklerinin a* Değerleri Değişimi.



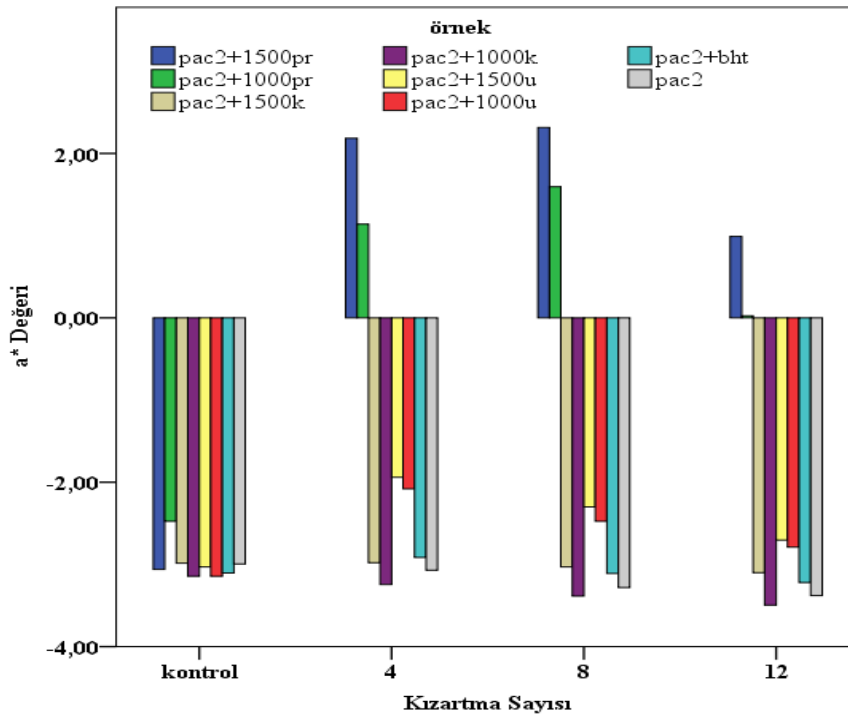
EK 6. Fındık Yağı Örneklerinin a* Değerleri Değişimi.



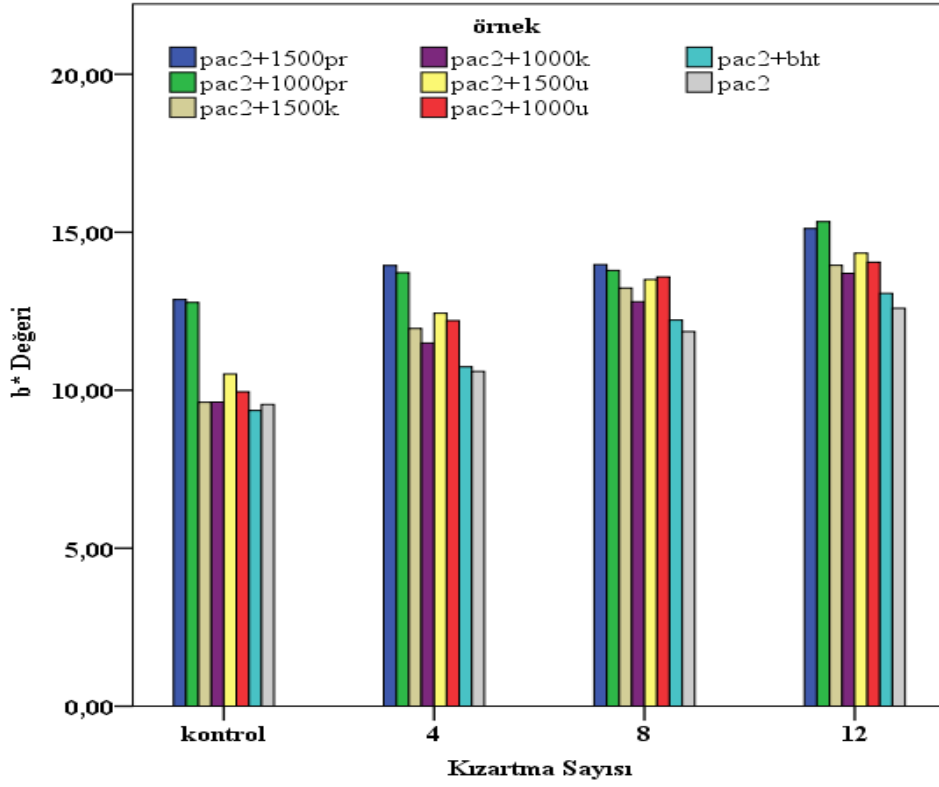
EK 6. Palm Olein Yağı Örneklerinin a* Değerleri Değişimi.



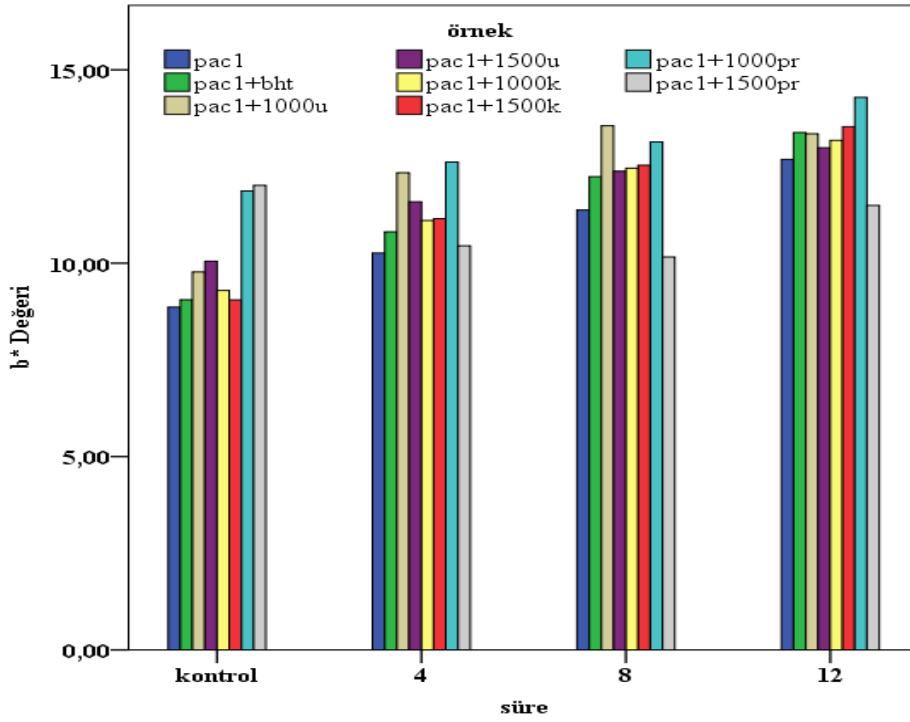
EK 6. Ticari Kızartma Yağı Örneklerinin a* Değerleri Değişimi.



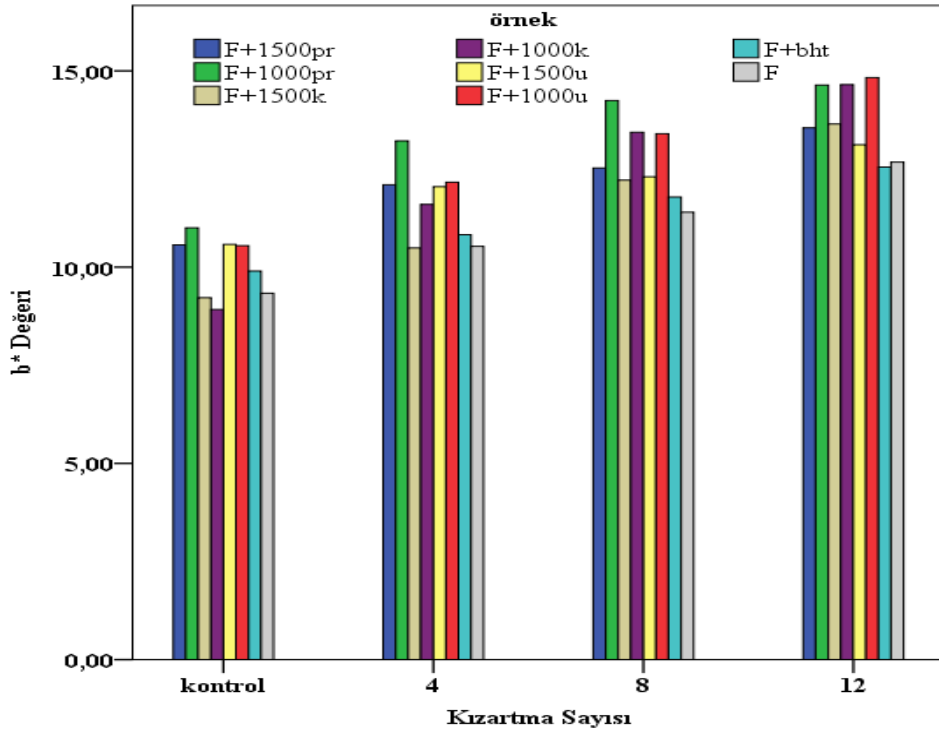
EK 6. Paçal 2 Yağı Örneklerinin a* Değerleri Değişimi.



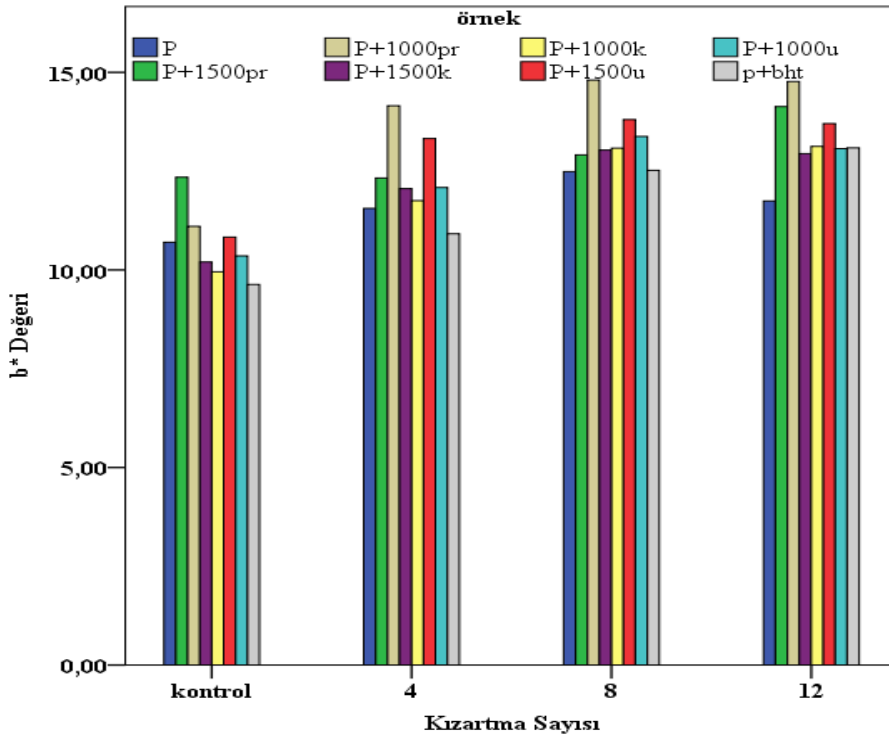
EK 7. Paçal 2 Yağı Örneklerinin b* Değerleri Değişimi.



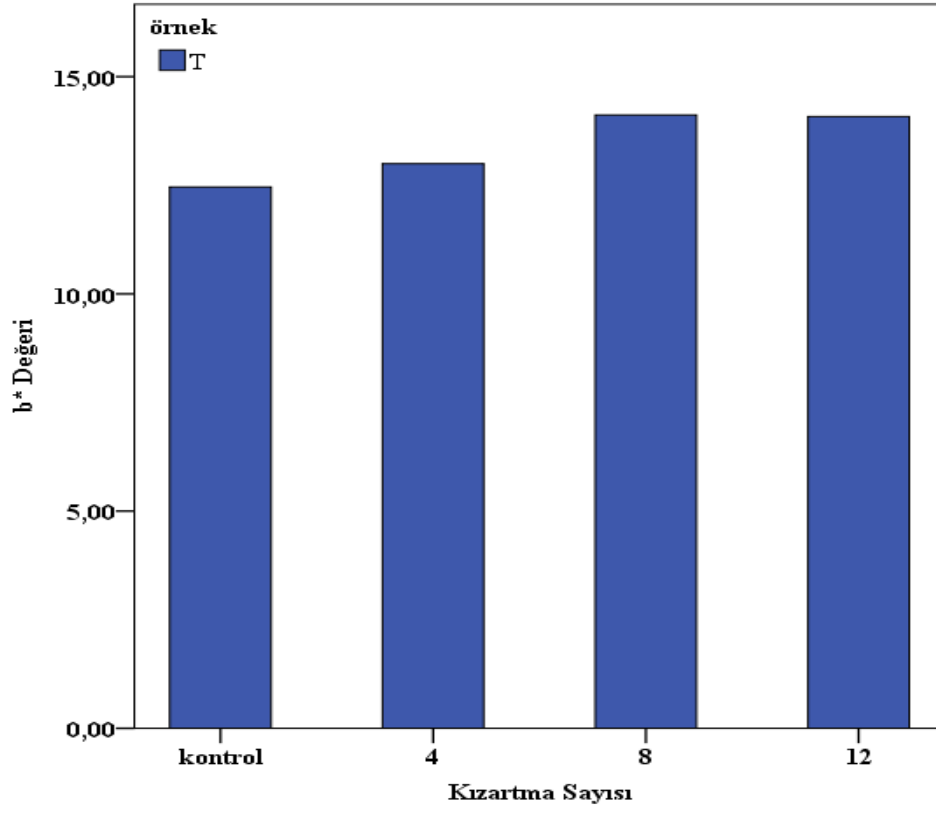
EK 7. Paçal 1 Yağı Örneklerinin b* Değerleri Değişimi.



EK 7. Fındık Yağı Örneklerinin b* Değerleri Değişimi.



EK 7. Palm Olein Yağı Örneklerinin b* Değerleri Değişimi.



EK 7. Ticari Kızartma Yağı Örneklerinin b* Değerleri Değişim.

ÖZ GEÇMİŞ

1988 yılında Hatay ili Reyhanlı ilçesinde doğdu. İlk orta ve liseyi Reyhanlı'da okuduktan sonra 2006 yılında Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümüne yerleşti. 2008-2009 eğitim öğretim yılının ilk yarı döneminde İspanya Universitat de Lleida 'da erasmus programı çerçevesinde 6 ay eğitim aldı. 2010 yılında üniversiteden mezun oldu. Aynı yıl eylül ayında Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisansa başladı ve 2013 yılında tamamladı. 2011 yılından beridir Iğdır Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde Araştırma görevlisi olarak hizmet etmektedir.



T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: ...29/1.06/2020.

Tez Başlığı / Konusu: Kızartma Yağlarının Oksidatif Stabilitesi Üzerine Farklı Doğal Antioksidan Maddelerin Etkisi

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 185 sayfalık kısmına ilişkin, ...29/1.06/2020 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından TURNUTİN intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % 6 (ALTI) dir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

M. Murat CEYLAN
MCA/Tarih ve İmza

Adı Soyadı: M.MURAT CEYLAN

Öğrenci No:149101215

Anabilim Dalı: GIDA MÜH. ANABİLİM DALI

Programı: GIDA MÜH.

Statüsü: Y. Lisans Doktora

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR

Dr. Öğrt. Üyesi Ayhan BAŞTÜRK)

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR

Prof. Dr. Saad SENSÖY