

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**FINDIKLARIN UÇUCU YAĞ İÇEREN YENİLEBİLİR PROTEİN FİLMLE
KAPLANMASININ DEPOLAMA SIRASINDAKİ OKSİDATİF STABİLİTE VE
DUYUSAL KALİTE ÜZERİNE ETKİSİ**

Eda ÇALIKOĞLU

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2008**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

FINDIKLARIN UÇUCU YAĞ İÇEREN YENİLEBİLİR PROTEİN FİLMLELERLE KAPLANMASININ DEPOLAMA SIRASINDAKİ OKSİDATİF STABİLİTE VE DUYUSAL KALİTE ÜZERİNE ETKİSİ

Eda ÇALIKOĞLU

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali BAYRAK

Bu çalışmada, fındıkta (*Corylus avellana* L) yenilebilir kaplama materyali olarak PAS protein izolatının uygulanabilirliği denenmiştir. Ayrıca, karanfil ve tarçın uçucu yağlarının PAS bazlı filmlerde kullanımı sağlanmış ve uygulanan kaplamaların oksidatif stabilite, tekstür, duyuusal ve renk özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada kullanılmak üzere toplam 45 kg Giresun tombul fındık çeşidi 150° C'da 30 dakika süre ile kavurma makinesinde kavurulmuştur. Kavrulmuş fındıkları kaplamak için 5 farklı formülasyonda PAS protein izolatı çözeltisi kullanılmıştır. Kaplanmamış fındıklar, kontrol örnekleri olarak kullanılmıştır. PAS protein izolatı kaplamalarına ilave edilen uçucu yağlar, karanfil (tomurcuk) ve tarçını kabuklarından su buharı destilasyonu ile elde edilmiştir. Fındıklar, sanayide de uygulama olanağı olan basit bir daldırma yöntemiyle kaplanmıştır. Kaplanan fındık örnekleri, çeşitli depolama sıcaklıklarında (24 °C, 40 °C ve 60 °C) ve sürelerinde (sırasıyla, 280, 140 ve 30 gün) üç tekerrürlü olarak depolanmıştır. Depolama süresince, meyve örneklerinde nem, renk ve kırılgenlik değerleri, duyuusal değerlendirmeler yapılmıştır. Fındık yağlarında ise peroksit sayısı, serbest yağ asitliği, dien-trien konjügasyonu, toplam tokoferol miktarı, ransimat cihazı ile indüksiyon periyodu ve yağ asitlerindeki değişim izlenmiştir. Ayrıca uçucu yağların bileşimi ve radikal yakalama aktivitesi belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda, farklı sıcaklıklarda yapılan depolamalarda oksidasyon hızının oldukça yavaş olduğu bulunmuştur. Genel olarak kaplamaların peroksit oluşumunu engellediği ve aktif oksijen yöntemine göre indüksiyon periyodunu artırdığı söylenebilir. Tekstür analizi sonuçlarına göre, uygulanan kaplama materyallerinin kırılgenlik değerlerini önemli ölçüde artırdığı ve fındıkların bu özelliğini geliştirdiği görülmüştür. Duyusal değerlendirme panelinde, panelistlerin görüşüne, özellikle parlaklık ve renge önem verdikleri, ancak geleneksel bir bakış içinde fındık tat ve aromasında çok fazla değişiklik istemedikleri gözlenmiştir. Bu yüzden uçucu yağlar yerine, aromasız olan PAS proteini kaplamaları daha fazla beğeni toplamıştır.

Şubat 2008, 133 sayfa

Anahtar Kelimeler: Fındık, fındık yağı, yenilebilir kaplama, peynir altı suyu protein izolatı, uçucu yağ, oksidasyon stabilitesi, duyuusal değerlendirme, kırılgenlik, depolama

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

EFFECT OF COATING OF HAZELNUT WITH EDIBLE PROTEIN FILMS CONTAINING
ESSENTIAL OILS ON THE OXIDATIVE STABILITY AND SENSORY QUALITY
DURING STORAGE

Eda ÇALIKOĞLU

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ali BAYRAK

This study evaluated the applicability of whey protein isolate (WPI) as edible coating material on hazelnuts (*Corylus avellana* L.). Also clove bud and cinnamon bark volatile oils were applied on WPI based films and the effects of the applied coatings on oxidative stability, texture, sensory and color characteristics were investigated. 45 kg of Giresun hazelnuts (variety Tombul) roasted (150° C and 30 minutes) with a rotary roaster was used for this study. Five different formulations of WPI coatings were used to coat roasted hazelnuts. Uncoated hazelnuts were used as the control samples. Clove buds and cinnamon bark essential oils added to WPI coating were obtained by hydro-steam distillation. Hazelnuts were coated by simple dipping method which can also be used in the industry. The coated hazelnut samples were stored at various storage temperatures (24° C, 40° C and 60° C) and periods (280, 140 and 30 days, respectively) in triplicate. During the storage, the hazelnut samples were evaluated by moisture content, texture analysis (fracturability), color and sensory evaluation and the hazelnut oil was analyzed in terms of peroxide value, free fatty acid, diene-triene conjugation, total tocopherol analysis, rancimat and fatty acid profile. Additionally composition of essential oils was identified and their radical scavenging activity was determined.

As a result of this study the oxidation rate was determined to be quite slow in storages at different temperatures. It can be concluded that in general coatings prevented peroxide formation and increased induction time according to active oxygen method. As a result of texture analysis, fracturability was increased considerably in coated samples and this characteristic of the hazelnuts has been improved. Sensory evaluation results demonstrated that panelists appreciated the appearance, especially the brightness and color of but with a traditional view they did not like changes in the taste and aroma. Therefore only WPI coated samples were much preferred instead of samples coated with essential oil added WPI.

February 2008, 133 pages

Key Words: Hazelnut, hazelnut oil, edible coating, whey protein isolate (WPI), essential oil, oxidation stability, sensory evaluation, fracturability, storage

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aşamasında ilgi ve yardımını esirgemeyen, manevi desteğini her an hissettiğim danışman hocam sayın Prof. Dr. Ali BAYRAK'a, çalışmalarım sırasında önemli bilimsel katkılarda bulunan ve karşılaştığım sorunların çözümünde bana yol gösteren sayın hocam Prof. Dr. Aziz TEKİN'e, yenilebilir film ve kaplamalar konusu ile beni tanıştıran, her aşamada bilgi ve deneyimlerinden çok şey öğrendiğim ve tekstür ölçümlerimde yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Doç. Dr. Cengiz CANER'e, tezimin istatistik değerlendirmelerindeki yardımları ve bilimsel desteği yanında bir hoca ve dost olarak yanımda olan değerli hocam Doç. Dr. Kezban CANDOĞAN'a, çalışmalarım sırasında laboratuvar olanaklarından faydalanmamı sağlayan sayın bölüm başkanımız Prof. Dr. Aziz EKŞİ'ye, çalışmalarım sırasında en büyük yardımcım olan meslektaşım Arş. Grv. Mustafa KIRALAN'a,

Tekstür ölçümlerim sırasında yardımlarından dolayı ODTÜ Gıda Müh. Bölümü Öğr. Gör. Dr. Behiç MERT'e ve Arş. Grv. Mehmet Seçkin ADAY'a (Onsekiz Mart Üniv. Gıda Müh. Böl.), renk ölçümlerim sırasındaki yardımlarından dolayı sevgili arkadaşlarım Yrd. Doç. Dr. S. Hande BURDURLU'ya (İzzet Baysal Üniv. Gıda Müh. Böl.) ve Dr. Nuray KOCA'ya (Gümrük Müsteşarlığı, Ankara Merkez Lab.), laborant Önder YALÇIN'a, yardımlarıyla hayatımızı kolaylaştıran bölüm sekreterimiz Zeynep DEMİRAY'a, tokoferol analizindeki yardımlarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Semra TURAN' a (İzzet Baysal Üniv. Gıda Müh. Böl.), laboratuvar çalışmalarım sırasında her ihtiyaç duyduğumda yardımına koşan üniversite personelimiz Ali EROL'a, sevgili arkadaşım Arş. Grv. Ferda SARI'ya,

Her zaman yanımda olup beni destekleyen sevgili eşime, tezimin gizli mimarı olan ve her türlü zorlukta benim arkamda duran canım anneme ve varlığıyla bana güç veren biricik oğlum Tarık' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Eda ÇALIKOĞLU

Ankara, Şubat 2008

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
2.1 Fındık Meyvesi ve Bileşimi.....	3
2.2 Kavurma İşlemi.....	4
2.3 Otoksidasyon Mekanizması.....	6
2.4 Yenilebilir Film ve Kaplamalar.....	8
2.5 Protein Bazlı Yenilebilir Filmler.....	11
2.5.1 PAS ve PAS protein izolatu	11
2.6 Yenilebilir Film ve Kaplamaların Bileşimi.....	14
2.7 Yenilebilir Film ve Kaplamaların Gıdaya Uygulanması.....	15
2.8 Antioksidan Mekanizması.....	18
2.9 Karanfil ve Tarçın Uçucu Yağları.....	21
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	24
3.1 Materyal.....	24
3.2 Yöntem.....	24
3.2.1 Kavurma işlemi.....	24
3.2.2 Kaplama çözeltilerinin hazırlanması.....	25
3.2.3 Rutubet tayini.....	26
3.2.4 Yağ miktarı tayini.....	26
3.2.5 Uçucu yağın elde edilmesi ve bileşimi.....	26
3.2.6 Yağ asidi bileşimi.....	27
3.2.7 Serbest yağ asitliği,%.....	27
3.2.8 Peroksit sayısı tayini.....	28
3.2.9 Oksidatif stabilite.....	29

3.2.10 Dien ve trien konjügasyonu.....	29
3.2.11 Toplam tokoferol.....	29
3.2.12 DPPH radikalini yakalama aktivitesi.....	30
3.2.13 Enstrümental renk tayini.....	31
3.2.14 Tekstür analizi.....	31
3.2.15 Duyusal değerlendirme.....	32
3.2.16 İstatistik değerlendirme.....	32
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	33
4.1 Farklı Depolama Sıcaklıklarında Fındığın Rutubet Miktarındaki Değişim, %.....	33
4.2 Farklı Depolama Sıcaklıklarında Fındığın Serbest Yağ Asitliğindeki Değişim, %.....	40
4.3 Farklı Depolama Sıcaklıklarında Fındığın Konjuge Dien Değerindeki Değişim.....	46
4.4.Farklı Depolama Sıcaklıklarında Fındığın Konjuge Trien Değerindeki Değişim.....	52
4.5 Farklı Depolama Sıcaklıklarında Fındığın Peroksit Sayısındaki Değişim.	58
4.6 Farklı Depolama Sıcaklıklarında Fındığın Toplam Tokoferol Miktarındaki Değişim.....	63
4.7 Enstrümental Renk Tayini.....	68
4.7.1 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince renk değerlerindeki değişim.....	68
4.7.2 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince renk değerlerindeki değişim.....	75
4.7.3 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince renk değerlerindeki değişim.....	81
4.8 Oksidatif Stabilite.....	87
4.9 Duyusal Değerlendirme.....	92
4.9.1 60 °C sıcaklıkta yapılan depolamanın duyusal değerlendirme sonuçları.....	92
4.9.2 40 °C sıcaklıkta yapılan depolamanın duyusal değerlendirme sonuçları.....	95

4.9.3 24 °C sıcaklıkta yapılan depolamanın duyusal değerlendirme sonuçları.....	98
4.10 Yağ Asitlerindeki Değişim.....	101
4.11 Tekstür Değişimi.....	102
4.12 Uçucu Yağların Bileşimi.....	106
4.13 Uçucu Yağların Serbest Radikal Yakalama Aktiviteleri.....	107
5. SONUÇ.....	110
KAYNAKLAR.....	111
EKLER.....	121
EK 1- 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince C* renk değerindeki değişim.....	122
EK 2- 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince HUE renk değerindeki değişim.....	123
EK 3- 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince C* renk değerindeki değişim.....	124
EK 4- 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince HUE renk değerindeki değişim.....	125
EK 5- 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince C* renk değerindeki değişim	126
EK 6- 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince HUE renk değerindeki değişim.....	127
EK 7- 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince yağ asiti bileşimindeki değişim.....	128
EK 8- 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince yağ asiti bileşimindeki değişim.....	129
EK 9- 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince yağ asiti bileşimindeki değişim.....	130
EK 10- Fındıkların duyusal değerlendirme formu.....	131
ÖZGEÇMİŞ.....	133

KISALTMALAR DİZİNİ

CIE	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
DF	Diafiltrasyon
DPPH	2-2 ¹ -difenil-2-pikrilhidrazil
EVOH	Etilen Vinil Alkol
FDA	Gıda ve İlaç Dairesi (Amerikan)
GRAS	Genellikle Güvenilir Kabul Edilen
PAS	Peynir altı suyu
PVDC	Poliviniliden Klorür
TPA	Tekstür Profil Analizi
UF	Ultrafiltrasyon
WPI	Whey protein isolate

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Hidroperoksitten ikincil ürün oluşumu.....	8
Şekil 2.2 PAS proteinlerinin üretim basamakları.....	13
Şekil 2.3 Singlet ve triplet oksijen.....	20
Şekil 2.4 Öjenolün kimyasal formülü.....	21
Şekil 2.5 Sinnamaldehitin kimyasal formülü.....	22
Şekil 4.1 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince rutubet içeriğindeki değişim.....	33
Şekil 4.2 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince rutubet içeriğindeki değişim.....	36
Şekil 4.3 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince rutubet içeriğindeki değişim.....	38
Şekil 4.4 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince serbest yağ asitliği değerlerindeki değişim.....	40
Şekil 4.5 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince serbest yağ asitliği değerlerindeki değişim.....	42
Şekil 4.6 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince serbest yağ asitliği değerlerindeki değişim.....	44
Şekil 4.7 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince konjuge dien değerlerindeki değişim.....	46
Şekil 4.8 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince konjuge dien değerlerindeki değişim.....	48
Şekil 4.9 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince konjuge dien değerlerindeki değişim.....	50
Şekil 4.10 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince konjuge trien değerlerindeki değişim.....	52
Şekil 4.11 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince konjuge trien değerlerindeki değişim.....	54
Şekil 4.12 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince konjuge trien değerlerindeki değişim.....	56
Şekil 4.13 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince peroksit sayısındaki değişim.....	59
Şekil 4.14 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince peroksit sayısındaki değişim.....	60
Şekil 4.15 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince peroksit sayısındaki değişim.....	61
Şekil 4.16 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince toplam tokoferol miktarındaki değişim.....	63
Şekil 4.17 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince toplam tokoferol miktarındaki değişim.....	64
Şekil 4.18 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince toplam tokoferol miktarındaki değişim.....	65
Şekil 4.19 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince L* renk değerindeki	

	değişim.....	69
Şekil 4.20	60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince a* renk değerindeki değişim.....	71
Şekil 4.21	60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince b* renk değerindeki değişim.....	73
Şekil 4.22	40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince L* renk değerindeki değişim.....	75
Şekil 4.23	40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince a* renk değerindeki değişim.....	77
Şekil 4.24	40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince b* renk değerindeki değişim.....	79
Şekil 4.25	24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince L* renk değerindeki değişim.....	81
Şekil 4.26	24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince a* renk değerindeki değişim.....	83
Şekil 4.27	24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince b* renk değerindeki değişim.....	85
Şekil 4.28	60 °C sıcaklıkta depolanmış fındıkların indüksiyon periyotları.....	87
Şekil 4.29	40 °C sıcaklıktaki depolanmış fındıkların indüksiyon periyotları.....	89
Şekil 4.30	24 °C sıcaklıkta depolanmış fındıkların indüksiyon periyotları.....	90
Şekil 4.31	Tektür Profil Analiz Cihazı (TA-XT2).....	102
Şekil 4.32	60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince kırılma değerlerindeki değişim.....	103
Şekil 4.33	40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince kırılma değerlerindeki değişim.....	103
Şekil 4.34	24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince kırılma değerlerindeki değişim.....	104

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1	Antioksidan aktivite mekanizmaları.....	20
Çizelge 3.1	Kaplama uygulamaları ve örnek kodları.....	25
Çizelge 4.1	60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince rutubet içerikleri, %.....	35
Çizelge 4.2	40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince rutubet içerikleri, %.....	37
Çizelge 4.3	24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince rutubet içerikleri, %.....	39
Çizelge 4.4	60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince serbest yağ asitliği değerleri, %.....	41
Çizelge 4.5	40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince serbest yağ asitliği değerleri, %.....	43
Çizelge 4.6	24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince serbest yağ asitliği değerleri, %.....	45
Çizelge 4.7	60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince 232 nm'deki UV absorpsiyon değerleri.....	47
Çizelge 4.8	40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince 232 nm'deki UV absorpsiyon değerleri.....	49
Çizelge 4.9	24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince 232 nm'deki UV absorpsiyon değerleri.....	51
Çizelge 4.10	60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince 270 nm'deki UV absorpsiyon değerleri.....	53
Çizelge 4.11	40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince 270 nm'deki UV absorpsiyon değerleri.....	55
Çizelge 4.12	24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince 270 nm'deki UV absorpsiyon değerleri.....	57
Çizelge 4.13	60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince peroksit sayıları (meqO ₂ /kg yağ).....	59
Çizelge 4.14	40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince peroksit sayıları (meqO ₂ /kg yağ).....	61
Çizelge 4.15	24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince peroksit sayıları (meqO ₂ /kg yağ).....	62
Çizelge 4.16	60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince toplam tokoferol miktarları (ppm).....	66
Çizelge 4.17	40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince toplam tokoferol miktarları (ppm).....	66
Çizelge 4.18	24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince toplam tokoferol miktarları (ppm).....	67
Çizelge 4.19	60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince L* renk değerleri.....	70
Çizelge 4.20	60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince a* renk değerleri.....	72
Çizelge 4.21	60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince b* renk değerleri.....	74
Çizelge 4.22	40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince L* renk değerleri.....	76
Çizelge 4.23	40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince a* renk değerleri.....	78
Çizelge 4.24	40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince b* renk değerleri.....	80
Çizelge 4.25	24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince L* renk değerleri.....	82
Çizelge 4.26	24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince a* renk değerleri.....	84
Çizelge 4.27	24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince b* renk değerleri.....	86

Çizelge 4.28	60 °C sıcaklıkta depolanmış fındıkların indüksiyon periyotlarındaki değişim.....	88
Çizelge 4.29	40 °C sıcaklıktaki depolanmış fındıkların indüksiyon periyotlarındaki değişim.....	89
Çizelge 4.30	24 °C sıcaklıkta depolanmış fındıkların indüksiyon periyotlarındaki değişim.....	90
Çizelge 4.31	60 °C sıcaklıkta yapılan depolamada fındıkların duyuşal değerlendirme sonuçları.....	94
Çizelge 4.32	40 °C sıcaklıkta yapılan depolamada fındıkların duyuşal değerlendirme sonuçları.....	97
Çizelge 4.33	24 °C sıcaklıkta yapılan depolamada fındıkların duyuşal değerlendirme sonuçları.....	100
Çizelge 4.34	Fındıkların yağ asidi bileşimi, %.....	101
Çizelge 4.35	60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince kırılğanlık değerleri (N).....	105
Çizelge 4.36	40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince kırılğanlık değerleri (N).....	105
Çizelge 4.37	24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince kırılğanlık değerleri (N).....	105
Çizelge 4.38	Karanfil uçucu yağının bileşimi, %.....	106
Çizelge 4.39	Tarçın uçucu yağının bileşimi, %.....	107
Çizelge 4.40	Tarçın ve karanfil uçucu yağlarının radikal yakalama aktiviteleri....	108

1. GİRİŞ

Fındık (*Corylus avellana* L.) Türkiye'nin önemli ihraç ürünlerinden olup, yılda ortalama 500 bin ton civarında üretimi yapılmaktadır. Bu ekonomik değerinin yanı sıra protein, yağ, vitamin ve mineral açısından insan sağlığı ve beslenmesinde önemli bir role sahiptir. Yüksek yağ oranı (yaklaşık % 65-70) yanında önemini artıran diğer bir özellik, tekli doymamış yağ asitine (oleik asit) sahip oluşudur. Oleik asitçe zengin olması nedeniyle sağlık açısından bir çok olumlu işlevleri vardır. Duyusal özellikleri iyileştirmesinden dolayı çikolata ve pasta endüstrisi için önemli bir materyaldir. Aynı zamanda bir çok ürünün formülasyonuna girerek aroma ve tekstüre katkıda bulunur. Bu ürünlerde çoğu zaman kavrulmuş fındıklar kullanılır. Kavurma, fındık işlemede temel bir aşamadır ve bu işlem ile aroma, renk, tekstür ve görünüşte önemli ölçüde iyileşme sağlanır. Kavrulmuş fındıklardaki en temel problem ısı nedeniyle maruz kaldıkları oksidasyondur. Oksidasyon, sadece tat ve koku bozulmaları yönünden değil, aynı zamanda insan sağlığı açısından da tehlikeli, hatta karsinojenik tepkime ürünlerinin oluşması nedeniyle oldukça önemlidir. İşte bu nedenle iyi kalite ambalaj materyali veya yapay antioksidan maddeler kullanılır.

Değişik ambalaj materyalleri ile gıdaların raf ömrü artırılmakta ve kalite kayıpları önlenmektedir. Yenilebilir kaplamalar, lipit oksidasyonunu engellemek için kullanılan en etkili yöntemlerden biridir. Son yıllarda polisakkarit, lipit ve protein orijinli yenilebilir filmler üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Antioksidan ilavesi ile yenilebilir kaplamaların bu etkisi artırılabilir. Son yıllarda birçok üründe olduğu gibi sentetik katkılar da yerini doğal olanlara bırakmaktadır. Doğal bitki ekstraktları alternatif koruyucular olarak farklı alanlarda kullanılmaktadır. Antioksidan özellikleri ile bilinen birçok uçucu yağın yenilebilir kaplamalarla birlikte kullanılması ile hem kalite ve raf ömrünün artırılması, hem de farklı aromaların kazandırılmasıyla ürün çeşitliliğinin artırılması mümkündür.

Yenilebilir film ambalajlar, duyusal özelliklerin tüketici tarafından kabul edilmesinde önemlidir. Yenilebilir film ve kaplamaların duyusal özellikleri üzerine yapılmış çok az

sayıda araştırma vardır. Bu çalışmada amaç, protein esaslı yenilebilir kaplamaların, fındığın oksidasyonu üzerine etkisini ve tüketiciler tarafından beğenilirliğini belirlemektir. Elde edilecek olan yenilebilir kaplama hem evre kirliliğini azaltmada, hem de ambalaj maliyetini dūřürmede oldukça önemli olacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Fındık Meyvesi ve Bileşimi

Türkiye'nin ekonomik ticari hayatında önemli bir yeri olan fındık, fındık ağacının (*Corylus avellana* L.) meyvesidir. Türkiye, yılda ortalama 500 bin ton civarında üretim ile dünya üretiminin % 75'ini ve dünya fındık ticaretinin % 70-75'ini gerçekleştirerek en büyük ihracatçı konumunda bulunmaktadır. Türkiye'nin AB ülkelerine yapılan fındık ihracatı içindeki payı, yıllar itibariyle değişmekle beraber %80-85 düzeyindedir.

Fındık, ekonomik değerinin yanı sıra duyuşsal özelliklerinden dolayı çikolata ve pasta endüstrisi için, en önemli materyallerden biridir (Fallico *et al.* 2003). Aynı zamanda fırıncılık ürünlerinde, tahıllarda, süt ürünlerinde, salata, sos formülasyonlarında aroma ve tekstüre katkıda bulunmak için kullanılmaktadır. Farklı gıdalarda arzu edilen aromayı sağlamanın yanı sıra protein, yağ, vitamin ve mineral içeriğinden dolayı insan sağlığı ve beslenmesinde önemli bir role sahiptir (Özdemir and Akıncı 2004). E vitamini ve steroller yanında özellikle tekli doymamış yağ asitlerince zengindir. Yerli fındık çeşitlerinin bileşimi üzerinde yapılan araştırmalara göre, meyvenin kabuk oranı % 48,0, iç fındıktaki su % 4,1, protein % 16,6 ve yağ % 64,7 olarak belirlenmiştir (Yazıcıoğlu ve Karaali 1983). Başka bir araştırmada ise, 5 farklı ticari hibrit fındık varyetesinin yağ oranı % 67,1-70,8 arasında bulunurken, yağ asitleri dağılımı % 6,6-8,3 palmitik asit, % 2,8-3,8 stearik asit, % 75,7-77,7 oleik asit ve % 11,1-13,8 linoleik asit olarak tespit edilmiştir (Özdemir *et al.* 2001a). Tüketime sunulan yağın oleik asitçe zengin olması nedeniyle serum kolestrol seviyesini düşürdüğü ve bunun bir sonucu olarak kardiyovasküler hastalık riskini azalttığı ve sıklıkla tüketilmesi halinde normal bir insandaki lipoprotein profilini iyi yönde değiştirdiği belirtilmiştir (Mattson 1989, Elvevol *et al.* 1990).

Fındık tüm elzem amino asitlerle beraber çoğu elzem mineralleri içermektedir (Alasalvar *et al.* 2003). Akçakoca, Ordu, Trabzon ve Giresun'da yetişen fındık çeşitleri üzerine yapılan bir çalışmada vitamin dağılımı, B₁ 0,30±0,07, B₂ 0,10±0,01, B₃

1,81±0,28, B₆ 0,24± 0,05 ve α-tokoferol 35,53±3,82 (mg/100g) olarak tespit edilmiştir. Aynı araştırmada mineral maddelerden demir 2,32±0,21, çinko 1,95±0,25, bakır 0,65±0,29, magnezyum 143,59±14,86, manganez 6,09±4,17, kalsiyum 83,51±5,14, potasyum 637,14±105,33, sodyum 0,70±0,10 (mg/100g) olarak belirlenmiştir (Açkurt *et al.* 1999). Görüldüğü gibi fındık, vücutta karbonhidrat, protein ve yağ metabolizmalarını düzenleyici olarak görev yapan bazı B gurubu vitaminleri için önemli bir kaynaktır. Kan yapımı ve ruh sağlığı için gerekli olan B2 ve B6 vitaminleri, özellikle gelişme çağındaki çocukların beslenmesinde büyük öneme sahiptir. Antioksidan özelliğe sahip olan E vitamini ayrıca alyuvarların parçalanmasını yani hemolizini önler ve hücrelerin dayanıklılığını artırarak anemiyi önleyici özellik gösterir. Günlük 40 g fındığın tavsiye edilen vitamin E ihtiyacını karşıladığı bildirilmiştir (Alaşalvar *et al.* 2003). Fındık kemiklerin ve dişlerin yapımı için gerekli olan kalsiyum, kan yapımında görev alan demir, büyüme ve cinsiyet hormonlarının gelişmesinde rol oynayan çinko için de en iyi bitkisel kaynaklardan biridir. Sinirlerin uyarılması ve kas dokusunun çalışması için gerekli olan potasyumca zengin, magnezyum ve kalsiyum içeriği yüksek, sodyum miktarı düşük olan fındığın, kemik gelişimi ve sağlığı ile kan basıncının düzenlenmesinde büyük önemi vardır. Ayrıca Villaroel *et al.* (1987), sistin ve metiyonin amino asitleri bakımından yetersiz olan baklagiller, fındıkla birlikte tüketilmesi halinde tamamlayıcı bir protein kaynağı olarak kullanılabilmesi belirtilmektedir.

2.2 Kavurma İşlemi

Kavurma, fındık işlemede temel bir aşamadır. Kavurulmuş fındık, çerez olarak tüketildiği gibi tatlı, şekerleme, çikolata ve bisküvi formülasyonlarında da kullanılır (Demir and Cronin 2005). Kavurma işlemi ile aroma, renk, tekstür ve görünüşte önemli ölçüde iyileşme sağlanır. Sonuçta lezzetli, işlenmemiş materyalden daha aromatik, gevrek ve kırılgan bir ürün elde edilir (Özdemir *et al.* 2001a). Aynı zamanda kavurma ile iç fındık üzerindeki kabuk zarı uzaklaştırılırken, kontamine olan ve istenmeyen mikroorganizmalar uzaklaştırılır, enzimler inaktif hale getirilir (Özdemir and Devres 2000). Fındık gibi ürünlere kavurmada uygulanan termal işlem, karbonhidrat, protein, yağ ve vitaminlerin değişimine neden olur. Protein ve aminoasitler çapraz bağlanabilir veya bozulabilir; yağlar bozulabilir veya okside olabilir; vitamin ve aminoasit gibi besin

öğeleri zarar görebilir veya kavurma sırasında diğer maddelerle reaksiyona girerek bloke olabilirler. Bu kimyasal reaksiyonların tümü, kavrulmuş ürünün renk, tekstür, aroma, besin değeri ve raf ömrü gibi kalite özelliklerini değiştirir (Özdemir *et al.* 2001b). Ancak bu değişikliklerde temel olarak, kavurma sırasındaki kuruma ve enzimatik olmayan esmerleşme ile ilgili reaksiyonlar rol oynar (Buckholz *et al.* 1980, Moss and Otten 1989). Enzimatik esmerleşmenin az olmasının muhtemel sebebi kavurma sıcaklığında bu esmerleşmeden sorumlu enzimlerin inaktive olmasıdır (Troller 1989, Driscoll and Madamba 1994). Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları indirgen şekerlerin karbonil grubu ile aminoasitlerin amin grubu arasında başlar. Bu yüzden enzimatik olmayan esmerleşme proteinlerin sindirilebilirliğini düşürdüğü ve esansiyel aminoasitlerin kaybına neden olduğu için besin değerinde azalma olur (Troller 1989). Diğer taraftan enzimatik olmayan esmerleşme ürünleri antioksidan özelliğe sahiptir. Antioksidan özellik, fenolik yapıların oluşumu ve/veya melanoidinlerin metallerle şelat oluşturma özelliği ile ilgilidir (O'Brien and Morrissey 1989, Nicoli *et al.* 1991).

Kavurma işleminde uygulanan 135-150 °C sıcaklık ve 25-45 dakikalık sürenin, fındıktaki renk değerleri yönünden en uygun koşullar olduğu belirtilmiştir (Şimşek 2006).

Kavrulmuş fındıklardaki temel sorun ısı nedeniyle maruz kaldıkları oksidasyondur. Kavurma sırasında azalan nem yanında, depolama boyunca yağ oksijen transferi sonucu oksidasyon hızlanabilmektedir (Perren *et al.* 1996). Tüm bu etkiler kavrulmuş fındığın raf ömrünün kısa olmasına neden olmaktadır. Kavrulmuş fıstıkların farklı koşullarda depolanması sırasındaki değişimlerin incelendiği birçok çalışma olmasına rağmen (Braddock *et al.* 1995, Mate *et al.* 1996, Lee and Krochta 2002), kavrulmuş fındıklar hakkında yeterince çalışma yoktur.

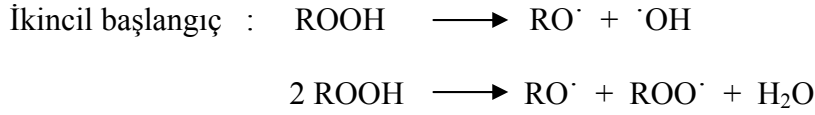
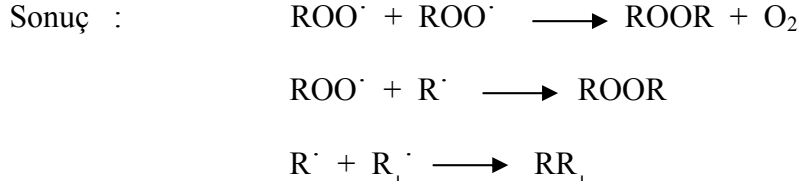
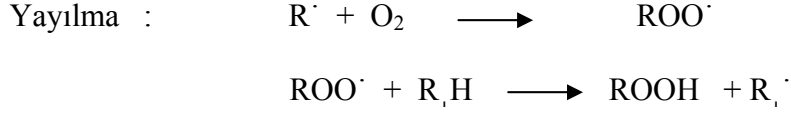
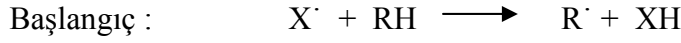
Yağ oksidasyonu sırasında tat ve koku bozulmaları yanında, insan sağlığı açısından zararlı, hatta karsinojenik tepkime ürünleri de oluşmaktadır. Oksidasyon ürünleri az oranlarda oluşmasına rağmen, lipid bozulma ürünleri olan uçucu ürünler, lezzet kaybına

yol açar ve tüketiciler tarafından önceden fark edilir. Oluşabilecek oksidatif tepkimeleri önlemek için, mümkün olduğunca oksijenle yağın temasını kesmek veya inert gaz atmosferinde muhafaza, düşük sıcaklık derecelerinde ve ışıktan koruyarak depolama yanında, antioksidan maddelerden de yararlanılmaktadır (Kayahan 2004).

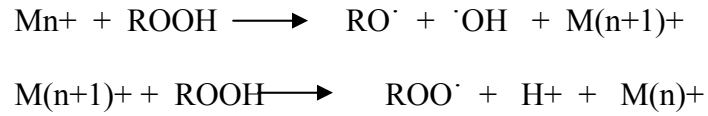
2.3 Otoksidasyon Mekanizması

Yağlar ve yağlı gıdalar, sıcaklık artışı ve uzun dönem depolama sırasında bazı degradasyon reaksiyonları sebebiyle bozulurlar. Temel bozulma süreci, oksidasyon reaksiyonları ve oksidasyon ürünlerinin dekompozisyonudur. Bunun sonucunda besin değeri ve duyu kalite azalır. Bu oksidasyon reaksiyonlarını geciktirmek, gıda üreticilerinden tüketicilere kadar gıda zincirindeki herkes için önemlidir.

Otoksidasyon üç aşamada gerçekleşir. İlk aşama, lipit moleküllerinden radikallerin oluştuğu başlangıç aşamasıdır. Hidroksil radikali gibi reaktif hidrojen atomu lipit oksidasyonunun başlamasına neden olabilir. Hidroperoksitlerin homolitik parçalanmasıyla oluşan ikincil başlangıç nispeten düşük enerjili bir reaksiyondur ve bu genellikle yenilebilir yağlarda asıl başlangıç reaksiyonudur. Bu reaksiyon genellikle metal iyonlarca katalizlenir. Başlangıç aşamasından sonra, bir lipit radikalinin farklı lipit radikale dönüştüğü yayılma reaksiyonlarında genellikle bir lipit molekülünden bir hidrojen atomu ayrılır veya bir alkil radikale oksijen eklenir. Reaksiyon entalpisi başlangıç reaksiyonunkinden nispeten düşüktür, bu yüzden yayılma reaksiyonları başlangıç reaksiyonlarına kıyasla daha hızlı meydana gelir. Normal atmosferik oksijen basıncında, alkil radikallerinin oksijen ile reaksiyonu çok hızlıdır ve peroksi radikalleri alkil radikallerinden çok daha yüksek konsantrasyonlarda bulunur. Tamamlanmış elektronlu molekülleri oluşturmak için serbest radikallerin bir araya getirildiği sonuç reaksiyonları düşük enerjili olmasına karşın radikallerin düşük konsantrasyonları ve çarpışma için doğru yönelme reaksiyonlarına ihtiyaç olması sınırlayıcı faktörlerdir.



Metallerce katalizlenen başlangıç :



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

ROOH : Hidroperoksit

ROOR: Eter

ROO \cdot : Peroksi radikali

RO \cdot : Alkoksi radikali

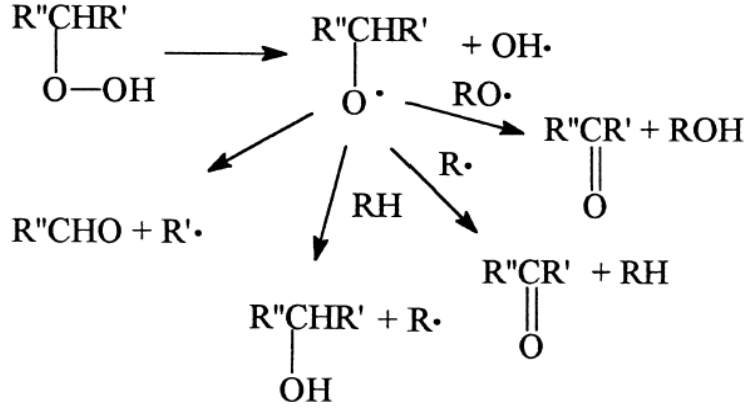
HO \cdot : Hidroksi radikali

R \cdot : Lipit radikali

M : Çok değerlikli metaller (Cu, Fe)

Serbest radikaller tarafından başlatılan doymamış yağların oksidasyonu, gıda kalitesinin düşmesinin temel nedenlerinden biridir. Birincil otoksidasyon ürünleri hidroperoksitlerdir. Bunların tadı ve aroması yoktur ama bunların degradasyon ürünleri

(aldehit , ketonlar vb) çok güçlü tat ve aroma değiştiricisidir (Hraş *et al.* 2000). Hidroperoksitten oluşan ikincil ürünler Şekil 2.1' de gösterilmektedir.



Şekil 2.1 Hidroperoksitten ikincil ürün oluşumu

2.4 Yenilebilir Film ve Kaplamalar

Su, oksijen, lipit ve aroma maddelerine karşı bariyer özellik gösteren yenilebilir film ve kaplamalar, sentetik filmlerin alternatifi veya tamamlayıcısı olarak kullanılır ve ekonomik olması yanında ambalaj materyaline yeniden kullanılabilirlik kazandırır (Mate and Krochta 1998). Farklı özellikteki ambalaj materyalleri ile gıdaların raf ömrü uzatılmakta ve kalite kayıplarının önüne geçilmektedir (Ayrancı and Tunç 2003). Son yıllarda çevre ve sınırlı kaynaklar konusunda artan kaygı nedeniyle, ürün kalitesini geliştirebilen ve/veya atık problemini azaltabilen yenilebilir kaynakların kullanımı ve biyo bozunur filmlerin üretimi keşfedilmiştir (Krochta 2002). Yenilebilir film ve kaplamalar, gıda kalitesini artırmak ve ihtiyaç duyulan geleneksel ambalaj miktarını azaltmak için ikinci ambalaj materyali olarak görev yapabilirler. Örneğin, yenilebilir film ve kaplamalar, nem ve gaz bariyeri olarak görev yapar ve böylece ilk ambalaj aıldıktan sonra gıdanın korunmasını sağlayarak gıda kalitesini artırmak için kullanılabilirler. Yenilebilir film ve kaplamalar, geleneksel sentetik ve biyo bozunur plastiklerin kullanılmadığı yerlerde gıda ambalajı olarak potansiyel bir kullanım alanı sağlar. Örneğin, yenilebilir filmler tek öğünlük olarak tasarlanan şehriye veya çorba/çeşni kombinasyonlarında çözünebilir ve kullanışlı keseler olarak kullanılabilirler.

Gıda endüstrisinde önceden ölçülmüş/tartılmış katkı maddelerinin naklinde kullanılabilirler. Yenilebilir filmler gıda üreticilerine yeni ürün geliştirmek ve işlemek konusunda yeni fırsatlar da sunabilirler.

Yenilebilir filmlerin, yenilebilir kaplamalardan farkı, önceden şekil verilmiş ve serbestçe kullanılabilen parçalar olmalarıdır (Krochta 1992, Chen 1995).

Kaplama formülasyonları gıdaların görünüşünü geliştirmede ve çeşnileri yapıştırmak için kullanılabilirler. Örneğin yenilebilir kaplamalar, çerez veya krakerlerin yüzeyine püskürtülerek veya daldırma işlemi ile kaplanabilir (Druchta and De Mulder Johnston 1997). Şekerler, yapışkanlığı azaltarak tekstürü geliştirmek amacıyla sıklıkla yenilebilir filmlerle kaplanırlar (McHugh 2000).

Yenilebilir kaplamalar, nem değişikliklerine, oksijen alımına ve aroma kayıplarına karşı ürünü koruyarak, ambalaj açıldıktan sonra gıdaların kalitesinin korunmasında potansiyel özelliktedirler (Krochta 1997a.). Kaplamalar, güzel renk tonunu, görünüşü, mekanik ve reolojik özellikleri korurken, su buharı, oksijen, karbondioksit ve lipit geçişine karşı engelleyici özellik göstermelidirler (Guilbert *et al.* 1996).

Yenilebilir filmler katı bir parça olarak, nem, oksijen, karbondioksit, aroma ve lipit geçişini engellemek için, gıda bileşenleri arasına veya gıda sistemlerinin yüzeyine uygulanabilir. Tatmin edici mekanik özellikleri ile yenilebilir filmlerin, bazı gıdalar için yenilebilir ambalaj olarak da kullanılması uzak değildir (Krochta and De Mulder-Johnston 1997). Bu filmlerin çok sayıda faydası olmasına rağmen, ticari uygulamalarda bazı engeller henüz aşılamamıştır.

Yenilebilir filmlerin çoğunun hammaddesi tabiatta bol olan ve/veya atık kaynaklardır. Deniz kabuklularından elde edilen kitosan ve buğday proteini olan gluten örnek olarak verilebilir. Bazı materyallerin saflaştırma maliyeti, uygulanabilirlikleri açısından ekonomik olmayabilir. Krochta and De Mulder-Johnston (1997)'e göre yenilebilir filmlerin maliyeti, soya protein izolatı için \$1.30/lb' den PAS protein izolatı için \$6-

12/lb'ye kadar değişebilir. Kollojen filmlerin maliyeti \$49-54/lb, sentetik polimerlerin maliyeti ise genellikle \$1/lb'den daha azdır. Ancak çok az miktardaki kaplama çözeltisi ile oldukça fazla miktarda gıdayı kaplamak mümkün olmaktadır.

Kabul etmek gerekir ki, yenilebilir bir film genellikle güvenli (GRAS) olarak tanımlanmalı ve FDA (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi) tarafından belirtilmiş sınırlar içinde kullanılmalıdır. Çoğu yenilebilir filmler gıda saflığında (food-grade) materyallerden üretilebilir, ama çoğunun çözünmesi için çözücü gerekir. Sonuç olarak doğrudan gıdayla temas halinde olan herhangi bir materyal düzenli olarak kontrol edilmelidir (Lacroix and Cooksey 2005).

Protein filmler gibi biyobozunur filmlerin başarılı kullanımında diğer engel de, depolama boyunca filmlerin fonksiyonel özelliklerinin stabilizasyonu, çözünürlüğü ve mekanik özelliklerinin geliştirilmesidir. Ticari uygulamalarda başarılı olmak için filmlerin duysal ve kalite özelliklerinin de iyileştirilmesi gerekir (Lacroix and Cooksey 2005).

Son yıllarda polisakkarit, lipit ve protein orijinli yenilebilir filmler konusunda çalışmalar yoğunlaşmıştır (Guilbert 1986, Kester and Fennema 1986, Krochta *et al.* 1994, Guilbert *et al.* 1996, Krochta and De Mulder-Johnston 1997). Yenilebilir film ve ambalajlar, kırılma veya zedelenmeyi (yaralanmayı) azaltarak bir gıda için bazı mekanik özellikleri korumanın yanı sıra nem, oksijen, lezzet, aroma ve/veya yağ geçişini engelleyici özellik gösterebilir ve böylece gıda kalitesini ve raf ömrünü geliştirebilirler. Yenilebilir biyo polimer kaplamaların oksijen geçirmezliği poliviniliden klorür (PVDC) ve etilen vinilalkol (EVOH) gibi sentetik polimerlere göre çok daha iyidir (Trezza and Krochta 2002). Bu nedenle protein kaplamalar, maliyeti düşürdüğü ve daha basit ambalajın daha kolay geri dönüşümü olduğu için, potansiyel olarak yüksek maliyetli oksijen geçişini engelleyici ambalajlara olan ihtiyacı azaltabilir (Mate and Krochta 1997). Özellikle proteinlerden yapılan biyo polimer filmlerin lezzet ve aroma kaybını engelleme özelliği mükemmeldir.

2.5 Protein Bazlı Yenilebilir Filmler

Protein bazlı yenilebilir filmler, sentetik filmlere göre oksijen geçişini engelleme özelliği iyi ve ambalaj materyali olarak kullanılması için yeterli mekanik güç gösterirken, proteinlerin hidrofilik özelliklerinden dolayı su buharı geçirgenliğini engelleme özelliği zayıftır (Krochta 1992). Bu özelliği iyileştirmek amacıyla lipitler katılabilir (Gennadios *et al.* 1994). Protein polipeptit zincirleri arasındaki çekim kuvvetindeki artışın filmlerin bariyer özelliklerinin geliştirilmesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Örneğin, kimyasal, enzimatik ve fiziksel uygulamalarla (ısıtma işlemi, ışınlatma) proteinlerdeki çapraz bağlanmaların filmin mekanik özellikleri ve proteoliz dayanıklılığı yanında su buharı bariyer özelliğini de geliştirdiği belirtilmiştir (Braut *et al.* 1997, Ressouany *et al.* 1998, 2000, Sabato *et al.* 2001, Ouattara *et al.* 2002 a).

Protein filmler, bitkisel (zein, gluten, soya proteini) ve hayvansal (kollojen, jelatin, kazein ve PAS proteini) olarak iki gruba ayrılır.

PAS ve kazein proteinleri gibi süt proteinleri de mükemmel besleyici değeri ve yenilebilir filmlerin oluşumunda önemli ve çeşitli fonksiyonel özelliklerinden dolayı yoğun şekilde çalışılmıştır (McHugh and Krochta 1994, Chen 1995). Süt proteini esaslı yenilebilir filmlerin tatsız, kokusuz ve esnek, formülasyona bağlı olarak şeffaftan (transparan) yarı şeffafa (yarı transparana) kadar değiştiği belirtilmiştir (Chen 1995).

2.5.1 PAS ve PAS protein izolatu

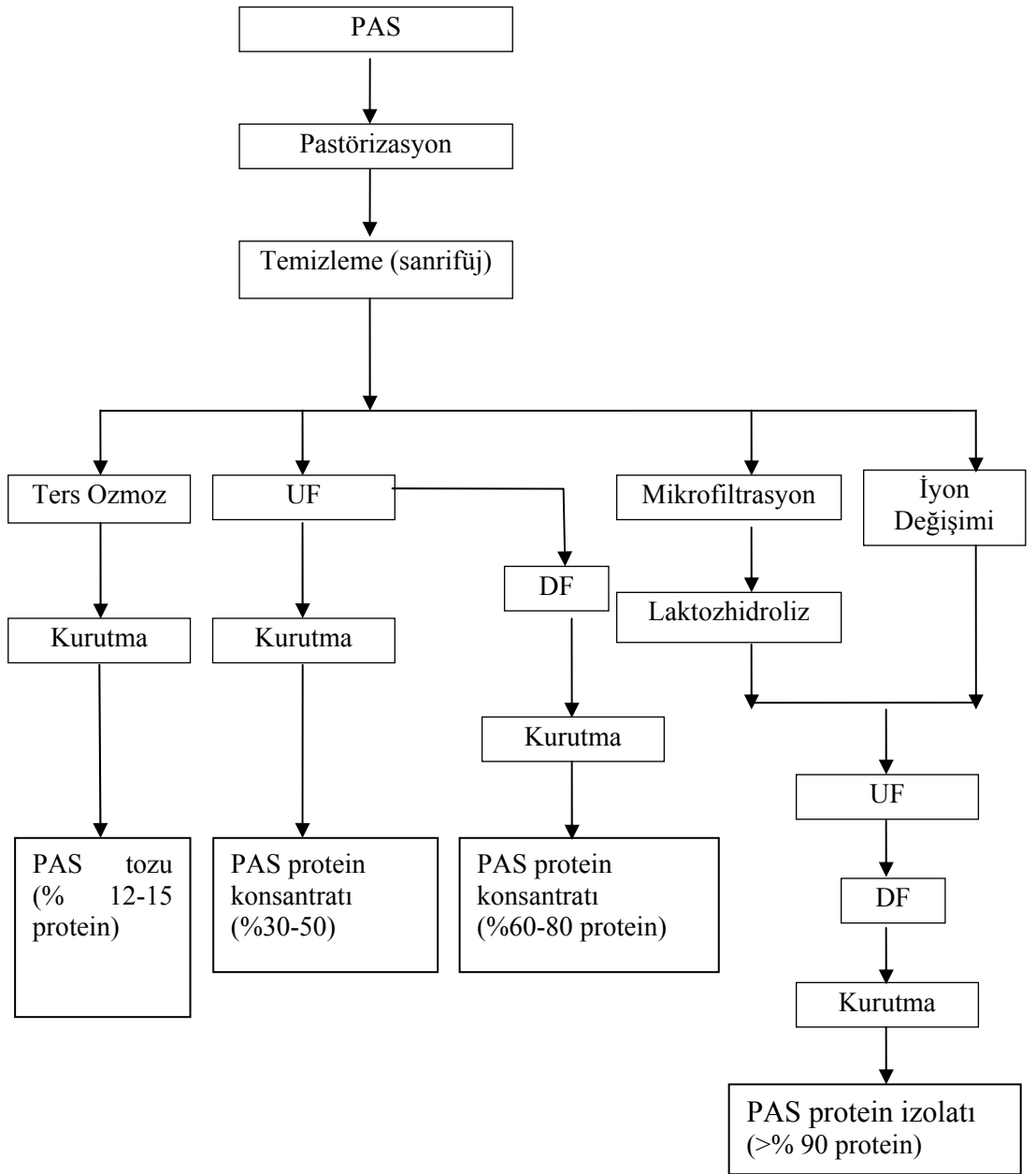
PAS protein izolatu, film ve kaplamalarda kullanılan en yaygın protein esaslı materyaldir. PAS, peynir üretimi sırasında çökelme ve kazeinin ayrılmasından sonra geri kalan sıvıdır. Yaklaşık 1 kg peynir üretimi sırasında 9 kg PAS ortaya çıkar (Kosikowski 1979). Yüksek besleyici değeri ve fonksiyonel özelliklerinden dolayı, potansiyel gıda bileşeni olarak önemi artmaktadır. Sıvı PAS, süt hacminin % 85-95'ini oluşturur ve sütteki proteinlerin yaklaşık % 20'sini içerir (Maynes and Krochta 1994). Bileşiminde laktoz, çözünebilir proteinler, lipitler ve mineral tuzlar mevcuttur. Bunlar

arasında, çözünebilir proteinler sıvı PAS'ın % 0,6-0,8'ini oluşturur (Siso 1996). PAS genellikle peynir altı proteinlerini konsantre etmek için işlenir ve arzu edilen fonksiyonel özelliklerinden dolayı işlenmiş etlerde, fırın ürünlerinde ticari olarak kullanılmak üzere farklı şekillerde katkı maddesi olarak pazarlanır. PAS yüksek rutubet ve düşük kuru madde içeriğinden ve peynir üretiminde kullanılan starter organizmaların varlığından dolayı kolayca bozulma eğilimi gösterir. Bu nedenle raf ömrünü uzatmak için su uzaklaştırılır. Bunun için yüksek hızda ve düşük sıcaklıkta çalışan sprey kurutucular kullanılır. PAS proteinlerinin denatürasyonunu engellemek için yüksek sıcaklıktan (>75° C) kaçınılmalıdır (Renyard and Whitehead 1992, Morr and Ha 1993). PAS tozunun bileşimi, üretim işlemine göre değişir. PAS tozu, ters ozmoz ile suyun uzaklaştırılması sonucu elde edilebilir. Bu % 13 protein, % 1 yağ, % 76 laktoz ve % 10 kül içerir. % 35'lik PAS protein konsantratu, % 35 protein, %4 yağ, % 53 laktoz ve % 8 kül içerirken; % 50'lik PAS protein konsantratu, % 53 protein, %5 yağ, % 35 laktoz ve % 7 kül içerir. % 80 protein içeren PAS protein konsantratında, laktoz %7'ye düşürülmüş yağ ve kül %4-7 arasında değişmiştir. PAS protein izolatu % 90'dan fazla protein, %1'den az yağ ve %1-4 arasında kül ve laktoz içerir (Huffman 1996). Bu proteinler ticari olarak çeşitli şekillerde satılmakta ve katkı maddesi olarak işlenmiş etlerde, fırın ürünlerinde kullanılmaktadır.

PAS proteininin geri kazanımı için kullanılan endüstriyel işlemler; ultrafiltrasyon (UF), ters ozmoz, jel filtrasyonu, elektrodializ, iyon değişim kromatografisi ve diafiltrasyondur (DF) (De Boer *et al.* 1977, Matthews 1984, Glover 1985, St-Gelais *et al.* 1992, Letendre *et al.* 2002a). Bu işlemler genellikle PAS protein konsantratını (% 25-80 protein) veya PAS protein izolatını (> % 90 protein) elde etmek için kullanılır.

PAS protein konsantratını elde etmek için, PAS pastörize edilir ve küçük peynir ve kazein parçalarını uzaklaştırmak için santrifüj edilir. Daha sonra UF ile laktoz ve mineraller uzaklaştırılır ve PAS'ın protein ve yağları konsantre edilir. Ultrafiltrasyonda su, tuz ve laktoz gibi küçük moleküller membrandan geçer. Daha sonraki sprey kurutma aşamasında toz olarak elde edilir. DF, PAS proteinlerini % 80'e kadar konsantre edebilir. Bu membran işlemi laktoz ve minerallerin yıkanması için su buharı uygulanmasını içerir.

Mikrofiltrasyon ile yağlar ayrılır ve laktozun hidrolizi ile laktoz uzaklaştırılır. Düşük yağlı ve düşük laktozlu PAS protein izolatu üretmek için her iki prosesi de UF ve DF takip eder. İyon değişimi ise PAS protein izolatu eldesinde kullanılan diğer bir yoldur. Bu işlem PAS protein izolatu üretiminde UF'dan önceki uygulamadır. Peynir altı protein üretim işlemi aşağıda şematize edilmiştir.



Şekil 2.2 PAS proteinlerinin üretim basamakları (Early 1992, Huffman 1996).

PAS proteinleri 65 °C'un üstündeki sıcaklıklarda denatüre olurlar. Isıl denatürasyon aşaması içeren bir işlem ile üretilen PAS protein filmleri kovalent disülfür bağlarının oluşumundan dolayı suda çözünürler (McHugh and Krochta 1994).

2.6 Yenilebilir Film ve Kaplamaların Bileşimi

Hidrokolloitler, polisakkaritler ve proteinler, lipitlere göre daha iyi mekanik dayanıklılık gösterirler. Fakat hidrokolloit filmlerin nem engelleme özelliği zayıftır ve bu özelliğini iyileştirmek için çoğu kez lipitlerle birlikte kullanılırlar ve böylece filmlerin hidrofobik özelliği artırılır (Krochta 1997b, Debeaufort *et al.* 1998).

Yenilebilir filmlere şekil vermek için kullanılan polisakkaritler; alginat, dekstrin, nişasta, pektin, karragenan, kitosan, gam arabik ve selülozdur. Yenilebilir filmlerde kullanılan proteinler, buğday gluteni, kollajen, jelatin, mısır, soya, peanut ve süt proteinleridir (Kester and Fennema 1986). Yenilebilir filmlerde kullanılan lipitler genellikle mumlar (balmumu, kandelilla ve karnauba mumu), sürfaktanlar (gliserol monostearat, asetat monostearat, sitrat gliserol monostearat ve sorbitol monostearat) ve yağ asitleri (laurik, palimitik, stearik asit) dir (Donhowe and Fennema 1993, Park *et al.* 1994, Debeaufort and Voilley 1995).

Sentetik filmlerde olduğu gibi, yenilebilir filmlerde de esnekliği artırmak için plastikleştirici kullanımına ihtiyaç vardır. Protein filmler, polimerlerin güçlü kohezyon enerjisinden dolayı oldukça kırılmandır (Lim *et al.* 2002). Uygun plastikleştirici ilavesi filmlerin visko elastikliğini ve uzayabilirliğini geliştirir (Brault *et al.* 1997). Plastikleştiriciler, polimer zincirlerdeki molekül içi interaksyonları azaltır ve filmlerin esnekliğini artırır. Gıda olarak tüketilebilen plastikleştiriciler, sorbitol, mannitol, sükroz, gliserol, propilen gliserol, polietilen gliserol, trietilen gliserol, yağ asitleri ve monogliseritlerdir (Krochta 1997c). Ressouany *et al.* (1998)'e göre sorbitol kırılmaya dayanıklılığı önemli ölçüde artıran iyi bir plastikleştiricidir. Polietilen glikol ve mannitol daha az plastikleştirici etkiye sahiptir. Gliserolün film formülasyonuna ilavesi

protein-su interaksiyonunda önemli bir azalma meydana getirir (Letendre *et al.* 2002b). Plastikleştiricilerin varlığı, çapraz bağların oluşumunu artırabilir. Film formülasyonuna gliserol, propilenglikol ve trietilenglikol ilavesinin, ışınlama boyunca çapraz bağların oluşumunu artırdığı gözlenmiştir (Brault *et al.* 1997, Mezgheni *et al.* 1998).

Plastikleştirici olarak kullanılan gliserol renksiz, kokusuz, şurup kıvamında, 25°C'daki her 100g suda 71g'ı yüksek çözünürlükte olan bir sıvıdır. Eter, benzen ve kloroformda çözünebilir. Orta ve yüksek derecede higroskopik özelliktedir. Erime noktası 17,8°C olan gliserol, sabun üretim prosesinin bir yan ürünüdür.

Hidrokolloit veya emülsiyon bir film oluşturmak için bir çözücü sistemi gereklidir. Çözücü, ince bir film tabakası oluşturmak için yüksek molekül ağırlıklı polimerlerin çözünmesini ve homojen bir şekilde dağılımını sağlar. Su ve etanol yenilebilir filmlerin yapımında kullanılan iki tipik çözücüdür (Kester and Fennema 1986).

2.7 Yenilebilir Film ve Kaplamaların Gıdaya Uygulanması

Farklı özellikteki yenilebilir film ve kaplamaların gıdaya etkin bir şekilde uygulandığı çalışmalardan anlaşılmaktadır. Dilimlenmiş mango meyvelerine uygulanan kitosan kaplamaların, hem meyvenin raf ömrünü uzattığı hem de kalite özelliklerini geliştirdiği bildirilmiştir (Chien *et al.* 2007).

Farklı kaplama materyallerinin taze kirazlara uygulanması sonucunda, özellikle şellak ve kitosan kaplamanın kirazların kalite kriterlerini muhafaza ettiği ve raf ömrünü geliştirdiği bildirilmiştir (Aday *et al.* 2007).

Değişik konsantrasyonlarda hazırlanan PAS protein izolatu kaplamaların yumurtaların raf ömrünü uzattığı ve kabuk içindeki kalitenin korunmasında önemli ölçüde etkili olduğu bulunmuştur. Ayrıca bu uygulama ile depolama sırasında meydana gelen kayıpların azaltılabileceği belirtilmiştir (Caner 2005).

PAS protein izolatının yenilebilir filmlerde düşük oksijen geçirgenliğine sahip olduğu belirtilmektedir (Hugh and Krochta 1994). Bu izolatların kavrulmuş yarfıstığında kaplama olarak kullanıldığında oksidatif acılaşmayı geciktirdiği gözlenmiştir (Mate and Krochta 1996, Mate *et al.* 1996, Lee and Krochta 2002). Kaplamaların bu koruyucu mekanizmasının, oksijen geçişini engelleme özelliğinden kaynaklandığı bilinmektedir.

PAS proteinlerinin etkili antioksidanlar olduğu ve somon balığını oksidasyona karşı koruduğu (Le Tien *et al.* 2001), böyle kaplamaların dilimlenmiş mantar ve meyvelerin oksidasyonunu azalttığı belirtilmiştir (Nisperos-Carriedo *et al.* 1991, Le Tien *et al.* 2001).

Araştırmacılar, ayrıca bu tür kaplamaların feromonların kontrollü salınmasını sağlayacak taşıyıcılar olarak etkili olduğunu (Atterholt *et al.* 1998), fıstıklarda oksidatif acılaşmayı yavaşlattığını (Mate *et al.* 1996), donmuş somon balıklarının raf ömrünü uzattığını (Stuchell and Krochta 1995), dondurarak kurutulmuş tavuk parçalarını mekanik zararlardan koruduğunu (Alacantara 1996), lipit, lezzet, vitamin ve uçucu yağları bozulmalara karşı koruduğunu (Moreau ve Rosenberg 1996) bildirmektedirler.

Yenilebilir kaplamalar, gıdaların parlaklık, renk ve tekstür özelliklerini çeşitlendirmek için kullanıldıkları gibi, antioksidan, antimikrobiyel, renk, aroma veya enzim gibi bileşenler için taşıyıcı olarak da kullanılırlar (Krochta and De Mulder-Johnston 1997, Krochta 1997a, Miller and Krochta 1998).

Antioksidan ve antimikrobiyel gibi aktif bileşikler yenilebilir film ve kaplamalara ilave edilebilir. Gıdalarda patojen bakteri gelişimini ve bozulmayı kontrol altına almak için organik asitler, uçucu yağlar, tuzlar, baharat ve bakteriyosinlerin (nisin) etkinliği konusunda oldukça fazla çalışma vardır (Siragusa and Dickson 1992, Ming *et al.* 1997, Padgett *et al.* 1998, Ouattara *et al.* 2001).

Ouattara *et al.* (2001), doğal antimikrobiyel bileşenler içeren (kekik yağı, trans-sinamaldehit gibi) süt proteini kaynaklı yenilebilir kaplamaların kullanımının

karideslerin raf ömrünü 12 güne kadar uzattığını belirtmiştir. Işınlama ile kaplamanın birlikte kullanımının sinerjetik inhibitör etkiye sahip olduğu da belirtilmiştir (Lacroix and Ouattara 2000). Baharatlardan ekstre edilen antimikrobiyel bileşenlerin süt protein filmlerinde kullanımının sığır etlerinin ışınlanmadan sonra depolanması sırasında S-H radikal üretimini ve lipit oksidasyonunu azalttığı bildirmiştir (Ouattara *et al.* 2002b).

Sistin ve aromatik aminoasitler de potansiyel serbest radikal yakalayıcıdır ve sebzelerde polifenol oksidaz enzim aktivitesini azaltarak esmerleşme reaksiyonlarını yavaşlattığı bilinmektedir (Berlett and Stadtman 1997). Bu aminoasitlerce zengin protein esaslı kaplamaların antioksidan özellikleri çok iyi bulunmuştur (Le Tien *et al.* 2001).

Askorbik asit ve sitrik asit gibi antioksidanların metil selüloz bazlı yenilebilir filmlerde kullanımı ile oksijen geçirgenliği önemli olan meyve ve sebzelerde oksidasyon hızını azalttığı belirtilmektedir (Ayrancı and Tunç 2003).

Kaplamaların etkisini artırmak için antioksidan ilavesi yapılmakta (Swenson *et al.* 1953, Mate and Krochta 1997), fakat yapılan bu sentetik ilavenin tüketicinin gıdaya olan isteğinin azalmasına neden olduğu (Finley and Otterburn 1993) vurgulanmaktadır. Son yıllarda birçok üründe sentetik katkıları, yerini doğal olanlara bırakmış, doğal antioksidan kaynağı olan baharat ve aromatik bitkilere ilgi artmıştır (Dorman *et al.* 1995, Lis-Balchin *et al.* 1998, Baratta *et al.* 1998, Pokorny *et al.* 2001). Doğal bitki ekstraktları alternatif koruyucular olarak farklı alanlarda kullanılmaktadır. Radikal yakalama aktivitelerinden dolayı potansiyel antioksidanlar olan uçucu yağların az miktarlarda kullanımı ile gıdalarda depolanma boyunca ortaya çıkan bazı kimyasal bozulmaları engellemek veya geciktirmek mümkün olmuştur (Puertas-Mejía *et al.* 2002). Ancak uçucu yağların yenilebilir ambalaj materyalinde antioksidan olarak kullanıldığı sınırlı sayıda çalışma vardır. Bir çalışmada farklı uçucu yağlar ilave edilmiş protein bazlı filmlerle kaplanan sığır etlerinde raf ömrünün arttığı belirtilmiştir (Oussalah *et al.* 2004). Bunda farklı baharat ekstraktlarının uçucu yağ fraksiyonlarındaki fenolik bileşiklerin katkısı çok büyük olmuştur (Deighton *et al.* 1993). Böylece uzun yıllardan beri gıdaların duyuşal özelliklerini iyileştirdiği için

kullanılan baharatların değerinin arttığı bir kez daha vurgulanmıştır (Tomaino *et al.* 2005).

Adaçayı, mercanköşk, biberiye, sarmısak, kekik ve yenibahar ekstraktlarının antioksidan özelliklere sahip olduğu bir çok çalışmada bildirilmiştir (Hammer *et al.* 1999, Dorman and Deans 2000).

2.8 Antioksidan Mekanizması

Oksidasyon inhibitörleri son yıllarda çoğunlukla antioksidanlar olarak adlandırılmaktadır. Bu inhibitörler çok çeşitli kimyasal yapılara ve farklı mekanizmalara sahiptir. Antioksidan aktivite, lipit bileşimi, antioksidan derişimi, sıcaklık, oksijen basıncı, protein, su gibi yaygın gıda bileşenleri ve diğer antioksidanların varlığı gibi birçok faktöre bağlıdır.

Özellikle yağlar ve yağ içeren gıdalara antioksidanların ilavesi, raf ömrünü uzatmak için bir yöntemdir. Sentetik antioksidanların kanserojenik olabileceği kuşkusundan dolayı BHA, BHT gibi antioksidanların gıdalarda kullanımı sınırlandırılmıştır (Jayaprakasha *et al.* 2003). Bu yüzden özellikle bitki orjinli doğal antioksidanların araştırılmasının önemi son yıllarda artmıştır. Birçok bitki ve baharatın, yağlarda ve yağlı gıdalarda oksidasyon gelişimini geciktirmede etkili olduğu belirtilmiştir. Bunlardan bazılarının antioksidan kapasitesinin sentetik antioksidanlardan daha yüksek olduğu kanıtlanmıştır. Uçucu yağlar potansiyel antioksidanlardır. Lipofilik özelliklerinden ve radikal yakalama aktivitelerinden dolayı, yağ ve yağ içeren gıda sistemlerinde ürünlerin depolanması boyunca ortaya çıkan bazı kimyasal bozulmaları engellemek veya geciktirmek için az miktarlarda kullanımı mümkündür (Puertas-Mejía *et al.* 2002)

Tüm antioksidanlar iki ana grupta toplanabilir. Bunlar ;

a) Birincil veya zincir kırıcı antioksidanlar: Lipit radikalleriyle reaksiyona girebilir ve bu bileşikleri daha stabil bileşiklere dönüştürür.

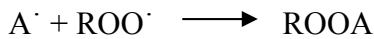
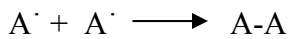
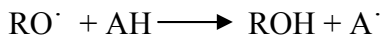


Normal atmosfer basıncı altında oluşan en önemli lipit radikali alkil peroksi radikalidir. Bu bileşik okside edici bir bileşiktir ve kendisi kolayca ilgili anyona indirgenir. Sonuçta bir elektron verici tarafından hidroperoksite (ROOH) dönüşür.

b) İkincil antioksidanlar veya önleyici antioksidanlar: Bunlar zincirin başlangıcında etkili olan antioksidanlardır.

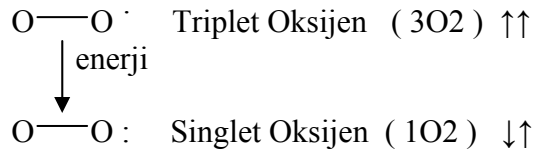


Burada alkil peroksi radikali doğrudan bir hidrojen verici tarafından (AH), ROOH' a dönüştürülür. Diğer taraftan alkil radikali genelde indirgeyici bileşiklerdir ve elektron alıcıları tarafından yok edilir.



Antioksidan aktivite mekanizmalarından en önemlisi, bunların serbest lipit radikalleri ile olan reaksiyonlarıdır. Serbest radikal, en dış yörüngede çiftlenmemiş elektron içeren ve reaktif özellik gösteren moleküllerdir. Serbest lipit radikalleri genellikle lipit hidroperoksitlerinin parçalanmasıyla oluşan peroksi ve alkoksi serbest radikalleridir. Diğer inhibitörler lipit hidroperoksitlerini stabilize eder ve böylece serbest radikal

oluşumunu engeller. Hidroperoksitlerin dekompozisyonu ağır metallerce katalizlendiği için şelat ajanları da oksidasyonu inhibe eder. Sinerjist özellikteki bazı maddeler kendi başına antioksidan aktivite göstermezken, gerçek antioksidanların aktivitesini artırır. Diğer grup, radikal olmayan yolla lipit hidroperoksitlerini dekompoze eder, böylece serbest radikal içeriği azalır. Son olarak singlet oksijen, lipitleri yaygın olan triplet oksijenden çok daha hızlı okside eder. Çünkü triplet oksijende son yörüngedeki elektronlar paralel spinli iken singlet oksijende zıt spinlidir (Şekil 2.3). Bu yüzden singlet oksijen baskılayıcılar da lipit oksidasyonu üzerine önemli inhibitör etkiye sahiptir (Pokorny *et al.* 2001). Bu antioksidan aktivite mekanizmaları Çizelge 2.1’ de verilmiştir.



Şekil 2.3 Singlet ve triplet oksijen

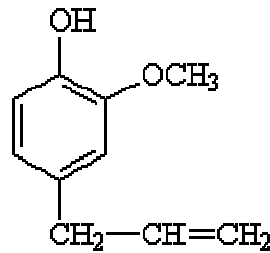
Çizelge 2.1 Antioksidan aktivite mekanizmaları (Pokorny *et al.* 2001)

Antioksidan sınıf	Antioksidan aktivite mekanizması	Örnek antioksidanlar
Gerçek antioksidanlar	Serbest lipit radikallerini inaktive etmek	Fenolik bileşikler
Hidroperoksit stabilizatörleri	Hidroperoksitlerden serbest radikal oluşumunu engellemek	Fenolik bileşikler
Sinerjistler	Gerçek antioksidanların aktivitesini artırmak	Sitrik asit, askorbik asit
Metal şelatörler	Ağır metallerin bağlanması	Fosforik asit, Maillard ürünleri, sitrik asit
Singlet oksijen baskılayıcılar	Singlet oksijeni triplet oksijene dönüştürmek	Karotenler
Hidroperoksitleri azaltan maddeler	Radikal olmayan yolla hidroperoksitleri azaltmak	Proteinler, aminoasitler

İlk kullanılan antioksidan maddeler doğaldır. Fakat daha sonra bunların yerini daha ucuz, daha saf ve daha tekdüze antioksidan özelliklere sahip sentetik antioksidanlar almıştır. Son yıllarda sentetik antioksidanların kullanımı azalmış, hatta bazı ülkelerde yasaklanmıştır (Cuvelier *et al.* 1994). Bunda tüketicilerin doğal ürünlere yönelmeye başlaması yanında sentetik antioksidanların kanserojenik olabileceği kuşkusu ve bazı eksik yönlerinin ortaya çıkması da rol oynamıştır (Chang *et al.* 1977).

2.9 Karanfil ve Tarçın Uçucu Yağları

Karanfil (*Syzygium aromaticum* L.) uçucu yağı, kurutulmuş tomurcukların su veya su buharı destilasyonu ile elde edilen, ortalama % 17 verimi olan, renksiz-açık sarı bir sıvıdır (Akgül 1993). *Syzygium aromaticum* tomurcuklarının temel aroma bileşenleri öjenol ve öjenil asetat olarak tanımlanmıştır (Lee and Shibamoto 2002). Öjenol, vanilin sentezinde de kullanılmaktadır. Çok önemli, bir o kadar da eski ve yaygın kullanılan baharatlardandır. Mutfaklarda tüm halde veya öğütülmüş halde fırın, meyve, sebze ve et ürünlerinde kullanılır. Gıda sanayinde (turşu, likör ve acı içecekler dışında) öğütülmüş baharat, uçucu yağ ve diğer türevleri fırın, şekerleme, domates ketçabı, biberli sos, çeşni ürünleri, reçel, çiklet, dondurma, jelatin, puding, kanatlı sosu, alkollü ve alkolsüz içecekler, baharatlı meyve ve et ürünlerinde kullanılır. Gıda dışında parfümeri, eczacılık ve kozmetik ürünlerinde de kullanılmaktadır (Akgül 1993).



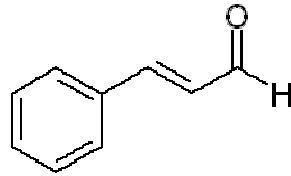
Şekil 2. 4 Öjenolün kimyasal formülü

Syzygium aromaticum, ağız sağlığı ve hastalıklarında bakterilere karşı antimikrobiyel özelliği olan (Cai and Wu 1996), astım ve çeşitli alerjik hastalıklarda başarıyla

kullanılan uçucu bir yağ olduğu bildirilmiştir (Kim *et al.* 1998). Karanfil ayrıca, halk hekimliğinde geleneksel ilaç olarak, sindirim sistemi rahatsızlıkları (Baytop 1999), bakteriyel ve fungal enfeksiyonlar ve diş ağrıları (Zheng *et al.* 1992) gibi birçok hastalığın tedavisinde de kullanılmaktadır.

Karanfil uçucu yağının güçlü bir antioksidan etkiye sahip olduğu (Tomaino *et al.* 2005), hatta biberiye, limon, çay ağacı ve pelin otu uçucu yağından daha güçlü antioksidan aktivite gösterdiği belirtilmiştir (Ponce *et al.* 2004). Bu etkinin uçucu yağının etken bileşeni olan öjenolden kaynaklandığı düşünülmektedir. Baharata tipik koku ve lezzet veren öjenol (2-metoksi-4-allil fenol) ün güçlü antifungal (Zheng *et al.* 1992) ve antioksidan (Lee and Shibamoto 2002) özelliğe sahip olduğu bildirilmiştir.

Tarçın (*Cinnamomum zeylanicum* Nees) uçucu yağı, ağaç gövdesi kabuklarının su buharı destilasyonuna tabi tutulmasıyla elde edilir ve % 0,5-2,5 verimle sarı renkli fakat, depolanmasıyla kırmızı-kahverengi olur. Başlıca bileşenleri, sinnamaldehit (%65-80), öjenol (% 5-10), sinnamil asetat, hidrosinamik aldehit, diğer aldehitler ve esterler, asitler, monotерpenler, alkoller, fenollerdir. Mutfaklarda öğütülmüş kabuk özellikle unlu ve şekerli ürünlerde, ayrıca baharat ve çeşni karışımı, et, sebze, kahve, çikolata ve meyve soslarında; gıda sanayinde başta fırın ürünleri, şekerlemeler, çikletlerde, alkollü ve alkolsüz içecekler, turşular, çeşni ürünleri, et, çorba, sos, dondurma, jelatin ve pudinglerde kullanılır (Akgül 1993).



Şekil 2. 5 Sinnamaldehyt kimyasal formülü

Tarçın kabuk ve yaprak uçucu yağlarının kimyasal bileşimleri üzerinde yapılan çalışmalar çoktur (Doğan ve Bayrak 1982, Jayaprakasha *et al.* 1997, Raina *et al.* 2001), ancak potansiyel antioksidan aktivitesi konusundaki çalışmalar sınırlı sayıdadır (Singh *et al.* 2007).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu çalışmada Fiskobirlik'ten temin edilen ve Giresun tombul fıncığı (11-13mm) olarak bilinen materyal kullanılmıştır. İç fıncık jüt çuvallarda 4 °C'da depolanmıştır. Daha sonra fıncıklar döner tamburlu kavurma makinasında 150 °C'da 30 dakika süre ile kavrulmuştur.

Çalışmada uçucu yağları kullanılan karanfil tomurcukları ve tarçın kabukları, ticari bir firmadan (Ankara) temin edilmiştir. Kaplama materyallerinin hazırlanmasında PAS protein izolatu (Bipro, Davisco Foods International, Le Sueur MN, USA), plastikleştirici olarak gliserol (Merck), emülsifiye edici olarak lesitin (Merck) ve antioksidan olarak α -tokoferol (Sigma) kullanılmıştır. Kullanılan diğer kiyasallar analitik saflıktadır (Merck, Darmstadt, Germany).

3.2 Yöntem

3.2.1 Kavurma işlemleri

Kavurma işlemleri özel olarak dizayn edilmiş döner tamburlu kavurma makinasında (80×110×50cm) yapılmıştır. Tamburun çap ve uzunluğu sırasıyla 20×25cm ve sıcaklığa duyarlılığı ± 1 °C'dur. Çalışmada fıncıklar 400 g'lık partiler halinde 150 °C'da 30 dakika kavurulmuştur. Kavurulmuş fıncıklar kavurucudan çıkarıldıktan sonra eldivenler yardımıyla testa tabakası hemen uzaklaştırılmıştır. Fıncıklar azot gazı altında cam kavanozlara konulmuş ve kaplama işlemine kadar 4 °C'da en çok 2 gün bekletilmiştir.

3.2.2 Kaplama çözeltilerinin hazırlanması

Kaplama çözeltilerinin tümü % 12'lik PAS protein izolatu (g/g) olarak hazırlanmıştır. Kaplama çözeltisi su banyosunda 90 °C'da 30 dakika ısıtılarak hazırlanmıştır. Denature olan çözelti oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra PAS protein izolatu:gliserol oranı 1,5:1 (v/v) olacak şekilde gliserol ilave edilmiştir (McHugh and Krochta 1994). Lesitin % 0,5 oranında çözeltilere ilave edilerek ultraturaks aparatı yardımıyla karıştırılmıştır. Daha sonra elde edilen çözelti 3'e bölünerek % 0,5 karanfil uçucu yağı , % 0,5 tarçın uçucu yağı ve % 0,5 α -tokoferol ilave edilerek, bileşimleri farklı çözeltiler elde edilmiştir. Daldırma yöntemiyle kaplanan fındıklar 12 saat oda sıcaklığında kurutulduktan sonra, 24 °C, 40 °C ve 60 °C sıcaklıktaki etüvlerde sırası ile 280 gün, 140 gün ve 30 gün depolanmıştır.

Çalışmada, tokoferol ile sinerjistik etkinin görülebilmesi için askorbil palmitat kullanımı amaçlanmaktaydı. Ancak bu maddenin kaplama çözeltisinde organik çözücü (aseton) olmadan homojen bir şekilde çözünmesi sağlanamamıştır. Uygulamalar ve örnek kodları aşağıdaki çizelgede verilmiştir. Tüm analizler 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Çizelge 3.1 Kaplama uygulamaları ve örnek kodları

Uygulamalar	Örnek kodları
Kontrol (kaplamasız)	R
PAS protein izolatu + gliserol	W
PAS protein izolatu + gliserol + lesitin	WL
PAS protein izolatu + gliserol + lesitin + karanfil uçucu yağı	WLS
PAS protein izolatu + gliserol + lesitin + tarçın uçucu yağı	WLC
PAS protein izolatu + gliserol + lesitin + α -tokoferol	WLT

3.2.3 Rutubet tayini

Bu deney, hızlı rutubet tayin cihazı kullanılarak yapılmıştır. 3 g öğütülmüş örnek tartılarak 105 °C'da sabit ağırlığa getirilmiş ve kütle kaybı farkından % olarak hesaplanmıştır.

3.2.4 Yağ eldesi

Analizlerde kullanılacak yağlar oksidasyon testlerinde kullanılacağı için soğuk ekstraksiyon yöntemi ile elde edilmiştir. Soğuk ekstraksiyonda; 20 g fındık tartılarak toz haline getirilmiş ve üzerine 200 mL hekzan ilave edilerek çalkalayıcıda 2 saat süre ile karıştırılmıştır. Daha sonra kaba filtre kağıdından süzölmüş ve döner buharlaştırıcıda (rotary evaporatör) 50 °C'u geçmeyen sıcaklıkta çözücü uzaklaştırılarak yağlar elde edilmiştir. Kahverengi şişelere azot gazı altında doldurulan yağlar -24°C'da depolanmıştır.

3.2.5 Uçucu yağın elde edilmesi ve bileşimi

Karanfil tomurcukları iri parçalar, tarçın kabukları ise toz haline getirilerek Clevenger aparatında 3 saat süre ile hidrodestilasyon işlemine tabi tutulmuş ve sonuçlar % olarak hesaplanmıştır. Uçucu yağlar, susuz sodyum sülfatla suyundan uzaklaştırılmış ve +4°C'da depolanmıştır.

Uçucu yağ bileşiminin analizinde GC/MS (Hewlett Packard 6890 N GC- HP 5973 MS) ve HP-5 MS kapiler kolon (30 m x 0.25 µm) kullanılmıştır. İyonizasyon enerjisi 70 eV, enjektör ve dedektör sıcaklığı sırası ile 220, 290°C ve taşıyıcı gaz olarak He (1 mL/dakika) kullanılmıştır. Kolon sıcaklığı, başlangıçta 50 °C'da bekletilip 3 dakika, sonra 3 °C/dakika hızla artarak 150 °C'a çıkmış ve burada 10 dakika bekletilmiştir. Sonra 10 °C/dakika artarak 250 °C'a ulaşmıştır. Örnekler (1:10 v/v) oranında hekzan ile

seyreltilmiş ve splitless modunda enjeksiyon yapılmıştır. Her bir bileşen Wiley kütüphanesinden taranmış ve standartlar verilerek de doğrulanmıştır.

3.2.6 Yağ asiti bileşimi

Elde edilen yağlar Hammond (1991)'a göre yağ asiti metil esterlerine dönüştürülüp, gaz kromatografisinde analiz edilmiştir.

Yağ asitlerinin tanımlanması için Thermo Quest Trace 2000 GC-FID dedektör ve DB-23 kapiler kolon (30 m x 0.25 µm) kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak 1 mL/dakika hızında He gazı kullanılmıştır. Enjektör ve dedektör sıcaklığı 230°C ve kolon sıcaklığı 190 °C olup, analiz için 30 dakikalık bir süre belirlenmiştir. Örneklerden 1 µL enjeksiyon yapılmış ve split (1:80) modunda çalışılmıştır. Yağ asitlerinin tanımlanması için yağ asiti metil esteri standartları kullanılmıştır.

3.2.7 Serbest yağ asitliği, %

Serbest yağ asitliği, 100 g yağdaki serbest asitleri nötralize etmek için gerekli KOH' in mg olarak miktarıdır.

Yüzde serbest yağ asitliği, Anonymous 1989 (AOCS Official Method Ca5a-40)'a göre yapılmıştır. Soğuk ekstraksiyonla elde edilen yağ örneğinden 1,00 ±0,01 g bir erlene tartılmış ve 75 mL % 95' lik etil alkolde çözülmüştür. İndikatör olarak 3-4 damla fenolfitalein damlatılarak, 0,01 N etilalkollü KOH ile renk pembe oluncaya kadar (30 saniye bu renk kalmalı) titre edilmiştir. Örneklerin % serbest yağ asitliği aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Serbest yağ asitliği (oleik asit cinsinden), \%} = \frac{V \times N \times 28,2}{M}$$

N: KOH çözeltisinin normalitesi

V: Harcanan KOH çözeltisinin hacmi, mL

M: Örnek miktarı, g

28,2 : 282 (Oleik asitin molekül ağırlığı) x 100/ 1000

3.2.8. Peroksit sayısı tayini

Yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup, 1 g yağdaki aktif oksijenin mikrogramı olarak miktarıdır.

Peroksit sayısı, Anonymous 1989 (AOCS Official Method Cd8-53)'a göre yapılmıştır. Örnek 1,00 ±0,01 g duyarlılıkla tartılarak 250 mL'lik ağzı traşlı erlene alınıp, üzerine 30 mL asetik asit-kloroform karışımı (3:2 v/v) ilave edilerek yağ çözülür. Daha sonra 0,5 mL doymuş KI ilave edilerek, sürekli ve yüksek hızda 1 dakika süre ile çalkalanır. Bu süre sonunda bekletilmeden 30 mL destile su ilave edilerek, 0,01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilir. Peroksit sayısı, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Peroksit sayısı değeri (meqO}_2\text{/kg yağ)} = \frac{(S-B) \times N \times 1000}{M}$$

S: Titrasyonda harcanan çözeltinin hacmi, mL

B: Titrasyonda kör için harcanan çözeltinin hacmi, mL

N: Sodyum tiyosülfat çözeltisinin normalitesi

M: Örnek miktarı, g

3.2.9 Oksidatif stabilite

Aktif oksijen yöntemi ile Metrohm 743 Rancimat cihazı (Herisau, Switzerland) kullanılarak AOCS Official Method Cd12-57'ye göre tespit edilmiştir (Anonymous 1989). Bu yöntemle yağların stabilitesi veya kararlılığı ölçülmektedir.

Örneklerden elde edilen yağlar $3,00 \pm 0,01$ g duyarlıkla tartılarak cihazın cam tüplerine konulur. Cihazın saf su kaplarına ise yöntemde belirtildiği üzere 60 mL saf su konulur, hava akışı 20 L/dakika hızla ayarlanarak Ransimat cihazı 120 °C'da çalıştırılır. Bu yöntem sayesinde otooksidasyon yöntemi ile elde edilen yüksek seviyede uçucu organik asitler su tarafından absorbe edilmekte ve iletkenlikte artışa sebep olmaktadır. İletkenlikteki artış, zamana karşı grafiğe geçirildiğinde, oluşan eğriye çizilen teğetlerin kesim noktası, indüksiyon periyodunu vermektedir. Bu süre uzunluğu, ransiditeye dayanıklılık indeksi olarak kabul edilir.

3.2.10 Dien ve trien konjügasyonu

Birincil oksidasyon ürünleri olan konjuge dienler 232 nm'de, aldehit ve keton gibi ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumu ise 270 nm'de UV absorpsiyon ile doğru orantılıdır. Örneklerden elde edilen yağlar hekzan ile çözülerek 25 mL' ye tamamlanmıştır. 232 ve 270 nm dalga boyundaki absorbansları 0,2-0,8 arasında olacak şekilde konsantrasyonlar hazırlanıp cihazda okunmuştur. Değerler, elde edilen ölçümlerden AOCS Ch5-91' e göre hesaplanmıştır (Anonymous 1989).

3.2.11 Toplam tokoferol

Spektrofotometrik olarak Wong *et al.* (1988)'a göre belirlenmiştir. Yağ $0,20 \pm 0,01$ g duyarlıkla tartılarak, 5 mL toluende çözülmüş ve içerisine 3,5 mL 2-2'bipiridin çözeltisi ve 0,5 mL demir-3-klorür çözeltisi ilave edilmiştir. Bunun üzerine 1 mL %95'lik etanol

çözeltisi konarak 1 dakika beklenmiş ve 520 nm’de okuma yapılmıştır. Bu değerlerden çizilen standart kurve yardımı ile toplam tokoferol miktarı ppm olarak belirlenmiştir.

3.2.12 DPPH radikalini yakalama aktivitesi

DPPH (2-2¹-difenil-2-pikrilhidrazil) radikali yakalama, gıdalarda antioksidanlar tarafından gerçekleştirilen temel mekanizmadır. Yaklaşık 50 yıl önce Blois (1958) tarafından tanımlanan DPPH yöntemi, antioksidanların hidrojen verme yeteneğine dayanmaktadır. DPPH stabil serbest bir radikaldir ve stabil dimagnetik molekül olmak için elektron veya hidrojen radikali alır (Soares *et al.* 1997). DPPH radikallerinin indirgenme yeteneği antioksidanlar tarafından gerçekleştirilen 517 nm dalga boyundaki azalma ile ölçülmektedir.

Uçucu yağların farklı konsantrasyonlarda hazırlanan metanollü çözeltileri (50 µL) üzerine 2 mL 6x10⁻⁵ M metanollü DPPH çözeltisi ilave edilmiş ve karanlıkta 1 saat bekletilerek 517 nm dalga boyundaki absorbansları ölçülmüştür. Spektrofotometreyi sıfırlamak için metanol kullanılmış, kontrol olarak uçucu yağ bulunmayan örneğin absorbansı ölçülmüştür. Radikal yakalama aktivitesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Serbest radikal yakalama aktivitesi (\%)} = ((A_k - A) / A_k) \times 100$$

A_k : Kontrol örneğinin absorbansı

A : Uçucu yağ ilaveli örneğin absorbansı

Uçucu yağ konsantrasyonuna karşı inhibisyon %' si grafiğe geçirilerek % 50 inhibisyon sağlayan konsantrasyon yani IC₅₀ değeri belirlenmiştir.

3.2.13 Enstrümental renk tayini

Renk, Commission Internationale de'Eclairge (CIE, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu)'e göre L*a*b* sistemiyle ifade edilmiştir. CIE L*a*b* renk aralık sistemi, üç boyutta rengi ölçmemizi sağlayan bir analiz sistemidir. Bu üç boyutlu renk aralık sistemindeki eksenler; L*, a* ve b*'dir. L* değeri, bir nesnenin aydınlığının ölçümüdür ve 0 ile 100 değeri arasındaki bir sayı doğrultusudur. 0 siyah rengi tanımlarken, 100 beyazı tanımlar. Pozitif a* kırmızıyı (+60) ve negatif a*(-60) yeşili tanımlar. Pozitif b* (+60) sarıyı tanımlarken negatif b* (-60) maviyi tanımlar (Moss and Otten 1989, Driscoll and Madamba 1994). Nötr renkler için a* ve b* koordinatları sifıra yaklaşırken, daha doymuş ve keskin renkler için sayısal artış gösterir.

Farklı kaplama materyallerinin ürün rengi üzerine etkisini belirlemek amacı ile Minolta Chromameter CR 300 serisi renk ölçer kullanılarak, fındıkların L* (açıklık-koyuluk), +a* (kırmızılık), +b* (sarılık) renk değerleri D25 optik sensor ile belirlenmiştir (Anonymous 1991). Her uygulama için 10 farklı fındık 3 farklı noktadan ölçülmüştür.

3.2.14 Tekstür analizi

Güç deformasyon kurvesi, gıda ürünlerinde tekstürel değişiklikleri ölçmek için yaygın biçimde kullanılır. Literatürde, güç deformasyon kurvelerindeki kırılma noktaları, maksimum güç, pik gücü veya kırılmanın olduğu ilk pik olarak tanımlanmaktadır (Saklar *et al.* 1999).

Fındık örneklerinin depolama süresince tekstür yapısını incelemek için, mekanik test cihazı (TA-XT2, Stable Micro Systems, Surrey, UK) ve SMS P/36R başlığı kullanılmıştır. Tüm fındıklar aynı pozisyonda yerleştirilmiş, bu pozisyonda duramayan fındıkların alt kısmı hafifçe törpülenmiştir (Demir and Cronin 2005). Her bir ölçüm için 8 fındık kullanılmış ve bunların ortalaması alınmıştır. Test öncesi ve test hızı 1.0 mm/s, test sonrası hız 10.0 mm/s ve basınç uzaklığı ise 3 mm olarak ayarlanmıştır. Güç

deformasyon kurvelerinde ilk kırılma noktaları yani kırılma noktası incelenmiştir. Kırılmanın olduğu ilk pikteki maksimum güç, tekstür ölçümünde kullanılmıştır.

3.2.15 Duyusal değerlendirme

Farklı kaplama materyallerinin duysal özellikler üzerine etkisini belirlemek için hedonik test (hoşlanma-beğenilirlik veya zevk alma derecesi testi) yapılarak müşteri beğenilirliği değerlendirilmiştir. Görünüş, tekstür, aroma ve genel kabul edilebilirlik değerleri 9'lu hedonik sıkalaya göre (9: mükemmel, 1:son derece kötü), bu konuda deneyimli 8 panelist tarafından test edilmiştir. Örnekler, tesadüfi olarak 3 haneli rakamlarla kodlanarak, beyaz plastik kaplar içerisinde panelistlere sunulmuştur. Duyusal değerlendirme formunun bir örneği Ek 10'da verilmiştir.

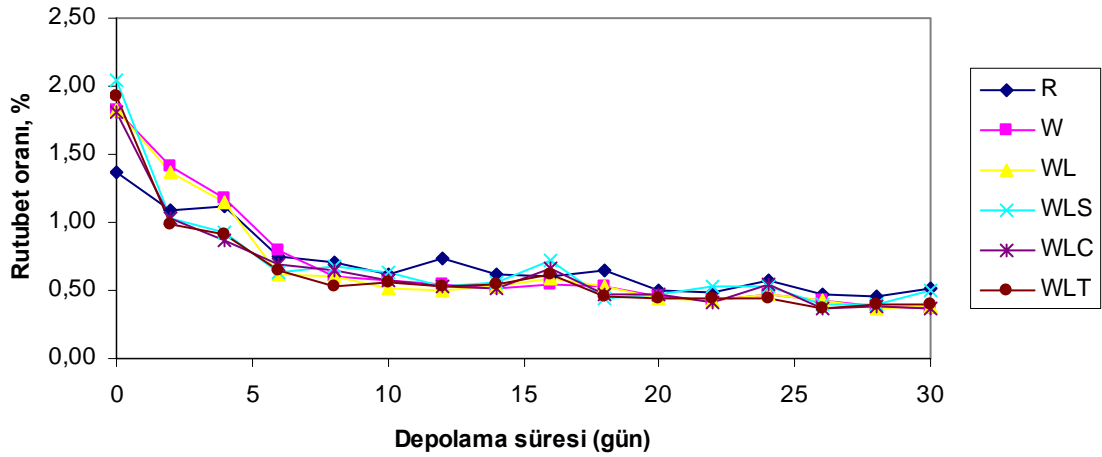
3.2.16 İstatistik değerlendirme

Üç tekrarlı olarak planlanan çalışmadan elde edilen sonuçlar, SAS paket programı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmeye tabi tutulmuştur. Varyans analizi tekniği ile (ANOVA) grup ortalamaları arasındaki fark belirlenmiştir. ANOVA sonucunda gerekli olduğu zaman hangi grup ortalamaları arasındaki farklılığın önemli olduğu LSD (Asgari Önemli Fark) testi uygulanarak belirlenmiştir ($P < 0,05$).

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Fındığın Rutubet Miktarındaki Değişim

Nem, katalistlerin ve oksijenin hareketliliğini artırarak oksidasyon hızını artırır (Nawar 1996). Farklı sıcaklıklarda depolanan fındıkların içerdikleri rutubet oranındaki değişimler Şekil 4.1 ve Çizelge 4.1’ de verilmiştir. Bu değişimler araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir. Kavrulmamış Tombul fındık çeşidinde % 2,96-3,29 aralığında olduğu belirtilen rutubet miktarının, kavurma ile % 1’e kadar düşebileceği bildirilmiştir (Şimşek 2004). Nitekim, çalışmada kullanılan fındıkların kavrulmadan önceki rutubeti % 3 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.1 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince rutubet içeriğindeki değişim

Şekilden de görüleceği gibi, kaplanan örneklerde kontrole göre 0. günde yaklaşık % 25-50 civarında rutubet artışı olmuştur (Şekil 4.1). Bunun temel nedeni, kaplama çözeltisinde çözücü olarak su kullanılmasıdır. Bunun yanında, uygulanan tüm kaplamalardaki gliserol ilavesi de suyun bağlanmasını sağlamaktadır. Gliserol (polihidrik alkol), fonksiyonel grup olarak hidroksil grubu içeren bir karbonhidrat türevidir. Hidroksil grubu, su molekülleri ve hidrojen bağı ile reaksiyona girer, böylece yapısal özellikleri, bağlanan su miktarı ve bağlanma hızına göre büyük ölçüde değişir (Lindsay 1985, Whistler and Daniel 1985). Örneğin, plastikleştirici olarak gliserol

yerine sorbitol kullanılsaydı fındıklar daha fazla nem içeriğine sahip olabilirdi. Çünkü sorbitol, gliserolden daha büyük bir moleküldür ve hidrojen bağları için gerekli olan hidroksil grupları daha fazladır. Ancak kaplamanın nem içeriğine plastikleştirici dışında, kaplama çözeltisinin yapımında uygulanan sıcaklığın da etkisinin olabileceği belirtilmiştir (Kim 2000).

Başlangıçta kaplanmış fındıkların nem içeriği kontrole kıyasla daha yüksek bulunmuş, ancak kurumanın gerçekleşmesi ile kaplanmış fındıkların nem içeriğinin de düştüğü gözlenmiştir. Hatta depolamanın ilerleyen günlerinde kontrol örneği ile kıyaslanır ise daha düşük nem içeriğine sahip olduğu görülebilir (Çizelge 4.1). Ayrıca başlangıçtaki en düşük nem içeriğine sahip olan R örneğinin (% 1,37), depolama sonunda kaplanmış fındıklardan daha yüksek nem miktarına (% 0,51) sahip olduğunu görmekteyiz. Bu sonuçtan yola çıkarak, kaplama materyallerinin her ne kadar su bazlı olsa da bu depolama sıcaklığında nem bariyer özelliğine sahip olduğunu söyleyebiliriz. Kaplama materyalinin nem içeriğinin yüksek olması kaplamanın su geçirgenliğinin de yüksek olacağı anlamına gelmemektedir. Nitekim bunu doğrulayan çalışmalar mevcuttur (Kim 2000).

Kaplanmış ürünler içerisinde, WLS örneğinin başlangıç nemi diğerlerinden önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($P < 0,05$) (Çizelge 4.1). Bunun karanfil uçucu yağının etken bileşeni olan ve yaklaşık %80'ini oluşturan fenolik bir bileşen olan öjenolden kaynaklandığı düşünülmektedir. Öjenoldeki hidroksil grubu gliseroldeki gibi suyu tutma özelliği göstermiş ve diğer kaplama materyallerine göre daha fazla suyun bağlanmasına neden olmuştur. Ayrıca 30 günlük depolama sonunda da diğer kaplama materyallerine kıyasla WLS örneklerinin nem düzeyi daha yüksek bulunmuştur.

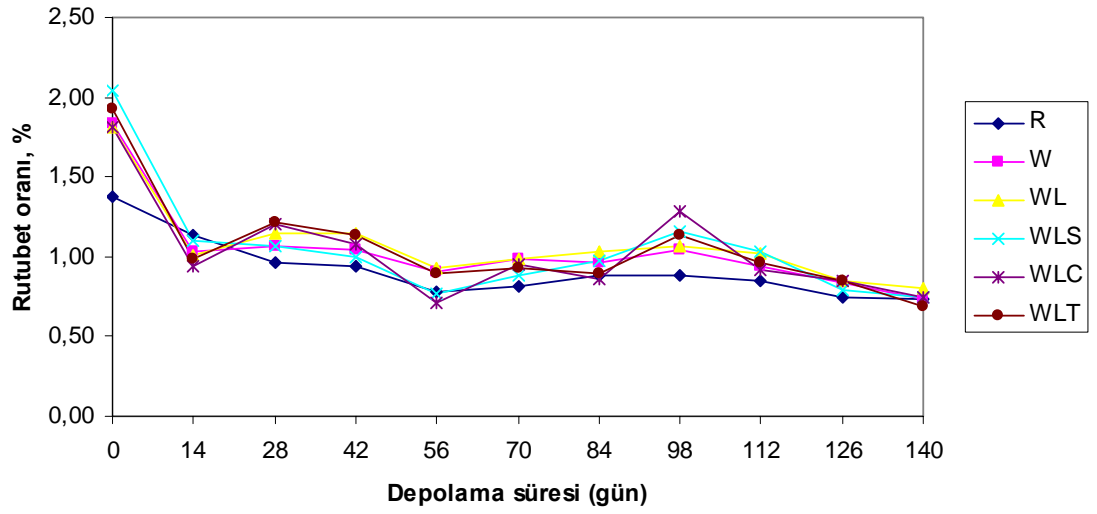
Çizelge 4.1 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince rutubet içerikleri, %

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	1,37 ± 0,06 Ad	1,83 ± 0,01 Abc	1,82 ± 0,01 Ac	2,04 ± 0,03 Aa	1,81 ± 0,03 Ac	1,93 ± 0,04 Ab
2	1,09 ± 0,03 Ba	1,41 ± 0,09 Bb	1,36 ± 0,03 Bb	1,03 ± 0,06 Ba	1,03 ± 0,05 Ba	0,99 ± 0,06 Ba
4	1,12 ± 0,02 Ba	1,17 ± 0,07 Ca	1,15 ± 0,07 Ca	0,93 ± 0,09 Bb	0,87 ± 0,04 Cb	0,91 ± 0,03 Bb
6	0,74 ± 0,01 Cab	0,80 ± 0,07 Da	0,61 ± 0,02 Dc	0,63 ± 0,01 CDEc	0,69 ± 0,03 Dabc	0,65 ± 0,04 Cbc
8	0,71 ± 0,06 CDa	0,61 ± 0,05 Eab	0,61 ± 0,02 Dab	0,68 ± 0,09 CDa	0,64 ± 0,04 DEFab	0,52 ± 0,01 DEFGb
10	0,62 ± 0,03 CDEFab	0,57 ± 0,03 EFab	0,51 ± 0,04 EFGHb	0,63 ± 0,03 CDEa	0,57 ± 0,04 EFGab	0,56 ± 0,03 CDEab
12	0,73 ± 0,12 Ca	0,55 ± 0,04 EFab	0,50 ± 0,02 EFGHb	0,52 ± 0,02 EFGb	0,53 ± 0,06 FGb	0,53 ± 0,04 DEFGb
14	0,62 ± 0,07 CDEFa	0,52 ± 0,03 EFGa	0,53 ± 0,04 DEFGa	0,56 ± 0,04 DEFa	0,52 ± 0,02 GHa	0,55 ± 0,02 CDEFa
16	0,60 ± 0,01 CDEFGab	0,54 ± 0,04 EFGb	0,58 ± 0,05 DEab	0,72 ± 0,05 Ca	0,66 ± 0,04 DEab	0,62 ± 0,08 CDab
18	0,65 ± 0,03 CDEa	0,53 ± 0,02 EFGb	0,54 ± 0,01 DEFb	0,45 ± 0,01 FGc	0,47 ± 0,06 GHIJbc	0,46 ± 0,01 EFGHbc
20	0,50 ± 0,01 FGHa	0,46 ± 0,01 FGHab	0,44 ± 0,02 GHIJb	0,47 ± 0,03 FGab	0,47 ± 0,02 GHIab	0,44 ± 0,01 GHb
22	0,48 ± 0,03 FGHab	0,43 ± 0,04 GHb	0,43 ± 0,01 HIJb	0,52 ± 0,02 EFGa	0,41 ± 0,04 HIJb	0,44 ± 0,02 GHab
24	0,58 ± 0,09 DEFGHa	0,47 ± 0,01 FGHa	0,47 ± 0,02 FGHla	0,53 ± 0,05 EFa	0,54 ± 0,03 FGa	0,45 ± 0,02 FGHa
26	0,47 ± 0,03 GHa	0,42 ± 0,02 GHab	0,42 ± 0,02 HIJab	0,40 ± 0,01 Gab	0,36 ± 0,02 Jb	0,36 ± 0,03 Hb
28	0,45 ± 0,02 Ha	0,38 ± 0,02 Hb	0,36 ± 0,04 Jb	0,40 ± 0,01 Gab	0,38 ± 0,01 IJb	0,39 ± 0,01 Hb
30	0,51 ± 0,05 EFGHa	0,36 ± 0,03 Hc	0,38 ± 0,02 IJabc	0,50 ± 0,05 EFGab	0,37 ± 0,03 IJbc	0,40 ± 0,06 Habc

*: Ortalama ± standart sapma

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a,b:Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).



Şekil 4.2 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince rutubet içeriğindeki değişim

Şekilden görüleceği gibi, 40 °C depolama sıcaklığında da, 60 °C'daki gibi depolama boyunca genel olarak nem içeriği düşmektedir (Şekil 4.2, Çizelge 4.2). Ancak depolama sıcaklığındaki düşüş fındıkların nem içeriğinde daha az bir düşüşe neden olmuştur. Bu da sıcaklığın azalmasıyla birlikte bağıl nemin artması ve fındıkların rutubet kaybının azalması ile açıklanabilir. 60⁰C'da depolamanın 28. gününde R' nin nem içeriği % 0,45 ile kaplanmış fındıklardan daha yüksek bir nem içeriğine sahipken (Çizelge 4.1), 40⁰C'da depolama sırasında % 0,97 değeri ile diğer fındıklardan daha düşük bulunmuştur.

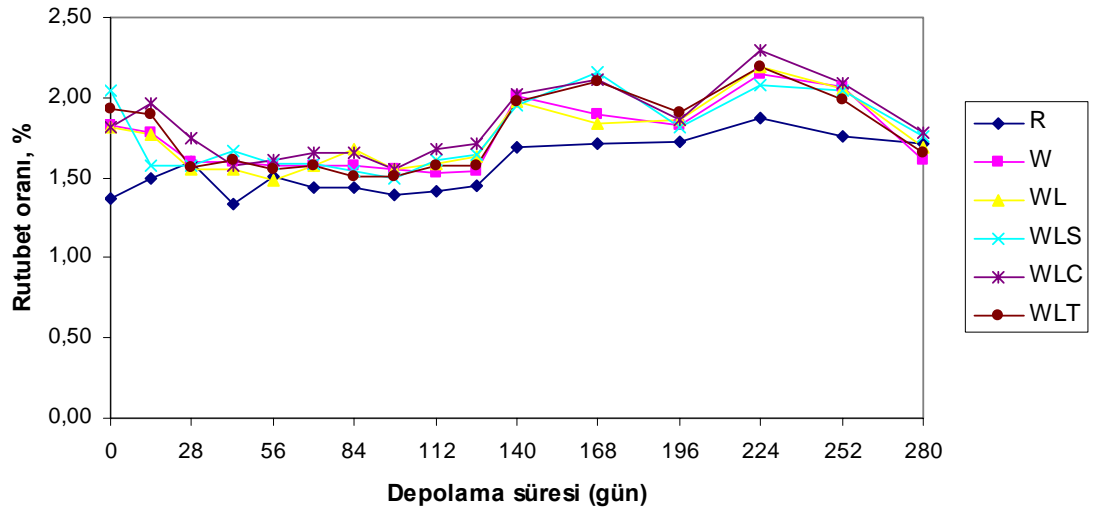
Çizelge 4.2 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince rutubet içerikleri, %

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	1,37 ± 0,06 Ad	1,83 ± 0,01 Abc	1,82 ± 0,01 Ac	2,04 ± 0,03 Aa	1,81 ± 0,03 Ac	1,93 ± 0,04 Ab
14	1,14 ± 0,03 Ba	1,03 ± 0,05 Babc	1,01 ± 0,03 CDEabc	1,10 ± 0,08 Bab	0,94 ± 0,05 DEc	0,98 ± 0,04 Cbc
28	0,97 ± 0,05 BCb	1,06 ± 0,05 Bab	1,14 ± 0,05 BCab	1,06 ± 0,11 BCab	1,20 ± 0,08 BCab	1,21 ± 0,04 Ba
42	0,95 ± 0,04 BCDB	1,04 ± 0,05 Bab	1,15 ± 0,06 Ba	1,00 ± 0,08 BCab	1,08 ± 0,04 CDab	1,14 ± 0,07 Bab
56	0,78 ± 0,06 CDEb	0,90 ± 0,01 CDa	0,93 ± 0,01 EFa	0,76 ± 0,01 Eb	0,71 ± 0,03 Gb	0,89 ± 0,05 Ca
70	0,82 ± 0,11 CDEa	0,99 ± 0,04 BCa	0,99 ± 0,04 DEa	0,89 ± 0,06 CDEa	0,96 ± 0,04 DEa	0,93 ± 0,04 Ca
84	0,88 ± 0,07 CDEb	0,96 ± 0,03 BCab	1,03 ± 0,02 BCDEa	0,98 ± 0,01 BCDab	0,86 ± 0,06 EFGb	0,90 ± 0,03 Cb
98	0,88 ± 0,06 CDEb	1,04 ± 0,06 Bab	1,07 ± 0,06 BCDab	1,16 ± 0,02 Ba	1,29 ± 0,15 Ba	1,14 ± 0,01 Bab
112	0,85 ± 0,04 CDEa	0,95 ± 0,02 BCDA	1,02 ± 0,11 BCDEa	1,03 ± 0,10 BCa	0,92 ± 0,03 DEFa	0,97 ± 0,03 Ca
126	0,75 ± 0,04 EDa	0,84 ± 0,03 DEa	0,85 ± 0,04 Fa	0,80 ± 0,02 DEa	0,85 ± 0,09 EFGa	0,85 ± 0,03 Ca
140	0,74 ± 0,03 Ea	0,74 ± 0,01 Ea	0,80 ± 0,01 Fa	0,75 ± 0,01 Ea	0,75 ± 0,04 GFa	0,69 ± 0,09 Da

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).



Şekil 4.3 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince rutubet içeriğindeki değişim

Şekil 4.3' den görüleceği gibi depolamanın ilerleyen günlerinde rutubet oranlarındaki artış dikkat çekicidir. Depolamanın 140. gününden itibaren tüm örneklerin rutubet içeriğindeki artışın (Çizelge 4.3), mevsime bağlı olarak ortam nemindeki artıştan kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim depolama sırasında ölçülen ortam nemi bu günlerden itibaren % 10 artmıştır. Ancak buna rağmen, kontrole göre herhangi bir rutubet artışı gözlenmemiştir.

Sonuç olarak, depolama sırasında rutubet kontrolünün sağlandığı ve çok fazla değişim göstermediği gözlenmiştir. Uygulanan kaplamaların yüzeyde rutubeti absorbe etmediği ve sonuçların rutubetten bağımsız olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.3 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince rutubet içerikleri, %

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	1,37 ± 0,06 EFd	1,83 ± 0,01 CDbc	1,82 ± 0,01 Dc	2,04 ± 0,03 ABa	1,81 ± 0,03EFc	1,93± 0,04 Cb
14	1,50 ± 0,06 DEc	1,78 ± 0,02 Dabc	1,77 ± 0,03 DEabc	1,58 ± 0,28 DEbc	1,96 ± 0,02 CDa	1,90± 0,04 Cba
28	1,60 ± 0,03 CDba	1,59 ± 0,01 Eab	1,56 ± 0,03 GHb	1,57 ± 0,04 DEab	1,74 ± 0,02 EFGHa	1,56± 0,06 DEb
42	1,33 ± 0,03 Fb	1,59 ± 0,06 Ea	1,55 ± 0,04 GHa	1,66 ± 0,11 DEa	1,58 ± 0,02 Ia	1,61± 0,01 DEa
56	1,50 ± 0,05 DEa	1,58 ± 0,07 Ea	1,48 ± 0,03 Ha	1,59 ± 0,05 DEa	1,61 ± 0,02 Iha	1,55± 0,02 DEa
70	1,44 ± 0,06 EFb	1,57 ± 0,03 Ea	1,57 ± 0,01 FGHa	1,59 ± 0,02 DEa	1,66 ± 0,01 HIGa	1,58± 0,04 DEa
84	1,43 ± 0,06 EFc	1,57 ± 0,04 Ebac	1,68 ± 0,07 EFa	1,54 ± 0,04 Eabc	1,66 ± 0,03 GHIab	1,51± 0,05 Ebc
98	1,39 ± 0,04 EFb	1,55 ± 0,01 Ea	1,56 ± 0,05 GHa	1,50 ± 0,04 Eab	1,55 ± 0,06 Ia	1,50± 0,03 Eab
112	1,42 ± 0,04 EFd	1,53 ± 0,02 Ec	1,58 ± 0,02 FGHbc	1,61 ± 0,02 DEab	1,68 ± 0,03 FHIGa	1,58± 0,02 DEbc
126	1,45 ± 0,03 EFc	1,54 ± 0,02 Ebc	1,63 ± 0,07 FGab	1,64 ± 0,02 DEab	1,72 ,± 0,01 FGHa	1,57± 0,08 DEabc
140	1,69 ± 0,05 BCb	2,01 ± 0,04 Ba	1,97 ± 0,02 BCa	1,96 ± 0,08 ABCa	2,02 ± 0,02 BCa	1,97,± 0,03 Ca
168	1,71 ± 0,06 BCb	1,89 ± 0,05 Cb	1,84 ± 0,04 Db	2,16 ± 0,10 Aa	2,11 ± 0,06 Ba	2,10± 0,03 ABa
196	1,72 ± 0,03 BCb	1,83 ± 0,02 CDa	1,86 ± 0,02 CDa	1,82 ± 0,05 BCDA	1,86 ± 0,02 DEa	1,90± 0,02 Ca
224	1,87 ± 0,05 Ac	2,15 ± 0,05 Ab	2,20 ± 0,05 Aab	2,08 ± 0,02 BAB	2,30 ± 0,04 Aa	2,19± 0,04 Aba
252	1,76 ± 0,04 ABb	2,07 ± 0,03 Aba	2,05 ± 0,07 Ba	2,05 ± 0,04 BAA	2,09 ± 0,12 BCa	1,99± 0,03 BCa
280	1,71 ± 0,05 BCab	1,61 ± 0,01 Eb	1,69 ± 0,05 EFab	1,76 ± 0,05 CDEa	1,78 ± 0,01 EFGa	1,66± 0,06 Dab

*: Ortalama ± standart hata

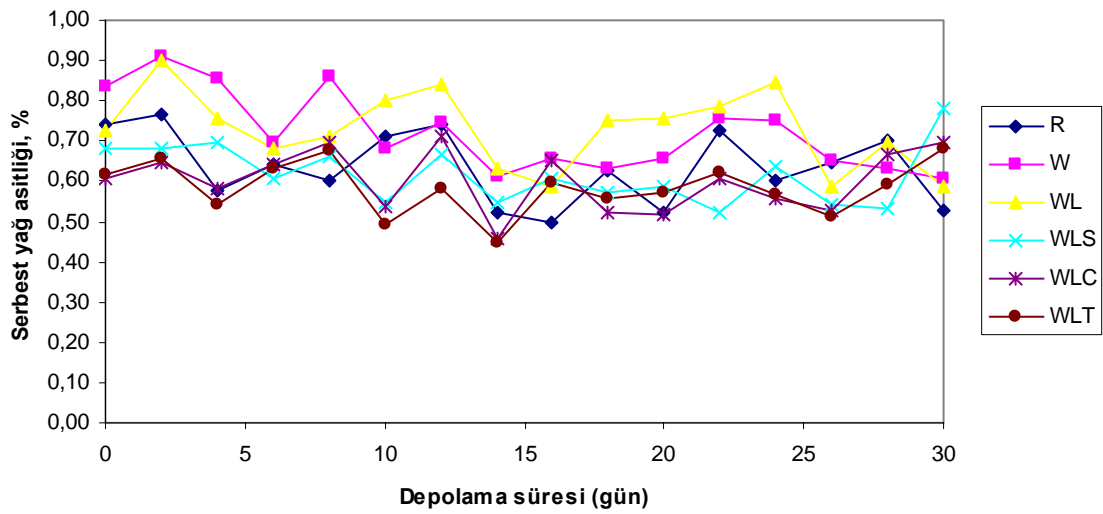
A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

4.2 Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Fındığın Serbest Yağ Asitliğindeki Değişim

Hidrolitik acılaşıma, enzimler (lipaz, esteraz, peroksidaz) tarafından katalizlenen lipid oksidasyon reaksiyonlarıdır. Kavurma, lipaz aktivitesini büyük ölçüde azaltıp, peroksidaz aktivitesini yavaşlatmasına rağmen; esteraz ısıya dayanıklıdır ve kavurmadan sonra bile hala aktif olabilir (Özdemir *et al.* 2001b).

Taze fındıkta kurutma işlemi uygun şekilde yapılmazsa % 90 nispi nemde, küf gelişiminin de teşvik edilerek 2 hafta içinde serbest yağ asitliğinin % 1'in üzerine çıktığı bildirilmiştir (Kinderlerer and Johnson 1992, Sipahioğlu and Heperkan 2000). Ancak kavurma sonrasında, fındıktaki su miktarı azaldığı ve enzimler inaktif hale geldiği için uzun süreli depolamalar sonrasında bile serbest yağ asitliğinin çok fazla yükselmediği belirlenmiştir (Şekil 4.4, 4.5, 4.6). Serbest yağ asitliği değerleri incelendiğinde genel olarak inişli çıkışlı bir seyir hali görülmektedir.



Şekil 4.4 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince serbest yağ asitliği değerlerindeki değişim

Çizelge 4.4 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince serbest yağ asitliği değerleri, %

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	0,74 ± 0,03 ABb	0,84 ± 0,03 ABCa	0,73 ± 0,01 BCDEb	0,68 ± 0,03 ABCbc	0,61 ± 0,03 ABCc	0,62 ± 0,01 ABCDEc
2	0,77 ± 0,04 Aab	0,91 ± 0,08 Aa	0,90 ± 0,08 Aa	0,68 ± 0,01 ABCb	0,65 ± 0,02 ABCb	0,66 ± 0,02 ABCb
4	0,58 ± 0,01 DEFGcd	0,85 ± 0,09 ABa	0,76 ± 0,03 BCDEab	0,70 ± 0,06 ABbc	0,58 ± 0,01 ABCDcd	0,54 ± 0,02 EFGd
6	0,64 ± 0,01 BCDEa	0,70 ± 0,05 CDEa	0,68 ± 0,03 DEFa	0,61 ± 0,03 BCDEFa	0,64 ± 0,04 ABCa	0,63 ± 0,04 ABCDa
8	0,60 ± 0,01 CDEFGc	0,86 ± 0,02 ABa	0,71 ± 0,02 CDEFb	0,66 ± 0,01 BCDbc	0,70 ± 0,06 Ab	0,68 ± 0,03 ABbc
10	0,71 ± 0,04 ABCa	0,68 ± 0,03 DEab	0,80 ± 0,08 ABCDa	0,55 ± 0,04 DEFbc	0,54 ± 0,05 BCDbc	0,49 ± 0,02 GHc
12	0,74 ± 0,13 ABab	0,75 ± 0,05 BCDEab	0,84 ± 0,06 ABCa	0,67 ± 0,05 BCab	0,71 ± 0,08 Aab	0,58 ± 0,05 CDEFb
14	0,52 ± 0,03 EFGbcd	0,61 ± 0,02 DEab	0,63 ± 0,06 EFa	0,55 ± 0,01 DEFabc	0,46 ± 0,01 Dcd	0,45 ± 0,02 Hd
16	0,50 ± 0,02 Gb	0,66 ± 0,07 DEa	0,59 ± 0,01 Fab	0,60 ± 0,03 BCDEFab	0,65 ± 0,08 ABCa	0,60 ± 0,02 BCDEFab
18	0,63 ± 0,02 BCDEFab	0,63 ± 0,05 DEab	0,75 ± 0,04 BCDEa	0,57 ± 0,06 CDEFb	0,52 ± 0,05 CDb	0,56 ± 0,04 DEFGb
20	0,52 ± 0,01 FGcd	0,66 ± 0,04 DEb	0,75 ± 0,03 BCDEa	0,59 ± 0,01 CDEFc	0,52 ± 0,01 CDd	0,57 ± 0,02 DEFGcd
22	0,73 ± 0,06 Aba	0,76 ± 0,04 BCDA	0,79 ± 0,03 ABCDA	0,52 ± 0,01 Fc	0,61 ± 0,02 ABCbc	0,62 ± 0,01 ABCDEb
24	0,60 ± 0,02 CDEFGbc	0,75 ± 0,08 BCDab	0,85 ± 0,07 ABa	0,64 ± 0,02 BCDEbc	0,56 ± 0,05 BCDc	0,57 ± 0,03 DEFGc
26	0,65 ± 0,01 BCDA	0,65 ± 0,01 DEb	0,59 ± 0,01 Fb	0,54 ± 0,03 EFc	0,53 ± 0,02 CDc	0,52 ± 0,01 FGHb
28	0,70 ± 0,03 ABCa	0,63 ± 0,04 DEab	0,70 ± 0,05 DEFa	0,53 ± 0,01 EFb	0,67 ± 0,06 ABa	0,59 ± 0,02 CDEFab
30	0,53 ± 0,01 EFGc	0,61 ± 0,02 Ebc	0,59 ± 0,02 Fbc	0,78 ± 0,09 Aa	0,70 ± 0,07 Aab	0,68 ± 0,05 Aabc

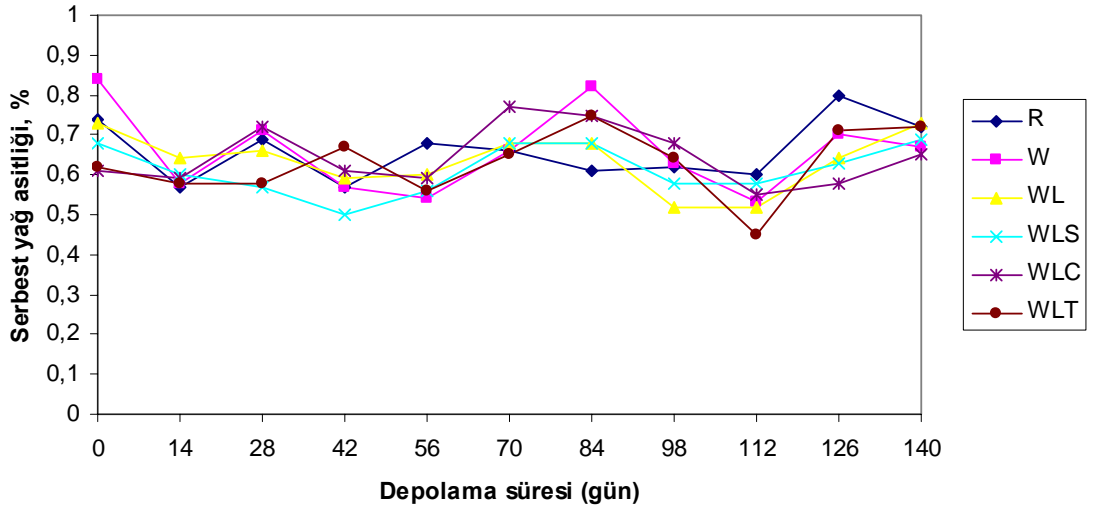
*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

Bir çalışmada, Tombul fındık çeşidine uygulanan farklı kurutma sıcaklıklarının (35, 40 ve 45 °C) serbest yağ asitliği üzerine etkili olmadığı, dolayısıyla acılaşmaya olan dayanıklılığını etkilemediği belirlenmiştir (Özdemir *et al.* 2002).

İşlenmiş iç fındık standardı (TS-1917)'na göre serbest yağ asitliği, yeni ürün 1. sınıf fındıklarda en fazla %1 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada da fındık örneklerinin serbest yağ asitliği bu değer paralelindedir. Üç depolama sıcaklığında da örneklerdeki serbest yağ asitliği değeri 1' in altında kalmıştır (Çizelge 4.4, 4.5, 4.6).



Şekil 4.5 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince serbest yağ asitliği değerlerindeki değişim

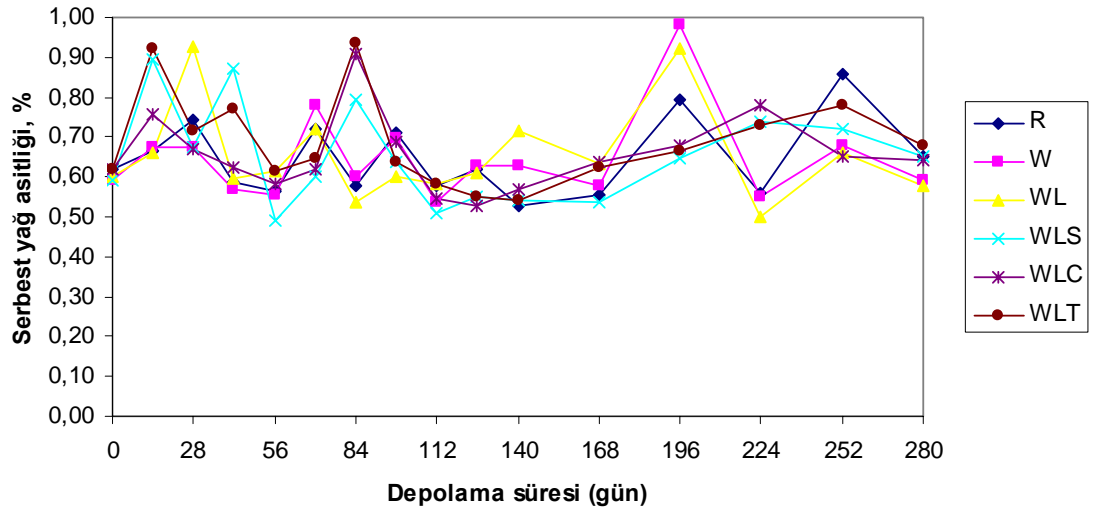
Çizelge 4.5 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince serbest yağ asitliği değerleri, %

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	0,74 ± 0,03 ABb	0,84 ± 0,03 Aa	0,73 ± 0,01 ABb	0,68 ± 0,03 Abc	0,61 ± 0,03 CDEc	0,62 ± 0,01 CDc
14	0,57 ± 0,03 EFa	0,58 ± 0,04 DEa	0,64 ± 0,05 BCDA	0,60 ± 0,03 BCa	0,59 ± 0,01 DEa	0,58 ± 0,03 DEa
28	0,69 ± 0,06 BCa	0,71 ± 0,02 Ba	0,66 ± 0,02 ABCDab	0,57 ± 0,01 BCdb	0,72 ± 0,02 ABa	0,58 ± 0,03 DEb
42	0,57 ± 0,04 Fab	0,57 ± 0,02 DEab	0,59 ± 0,07 DEab	0,50 ± 0,01 Db	0,61 ± 0,04 CDEab	0,67 ± 0,04 BCa
56	0,68 ± 0,01 BCDA	0,54 ± 0,01 Ec	0,60 ± 0,01 CDEb	0,56 ± 0,01 CDbc	0,59 ± 0,03 DEbc	0,56 ± 0,01 Ebc
70	0,66 ± 0,02 BCDEb	0,66 ± 0,02 BCb	0,68 ± 0,03 ABCDb	0,68 ± 0,01 Ab	0,77 ± 0,02 Aa	0,65 ± 0,01 Cb
84	0,61 ± 0,01 CDEFd	0,82 ± 0,01 Aa	0,68 ± 0,01 ABCc	0,68 ± 0,01 Ac	0,75 ± 0,01 Ab	0,75 ± 0,02 Ab
98	0,62 ± 0,01 CDEFb	0,63 ± 0,01 CDb	0,52 ± 0,01 Ed	0,58 ± 0,01 BCc	0,68 ± 0,01 BCa	0,64 ± 0,01 Cb
112	0,60 ± 0,01 EFDA	0,53 ± 0,01 Ebc	0,52 ± 0,02 Ec	0,58 ± 0,03 BCab	0,55 ± 0,02 Eabc	0,45 ± 0,01 Fd
126	0,80 ± 0,03 Aa	0,70 ± 0,01 Bbc	0,64 ± 0,01 ABCDbcd	0,63 ± 0,03 ABcd	0,58 ± 0,01 DEd	0,71 ± 0,01 ABb
140	0,72 ± 0,01 Aba	0,67 ± 0,01 BCbc	0,73 ± 0,03 Aa	0,69 ± 0,01 Aab	0,65 ± 0,01 BCDC	0,72 ± 0,01 ABab

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).



Şekil 4.6 24°C sıcaklıkta yapılan depolama süresince serbest yağ asitliği değerlerindeki değişim

Sonuç olarak, üç depolama sıcaklığında da kaplama materyalinin serbest yağ asitliği üzerine çok önemli bir etkisinin olmadığı ve genel olarak dalgalı bir seyir izlediği görülmektedir. Bunun temel sebebi, fındıktaki rutubet miktarının çok fazla olmamasıdır. Diğer bir ifade ile sıcaklığın serbest yağ asitlerinin oluşumu üzerine önemli bir etkisi görülmemiştir. Bu durum yukarıda da belirtildiği gibi diğer literatür bilgileriyle paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.6 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince serbest yağ asitliği değerleri, %

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	0,62± 0,01DEFGa	0,59 ± 0,02 CDa	0,60 ± 0,05 BCDA	0,59 ± 0,05 DEFGa	0,62 ± 0,02 DEFGa	0,62 ± 0,04 BCa
14	0,66 ± 0,02 ECDc	0,67 ± 0,02 BCDC	0,66 ± 0,02 BCDC	0,90 ± 0,02 Aa	0,76 ± 0,03 BCb	0,92 ± 0,04 Aa
28	0,74 ± 0,05 BCa	0,67 ± 0,03 BCDA	0,93 ± 0,16 Aa	0,68 ± 0,01 CDa	0,67 ± 0,04 CDEa	0,72 ± 0,02 ABCa
42	0,59 ± 0,01 EFGb	0,57 ± 0,01 CDb	0,60 ± 0,04 BCDB	0,87 ± 0,06 Aa	0,62 ± 0,02 DEFGb	0,77 ± 0,02 ABa
56	0,57 ± 0,06 EFGba	0,56 ± 0,02 CDba	0,61 ± 0,02 BCDA	0,49 ± 0,01 Gb	0,58 ± 0,02 DEFGba	0,61 ± 0,04 BCa
70	0,72 ± 0,04 BCDBa	0,78 ± 0,07 Ba	0,72 ± 0,01 Bba	0,60 ± 0,02 DEFGc	0,62 ± 0,01 DEFGbc	0,65 ± 0,03 BCbc
84	0,58 ± 0,03 EFGba	0,60 ± 0,01 CDba	0,54 ± 0,03 CDb	0,79 ± 0,05 ABba	0,91 ± 0,05 Aba	0,94 ± 0,21 Aa
98	0,71 ± 0,04 BCDA	0,70 ± 0,11 BCa	0,60 ± 0,03 BCDA	0,64 ± 0,06 CDEFa	0,69 ± 0,07 BCDA	0,64 ± 0,01 BCa
112	0,58 ± 0,02 EFGba	0,54 ± 0,01 Dbc	0,58 ± 0,01 BCDA	0,51 ± 0,01 Gc	0,55 ± 0,02 FGbac	0,58 ± 0,01 BCa
126	0,62 ± 0,04 DEFGba	0,63 ± 0,04 CDa	0,61 ± 0,01 BCDBa	0,55 ± 0,01 EFGbac	0,53 ± 0,02 Gc	0,55 ± 0,01 Cbc
140	0,53 ± 0,01 Gc	0,63 ± 0,02 CDb	0,72 ± 0,01 BCa	0,54 ± 0,01 EFGc	0,57 ± 0,02 EFGc	0,54 ± 0,01 Cc
168	0,55 ± 0,01 FGb	0,58 ± 0,01 CDb	0,63 ± 0,01 BCDA	0,54 ± 0,01 FGb	0,64 ± 0,02 DEFGa	0,63 ± 0,02 BCa
196	0,79 ± 0,01 ABc	0,98 ± 0,01 Aa	0,92 ± 0,01 Ab	0,65 ± 0,01 CDEFc	0,68 ± 0,01 BCDD	0,67 ± 0,01 BCed
224	0,56 ± 0,01 FGb	0,55 ± 0,01 Db	0,50 ± 0,01 Db	0,74 ± 0,01 BCa	0,78 ± 0,04 Ba	0,73 ± 0,02 ABCa
252	0,86 ± 0,01 Aa	0,68 ± 0,01 BCDC	0,66 ± 0,02 BCDC	0,72 ± 0,03 BCbc	0,65 ± 0,03 CDEFc	0,78 ± 0,01 ABb
280	0,65 ± 0,03 CDEFa	0,59 ± 0,01 CDa	0,58 ± 0,01 BCDA	0,65 ± 0,05 CDEa	0,64 ± 0,03 DEFa	0,68 ± 0,05 BCa

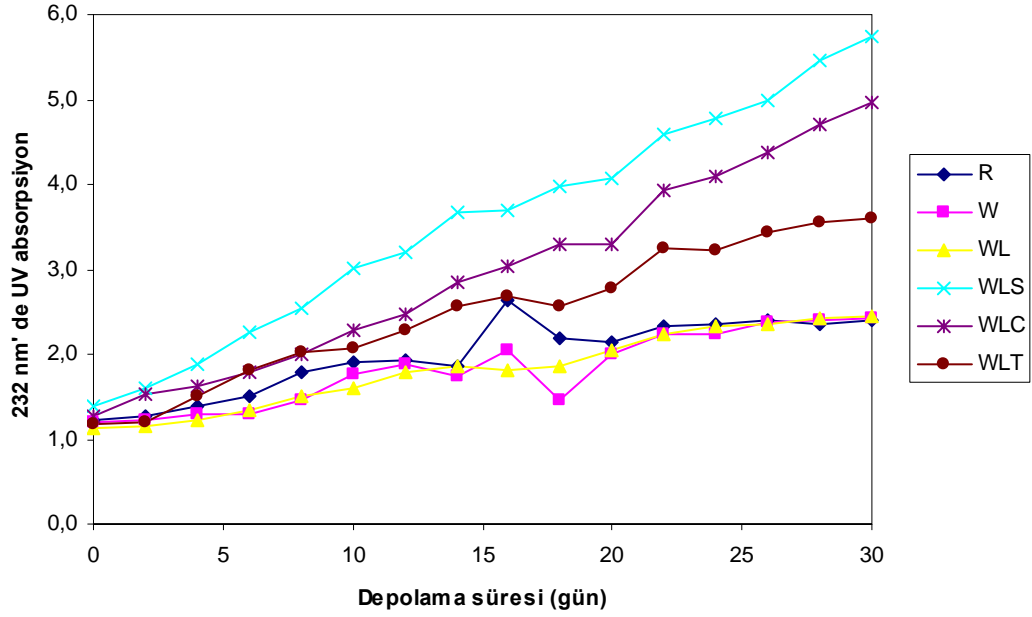
*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

4.3. Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Fındığın Konjuge Dien Değerindeki Değişim

Farklı kaplama materyallerinin, birincil oksidasyon ürünleri olan konjuge dienlerin oluşumu üzerine etkisi, 232 nm' deki UV absorpsiyon değerlerindeki değişim izlenerek belirlenmiştir.



Şekil 4.7 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince konjuge dien değerlerindeki değişim

Dien değerleri, depolama boyunca gerçekleşen oksidasyonu en iyi şekilde ortaya koymuştur. Şekil 4.7'den görüleceği gibi bütün örneklerde depolama boyunca konjuge dien değerleri artış göstermiştir. İlk günlerde aynı depolama süresinde kaplama materyalleri arasında istatistik olarak önemli bir farklılık yok iken, son günlerde uygulamalar arasındaki farklılık belirgin hale gelmiştir. Başlangıçta 1,38 ile en yüksek değere sahip olan WLS, depolama sonunda da 5,73 değeri ile en yüksek değere ulaşmıştır (Çizelge 4.7). 30 günlük depolama sonunda R, W ve WL örnekleri arasında istatistik olarak önemli bir farklılık olmazken, diğer örneklere göre daha düşük konjuge dien değerleri göstermişlerdir.

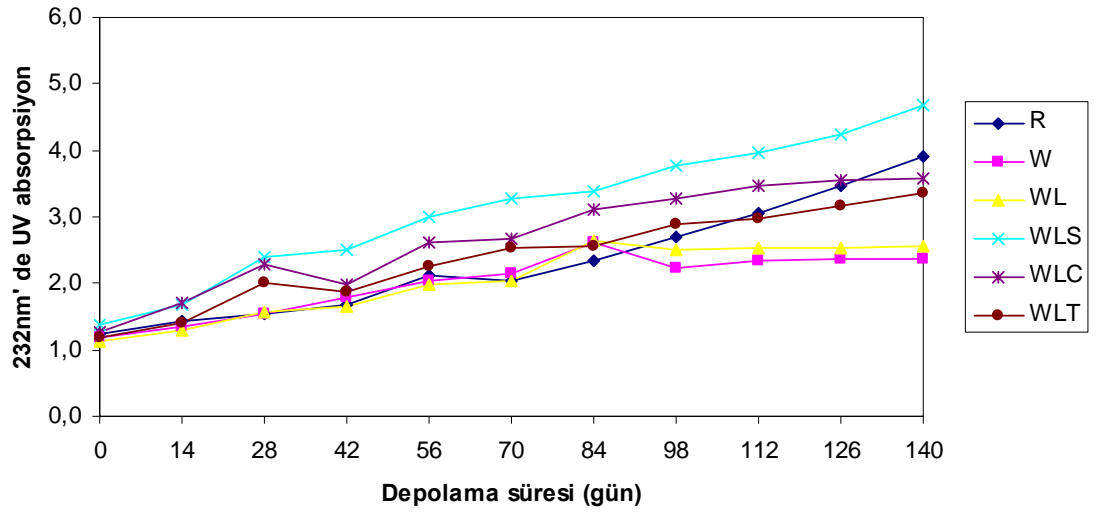
Çizelge 4.7 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince 232 nm'deki UV absorpsiyon değerleri

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	1,23 ± 0,01 Gbc	1,19 ± 0,03 Ebcd	1,14 ± 0,04 Gd	1,38 ± 0,01 Ja	1,27 ± 0,04 Lb	1,18 ± 0,01 Hcd
2	1,27 ± 0,02 Gb	1,23 ± 0,02 DEb	1,15 ± 0,02 Gb	1,60 ± 0,01 IJa	1,53 ± 0,13 Ka	1,21 ± 0,02 Hb
4	1,39 ± 0,07 FGcd	1,30 ± 0,03 Dede	1,22 ± 0,01 FGe	1,89 ± 0,05 HIa	1,63 ± 0,07 JKb	1,50 ± 0,03 Gbc
6	1,51 ± 0,01 Fc	1,30 ± 0,03 DEd	1,33 ± 0,02 Fd	2,25 ± 0,04 GHa	1,79 ± 0,03 IJb	1,81 ± 0,03 Fb
8	1,78 ± 0,04 Ec	1,46 ± 0,03 CDEd	1,51 ± 0,06 Ed	2,53 ± 0,06 Ga	2,00 ± 0,04 Ib	2,03 ± 0,02 EFb
10	1,90 ± 0,05 Ecd	1,76 ± 0,07 BCDde	1,59 ± 0,07 Ee	3,02 ± 0,12 Fa	2,29 ± 0,03 Hb	2,08 ± 0,14 DEbc
12	1,92 ± 0,01 DEc	1,88 ± 0,02 ABCc	1,78 ± 0,02 Dc	3,19 ± 0,03 Fa	2,46 ± 0,06 Hb	2,28 ± 0,12 Db
14	1,85 ± 0,15 Ed	1,73 ± 0,02 BCDEd	1,87 ± 0,08 Dd	3,68 ± 0,01 Ea	2,85 ± 0,13 Gb	2,56 ± 0,08 Cc
16	2,63 ± 0,15 Ac	2,05 ± 0,05 ABd	1,81 ± 0,06 Dd	3,68 ± 0,15 Ea	3,03 ± 0,02 FGb	2,68 ± 0,10 Cc
18	2,19 ± 0,08 BCdc	1,46 ± 0,65 CDEd	1,85 ± 0,03 Ddc	3,97 ± 0,13 Ea	3,28 ± 0,13 EFab	2,56 ± 0,06 Cbc
20	2,15 ± 0,07 CDd	2,00 ± 0,05 ABCd	2,06 ± 0,08 Cd	4,06 ± 0,36 Ea	3,30 ± 0,09 Eb	2,78 ± 0,03 Cc
22	2,33 ± 0,08 BCd	2,24 ± 0,10 ABd	2,24 ± 0,09 Bd	4,58 ± 0,16 Da	3,94 ± 0,13 Db	3,24 ± 0,17 Bc
24	2,34 ± 0,11 BCd	2,25 ± 0,07 ABd	2,33 ± 0,03 ABd	4,68 ± 0,11 CDa	4,11 ± 0,11 Db	3,23 ± 0,05 Bc
26	2,39 ± 0,04 Bd	2,38 ± 0,04 Ad	2,36 ± 0,05 ABd	5,00 ± 0,02 BCa	4,39 ± 0,14 Cb	3,43 ± 0,09 ABc
28	2,38 ± 0,03 BCd	2,40 ± 0,02 Ad	2,42 ± 0,04 Ad	5,29 ± 0,16 Ba	4,70 ± 0,05 Bb	3,55 ± 0,10 Ac
30	2,41 ± 0,11 ABd	2,42 ± 0,13 Ad	2,45 ± 0,07 Ad	5,73 ± 0,12 Aa	4,97 ± 0,05 Ab	3,61 ± 0,01 Ac

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).



Şekil 4.8 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince konjuge dien değerlerindeki değişim

Şekil 4.8' den görüldüğü gibi 40 °C sıcaklıkta da WLS ve WLC örnekleri diğerlerine göre daha yüksek konjuge dien değerlerine sahiptir. Bunun nedeni araştırılırken uçucu yağların kaplama çözeltisine ilave edilmeden önce konjuge dien değerleri belirlenmiş ve bu değerlerin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu özelliklerinden dolayı hem başlangıçta, hem de depolama boyunca bunların kullanıldığı fındıklar diğerlerine göre daha yüksek değerler göstermişlerdir.

Bu sıcaklıkta depolama sonunda da W, WL ve WLT örneklerinin diğerlerinden daha düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.8).

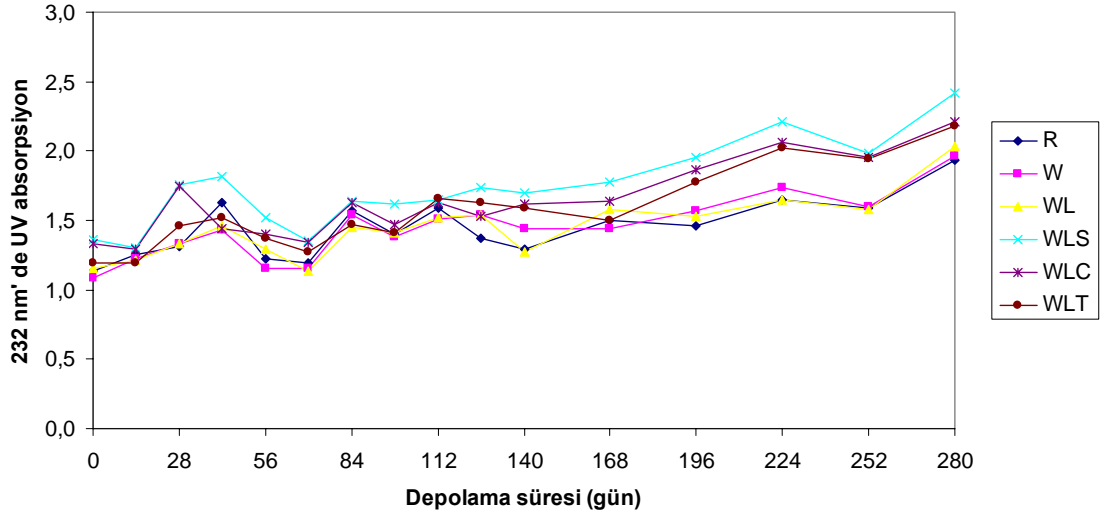
Çizelge 4.8 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince 232 nm'deki UV absorpsiyon değerleri

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	1,23 ± 0,01 Ibc	1,19 ± 0,03 Hbcd	1,14 ± 0,04 Dd	1,38 ± 0,01 Ha	1,27 ± 0,04 Hb	1,18 ± 0,01 Kdc
14	1,44 ± 0,03 Hb	1,36 ± 0,02 Gb	1,28 ± 0,02 Db	1,67 ± 0,01 Ga	1,71 ± 0,21 Ga	1,40 ± 0,01 Jb
28	1,55 ± 0,01 GHc	1,53 ± 0,01 Fc	1,56 ± 0,01 Cc	2,39 ± 0,13 Fa	2,29 ± 0,03 Ea	2,00 ± 0,01 Hb
42	1,69 ± 0,01 Ge	1,79 ± 0,01 Ed	1,66 ± 0,02 Ce	2,50 ± 0,02 Fa	1,98 ± 0,01 Fb	1,86 ± 0,01 Ic
56	2,12 ± 0,01 Fd	2,05 ± 0,06 Dde	1,99 ± 0,01 Be	3,00 ± 0,02 Ea	2,61 ± 0,01 Db	2,26 ± 0,01 Gc
70	2,03 ± 0,04 Fc	2,14 ± 0,02 CDc	2,04 ± 0,04 Bc	3,27 ± 0,09 Da	2,68 ± 0,09 Db	2,52 ± 0,02 Fb
84	2,35 ± 0,07 Eb	2,61 ± 0,07 Ab	2,64 ± 0,22 Ab	3,38 ± 0,03 Da	3,10 ± 0,01 Ca	2,57 ± 0,01 Eb
98	2,71 ± 0,02 Dd	2,22 ± 0,03 Cf	2,50 ± 0,01 Ae	3,78 ± 0,01 Ca	3,28 ± 0,02 BCb	2,90 ± 0,01 Dc
112	3,06 ± 0,02 Cc	2,35 ± 0,04 Bf	2,52 ± 0,01 Ae	3,97 ± 0,01 Ca	3,47 ± 0,01 ABb	2,97 ± 0,01 Cd
126	3,48 ± 0,02 Bb	2,38 ± 0,07 Be	2,53 ± 0,01 Ad	4,24 ± 0,02 Ba	3,55 ± 0,01 Ab	3,16 ± 0,01 Bc
140	3,91 ± 0,10 Ab	2,37 ± 0,01 Be	2,56 ± 0,02 Ad	4,68 ± 0,05 Aa	3,58 ± 0,05 Ac	3,36 ± 0,01 Ad

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).



Şekil 4.9 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince konjuge dien değerlerindeki değişim

Depolama sıcaklığı 24 °C iken, diğer depolama sıcaklıklarında olduğu gibi dien değerindeki en önemli artış WLS örneğinde olmuştur (Şekil 4.9, Çizelge 4.9).

Sonuç olarak, depolama sıcaklığı azaldıkça ulaşılan dien değeri düşmekte yani dien konjugasyonu azalmakta ve uygulamalar arasındaki farklılıklar da azalmaktadır.

Bu çalışmada, kaplama materyali olarak uçucu yağların fındıkta kullanımının lipit oksidasyonunu engellemediği görülmüştür. Benzer şekilde Oussalah *et al.* (2004) da, yenilebilir filmlere ilave ettikleri uçucu yağların, yağ örneklerini lipit oksidasyonuna karşı korumadığını belirlemişlerdir.

Çizelge 4.9 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince 232 nm'deki UV absorpsiyon değerleri

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	1,13 ± 0,01 Jd	1,09 ± 0,01 He	1,16 ± 0,01 EFd	1,36 ± 0,01 Ha	1,33 ± 0,02 HIb	1,19± 0,01 Jc
14	1,25 ± 0,01 GHIJb	1,22 ± 0,01 FGcb	1,22 ± 0,02 DEbc	1,31 ± 0,01 Ha	1,29 ± 0,02 Ia	1,19± 0,01 Jc
28	1,31 ± 0,06 FGHlc	1,33 ± 0,05 EFcb	1,33 ± 0,05 DEbc	1,76 ± 0,01 DEa	1,75 ± 0,04 Da	1,46± 0,01 FGHb
42	1,63 ± 0,02 BCab	1,43 ± 0,02 DEb	1,46 ± 0,06 Dab	1,82 ± 0,12 Da	1,44 ± 0,08 FGHab	1,52± 0,22 EFGHba
56	1,22 ± 0,06 HIJcd	1,15 ± 0,03 GHd	1,29 ± 0,07 DEbc	1,52 ± 0,04 Ga	1,40 ± 0,01 GHIab	1,37± 0,01 HIJb
70	1,19 ± 0,08 IJb	1,15 ± 0,07 GHb	1,13 ± 0,03 EFb	1,35 ± 0,01 Ha	1,34 ± 0,02 IHa	1,27± 0,02 IJba
84	1,57 ± 0,07 BCDab	1,54 ± 0,03 DCab	1,45 ± 0,03 DFb	1,64 ± 0,06 Fa	1,63 ± 0,01 DEa	1,47± 0,02 FGHb
98	1,40 ± 0,03 DEFGb	1,38 ± 0,05 Eb	1,41 ± 0,03 Db	1,62 ± 0,02 FGa	1,47 ± 0,04 FGab	1,41 ± 0,10 GHIb
112	1,59 ± 0,12 BCbc	1,51 ± 0,06 CDb	1,52 ± 0,06 CDb	1,65 ± 0,03 EFc	1,63 ± 0,05 DEc	1,66 ± 0,01 DEc
126	1,37 ± 0,03 EFGHc	1,54 ± 0,03 CDbc	1,54 ± 0,02 CDbc	1,74 ± 0,05 DEFa	1,53 ± 0,09 EFbc	1,63 ± 0,06 DEFab
140	1,29 ± 0,01 GHIJd	1,44 ± 0,03 DEc	1,27 ± 0,01 DEd	1,70 ± 0,01 DEFa	1,62 ± 0,01 Eb	1,59 ± 0,03 EFGb
168	1,50 ± 0,01 BCDEcd	1,44 ± 0,01 DEd	1,58 ± 0,01 BCbc	1,78 ± 0,04 Da	1,64 ± 0,06 DEb	1,50 ± 0,01 EFGHcd
196	1,46 ± 0,04 CDEFc	1,57 ± 0,01 Cd	1,53 ± 0,01 CDde	1,95 ± 0,02 Ca	1,87 ± 0,02 Cb	1,78 ± 0,02 CDc
224	1,65 ± 0,03 Bc	1,74 ± 0,02 Bc	1,65 ± 0,02 Bc	2,21 ± 0,09 Ba	2,06 ± 0,08 Bab	2,02 ± 0,02 ABb
252	1,59 ± 0,12 BCb	1,60 ± 0,12 Cb	1,58 ± 0,01 BCb	1,98 ± 0,05 Ca	1,95 ± 0,11 BCa	1,94 ± 0,03 BCa
280	1,93 ± 0,04 Ac	1,96 ± 0,03 Ac	2,03 ± 0,043 Ac	2,42 ± 0,01 Aa	2,21 ± 0,02 Ab	2,18 ± 0,09 Ab

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

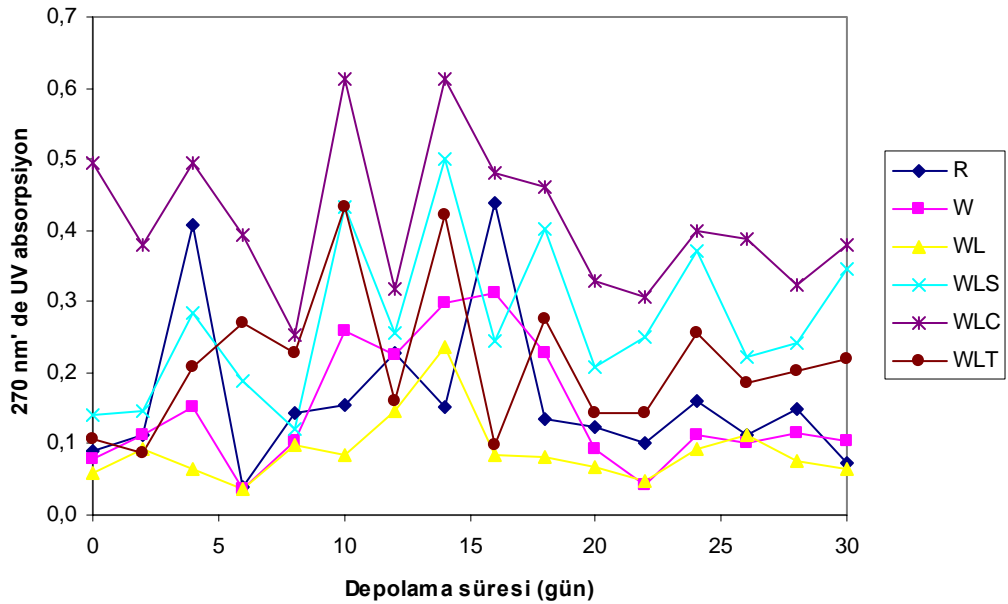
a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

4.4 Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Fındığın Konjuge Trien Değerindeki Değişim

Aldehit ve keton gibi ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumu, 270 nm'de UV absorpsiyonu ile doğru orantılıdır (Bandoniene *et al.* 2002).

Şekil 4.10'dan da görüleceği gibi, depolama boyunca absorpsiyon inişli çıkışlı bir şekildedir. Bunun nedeni, trien konjügasyonunun stabil olmaması, yani oluşan ikincil ürünlerin sürekli parçalanarak yeniden oluşmasıdır.

Her üç depolama sıcaklığında da, WLC örneğinin en yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4.10, 4.11, 4.12). Bu sonuç, uçucu yağın kendisinden kaynaklanmaktadır. Tarçın yağında yapılan spektrofotometrik analizler sonucu konjuge trien değerinin çok yüksek olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla bu yağın ilave edildiği filmlerle kaplanan fındıklarda da trien değeri 0. günden itibaren çok yüksek bulunmuştur.



Şekil 4.10 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince konjuge trien değerlerindeki değişim

Çizelge 4.10 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince 270 nm’deki UV absorpsiyon değerleri

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	0,09 ± 0,02 Cbc	0,08 ± 0,02 DEFc	0,06 ± 0,01 CDEc	0,14 ± 0,01 GHb	0,49 ± 0,03 ABCa	0,11 ± 0,02 FGHbc
2	0,11 ± 0,02 Cb	0,11 ± 0,03 DEFb	0,09 ± 0,02 CDb	0,15 ± 0,01 GHb	0,38 ± 0,09 CDEFa	0,09 ± 0,01 Hb
4	0,41 ± 0,33 ABab	0,15 ± 0,01 CDab	0,06 ± 0,02 CDEb	0,28 ± 0,01 CDEFab	0,49 ± 0,05 ABCa	0,21 ± 0,02 BCDEFGab
6	0,04 ± 0,01 Cd	0,04 ± 0,01 Fd	0,04 ± 0,01 Ed	0,19 ± 0,01 FGHc	0,39 ± 0,02 CDEFa	0,27 ± 0,01 BCb
8	0,14 ± 0,02 BCb	0,10 ± 0,01 DEFb	0,10 ± 0,01 BCDb	0,12 ± 0,03 Hb	0,25 ± 0,01 Fa	0,23 ± 0,01 BCDEa
10	0,16 ± 0,03 BCc	0,26 ± 0,04 ABbc	0,08 ± 0,03 CDEc	0,43 ± 0,09 ABab	0,61 ± 0,09 Aa	0,43 ± 0,11 Aab
12	0,23 ± 0,03 ABCb	0,23 ± 0,01 BCb	0,15 ± 0,01 Bc	0,26 ± 0,02 DEFGB	0,32 ± 0,01 EFa	0,16 ± 0,02 CDEFGHc
14	0,15 ± 0,04 BCe	0,30 ± 0,03 ABcd	0,23 ± 0,03 Ade	0,50 ± 0,07 Aab	0,61 ± 0,03 ABa	0,42 ± 0,01 Abc
16	0,44 ± 0,04 Aa	0,31 ± 0,01 Ab	0,08 ± 0,01 CDEc	0,24 ± 0,05 EFGHb	0,48 ± 0,04 ABCDa	0,10 ± 0,02 GHc
18	0,14 ± 0,04 BCdc	0,23 ± 0,06 BCbcd	0,08 ± 0,01 CDEd	0,40 ± 0,07 ABCab	0,46 ± 0,09 BCDEa	0,28 ± 0,06 Babc
20	0,12 ± 0,01 Ccd	0,09 ± 0,03 DEFcd	0,07 ± 0,01 CDEd	0,21 ± 0,03 FGHb	0,33 ± 0,02 DEFa	0,14 ± 0,01 DEFGHc
22	0,10 ± 0,03 Cbc	0,04 ± 0,01 Efc	0,05 ± 0,02 DEbc	0,25 ± 0,03 DEFGBa	0,31 ± 0,05 Fa	0,14 ± 0,03 EFGHb
24	0,16 ± 0,01 BCc	0,11 ± 0,01 DEFd	0,09 ± 0,01 CDd	0,37 ± 0,02 BCda	0,40 ± 0,01 CDEFa	0,26 ± 0,02 BCdb
26	0,11 ± 0,01 Cd	0,10 ± 0,01 DEFd	0,11 ± 0,01 BCd	0,22 ± 0,01 EFGHb	0,39 ± 0,01 CDEFa	0,19 ± 0,01 BCDEFGHc
28	0,15 ± 0,01 BCd	0,12 ± 0,01 DEe	0,08 ± 0,01 CDEf	0,24 ± 0,01 EFGHb	0,32 ± 0,01 EFa	0,20 ± 0,01 BCDEFGc
30	0,07 ± 0,01 Cc	0,10 ± 0,02 DEFc	0,07 ± 0,02 CDEc	0,34 ± 0,02 BCDEa	0,38 ± 0,05 CDEFa	0,22 ± 0,03 BCDEFb

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).



Şekil 4.11 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince konjuge trien değerlerindeki değişim

40 °C sıcaklıkta depolama boyunca konjuge trien değerleri incelendiğinde WLC örneğinde azalma, diğer örneklerde ise artış görülmektedir (Şekil 4.11). 140 günlük depolama süresi sonunda W örneğinde (0,15) en düşük değer göze çarparken, diğer örnekler arasında her ne kadar istatistik olarak önemli bir farklılık olmasa da WLC örneğinde (0,34) en yüksek değer belirlenmiştir (Çizelge 4.11)

Çizelge 4.11 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince 270 nm’deki UV absorpsiyon değerleri

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	0,09 ± 0,02 Dbc	0,08 ± 0,02 Gc	0,06 ± 0,01 Dc	0,14 ± 0,01 CDb	0,49 ± 0,03 Aa	0,11 ± 0,02 DEbc
14	0,13 ± 0,01 Db	0,12 ± 0,01 EFGb	0,04 ± 0,01 Dc	0,11 ± 0,01 Db	0,47 ± 0,03 ABa	0,13 ± 0,01 Db
28	0,07 ± 0,01 Dd	0,08 ± 0,01 Gd	0,08 ± 0,01 Dd	0,22 ± 0,02 BCb	0,46 ± 0,01 ABa	0,15 ± 0,02 Dc
42	0,06 ± 0,01 Dc	0,09 ± 0,01 FGc	0,08 ± 0,02 Dc	0,19 ± 0,01 BCDb	0,29 ± 0,01 Ea	0,07 ± 0,01 Ec
56	0,19 ± 0,01 DCc	0,20 ± 0,01 Bbc	0,19 ± 0,01 Cbc	0,24 ± 0,01 Bb	0,49 ± 0,02 ABa	0,19 ± 0,02 Cbc
70	0,19 ± 0,01 DCb	0,17 ± 0,03 BCDB	0,16 ± 0,03 Cb	0,23 ± 0,03 Bb	0,43 ± 0,03 BCa	0,24 ± 0,02 BCb
84	0,52 ± 0,05 Aa	0,41 ± 0,02 Abc	0,46 ± 0,01 Aab	0,36 ± 0,05 Adc	0,45 ± 0,01 ABabc	0,29 ± 0,01 Ad
98	0,37 ± 0,05 Bab	0,18 ± 0,01 BCc	0,27 ± 0,05 Bbc	0,25 ± 0,01 Bc	0,38 ± 0,01 CDa	0,25 ± 0,01 Bc
112	0,34 ± 0,04 Ba	0,13 ± 0,01 DEFd	0,27 ± 0,01 Bbc	0,22 ± 0,01 BCc	0,31 ± 0,01 Eab	0,23 ± 0,02 BCc
126	0,31 ± 0,07 BCab	0,14 ± 0,01 CDEc	0,25 ± 0,01 Babc	0,24 ± 0,01 Babc	0,33 ± 0,01 DEa	0,22 ± 0,01 BCbc
140	0,27 ± 0,06 BCa	0,15 ± 0,01 CDEb	0,27 ± 0,01 Ba	0,27 ± 0,05 Ba	0,34 ± 0,02 DEa	0,26 ± 0,01 ABa

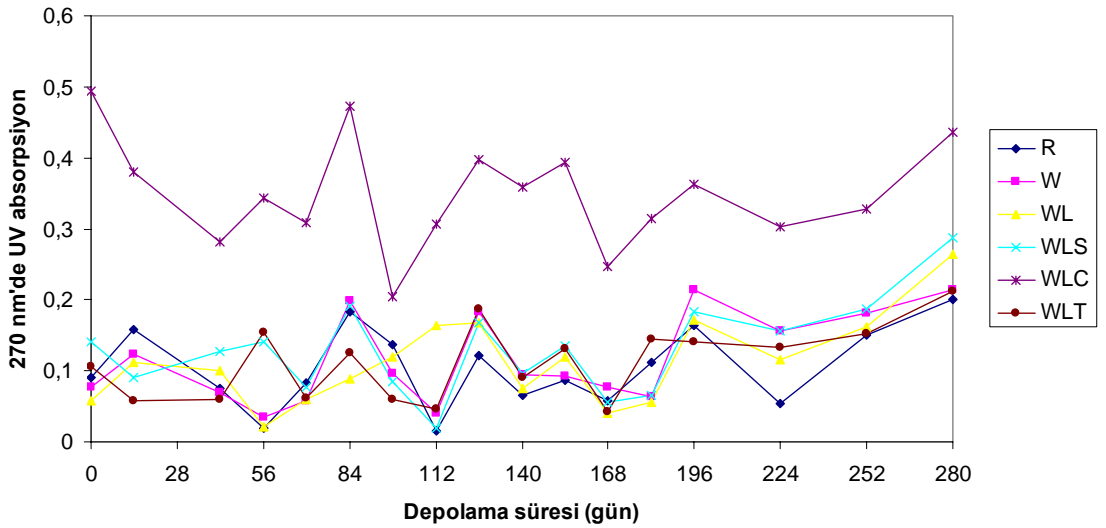
*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

Şekil 4.12’de görüldüğü üzere, diğer sıcaklıklardaki gibi inişli çıkışlı bir seyir gözlenmektedir. Depolama sırasında (24 °C’ da), yüksek başlangıç değerine sahip olan WLC örneği ile diğer uygulamalar arasındaki farklılık açık bir şekilde görülmektedir. Depolamanın 224. gününden itibaren tüm örneklerdeki konjuge trien değerleri istatistik olarak artmıştır (Çizelge 4.12).

Her üç sıcaklıkta da, konjuge dien değerlerinde olduğu gibi, depolama sıcaklığı azaldıkça ulaşılan absorpsiyon değeri düşmektedir. Farklı sıcaklıklarda yapılan depolama boyunca, aynı günlerdeki değerler kıyaslanırsa WLC dışındaki tüm örneklerde sıcaklıkla konjugasyonun arttığı görülmektedir. Örneğin; depolamanın 70. gününde konjuge trien değerleri 40 °C’da depolamada R, W, WL, WLS ve WLT örneklerinde sırasıyla 0,19, 0,17, 0,16, 0,23, 0,24 iken 24 °C’ da 0,08, 0,06, 0,06, 0,08, 0,06 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.12 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince konjuge trien değerlerindeki değişim

Çizelge 4.12 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince 270 nm’deki UV absorpsiyon değerleri

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	0,09 ± 0,02 BCDEbc	0,08 ± 0,02 EFc	0,06 ± 0,01 DEFc	0,14 ± 0,01 BCDEFGb	0,49 ± 0,03 Aa	0,11 ± 0,02 ABbc
14	0,16 ± 0,01 ABb	0,12 ± 0,02 CDcb	0,11 ± 0,02 BCDc	0,09 ± 0,02 FGHcd	0,38 ± 0,02 BCDEa	0,06 ± 0,01 CDd
28	0,06 ± 0,01 CDEFc	0,04 ± 0,01 Fc	0,07 ± 0,01 DEFc	0,15 ± 0,01 BCDEFb	0,38 ± 0,02 BCDEa	0,12 ± 0,01 ABCDb
42	0,08 ± 0,02 BCDEFcb	0,07 ± 0,02 EFc	0,10 ± 0,01 CDEcb	0,13 ± 0,03 CDEFGHb	0,28 ± 0,01 GHa	0,06 ± 0,01 CDc
56	0,02 ± 0,01 Fc	0,03 ± 0,01 Fc	0,02 ± 0,01 Fc	0,14 ± 0,02 BCDEFGb	0,34 ± 0,02 DEFGa	0,15 ± 0,01 ABCb
70	0,08 ± 0,04 BCDEFb	0,06 ± 0,01 Efb	0,06 ± 0,03 DEFb	0,08 ± 0,01 HIJb	0,31 ± 0,01 FGHa	0,06 ± 0,01 CDb
84	0,18 ± 0,05 Acb	0,20 ± 0,02 ABb	0,09 ± 0,01 DEc	0,19 ± 0,05 Bcb	0,47 ± 0,04 Aa	0,13 ± 0,02 ABCDcb
98	0,14 ± 0,02 ABCDb	0,10 ± 0,01 DEb	0,12 ± 0,01 BCDb	0,09 ± 0,02 GHIb	0,21 ± 0,04 Ia	0,06 ± 0,05 CDb
112	0,04 ± 0,01 EFc	0,04 ± 0,01 Fc	0,17 ± 0,03 Bb	0,02 ± 0,01 Jc	0,31 ± 0,01 FGHa	0,05 ± 0,02 Dc
126	0,12 ± 0,01 ABCDEc	0,18 ± 0,01 ABcb	0,17 ± 0,03 Bcb	0,17 ± 0,01 BCDEcb	0,40 ± 0,03 BCDA	0,19 ± 0,02 ABb
140	0,07 ± 0,01 CDEFb	0,09 ± 0,01 DEb	0,08 ± 0,01 DEFb	0,10 ± 0,01 EFGHIb	0,36 ± 0,01 DEFa	0,09 ± 0,02 BCDb
168	0,06 ± 0,01 DEFb	0,08 ± 0,03 Efb	0,04 ± 0,03 Efb	0,06 ± 0,03 IJb	0,25 ± 0,01 HIa	0,04 ± 0,02 Db
196	0,16 ± 0,06 ABb	0,22 ± 0,01 Ab	0,17 ± 0,02 Bb	0,18 ± 0,01 BCb	0,36 ± 0,01 CDEFa	0,14 ± 0,01 ABCDb
224	0,05 ± 0,04 DEFc	0,16 ± 0,01 BCb	0,12 ± 0,02 BCDcb	0,16 ± 0,01 BCDEb	0,30 ± 0,01 FGHa	0,13 ± 0,01 ABCDb
252	0,15 ± 0,01 ABCb	0,18 ± 0,02 ABb	0,16 ± 0,02 BCb	0,19 ± 0,01 BCb	0,33 ± 0,01 EFGa	0,15 ± 0,02 ABCb
280	0,20 ± 0,04 Ab	0,22 ± 0,03 Ab	0,27 ± 0,03 Ab	0,28 ± 0,01 Ab	0,44 ± 0,01 ABa	0,21 ± 0,09 Ab

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

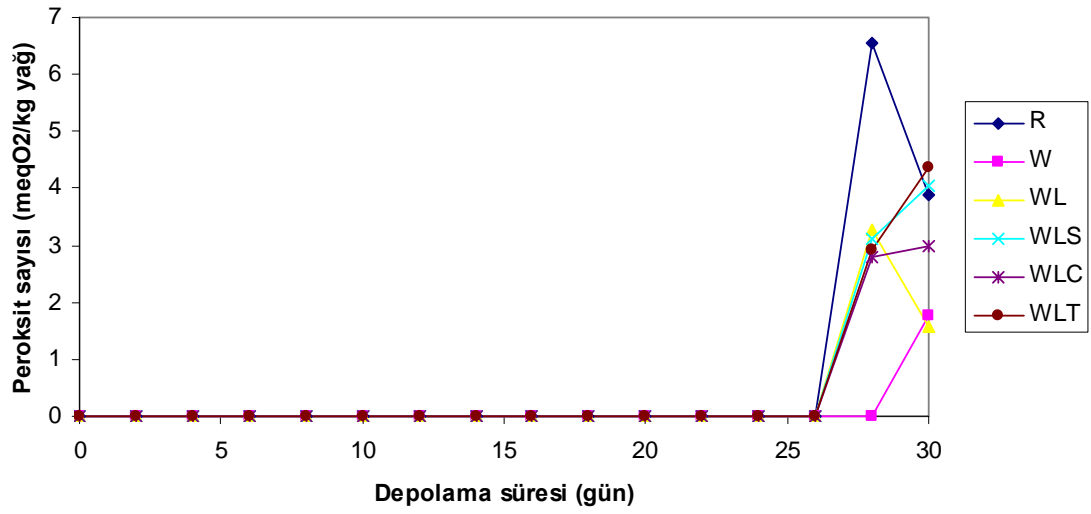
a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

4.5 Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Fındığın Peroksit Sayısındaki Değişim

Peroksitler, oksidasyonun başlangıç temel ürünleridir. Peroksit sayısı, oksidasyonun erken aşamalarında peroksit oluşumunu takip etmek için kullanılır. Peroksit ve serbest yağ asitliği, serbest radikal reaksiyon mekanizmasının (otoksidasyon) veya hidrolitik acılığın lipid oksidasyonu sonucu oluşan ürünleridir. Otoksidasyon reaksiyonları başlatıldıktan sonra koşullara bağlı olarak daha fazla hidroperoksit ve serbest radikal ve/veya parçalanma ürünleri oluşarak kendi kendine ilerler. Hidroperoksitler, aktif oksidanlardır ve depolama boyunca aminoasit, protein, vitamin, enzim veya diğer bileşiklerle reaksiyona girme eğilimindedirler. Hidroperoksitler, ısıya dayanıklı değildir ve ısı uygulaması sırasında karbonil ve hidroksi asitlere dönüşürler. Bu nedenle, işleme ve depolama boyunca peroksit değerinde dalgalanma meydana gelir (Chang *et al.* 1977, Moustafa 1987, Liu and White 1992, Ünal ve İşçioğlu 1992).

İşlem görmemiş fındıkta sıfıra yakın peroksit sayısı belirlenirken, kavurma sıcaklığı ve süresine göre de peroksit sayısındaki artışın çok önemli olmadığı bildirilmiştir (Şimşek 2004). Kavurma işlemi ile fındıkların yağ içeren ağsı gözenek yapısı bozulmakta ve dolayısıyla oksidatif bozulmaya karşı daha duyarlı bir hale gelmektedirler (Perren *et al.* 1996). Ancak, kavrulmuş ürünlerde oluşan Maillard reaksiyonu ürünlerinin güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve bunların peroksit sayısının artmasını engellediği bildirilmiştir (Lee *et al.* 2003). Ayrıca Tombul fındık çeşidi yağının peroksit sayısının daha düşük bulunması, onun içerdiği daha fazla tokoferol miktarıyla açıklanmıştır (Şimşek 2004).

Yapılan birçok araştırmada, yüksek oleik asit içeren fındık benzeri ürünlerde oksidasyonun linoleik asit içeren ürünlerdekine göre daha yavaş olduğu bildirilmiştir (Kinderlerer and Johnson 1992).



Şekil 4.13 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince peroksit sayısındaki değişim

Çizelge 4.13 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince peroksit sayıları (meqO₂/kg yağ)

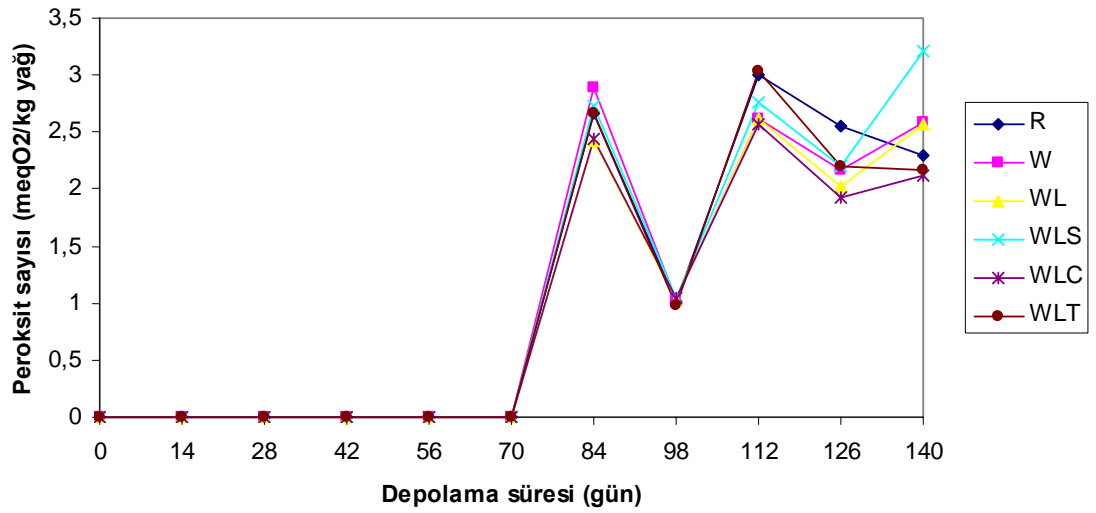
Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (X _{ort} ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	2,59 ± 0,26	2,92 ± 0,13	3,04 ± 0,23
28	6,55 ± 1,58	0	3,29 ± 0,48	3,11 ± 0,48	2,79 ± 0,32	2,92 ± 0,60
30	3,88 ± 0,20	1,76 ± 0,47	1,59 ± 0,10	4,02 ± 0,04	2,89 ± 0,09	4,33 ± 0,04

*: Ortalama ± standart hata

Çalışmada elde edilen sonuçlar literatür verileriyle uyumlu bulunmuştur. Şekil 4.13’de görüldüğü gibi kavurma sonrasında tüm uygulamalarda peroksit sayısı son günlere kadar 0’dır. Bunun nedeni, yukarıda verilen literatür bilgilerinden de anlaşılacağı gibi

materyalin yüksek oranda oleik asit içermesi, kavurma sıcaklığında oluşan Maillard reaksiyon ürünleri ve Tombul fındık çeşidine has olan yüksek tokoferol içeriği olarak belirtilebilir. Ancak temel sebep, kavurma sırasında uygulanan yüksek sıcaklık nedeniyle fındığın bünyesinde varolan ve stabilitesi oldukça düşük olan hidroperoksitlerin parçalanması olabilir. 60 °C sıcaklıkta depolama boyunca, ancak 26. günden sonra kaplama materyallerinin etkisini görmek mümkün olmuştur. Bu süreye kadar fındık içerisindeki antioksidanlar kullanıldığı için oksidasyon gelişmemiştir. Ancak depolamada 26. günden sonra tüm kaplama materyallerindeki peroksit oluşumu kontrol örneğine göre daha düşük bulunmuştur. Özellikle W örneğindeki peroksit oluşumu belirgin bir şekilde baskılanmıştır.

Peroksit sayısı, fındıklarda duyusal kalite parametresi olan acılaşıma açısından önemlidir ve bu üründe 2 meqO₂/kg yağ'a ulaştığında acı tadın hissedildiği bildirilmektedir (Richardson and Ebrahim 1997). Lezzet kalitesinin bitiş noktası ise 8 meqO₂/kg olarak ifade edilmiştir (Braddock *et al.* 1995).



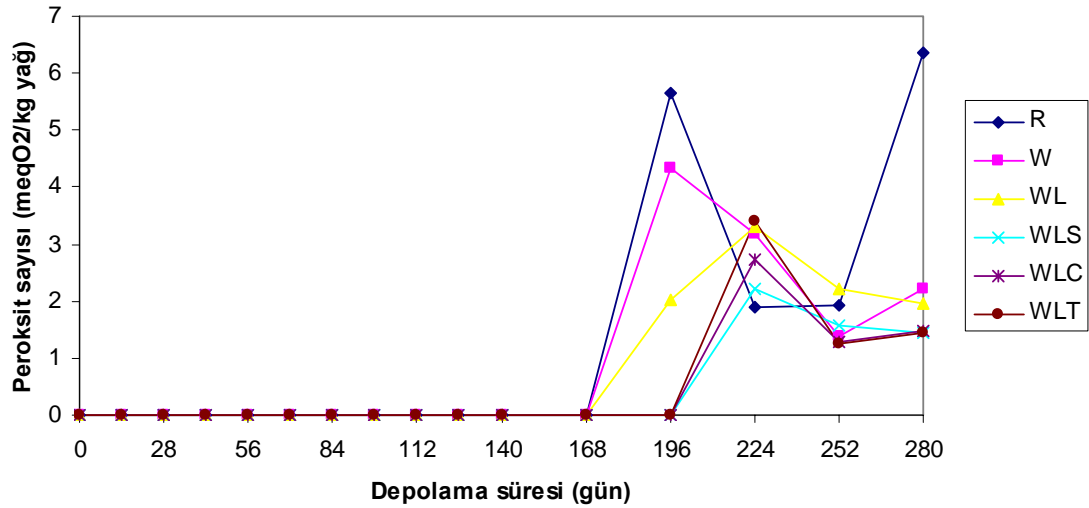
Şekil 4.14 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince peroksit sayısındaki değişim

Çizelge 4.14 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince peroksit sayıları (meqO₂/kg yağ)

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0
84	2,67±0,49	2,90±0,02	2,42±0,02	2,72±0,05	2,43±0,02	2,66±0,04
98	1,01±0,01	1,02±0,01	1,03±0,01	1,05±0,01	1,03±0,01	0,99±0,01
112	3,00±0,01	2,62±0,04	2,62±0,09	2,76±0,10	2,57±0,02	3,04±0,03
126	2,55±0,17	2,16±0,01	2,02±0,04	2,20±0,06	1,92±0,08	2,19±0,02
140	2,30±0,13	2,59±0,09	2,57±0,06	3,20±0,18	2,12±0,16	2,17±0,05

*: Ortalama ± standart hata

Şekil 4.14'den görüleceği gibi 70. günden sonra peroksit oluşumunda artış gözlenmektedir. Ancak bu artış dalgalanma şeklinde olmaktadır. Çünkü hidroperoksitler kararsız bileşikler oldukları için sürekli oluşmakta ve parçalanmaktadır.



Şekil 4.15 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince peroksit sayısındaki değişim

Çizelge 4.15 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince peroksit sayıları (meqO₂/kg yağ)

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0
84	0	0	0	0	0	0
98	0	0	0	0	0	0
112	0	0	0	0	0	0
126	0	0	0	0	0	0
140	0	0	0	0	0	0
168	0	0	0	0	0	0
196	5,65 ± 0,04	4,34 ± 0,37	2,02 ± 0,03	0	0	0
224	1,88 ± 0,09	3,18 ± 0,10	3,30 ± 0,16	2,20 ± 0,07	2,75 ± 0,12	3,40 ± 0,12
252	1,92 ± 0,13	1,40 ± 0,07	2,21 ± 0,12	1,56 ± 0,12	1,30 ± 0,03	1,24 ± 0,11
280	6,35 ± 0,30	2,20 ± 0,33	1,97 ± 0,24	1,45 ± 0,03	1,49 ± 0,02	1,45 ± 0,30

*: Ortalama ± standart hata

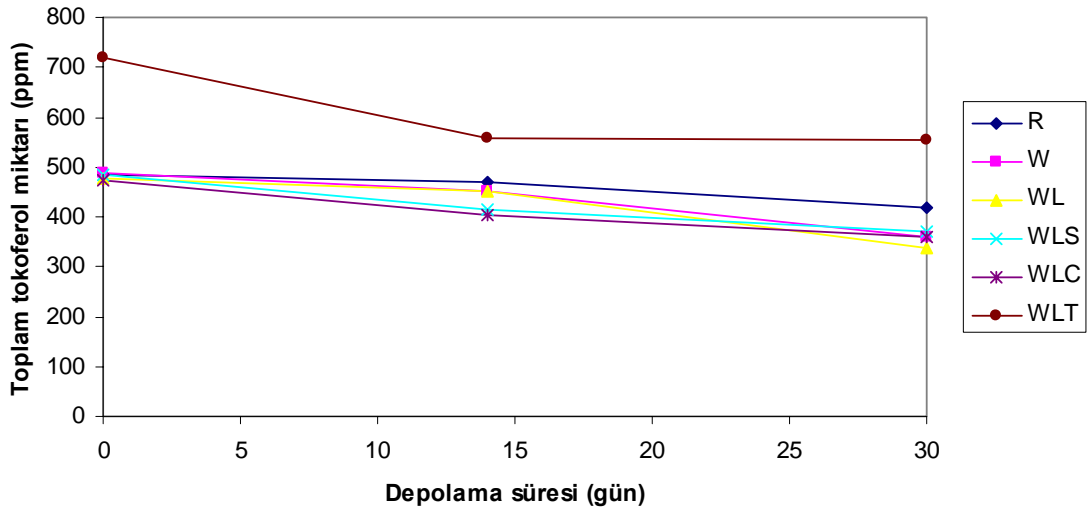
Depolama sıcaklığı 24 °C olduğunda, peroksit sayısındaki artış için daha yüksek sıcaklıklardaki depolamaya kıyasla daha uzun süre gerekmektedir (Şekil 4.15). Sıcaklığın diğer birçok reaksiyon gibi peroksit oluşumu üzerine de önemli bir etkisi olduğu görülmektedir. Tüm uygulamalarda 196. güne kadar 0 olan peroksit sayısı, 196. günde R örneğinde artarken, özellikle uçucu yağlı ve tokoferollü örneklerde artış olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Sonuç olarak, depolama sıcaklıkları arttığında aynı süre sonunda elde edilen peroksit sayısı değerinin de arttığı söylenebilir. Benzer şekilde, fıstıklar üzerine yapılan bir çalışmada da depo sıcaklığının artmasıyla ulaşılan peroksit sayısı değerinin arttığı belirlenmiştir (Maskan and Karataş 1998).

4.6 Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Fındığın Toplam Tokoferol Miktarındaki Değişim

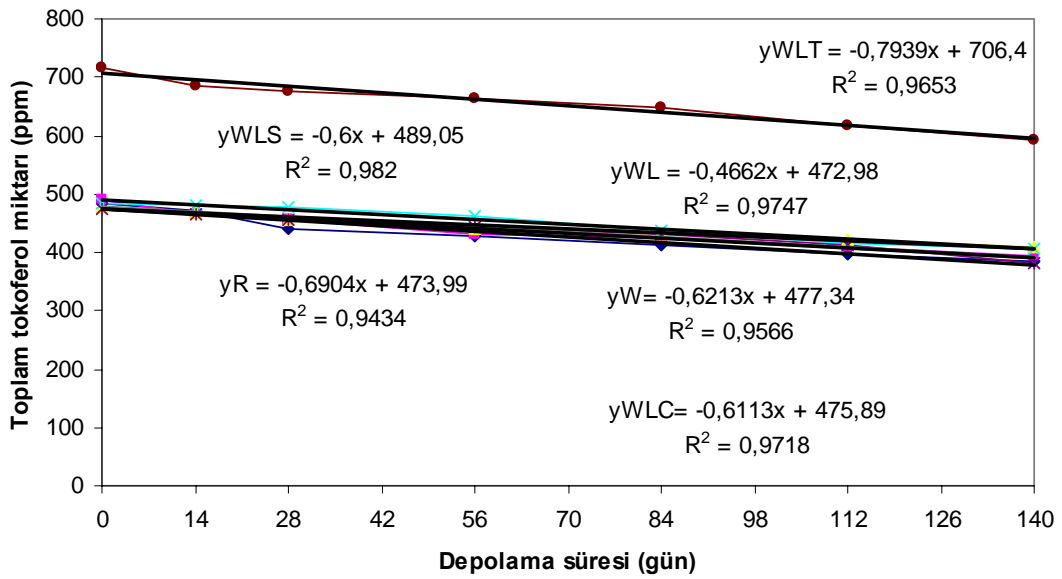
Tokoferoller, doğadaki en etkili lipit antioksidanlarından biridir. Bir tokoferol molekülü yaklaşık 10^6 - 10^8 çoklu doymamış yağ asiti molekülünü koruyabilmektedir (Kamal-Eldin and Appelqvist 1996). Yüksek sıcaklıkta tokoferol kayıplarının genellikle daha fazla olduğu bildirilirken (Yoshida *et al.* 1990, Kajimoto *et al.* 1991), karştı olarak, hızlandırılmış oksidasyon testi yapılan koşullarda 100 °C’da ve düşük sıcaklıklarda da kayıpların belirlendiği bildirilmiştir (Barrera-Arellano *et al.* 1999).

Yapılan bu çalışmada fındıkların, tokoferol ilaveli kaplamalar hariç, başlangıçtaki toplam tokoferol miktarları 500 ppm civarında bulunmuştur. Bu değer literatür değerleri ile uyumludur. Yapılan bir çalışmada ham fındık yağının toplam tokoferol miktarı 518,9 ppm iken, bunun 398,9 ppm’ i α -tokoferol olarak bulunmuştur (Karabulut *et al.* 2005). İspanya’da yetişen fındıklar üzerinde yapılan çalışmada ise, α -tokoferolün 207,98-618,76 mg/kg arasında değiştiği ve bunun toplam tokoferolün % 80-90’ını oluşturduğu belirtilmiştir (Bada *et al.* 2004).



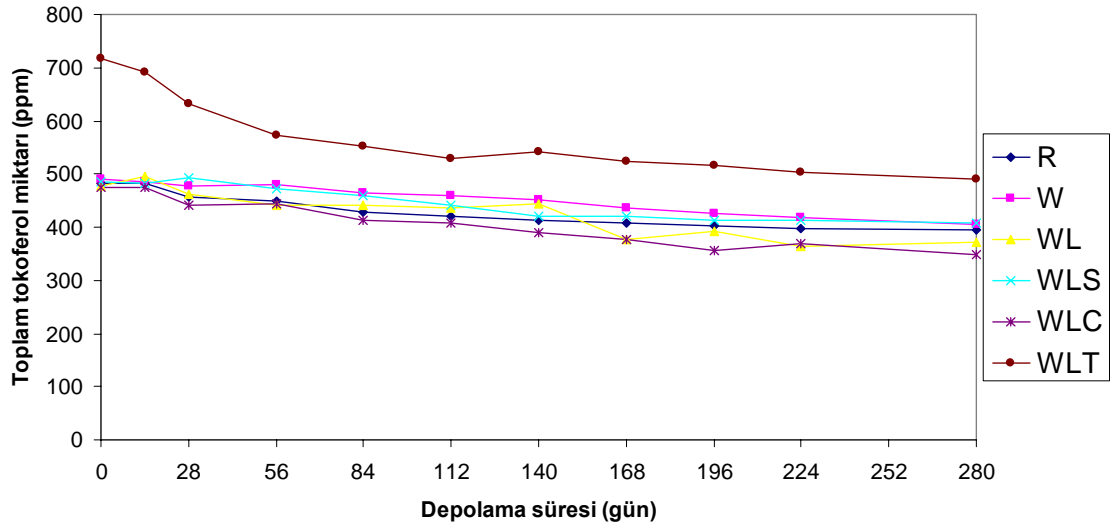
Şekil 4.16 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince toplam tokoferol miktarındaki değişim

Depolama boyunca genel olarak tüm örneklerde toplam tokoferol miktarında bir azalma görülmektedir (Şekil 4.16). Özellikle tokoferol ilave edilmiş kaplamalarda depolama boyunca görülen azalma beklenen anlamlı bir sonuçtur. Çünkü tokoferoller, atmosferik oksijene duyarlıdır ve oksidasyon sebebiyle parçalanırlar (Anonymous 1993). Tokoferol ilave edilen WLT örneği beklenen şekilde başlangıçta ve depolama sonunda diğer örneklerden daha yüksek tokoferol içeriğine sahiptir.



Şekil 4.17 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince toplam tokoferol miktarındaki değişim

Oksidasyonun ilerlemesiyle, tüm örneklerin toplam tokoferol miktarında beklendiği gibi azalma belirlenmiştir (Şekil 4.17). Değerlerdeki azalma yerine eğimleri kıyaslamak daha doğru olacaktır. Çünkü tokoferol ilave edilmemiş örneklerdeki azalma da birbirinden farksızdır. Tokoferol içeriğinin sabit hızda azaldığı eğimlerden görülmektedir. Diğer bir deyişle, tüm uygulamalarda tokoferol aynı hızda okside olmaktadır yani kaplamannın tokoferol oksidasyonuna bir etkisi yoktur. Benzer şekilde diğer sıcaklıklarda depolama sırasında da eğimler birbirine oldukça yakındır.



Şekil 4.18 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince toplam tokoferol miktarındaki değişim

Şekil 4.18’ de görüleceği gibi, diğer depolama sıcaklıklarıyla farklı olmayan bir eğilim görülmektedir. Tokoferol, oksidasyonun ilerlemesi ile harcanmakta ve miktarları düşmektedir. 280 günlük depolama sonunda en düşük tokoferol içeriği WLC örneğinde (347,65 ppm) belirlenirken, en yüksek miktar beklendiği gibi WLT’ de (490,26 ppm) bulunmuştur.

Sonuç olarak, tokoferol ilaveli kaplama dahil, kaplama materyallerinin oksijen geçirgenliğine herhangi bir etkisi olmadığı söylenebilir. Ayrıca, tokoferolün parçalanma hızının miktardan bağımsız olduğu da görülmektedir.

Çizelge 4.16 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince toplam tokoferol miktarları (ppm)

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	483,27 ± 12,94 Ab	489,24 ± 5,55 Ab	478,67 ± 14,72 Ab	484,77 ± 13,8 Ab	474,77 ± 13,17 Ab	717,80 ± 8,45 Aa
14	470,81 ± 13,87 ABb	450,71 ± 26,98 Abc	450,13 ± 10,37 Abc	416,42 ± 22,63 Bc	403,40 ± 13,55 Bc	558,48 ± 7,85 Ba
30	417,86 ± 18,79 Bb	358,11 ± 3,56 Bc	335,89 ± 12,82 Bc	370,01 ± 11,54 Bc	360,22 ± 10,85 Bc	555,01 ± 10,41 Ba

*: Ortalama ± standart sapma

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a,b:Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

89

Çizelge 4.17 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince toplam tokoferol miktarları (ppm)

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	483,27 ± 12,94 Ab	489,24 ± 5,55 Ab	478,67 ± 14,72 Ab	484,77 ± 13,8 Ab	474,77 ± 13,17 Ab	717,80 ± 8,45 Aa
14	472,87 ± 3,57 Ab	464,33 ± 12,13 Bb	467,73 ± 3,50 ABb	479,77 ± 0,43 Ab	466,28 ± 1,58 ABb	685,87 ± 11,24 Ba
28	440,59 ± 4,47 B c	457,13 ± 9,73 Bbc	456,74 ± 7,31 ABCbc	476,56 ± 12,78 Ab	455,71 ± 2,88 ABCbc	675,29 ± 6,56 BCa
56	427,48 ± 4,20 Bc	432,48 ± 5,98 Cc	441,50 ± 0,68 BCDe	461,32 ± 0,37 Ab	442,11 ± 0,87 BCDe	663,99 ± 5,64 BCa
84	412,38 ± 6,56 BCa	424,51 ± 1,23 CDa	431,81 ± 4,06 CDEa	433,70 ± 4,35 Aa	428,47 ± 0,04 DCa	647,75 ± 10,39 Ca
112	398,15 ± 14,07 CDb	410,26 ± 1,02 DEb	422,40 ± 9,84 DEb	415,87 ± 3,99 Ab	412,90 ± 0,54 DEb	616,13 ± 11,45 Da
140	383,13 ± 10,96 Dc	393,74 ± 5,14 Ebc	410,43 ± 0,93 Eb	407,19 ± 0,44 Ab	387,18 ± 5,45 Ec	593,42 ± 1,26 Da

*: Ortalama ± standart sapma

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a,b:Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

Çizelge 4.18 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince toplam tokoferol miktarları (ppm)

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	483,27 ± 12,94 Ab	489,24 ± 5,55 Ab	478,67 ± 14,72 Ab	484,77 ± 13,80 Ab	474,77 ± 13,17 Ab	717,80 ± 8,45 Aa
14	482,56 ± 10,06 Ab	484,86 ± 2,28 ABb	494,55 ± 11,75 ABb	483,21 ± 8,80 Ab	474,79 ± 10,25 Ab	690,53 ± 7,25 Aa
28	456,09 ± 3,78 ABb	476,13 ± 15,15 ABb	461,43 ± 16,95 ABb	491,89 ± 31,92 Ab	440,83 ± 14,18 Ab	631,91 ± 27,14 ABa
56	449,07 ± 29,22 ABCb	479,10 ± 3,55 ABb	442,47 ± 5,78 ABb	471,25 ± 8,73 ABb	442,90 ± 1,06 Ab	571,81 ± 16,97 ABa
84	429,03 ± 8,28 BCDcb	463,99 ± 15,17 ABCb	441,20 ± 2,02 ABCcb	458,72 ± 14,93 ABcb	413,62 ± 15,60 ABc	552,73 ± 25,48 BCa
112	421,35 ± 2,64 BCDb	458,75 ± 8,35 ABCb	434,92 ± 30,50 ABCb	441,92 ± 6,22 ABCb	407,31 ± 1,63 ABCb	530,05 ± 16,69 BCDA
140	414,00 ± 21,21 BCDb	450,63 ± 3,33 ABCDb	444,74 ± 32,97 ABCDb	420,15 ± 14,18 ABb	389,60 ± 17,27 BCb	542,81 ± 7,08 CEDa
168	408,54 ± 8,17 DCb	434,92 ± 30,50 DCb	377,92 ± 6,16 BDCb	420,03 ± 1,32 DCb	377,92 ± 6,16 BCb	522,76 ± 26,30 CEDa
196	403,86 ± 0,30 Dcb	425,55 ± 22,68 DCb	392,66 ± 13,74 DCcb	411,71 ± 13,96 DCb	355,30 ± 11,70 BCc	516,07 ± 1,18 Ea
224	397,39 ± 0,07 Dcb	418,10 ± 1,31 DCb	364,97 ± 13,18 DCc	414,00 ± 21,21 Dcb	369,16 ± 25,62 BCcb	503,83 ± 1,56 DEa
280	395,90 ± 0,28 Db	404,19 ± 2,96 Db	371,64 ± 6,66 Dc	407,14 ± 0,64 Db	347,65 ± 9,12 Cd	490,26 ± 7,60 Ea

*: Ortalama ± standart sapma

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a,b:Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

4.7 Enstrümental Renk Tayini

Renk, dehidre olmuş gıdalar için önemli bir kalite özelliğidir (Driscoll and Madamba 1994). Bir çok araştırmacı tarafından kalite kontrol belirleyicisi olarak kullanılmıştır.

L*, a* ve b* değeri yanında, hue ve kroma (C*) değerleri aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır. Hue değeri, insan tarafından algılanan renk farklılıkları ile büyük ölçüde orantılı bir renk ölçümü iken, C* değeri renk yoğunluğunu göstermektedir. Bu renk değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

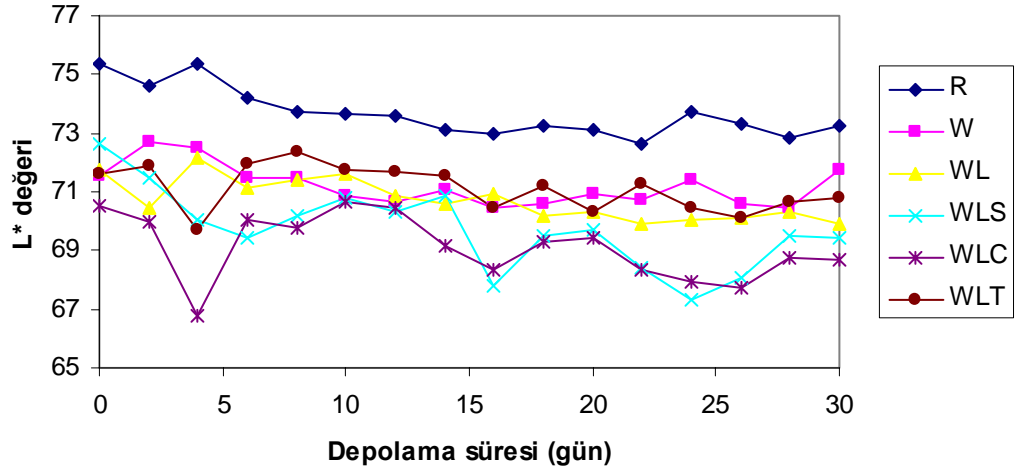
$$\text{Hue angle} = \tan^{-1}(b/a)$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

4.7.1 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince renk değerlerindeki değişim

Başlangıçta uygulanan tüm kaplamaların, fındığın L* değerini yani aydınlık (açıklık) değerini düşürdüğü gözlenmiştir (Şekil 4.19). 30 günlük depolama sonunda W ve WLT örneklerinin L* değerleri başlangıca göre değişmezken, diğer örneklerde istatistik olarak önemli bir azalma belirlenmiştir (P<0,05) (Çizelge 4.19).

Aslında PAS proteininin, kullanıldığı kaplamaların parlaklığını artırdığı (Terezza and Krochta 2000) ve taze dilim elmaların parlaklık (açıklık) değerini geliştirdiği bildirilmiştir (Perez-Gago *et al.* 2005). Ancak filmin kırılgenliğini gidermek için plastikleştirici olarak kullanılan gliserol buna opak bir özellik vermektedir. Bu nedenle kaplanmış fındıklar kontrole göre daha düşük L* değerine sahiptir. Diğer taraftan, materyalin su aktivitesi arttıkça L* değerinin azaldığı, buna karşın a* ve b* renk değerlerinin arttığı belirtilmiştir (Özdemir *et al.* 2001c).



Şekil 4.19 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince L* renk değerindeki değişim

Çizelge 4.19 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince L* renk değerleri

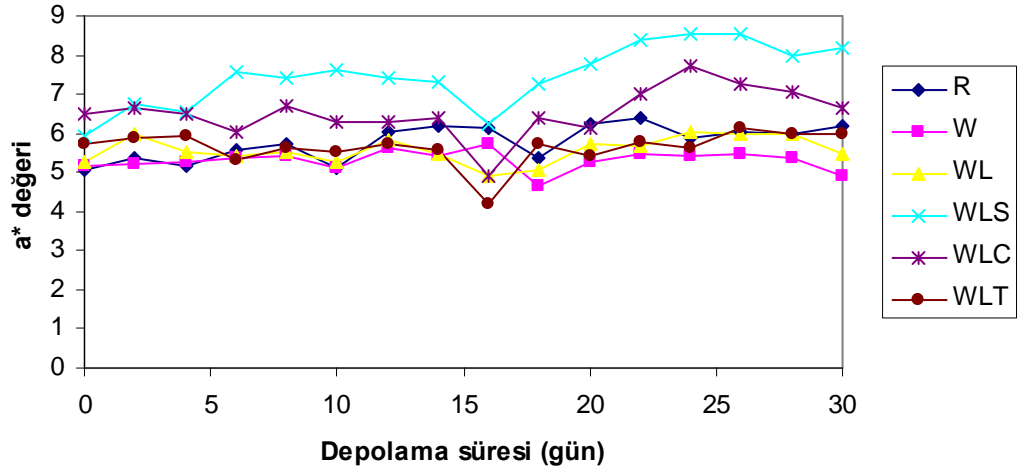
Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	75,39 ± 0,41 Aa	71,55 ± 0,72 ABbc	71,72 ± 0,42 ABbc	72,65 ± 0,14 Ab	70,53 ± 0,46 Ac	71,63 ± 0,03 ABCbc
2	74,61 ± 0,46 Aba	72,69 ± 0,68 Ab	70,43 ± 0,36 BCDEcd	71,47 ± 0,98 ABbcd	70,01 ± 0,53 ABd	71,91 ± 0,18 ABbc
4	75,33 ± 0,27 Aa	72,51 ± 0,75 ABb	72,19 ± 0,70 Ab	70,03 ± 0,81 BCDEc	66,76 ± 1,00 Fc	69,72 ± 0,22 Gd
6	74,21 ± 0,97 ABCa	71,50 ± 0,31 ABbc	71,10 ± 0,55 ABCDEbc	69,41 ± 0,49 CDEFd	70,01 ± 0,22 ABdc	71,95 ± 0,26 ABb
8	73,76 ± 1,01 BCDA	71,44 ± 0,36 ABbc	71,39 ± 0,07 ABCDbc	70,21 ± 0,90 BCDC	69,76 ± 0,32 ABCc	72,39 ± 0,03 Aab
10	73,66 ± 0,46 BCDA	70,83 ± 0,83 ABb	71,62 ± 0,32 ABCb	70,77 ± 0,36 ABCb	70,66 ± 0,41 Ab	71,73 ± 0,21 ABCb
12	73,60 ± 0,77 BCDA	70,69 ± 0,88 ABb	70,87 ± 0,89 ABCDEb	70,31 ± 0,97 BCDB	70,47 ± 0,55 Ab	71,68 ± 0,15 ABCab
14	73,13 ± 0,58 BCDA	71,10 ± 0,46 ABb	70,59 ± 0,09 BCDEb	70,83 ± 0,72 ABCb	69,16 ± 0,29 ABCDEc	71,54 ± 0,25 ABCDb
16	72,97 ± 0,38 DCa	70,48 ± 0,95 Bab	70,96 ± 0,08 ABCDEa	67,80 ± 1,31 FGc	68,33 ± 0,40 CDEFbc	70,46 ± 1,12 DEFgab
18	73,25 ± 0,13 BCDA	70,57 ± 0,78 ABbc	70,20 ± 0,07 DEbc	69,50 ± 0,33 BCDEFc	69,33 ± 0,41 ABCDEc	71,19 ± 0,45 BCDEFb
20	73,10 ± 0,21 BCDA	70,94 ± 0,61 ABb	70,34 ± 0,41 CDEb	69,68 ± 0,75 BCDEFb	69,43 ± 0,74 ABCDb	70,31 ± 0,40 EFGb
22	72,64 ± 0,39 Da	70,75 ± 1,01 ABb	69,94 ± 0,23 Ebc	68,42 ± 0,83 DEFgC	68,32 ± 0,40 CDEFc	71,27 ± 0,25 BCDEab
24	73,72 ± 0,34 BCDA	71,38 ± 0,80 ABb	70,03 ± 0,79 DEb	67,34 ± 0,37 Gc	67,95 ± 0,29 DEFc	70,44 ± 0,27 DEFgB
26	73,34 ± 0,17 BCDC	70,60 ± 0,50 ABC	70,09 ± 0,21 DEc	68,05 ± 0,35 EFGa	67,75 ± 0,90 EFb	70,12 ± 0,24 FGc
28	72,85 ± 0,62 DCa	70,45 ± 1,14 Bbc	70,31 ± 0,40 CDEbc	69,52 ± 0,05 BCDEFbc	68,73 ± 0,68 BCDEc	70,66 ± 0,19 CDEFgB
30	73,24 ± 0,08 BCDA	71,72 ± 0,74 ABab	69,91 ± 0,79 Ecd	69,45 ± 0,29 CDEFcd	68,70 ± 0,48 BCDEd	70,78 ± 0,47 CDEFgbc

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a* renk değeri, +a için kırmızılığı ifade ederken sıfıra yakın renkler nötr renkleri tanımlar. Çizelge 4.20' den de görüleceği üzere fındıkların a* değeri 4,22 ile 8,26 arasında değişmektedir yani nötre yakın bir renk gözlenmiştir. Karanfil uçucu yağının renkli olması nedeniyle WLS örneğinin başlangıç değeri de yüksek bulunmuştur. a* değerinin depolama süresindeki artışla birlikte R ve WLS' de önemli düzeyde arttığı görülmektedir (Şekil 4.20). Diğer örneklerde ise depolama süresi sonunda başlangıca göre önemli bir farklılık belirlenememiştir ($P \geq 0,05$). 30 gün sonunda karanfil uçucu yağlı örnekler 8,20 ile en yüksek değere ulaşmıştır.



Şekil 4.20 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince a* renk değerindeki değişim

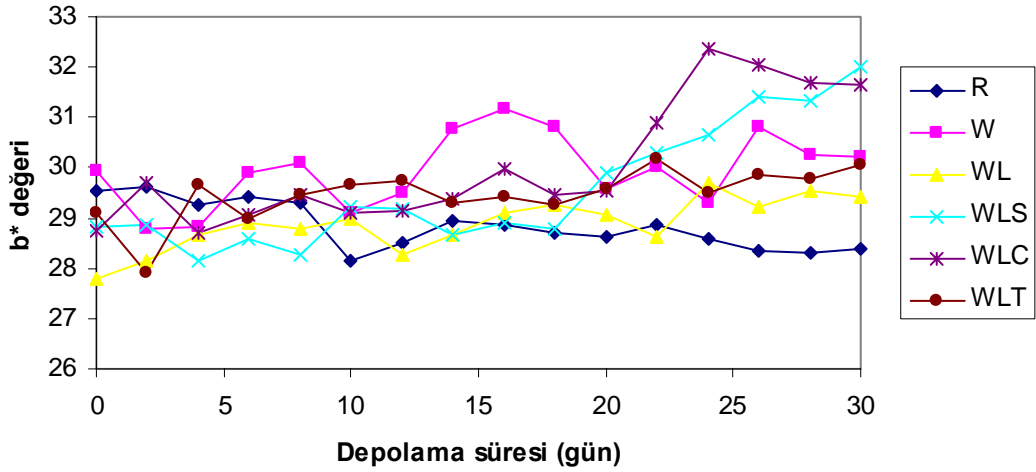
Çizelge 4.20 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince a* renk değerleri

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	5,06 ± 0,21 Fc	5,18 ± 0,20 ABbc	5,29 ± 0,43 ABbc	5,91 ± 0,14 Gab	6,49 ± 0,19 BCDEa	5,73 ± 0,18 ABabc
2	5,35 ± 0,04 DEFbc	5,22 ± 0,14 ABc	5,96 ± 0,26 Ab	6,74 ± 0,29 EFGa	6,65 ± 0,27 BCDEa	5,86 ± 0,04 ABb
4	5,16 ± 0,31 EFb	5,28 ± 0,27 ABb	5,51 ± 0,34 ABb	6,57 ± 0,27 FGa	6,50 ± 0,23 BCDEa	5,93 ± 0,26 ABab
6	5,58 ± 0,28 CDEFb	5,36 ± 0,25 ABb	5,40 ± 0,23 ABb	7,56 ± 0,30 BCDEFa	6,05 ± 0,20 Eb	5,33 ± 0,17 Bb
8	5,71 ± 0,40 BCDEb	5,40 ± 0,09 ABb	5,54 ± 0,37 ABb	7,40 ± 0,29 DEFa	6,71 ± 0,14 BCDEa	5,62 ± 0,23 ABb
10	5,10 ± 0,18 EFc	5,12 ± 0,38 ABc	5,27 ± 0,26 ABc	7,63 ± 0,08 ABCDEa	6,30 ± 0,30 CDEb	5,51 ± 0,19 ABc
12	6,01 ± 0,23 ABCb	5,63 ± 0,24 Ab	5,82 ± 0,41 ABb	7,42 ± 0,16 CDEFa	6,27 ± 0,27 DEb	5,74 ± 0,09 ABb
14	6,17 ± 0,11 ABCbc	5,44 ± 0,24 ABd	5,46 ± 0,27 ABd	7,34 ± 0,20 DEFa	6,40 ± 0,06 CDEb	5,58 ± 0,24 ABcd
16	6,14 ± 0,12 ABCa	5,72 ± 0,27 Aab	4,89 ± 0,16 Bbc	6,23 ± 0,48 Ga	4,90 ± 0,53 Fbc	4,22 ± 0,23 Cc
18	5,36 ± 0,15 DEFcd	4,66 ± 0,30 Bd	5,04 ± 0,37 ABcd	7,24 ± 0,37 DEFa	6,37 ± 0,22 CDEab	5,75 ± 0,25 ABbc
20	6,26 ± 0,11 ABb	5,27 ± 0,35 ABd	5,72 ± 0,35 ABbcd	7,78 ± 0,17 ABCDa	6,12 ± 0,23 Ebc	5,42 ± 0,07 Bcd
22	6,40 ± 0,17 Abc	5,49 ± 0,24 ABd	5,66 ± 0,22 ABd	8,39 ± 0,33 ABCa	6,99 ± 0,01 ABCDb	5,79 ± 0,21 ABcd
24	5,86 ± 0,20 ABCDb	5,44 ± 0,37 ABb	6,04 ± 0,54 Ab	8,56 ± 0,34 Aa	7,73 ± 0,35 Aa	5,63 ± 0,12 ABb
26	6,03 ± 0,15 ABCc	5,47 ± 0,41 ABc	6,00 ± 0,34 Ac	8,52 ± 0,14 ABa	7,24 ± 0,31 ABb	6,14 ± 0,23 Ac
28	5,96 ± 0,38 ABCDbc	5,36 ± 0,31 ABc	5,98 ± 0,59 Abc	7,98 ± 0,67 ABCDa	7,07 ± 0,37 ABCab	5,99 ± 0,40 ABbc
30	6,18 ± 0,11 ABCbc	4,91 ± 0,34 ABc	5,49 ± 0,38 ABbc	8,20 ± 0,64 ABCDa	6,67 ± 0,28 BCDEb	6,01 ± 0,56 ABbc

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).



Şekil 4.21 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince b* renk değerindeki değişim

b* renk değerlerinde, başlangıçta yapılan uygulamalar arasında istatistik olarak önemli bir fark belirlenmemiştir ($P \geq 0,05$). Depolama boyunca R, W, WL ve WLT örneklerinde önemli bir değişim belirlenmezken, uçucu yağlı örneklerde (WLS ve WLC) depolama süresinin artmasıyla birlikte önemli bir artış gözlenmiştir (Çizelge 4.21).

b* değeri sarılığın ifade etmesiyle birlikte nötr renkler için sıfıra yaklaşırken, daha doymuş ve keskin renkler için sayısal artış gösterir. Bu nedenle uçucu yağlı örneklerin depolama sırasında daha sarı bir renk aldığı ifade edilebilir (Şekil 4.21).

Rengin yoğunluğunu ifade eden C* renk değerinde, başlangıçta uygulamalar arasında istatistik olarak önemli bir fark gözlenmezken (EK 1), depolama süresi sonunda, sadece WLS ve WLC’de önemli bir artış belirlenmiştir ($P < 0,05$).

Çizelge 4.21 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince b* renk değerleri

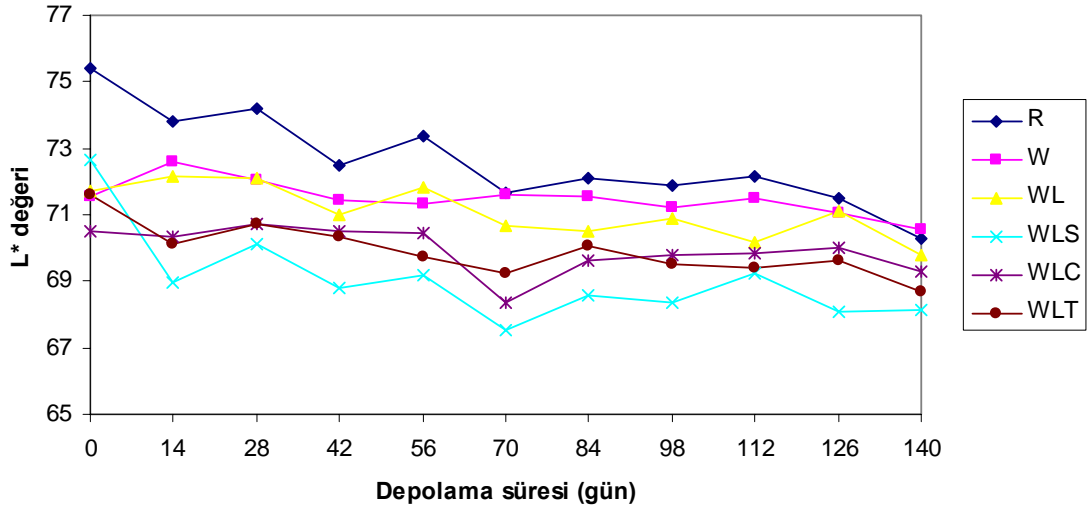
Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	29,55 ± 0,51 Aa	29,95 ± 1,44 Aa	27,79 ± 0,91 Ba	28,83 ± 0,67 CDa	28,74 ± 0,25 Da	29,10 ± 0,13 ABa
2	29,64 ± 0,24 Aa	28,78 ± 1,04 Aa	28,14 ± 0,8 ABa	28,85 ± 0,47 CDa	29,70 ± 0,31 CDa	27,92 ± 1,24 Ba
4	29,28 ± 0,59 ABa	28,84 ± 0,64 Aa	28,65 ± 0,86 ABa	28,16 ± 0,67 Da	28,69 ± 0,28 Da	29,66 ± 0,19 ABa
6	29,44 ± 0,18 ABa	29,88 ± 0,92 Aa	28,89 ± 0,39 ABa	28,59 ± 0,42 CDa	29,06 ± 0,16 Da	28,97 ± 0,92 ABa
8	29,32 ± 0,25 ABab	30,10 ± 0,91 Aa	28,77 ± 0,47 ABab	28,28 ± 0,41 Db	29,45 ± 0,20 CDab	29,44 ± 0,35 ABab
10	28,16 ± 0,64 Ba	29,11 ± 1,24 Aa	29,00 ± 0,54 ABa	29,24 ± 0,47 BCDA	29,10 ± 0,65 Da	29,67 ± 0,27 ABa
12	28,50 ± 0,52 ABa	29,50 ± 0,91 Aa	28,27 ± 0,67 ABa	29,16 ± 0,57 BCDA	29,15 ± 0,49 Da	29,75 ± 0,43 ABa
14	28,93 ± 0,30 ABab	30,78 ± 1,21 Aa	28,67 ± 0,79 ABb	28,66 ± 0,68 CDb	29,37 ± 0,03 CDab	29,30 ± 0,36 ABab
16	28,86 ± 0,46 ABb	31,19 ± 1,04 Aa	29,10 ± 0,44 ABb	28,92 ± 0,23 CDb	29,98 ± 0,49 BCDab	29,44 ± 0,53 ABab
18	28,72 ± 0,67 ABb	30,82 ± 1,01 Aa	29,27 ± 0,56ABab	28,79 ± 0,08 CDb	29,48 ± 0,17 CDab	29,25 ± 0,72 ABab
20	28,62 ± 0,08 ABb	29,60 ± 0,39 Aab	29,04 ± 0,74 ABab	29,90 ± 0,14 ABCDa	29,56 ± 0,34 CDab	29,58 ± 0,44 ABab
22	28,84 ± 0,54 ABab	30,01 ± 0,53 Aab	28,64 ± 0,75 ABb	30,30 ± 0,21 ABCDab	30,90 ± 0,66 ABCa	30,18 ± 1,04 Aab
24	28,60 ± 0,58 ABc	29,28 ± 0,64 Abc	29,70 ± 0,32 Abc	30,65 ± 0,58 ABCb	32,35 ± 0,68 Aa	29,50 ± 0,02 ABbc
26	28,33 ± 0,53 ABc	30,83 ± 0,92 Aab	29,20 ± 0,84 ABbc	31,39 ± 1,21 ABab	32,06 ± 0,11 Aa	29,87 ± 0,41 Aabc
28	28,29 ± 0,37 ABb	30,26 ± 0,41 Aab	29,54 ± 0,15 ABab	31,32 ± 1,60 ABa	31,70 ± 0,98 Aa	29,78 ± 1,15 ABab
30	28,38 ± 0,55 ABb	30,23 ± 0,41 Aab	29,41 ± 0,04 ABab	32,02 ± 1,80 Aa	31,64 ± 1,47 ABa	30,06 ± 0,89 Aab

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

4.7.2 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince renk değerlerindeki değişim



Şekil 4.22 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince L* renk değerindeki değişim

Başlangıçta, kontrol örneği, kaplama uygulanmış fındıkların hepsinden daha yüksek bir L* değerine (75,39) sahiptir. Ancak depolama sırasında, kontrol örneğinin bu renk değerinde önemli bir azalma ($P<0,05$) belirlenmiştir (Şekil 4.22).

Depolama sonunda başlangıç değerlerine göre W ve WLC örneklerinde önemli bir fark belirlenmemiştir. 140 gün sonunda uygulamalar arasındaki farklılık incelendiğinde ise W'nin en yüksek değere (70,54) sahip olduğu, ancak R (70,30) ve WL (69,80) ile arasında istatistik bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.22).

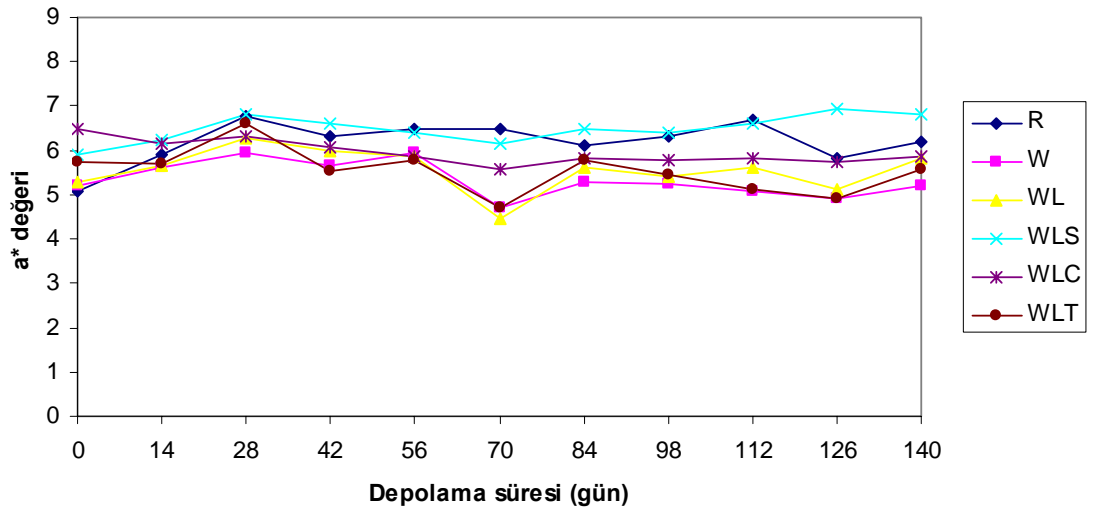
Çizelge 4.22 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince L* renk değerleri

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	75,39 ± 0,41 Aa	71,55 ± 0,72 ABCbc	71,72 ± 0,42 ABCbc	72,65 ± 0,14 Ab	70,53 ± 0,46 Ac	71,63 ± 0,03 Abc
14	73,79 ± 0,25 ABCa	72,61 ± 0,38 Aab	72,17 ± 0,68 Ab	68,96 ± 0,66 BCDe	70,35 ± 0,54 Ac	70,13 ± 0,23 BCc
28	74,17 ± 0,85 ABa	72,06 ± 0,17 ABb	72,08 ± 1,02 ABb	70,10 ± 0,33 Bb	70,71 ± 0,35 Ab	70,72 ± 0,69 ABb
42	72,46 ± 0,46 BCDA	71,44 ± 0,31 ABCab	70,98 ± 0,12 ABCDb	68,80 ± 0,30 BCDe	70,52 ± 0,49 Ab	70,36 ± 0,53 ABCb
56	73,37 ± 0,34 BCDA	71,31 ± 0,34 ABCb	71,84 ± 0,32 ABb	69,20 ± 0,38 BCc	70,47 ± 0,92 Abc	69,73 ± 0,38 BCDe
70	71,66 ± 0,78 EDa	71,62 ± 0,39 ABCa	70,69 ± 0,40 ABCDab	67,53 ± 0,46 Dc	68,34 ± 0,73 Bc	69,23 ± 0,59 CDbc
84	72,10 ± 0,96 CDEa	71,53 ± 0,53 ABCab	70,52 ± 0,52 BCDabc	68,58 ± 1,15 BCDe	69,64 ± 0,87 ABbc	70,06 ± 0,41 BCDabc
98	71,85 ± 0,31 EDa	71,20 ± 0,37 BCa	70,91 ± 0,38 ABCDab	68,35 ± 0,11 CDd	69,76 ± 0,61 ABbc	69,53 ± 0,18 BCDcd
112	72,18 ± 0,67 CDEa	71,52 ± 0,89 ABCab	70,16 ± 0,31 CDbc	69,23 ± 0,26 BCc	69,87 ± 0,16 ABbc	69,41 ± 0,11 BCDc
126	71,51 ± 0,44 EDa	71,05 ± 0,01 BCab	71,12 ± 0,13 ABCDab	68,08 ± 0,04 CDd	70,01 ± 0,63 ABbc	69,61 ± 0,15 BCDc
140	70,30 ± 0,16 Eab	70,54 ± 0,16 Ca	69,80 ± 0,06 Dabc	68,16 ± 0,08 CDd	69,28 ± 0,66 ABbcd	68,71 ± 0,46 Dcd

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).



Şekil 4.23 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince a* renk değerindeki değişim

40 °C'da depolama sonunda, R ve WLS değerlerinin başlangıç değerlerine göre arttığı, diğerlerinde ise istatistik bir farklılık olmadığı ($P \geq 0,05$) görülmektedir (Çizelge 4.23). Aynı sonuç 60 °C'da depolama sırasında da tespit edilmiştir. 140 günlük depolama sonunda en yüksek değere WLS örneğinin ulaştığı görülmektedir (Şekil 4.23).

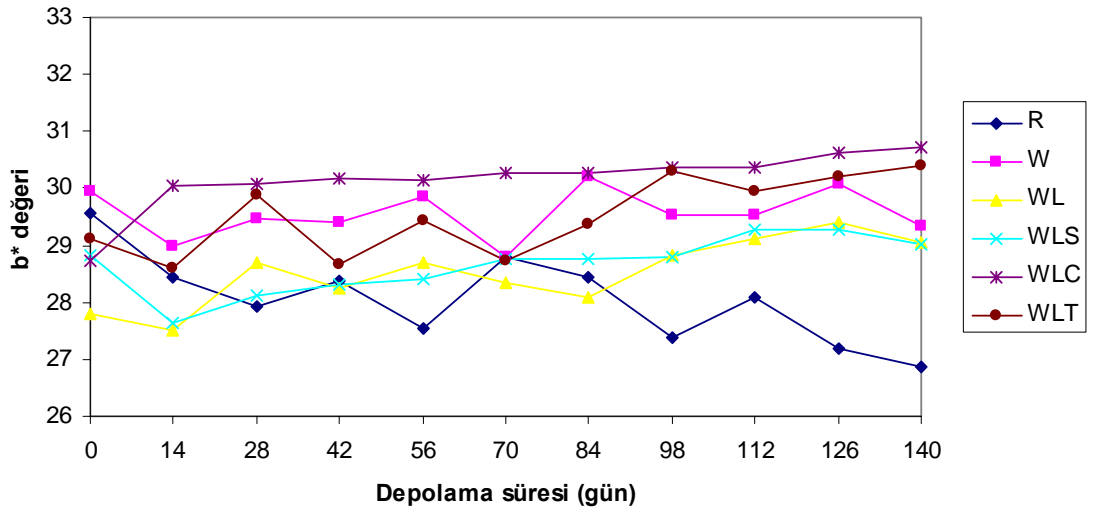
Çizelge 4.23 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince a* renk değerleri

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	5,06 ± 0,21 Cc	5,18 ± 0,20 ABCbc	5,29 ± 0,43 BCbc	5,91 ± 0,14 Cab	6,49 ± 0,19 Aa	5,73 ± 0,18 ABabc
14	5,92 ± 0,26 Ba	5,61 ± 0,22 ABa	5,64 ± 0,19 ABa	6,22 ± 0,27 ABCa	6,15 ± 0,17 ABa	5,69 ± 0,33 ABCa
28	6,79 ± 0,48 Aa	5,97 ± 0,09 Ab	6,29 ± 0,09 Aab	6,83 ± 0,17 ABa	6,32 ± 0,19 ABab	6,61 ± 0,27 Aab
42	6,32 ± 0,32 ABab	5,64 ± 0,12 ABbc	5,98 ± 0,02 ABabc	6,62 ± 0,14 ABa	6,07 ± 0,19 ABabc	5,55 ± 0,35 BCc
56	6,47 ± 0,32 ABa	5,97 ± 0,10 Aab	5,85 ± 0,10 ABab	6,39 ± 0,13 ABCab	5,85 ± 0,16 ABab	5,80 ± 0,30 ABb
70	6,50 ± 0,19 ABa	4,70 ± 0,65 Cb	4,48 ± 0,37 Cb	6,16 ± 0,15 BCa	5,59 ± 0,34 Bab	4,70 ± 0,42 Cb
84	6,10 ± 0,18 ABa	5,27 ± 0,22 ABCa	5,63 ± 0,53 ABa	6,47 ± 0,45 ABCa	5,81 ± 0,49 ABa	5,79 ± 0,49 ABa
98	6,32 ± 0,12 ABa	5,24 ± 0,14 ABCc	5,39 ± 0,23 Bbc	6,41 ± 0,10 ABCa	5,80 ± 0,12 ABb	5,47 ± 0,03 BCbc
112	6,70 ± 0,12 ABa	5,10 ± 0,02 BCc	5,60 ± 0,08 ABb	6,60 ± 0,13 ABCa	5,82 ± 0,12 ABb	5,13 ± 0,10 BCc
126	5,84 ± 0,08 BCb	4,90 ± 0,03 BCc	5,12 ± 0,11 BCc	6,92 ± 0,03 Aa	5,73 ± 0,14 ABb	4,93 ± 0,02 BCc
140	6,20 ± 0,10 ABb	5,21 ± 0,08 ABCd	5,81 ± 0,17 ABc	6,81 ± 0,07 ABa	5,85 ± 0,08 ABc	5,58 ± 0,02 BCc

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).



Şekil 4.24 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince b* renk değerindeki değişim

Depolama boyunca R örneğinde önemli bir düşüş gözlenirken, WLC örneğinde belirgin bir artış görülmektedir (Şekil 4.24). Bu sonuçta tarçın uçucu yağının renginin de açık sarı olması önemli rol oynamıştır. Diğer uygulamalarda ise depolama boyunca b* değerinde önemli bir farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 4.24).

C* değerleri 140 günlük depolama sonunda WLC (31,29) ve WLT (30,91) örneklerinde diğer uygulamalara kıyasla daha yüksek bulunurken, en düşük değer (27,56) R örneğinde belirlenmiştir (EK 3).

Hue değerleri, 60 °C ve 40 °C'da aynı şekilde değişmiştir. Depolama sonunda başlangıca göre R ve WLS'nin değerleri düşmüş, diğerlerinde önemli bir farklılık meydana gelmemiştir (EK 4).

Çizelge 4.24 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince b* renk değerleri

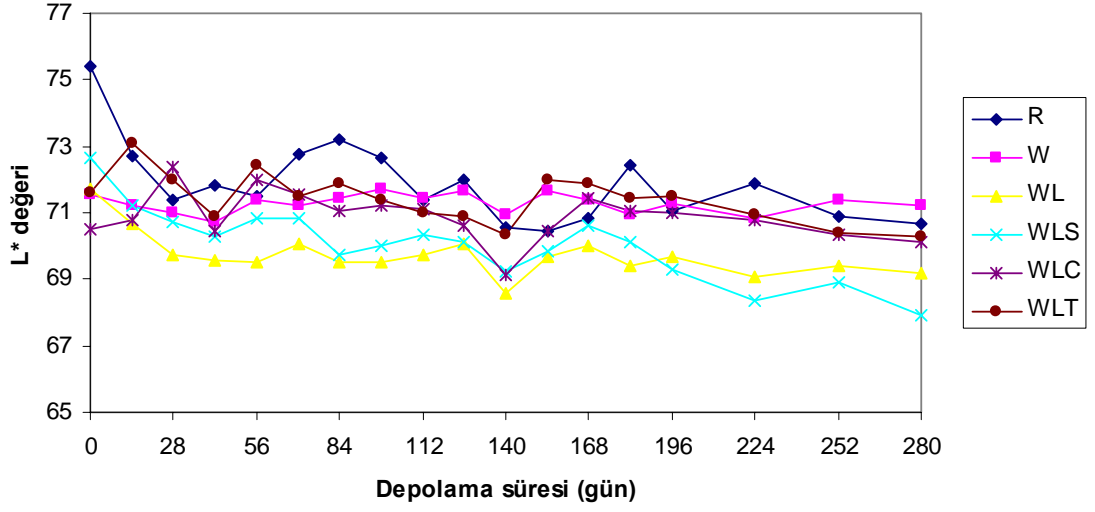
Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	29,55 ± 0,51 Aa	29,95 ± 1,44 Aa	27,79 ± 0,91 Aa	28,83 ± 0,67 Aa	28,74 ± 0,25 Ba	29,10 ± 0,13 Aa
14	28,44 ± 0,64 ABab	29,00 ± 0,47 Aab	27,51 ± 0,73 Ab	27,63 ± 0,58 Ab	30,03 ± 0,08 ABa	28,60 ± 0,58 Aab
28	27,92 ± 0,73 ABb	29,46 ± 0,47 Aab	28,71 ± 0,66 Aab	28,11 ± 0,29 Ab	30,07 ± 0,41 ABa	29,89 ± 0,62 Aa
42	28,39 ± 0,41 ABb	29,40 ± 0,28 Aab	28,26 ± 0,59 Ab	28,30 ± 0,43 Ab	30,19 ± 0,81 ABa	28,68 ± 0,69 Aab
56	27,56 ± 0,64 ABc	29,85 ± 0,22 Aab	28,70 ± 0,64 Aabc	28,40 ± 0,20 Abc	30,14 ± 0,29 ABa	29,42 ± 0,70 Aab
70	28,81 ± 1,71 ABa	28,79 ± 0,30 Aa	28,34 ± 0,36 Aa	28,75 ± 0,53 Aa	30,26 ± 1,10 ABa	28,73 ± 0,70 Aa
84	28,43 ± 0,94 ABa	30,20 ± 1,49 Aa	28,09 ± 0,89 Aa	28,76 ± 1,38 Aa	30,29 ± 0,90 ABa	29,38 ± 0,89 Aa
98	27,40 ± 0,05 ABd	29,54 ± 0,08 Ab	28,83 ± 0,11 Ac	28,79 ± 0,12 Ac	30,38 ± 0,09 ABa	30,30 ± 0,09 Aa
112	28,10 ± 0,02 ABd	29,55 ± 0,22 Abc	29,12 ± 0,01 Ac	29,27 ± 0,10 Ac	30,37 ± 0,19 ABa	29,95 ± 0,15 Aab
126	27,18 ± 0,17 ABc	30,08 ± 0,06 Aab	29,40 ± 0,10 Aab	29,28 ± 0,21 Ab	30,63 ± 0,36 Aa	30,22 ± 0,83 Aab
140	26,86 ± 0,09 Bc	29,36 ± 0,13 Ab	29,04 ± 0,05 Ab	29,03 ± 0,10 Ab	30,74 ± 0,23 Aa	30,40 ± 0,23 Aa

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

4.7.3 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince renk değerlerindeki değişim



Şekil 4.25 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince L* renk değerindeki değişim

Şekil 4.25' den görüldüğü gibi, R ve WLS örneklerinde depolama boyunca çok belirgin olmamakla birlikte L* değerinde azalma görülebilir. Bu sonuç, zamanla örneklerde kararına meydana geldiği şeklinde yorumlanabilir. Diğer taraftan W örneğinin L* değerinde depolama süresince istatistiksel olarak önemli bir değişim olmadığı ($P>0,05$) görülmektedir (Çizelge 4.25).

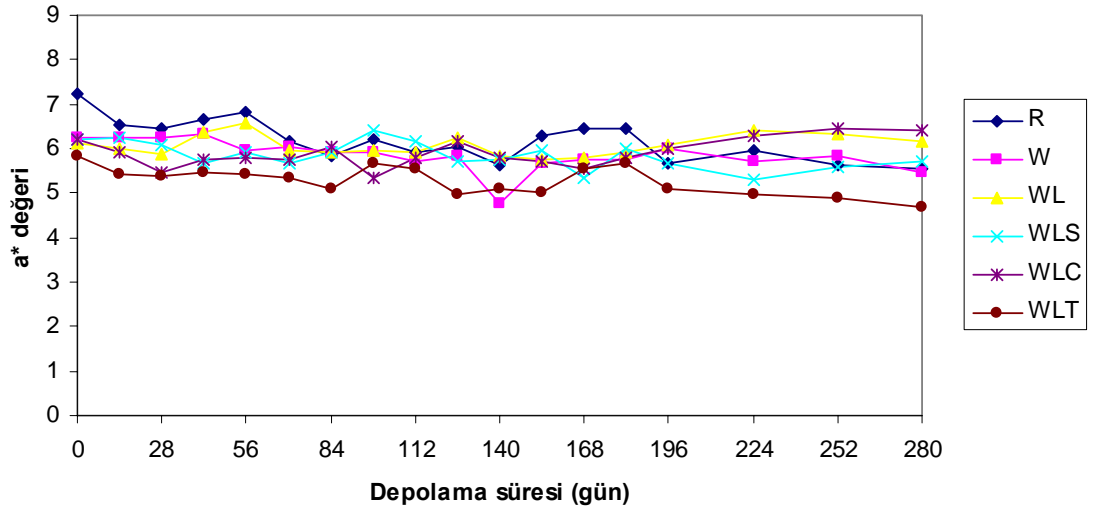
Çizelge 4.25 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince L* renk değerleri

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	75,39 ± 0,41 Aa	71,55 ± 0,72 Abc	71,72 ± 0,42 Abc	72,65 ± 0,14 Ab	70,53 ± 0,46 BCc	71,63 ± 0,03 ABCDEbc
14	72,71 ± 0,67 Bba	71,24 ± 0,67 Bab	70,64 ± 0,61 Bb	71,22 ± 0,54 ABab	70,79 ± 0,4 ABCb	73,07 ± 0,72 Aa
28	71,41 ± 1,05 CDEab	71,00 ± 0,69 Bab	69,72 ± 0,06 BCb	70,75 ± 0,39 ABCab	72,37 ± 0,34 Aa	71,97 ± 0,25 ABCDa
42	71,84 ± 0,77 BCDDa	70,71 ± 0,66 Bab	69,56 ± 0,77 BCDb	70,27 ± 0,08 ABCDab	70,45 ± 0,48 BCab	70,89 ± 0,37 CDEFab
56	71,48 ± 0,30 BCDEab	71,37 ± 0,48 Bab	69,53 ± 0,74 BCDC	70,86 ± 0,37 ABCbc	72,00 ± 0,03 ABab	72,41 ± 0,57 ABCa
70	72,74 ± 0,19 Bba	71,22 ± 0,21 Bb	70,05 ± 0,18 BCc	70,86 ± 0,54 ABCbc	71,55 ± 0,34 ABCb	71,49 ± 0,35 ABCDEFb
84	73,19 ± 0,64 Ba	71,44 ± 0,84 Bbc	69,53 ± 0,20 BCDd	69,74 ± 0,28 CDEcd	71,05 ± 0,36 ABCbcd	71,90 ± 0,76 ABCDEab
98	72,63 ± 0,63 BCDA	71,70 ± 0,36 Ba	69,53 ± 0,63 BCDC	70,03 ± 0,56 CDEbc	71,25 ± 0,26 ABCab	71,39 ± 0,31 BCDEFab
112	71,40 ± 0,61 CDEa	71,46 ± 0,68 Ba	69,75 ± 0,48 BCa	70,34 ± 0,18 ABCDA	71,11 ± 0,17 ABCa	71,00 ± 0,36 CDEFa
126	72,00 ± 0,27 BCDEa	71,68 ± 0,38 Ba	70,08 ± 0,30 BCa	70,15 ± 0,53 BCDEa	70,60 ± 1,06 BCa	70,89 ± 1,30 CDEFa
140	70,54 ± 0,56 Ea	70,94 ± 0,45 Ba	68,14 ± 0,49 Db	69,25 ± 0,56 DEFab	70,94 ± 1,05 ABCa	70,34 ± 0,27 EFa
168	70,41 ± 0,64 Eab	71,56 ± 0,31 Ba	69,55 ± 0,80 BCDB	70,82 ± 0,51 ABCab	71,46 ± 0,66 ABCa	72,02 ± 0,31 ABCa
196	71,08 ± 0,35 CDEa	71,05 ± 0,73 Ba	69,68 ± 0,54 BCDab	68,83 ± 0,44 EFGb	71,02 ± 0,30 ABCa	71,32 ± 0,88 BCDEFa
224	71,90 ± 0,35 BCDEa	70,84 ± 0,07 Bb	69,06 ± 0,09 DCc	68,37 ± 0,40 FGc	70,79 ± 0,18 ABCb	70,97 ± 0,19 CDEFb
252	70,89 ± 0,09 DEab	71,37 ± 0,11 Ba	69,41 ± 0,30 BCDC	68,90 ± 0,24 EFGc	70,33 ± 0,29 BCb	70,40 ± 0,34 DEFb
280	70,66 ± 0,04 Ea	71,21 ± 0,08 Ba	69,17 ± 0,18 BCDB	67,91 ± 0,58 Gc	70,12 ± 0,53 Cab	70,30 ± 0,14 Fab

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).



Şekil 4.26 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince a* renk değerindeki değişim

Bu renk değerinde, depolama süresince çok önemli bir değişiklik olmadığı görülmektedir (Şekil 4.26, Çizelge 4.26).

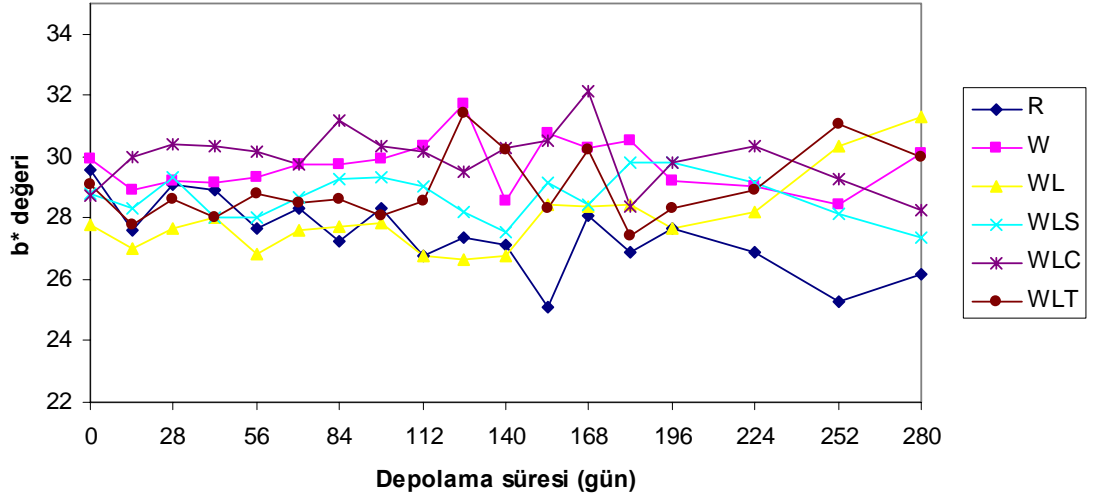
Çizelge 4.26 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince a* renk değerleri

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	5,06 ± 0,21 Fc	5,18 ± 0,20 ABbc	5,29 ± 0,43 Bbc	5,91 ± 0,14 ABab	6,49 ± 0,19 Aa	5,73 ± 0,18 Aabc
14	6,52 ± 0,17 ABCDa	6,23 ± 0,05 Aa	6,02 ± 0,15 Aab	6,24 ± 0,39 ABa	5,92 ± 0,18 ABCDEFab	5,43 ± 0,29 ABb
28	6,45 ± 0,23 ABCDEa	6,23 ± 0,13 Aab	5,89 ± 0,17 Abc	6,08 ± 0,09 ABab	5,48 ± 0,10 DEFcd	5,38 ± 0,20 ABd
42	6,65 ± 0,28 ABCa	6,34 ± 0,30 Aab	6,36 ± 0,15 Aab	5,68 ± 0,35 ABbc	5,76 ± 0,02 BCDEFbc	5,47 ± 0,28 ABc
56	6,81 ± 0,14 Aa	5,95 ± 0,11 ABabc	6,57 ± 0,55 Aab	5,93 ± 0,37 ABabc	5,81 ± 0,13 ABCDEFbc	5,43 ± 0,36 ABc
70	6,17 ± 0,25 BCDEa	6,05 ± 0,31 Aa	5,94 ± 0,30 Aab	5,68 ± 0,22 ABab	5,74 ± 0,12 BCDEFab	5,33 ± 0,11 ABb
84	5,82 ± 0,25 CDEab	5,91 ± 0,35 ABa	5,94 ± 0,17 Aa	5,92 ± 0,10 ABa	6,05 ± 0,30 ABCDEa	5,08 ± 0,29 ABb
98	6,23 ± 0,22 BCDEa	5,91 ± 0,31 ABab	5,98 ± 0,18 Aab	6,42 ± 0,21 Aa	5,35 ± 0,21 EFb	5,67 ± 0,30 ABab
112	5,94 ± 0,36 BCDEa	5,70 ± 0,72 ABa	5,92 ± 0,28 Aa	6,16 ± 0,06 ABa	5,80 ± 0,13 ABCDEFa	5,55 ± 0,06 ABa
126	6,04 ± 0,40 BCDEa	5,84 ± 0,44 ABa	6,26 ± 0,49 Aa	5,72 ± 0,66 ABa	6,17 ± 0,11 ABCDa	4,98 ± 0,06 ABa
140	5,62 ± 0,07 DEab	4,77 ± 0,34 Bb	5,84 ± 0,15 Aa	5,75 ± 0,33 ABab	5,31 ± 0,39 Fab	5,09 ± 0,54 ABab
168	6,52 ± 0,68 ABCDEa	5,50 ± 0,59 ABa	5,81 ± 0,60 Aa	5,46 ± 0,23 Ba	5,53 ± 0,43 CDEa	5,58 ± 0,32 ABa
196	5,78 ± 0,35 CDEa	6,08 ± 0,13 Aa	6,07 ± 0,14 Aa	5,50 ± 0,07 ABa	5,99 ± 0,30 ABCDEFa	5,52 ± 0,66 ABa
224	5,95 ± 0,09 BCDEab	5,72 ± 0,02 ABbc	6,43 ± 0,05 Aa	5,30 ± 0,21 Bcd	6,30 ± 0,19 ABab	4,97 ± 0,30 ABd
252	5,65 ± 0,13 DEc	5,84 ± 0,11 ABbc	6,34 ± 0,31 Aab	5,57 ± 0,03 ABc	6,46 ± 0,07 Aa	4,89 ± 0,18 ABd
280	5,54 ± 0,11 Ec	5,47 ± 0,17 ABc	6,16 ± 0,06 Aab	5,73 ± 0,30 ABbc	6,41 ± 0,05 Aa	4,71 ± 0,06 Bd

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).



Şekil 4.27 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince b* renk değerindeki değişim

Şekil 4.27’de farklı kaplama materyalleri uygulanan fındıkların 24 °C’da depolanması sırasında b* renk değerlerindeki değişim görülmektedir. WL örneğinde son günlerde görülen artış istatistik olarak önemli bulunurken ($P < 0,05$), diğer örneklerde depolamanın başlangıcı ve sonu arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirlenememiştir ($P > 0,05$) (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince b* renk değerleri

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	29,55 ± 0,51 Aa	29,95 ± 1,44 ABa	27,79 ± 0,91 Ba	28,83 ± 0,67 Aa	28,74 ± 0,25 Ba	29,10 ± 0,13 Aa
14	27,60 ± 1,35 Aa	28,93 ± 0,76 Ba	27,00 ± 0,27 Ba	28,32 ± 0,73 Aa	29,99 ± 0,81 ABa	27,81 ± 1,53 Aa
28	29,09 ± 1,32 Aa	29,24 ± 0,40 Ba	27,65 ± 0,56 Ba	29,33 ± 0,90 Aa	30,42 ± 0,55 ABa	28,60 ± 1,23 Aa
42	28,91 ± 1,55 Aa	29,14 ± 0,42 Ba	28,00 ± 0,63 Ba	28,04 ± 0,13 Aa	30,36 ± 0,52 ABa	28,00 ± 1,29 Aa
56	27,67 ± 1,51 Aab	29,34 ± 0,40 Bab	26,83 ± 0,41 Bb	28,04 ± 0,42 Aab	30,16 ± 0,48 ABa	28,82 ± 1,14 Aab
70	28,30 ± 1,59 Aa	29,78 ± 1,16 ABa	27,63 ± 0,35 Ba	28,68 ± 0,39 Aa	29,74 ± 0,59 ABa	28,49 ± 1,21 Aa
84	27,22 ± 1,23 Ab	29,75 ± 0,23 ABab	27,73 ± 0,62 Bb	29,30 ± 0,83 Aab	31,18 ± 0,63 ABa	28,60 ± 1,28 Aab
98	28,31 ± 1,24 Aa	29,91 ± 1,03 ABa	27,85 ± 0,43 Ba	29,33 ± 1,17 Aa	30,37 ± 0,28 ABa	28,07 ± 0,92 Aa
112	26,77 ± 1,20 Aa	30,37 ± 2,06 ABa	26,75 ± 1,69 Ba	29,02 ± 0,15 Aa	30,16 ± 0,08 ABa	28,54 ± 0,22 Aa
126	27,39 ± 2,92 Aa	31,71 ± 1,22 Aa	26,68 ± 0,59 Ba	28,21 ± 0,63 Aa	29,54 ± 1,78 ABa	31,45 ± 3,56 Aa
140	27,12 ± 1,17 Aa	28,56 ± 0,71 Ba	26,76 ± 0,23 Ba	27,55 ± 0,62 Aa	29,52 ± 1,76 ABa	30,22 ± 3,08 Aa
168	27,44 ± 1,53 Aa	31,06 ± 1,49 Aa	27,74 ± 1,12 Ba	29,43 ± 0,75 Aa	32,14 ± 2,20 Aa	29,57 ± 1,18 Aa
196	27,87 ± 1,40 Aa	29,31 ± 2,27 Ba	27,68 ± 0,22 Ba	29,29 ± 0,45 Aa	29,84 ± 1,00 ABa	28,02 ± 1,20 Aa
224	26,89 ± 0,30 Ad	29,07 ± 0,07 Bbc	28,21 ± 0,11 Bc	29,18 ± 0,43 Ab	30,35 ± 0,04 ABa	28,92 ± 0,31 Abc
252	25,26 ± 0,18 Ad	28,47 ± 0,13 Bbc	30,37 ± 0,25 Aa	28,12 ± 0,44 Ac	29,26 ± 0,39 ABb	31,09 ± 0,33 Aa
280	26,19 ± 0,15 Ae	30,10 ± 0,08 ABb	31,29 ± 0,33 Aa	27,38 ± 0,12 Ad	28,26 ± 0,31 Bc	29,98 ± 0,13 Ab

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

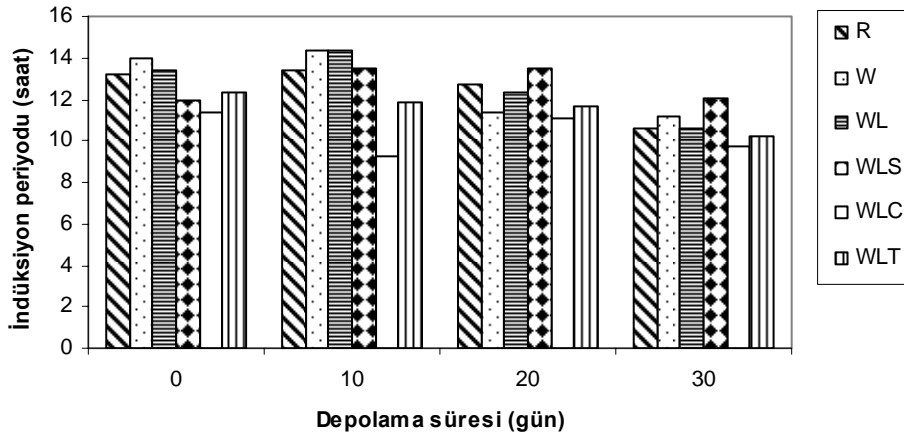
a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

4.8 Oksidatif Stabilite

Gıdaların üretilmesi, ortam sıcaklığında saklanması ve daha sonra da oksidatif durumunun ölçülmesi uzun zaman gerektirir. Bu yüzden antioksidan aktivitenin genellikle daha hızlı ölçülmesi gereklidir. En yaygın oksidasyon hızlandırma yöntemi oksijen içeriğini ve sıcaklığı artırmaktır. Bu etkilerin birleştirilmesi büyük ölçüde oksidatif stabiliteyi düşürmektedir. Böylece rafine bir zeytin yağı örneği 20°C’ da belirgin bir bozulma için 103 gün gerekli iken, bu süre ransimatta 100°C’ da 20,4 saate düşmektedir.

Bu çalışmada, farklı kaplama materyalleri ile kaplanan fındıklar belirli sıcaklıklarda depolanarak elde edilen yağların oksidatif stabilitesi ransimat cihazı ile belirlenmiştir. Oksidatif stabilite, yağların kalitesinin değerlendirilmesinde önemli bir parametredir (Aparicio *et al.* 1999).

Aktif oksijen yöntemi sonuçlarına göre, adaçayı, mercanköşk, biberiye, zencefil, kekik gibi baharat ekstraktlarının yağa ilavesi sonucu, bunların antioksidan özelliğe sahip olduğu bildirilmiştir (Aruoma *et al.* 1996).



Şekil 4.28 60 °C sıcaklıkta depolanmış fındıkların indüksiyon periyotları

Çizelge 4.28 60 °C sıcaklıkta depolanmış fındıkların indüksiyon periyotlarındaki değişim

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar ($X_{ort} \pm SE$)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	13,18±0,33 Aa	13,97±1,20 Aa	13,36±0,65 ABa	11,95±1,29 Aa	11,37±2,02 Aa	12,35± 0,03 Aa
10	13,41±1,51 Aa	14,38±0,46 Aa	14,39±0,55 Aa	13,46±0,54 Aa	9,23±1,42 Ab	11,88±0,46 Aab
20	12,75±1,88 Aa	11,39±0,06 Ba	12,31±1,14 ABa	13,52±0,20 Aa	11,04±0,29 Aa	11,70±0,02 Aa
30	10,58±0,08 Aa	11,20±0,43 Ba	10,58±0,12 Ba	12,08±1,29 Aa	9,75±0,03 Aa	10,26±0,19 Ba

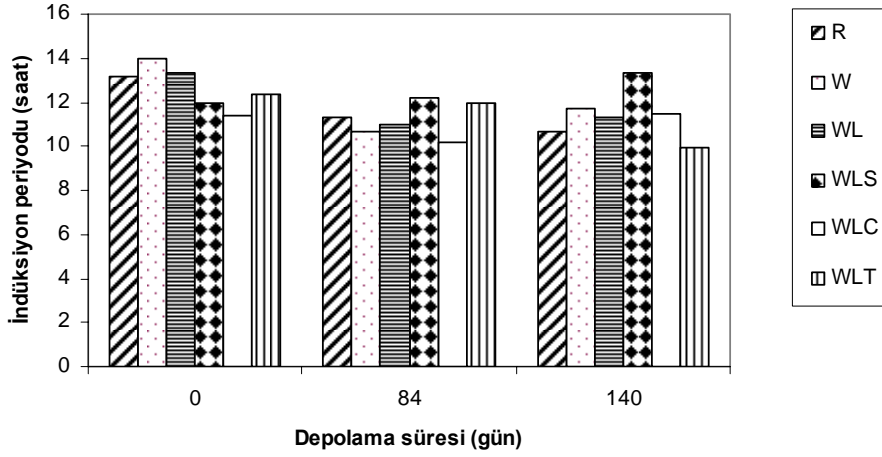
*: Ortalama \pm standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P<0,05$).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P<0,05$).

Depolama süresinin artmasıyla birlikte genel olarak indüksiyon periyodundaki azalma Şekil 4.28’ de görülmektedir. Uygulamalar arasındaki farklılık incelendiğinde (Çizelge 4.28), genel olarak değerlerde değişim olmasına rağmen çok önemli bir farklılık belirlenememiştir. Bununla birlikte, 30 günün sonunda en yüksek indüksiyon periyodu WLS örneğinde 12,08 saat olarak belirlenmiştir.

Artan sıcaklıklar, büyük ölçüde oksidasyonu hızlandırması yanında; sıcaklık, otoksidasyon mekanizmasını, oksidasyon ürünlerini, antioksidanların stabilitesini ve uçuculuğunu, gıdada farklı fazlar arasındaki antioksidan dağılımını etkileyebilir (Frankel 1993). Bazı araştırmacılar, antioksidanların genellikle artan sıcaklıklarda normal sıcaklıklardakinden daha az etkili olduğunu bildirmişlerdir (Ragnarsson and Labuza 1977).



Şekil 4.29 40 °C sıcaklıktaki depolanmış fındıkların indüksiyon periyotları

Çizelge 4.29. 40 °C sıcaklıktaki depolanmış fındıkların indüksiyon periyotlarındaki değişim

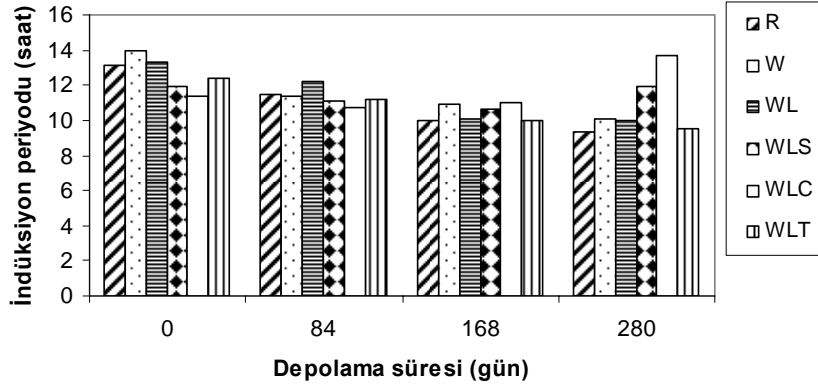
Depolama süresi (gün)	Uygulamalar ($\bar{X} \pm SE$)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	13,18±0,33 Aa	13,97±1,20 Aa	13,36±0,65 Aa	11,95±1,29 Aa	11,37±2,02 Aa	12,35±0,03 Aa
84	11,29±0,13 Bb	10,78±0,10 Bc	11,04±0,17 Bbc	12,21±0,06 Aa	10,23±0,07 Ad	11,99±0,18 Aa
140	10,66±0,57 Bcd	11,74±0,10 ABb	11,31±0,2 Bbc	13,37±0,30 Aa	11,44±0,24 Abc	9,92±0,10 Bd

*: Ortalama \pm standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P < 0,05$).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P < 0,05$).

Depolama boyunca WLS ve WLC örneklerinin indüksiyon periyotlarında önemli bir değişiklik belirlenmemiştir (Çizelge 4.29). 3 aylık depolama sonunda WLS ve WLT örnekleri arasında istatistik bir farklılık belirlenmezken ($P \geq 0,05$), diğer uygulamalara kıyasla daha yüksek değerler bulunmuştur. 5 aylık depolama sonunda ise WLS örneği 13,37 ile en yüksek indüksiyon periyoduna sahip olmuştur. WLT örneğinde ise depolama sonunda diğer uygulamalardan daha düşük indüksiyon periyodu (9,92 saat) bulunmuştur (Şekil 4.29).



Şekil 4.30 24 °C sıcaklıkta depolanmış fındıkların indüksiyon periyotları

Çizelge 4.30 24 °C sıcaklıkta depolanmış fındıkların indüksiyon periyotlarındaki değişim

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	13,18±0,33 Aa	13,97±1,20 Aa	13,36±0,65 Aa	11,95±1,29 Aa	11,37±2,02 Aa	12,35±0,03 Aa
84	11,49±0,60 Ba	11,33±0,90 BAa	12,17±0,59 Aa	11,08±0,39 Aa	10,71±0,28 Aa	11,19±0,71 BAa
168	10,00±0,31 CBa	10,95±0,75 Ba	10,09±0,41 Ba	10,62±0,01 Aa	11,00±0,10 Aa	10,01±0,06 BCa
280	9,37±0,39 Cc	10,04±0,06 Bc	9,95±0,25 Bc	11,96±0,04 Ab	13,69±0,08 Aa	9,50±0,30 Cc

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

24 °C'da depolama sırasında da 40 °C'daki ile benzer sonuçlar bulunmuştur. Depolamanın başlangıcında uygulamalar arasında istatistik bir farklılık bulunamamıştır ($P \geq 0,05$). Kontrol örneğinin indüksiyon periyodu başlangıçta 13,18 saat iken, depolama boyunca düştüğü ve 10 ay sonunda en düşük değere (9,37 saat) ulaştığı görülmektedir (Çizelge 4.30). WLS ve WLC örneklerinin indüksiyon periyodunda ise depolama boyunca istatistik olarak önemli bir farklılık belirlenmemiştir ($P \geq 0,05$). Diğer uygulamalar ise depolama boyunca indüksiyon periyodundaki azalmayı engelleyememiştir. Depolamanın 6. ayında uygulamalar arasında en yüksek indüksiyon periyoduna sahip olan örnekler WLS ve WLC olmuştur. 10. ay sonunda ise en yüksek indüksiyon periyodu sırasıyla WLC ve WLS olarak bulunmuştur.

Bu sonuç, uçucu yağların zamanla yüzeyden fındık içerisine absorbe olduğu şekilde açıklanabilir. Bunun yanı sıra, karanfil uçucu yağının yüksek sıcaklıklarda daha etkili olabileceği de düşünülmektedir. Bir çalışmada; karanfil uçucu yağının, yüksek sıcaklıklarda (100-120-180 °C gibi) oda sıcaklığından daha yüksek radikal yakalama aktivitesine (DPPH) sahip olduğu bildirilmiştir (Tomaino *et al.* 2005). Karanfilin güçlü bir antioksidan etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Fenaroli 1971, Saito 1977, Bursha *et al.* 1987). Çalışmada kullanılan karanfil uçucu yağı, % 86 öjenol içermektedir. Öjenolün, BHA'nın antioksidan aktivitesinin %90'ına sahip olduğu belirtilmiştir (Cort 1974). Fenolik antioksidanların, radikal zincir reaksiyonlarını durdurmak için proton verici olarak görev yaptığı bildirilmiştir (Lean and Mohamed 1999). Literatürlerde tarçın yağının farklı yöntemlerle belirlenen antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirtilirken, aktif oksijen yönteminin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanamamıştır. Ancak sonuçlar göstermektedir ki, oksidatif stabiliteyi artırmada tarçın uçucu yağı da karanfil uçucu yağı kadar etkili bulunmuştur.

Kaplama materyaline tokoferol ilavesinin farklı sıcaklıklarda depolama boyunca indüksiyon periyodunu artırmadığı ve hatta depolamanın uzaması ile azalttığı görülmektedir (Şekil 4.28, 4.29, 4.30). Bu sonuç literatür bilgileriyle de uyumludur. Yapılan bir çalışmada, α -tokoferol ilavesinin yağların indüksiyon periyodunu değiştirmediği, hatta yüksek konsantrasyonlarda indüksiyon periyodunu düşürdüğü bildirilmiştir (Turan 2006).

Hidrofilik veya lipofilik antioksidanların etkinliği, lipit substratına, fiziksel durumuna, antioksidan konsantrasyonuna, oksidasyon süre ve sıcaklığına, kullanılan analitik yöntemeye göre değişmektedir. Bunun yanı sıra doğal antioksidanların yağda veya gıda emülsiyonlarındaki etkisinin, hava-yağ ve yağ-su yüzeyleri arasındaki kompleks çekim kuvvetleri nedeniyle değerlendirilmesi oldukça zordur (Abdalla ve Roozen 1999). Sonuç olarak, polar paradoks nedeniyle, suda çözünen antioksidanların yağlardaki koruyucu etkisinin yağda çözünen antioksidanlardan daha fazla olabileceği belirtilmiştir (Porter *et al.* 1977). Nitekim, suda çözünen etken bileşiklere sahip olan uçucu yağların, aktif oksijen yönteminde model sistem olarak kullanılan yağdaki antioksidan etkileri belirlenmiştir.

4.9 Duyusal Değerlendirme

Yenilebilir film ve kaplamaların duyusal özellikleri, ürünün tüketiciler tarafından kabul edilmesinde önemlidir. Gıdaların insanlar tarafından tercih edilmesinde, çoğunlukla görünüş, renk, aroma, tekstür ve ağızda bıraktığı duyusal olgu önemli rol oynar (Damodaran 1996). Yenilebilir filmlerin duyusal özellikleri üzerine yapılmış çok az sayıda araştırma vardır (Kim 2000).

4.9.1 60 °C sıcaklıkta yapılan depolamanın duyusal değerlendirme sonuçları

Örneklerin, yüzey düzgünlük özelliği incelendiğinde, tüm uygulamalarda 10. gün değerleri en yüksek puanı almıştır, ancak depolama ile puanların düştüğü görülmüştür. 30 gün depolama sonrasında en yüksek puanı (6,58) W örneği alırken, bunu WLT ve WL örnekleri takip etmiştir (Çizelge 4.31).

Yüzey parlaklık özelliği incelendiğinde, 0. günde ve depolama boyunca tüm kaplamaların parlaklığı kontrole göre daha iyi bulunmuştur. 30. gün sonunda en yüksek değere (6,38) W sahip olmuştur.

Yüzey rengi yönünden, 0. günde, kontrol ve kaplama örnekleri arasında istatistik olarak önemli bir fark görülmezken, depolama süresinin ilerlemesi ile WLS ve R örneklerinin rengi diğerlerinden daha düşük puan almıştır. 30 günlük depolama sonunda en iyi puanı (6,42) W almıştır.

Tekstür sonuçlarına bakıldığında, kontrol örneğinin değerinin depolama boyunca azaldığı, buna karşın kaplamalı örneklerin tekstürünün 10. günde en yüksek puana ulaşmış, sonra azalmaya başladığı görülmektedir. Depolamanın 30. gününde WL örneği diğerlerinden daha yüksek puan (6,65) almıştır.

Aroma yönünden, kaplanmamış fındıkların depolama boyunca azalan puanlar aldığı görülmektedir. Uçucu yağlı örneklerin aroması en düşük puanı alırken, W, WL ve WLT örneklerinin 0. günden sonra depolama boyunca kontrol örneğinden daha fazla puan aldığı anlaşılmıştır. Aroma yönünden, depolama sonunda en beğenilen örnek WL (6,00) olmuştur.

Genel beğenilirlik yönünden en fazla puanı 10. ve 20. günde WLT örneği almış, W ve WL örnekleri de kontrole göre daha fazla beğeni kazanmıştır. 0. günde en fazla beğenilen kontrol örneği olurken, 30 gün depolama sonunda WL örneği en fazla beğenilen örnek olmuştur.

Çizelge 4.31 60 °C sıcaklıkta yapılan depolamada fındıkların duyuusal değerlendirme sonuçları

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
Yüzey düzgünlüğü						
0	5,75±0,34ABc	6,58±0,27Bab	6,66±0,30Aab	6,50±0,28Aabc	6,02±0,31Bbc	6,88±0,25Aa
10	5,98±0,22Ac	7,48±0,16Aa	7,31±0,18Aa	6,54±0,19Ab	7,10±0,18Aa	7,31±0,15Aa
20	5,54±0,30ABc	7,22±0,21ABa	7,04±0,22Aa	5,52±0,28Bc	6,29±0,21Bb	7,15±0,17Aa
30	5,00±0,33Bc	6,58±0,29Ba	5,96±0,28Bab	4,92±0,36Bc	5,17±0,26Cbc	6,00±0,26Ba
Yüzey parlaklığı						
0	4,38±0,32ABb	7,04±0,24ABa	6,67±0,28BCa	6,66±0,23Aa	6,79±0,26Aa	7,33±0,19Aa
10	5,15±0,21Ac	7,48±0,20Aa	7,46±0,15Aa	6,56±0,23Ab	7,00±0,19Aab	7,25±0,21Aa
20	4,77±0,27ABc	7,56±0,20Aa	7,15±0,23ABa	5,96±0,38Ab	6,21±0,37ABb	7,04±0,28Aa
30	4,33±0,31Bc	6,38±0,30Ba	6,25±0,26Ca	4,92±0,31Bbc	5,75±0,27Bab	5,88±0,33Ba
Yüzey rengi						
0	5,70±0,39Aa	6,19±0,16Ba	6,20±0,30Ba	6,20±0,31Aa	6,10±0,35ABa	6,10±0,37Ba
10	5,90±0,25Ab	7,54±0,20Aa	7,35±0,12Aa	5,83±0,27Ab	6,88±0,18Aa	7,25±0,18Aa
20	5,56±0,37Ab	7,27±0,16Aa	6,98±0,24Aa	4,81±0,29Bc	5,73±0,27Bb	7,10±0,21Aa
30	4,17±0,31Bc	6,42±0,28Ba	5,67±0,32Bab	4,63±0,37Bc	5,50±0,31Bb	6,17±0,29Bab
Tekstür						
0	6,94±0,22Aa	5,88±0,31Cbc	6,52±0,27Bab	5,48±0,28Bc	5,17±0,30Cc	6,33±0,24Bab
10	6,62±0,25ABc	7,55±0,23Aab	7,63±0,16Aa	7,37±0,18Aab	6,92±0,31Abc	7,54±0,19Aab
20	6,46±0,33Aba	6,77±0,31ABa	6,92±0,22Ba	6,95±0,27Aa	6,50±0,29ABa	6,98±0,21ABa
30	6,04±0,28Bab	6,08±0,32BCab	6,65±0,27Ba	5,75±0,28Bb	6,08±0,23Bab	6,33±0,29Bab
Aroma						
0	6,75±0,27Aa	5,83±0,31BCbc	6,13±0,37Bab	5,04±0,32Adc	4,67±0,32Bd	6,38±0,32BCab
10	6,35±0,28ABbc	7,00±0,31Aab	7,19±0,18Aa	5,81±0,27Adc	5,19±0,29ABd	7,46±0,19Aa
20	5,60±0,28BCb	6,44±0,37ABab	6,17±0,26Bab	5,70±0,36Ab	5,73±0,31Ab	6,58±0,21Ba
30	5,04±0,35Cb	5,35±0,32Cab	6,00±0,26Ba	5,81±0,29Aab	5,71±0,38Aab	5,73±0,27Cab
Genel kabul edilebilirlik						
0	6,73±0,19Aa	5,96±0,29Bbc	6,19±0,31Bab	5,20±0,28Adc	5,06±0,30Ad	6,33±0,23BCab
10	6,17±0,19ABb	7,08±0,27Aa	7,38±0,17Aa	5,92±0,26Ab	5,58±0,30Ab	7,62±0,17Aa
20	5,62±0,27BCbc	6,46±0,33ABa	6,33±0,26Bab	5,50±0,34Ac	5,50±0,28Ac	6,79±0,19Ba
30	5,25±0,31Cb	5,67±0,27Bab	6,19±0,27Ba	5,54±0,29Aab	5,79±0,32Aab	6,04±0,25Cab

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

4.9.2 40 °C sıcaklıkta yapılan depolamanın duysal değerlendirme sonuçları

Örneklerin, yüzey düzgünlük özelliği incelendiğinde, 0. günde sırası ile WLT, WL ve W örnekleri en yüksek puanı almış, bunu WLS ve WLC örnekleri takip etmiştir. W, WL ve WLS örneklerinde depolama boyunca istatistik bir farklılık belirlenemezken, R örneğinde önemli bir azalma meydana gelmiştir ($P < 0,05$). 5 ay süre ile yapılan depolama sonunda da en yüksek puanı WLC (6,92) ve W (6,90) örnekleri almıştır (Çizelge 4.32).

Örneklerin, yüzey parlaklık özelliği incelendiğinde, 0. günde tüm kaplamaların parlaklığı kontrole göre daha farklı ve daha iyi bulunmuştur. En yüksek puanı WLT (7,33) örneği almış, bunu W (7,04) izlemiştir. Depolama sonunda ise R örneği en düşük değeri (4,08) alırken, WLC örneği en yüksek puanı (6,88) almıştır.

Fındıkların yüzey rengi yönünden, başlangıçta, kontrol ve kaplama örnekleri arasında olarak önemli bir fark görülmemesine rağmen ($P > 0,05$), tüm kaplanmış örnekler kontrole göre daha yüksek puan almıştır. Depolama sonunda ise kontrol örneği en düşük puanı (4,04) alırken, W (6,88) ve WLC (6,71) örnekleri kontrole göre istatistik olarak farklılık göstermiş ve en yüksek puanı almışlardır.

Tekstür sonuçlarına bakıldığında, 0. günde R, WL ve WLT örnekleri arasında istatistik bir fark bulunamazken, bu örnekler diğerlerinden daha yüksek puan almıştır. Depolama boyunca kontrol örneği zamanla azalan puanlar ve depolama sonunda da diğer uygulamalar arasında en düşük puanı almıştır. Depolama sonunda, W, WLS, WLC örneklerinin puanları başlangıca göre artış gösterirken, en yüksek puan (7,04) W örneğine verilmiştir.

Fındıklar aroma yönünden, 0. günde en düşük puanı (4,67) WLC örneği alırken, depolama sonunda en düşük puanı R örneği almıştır. W örneği ise 5 aylık depolama sonrasında en yüksek puanla (6,83) değerlendirilmiştir.

Genel kabul edilebilirlik açısından, WLC ve WLS örnekleri istatistik olarak önemli bir farklılık göstererek 0. günde en düşük puanı alırken, depolama sonunda kontrol örneği de en düşük puanı almıştır. Tüm bu özellikler bir bütün olarak değerlendirildiğinde, depolama sonunda en yüksek puanı sırası ile W (6,79), WLT (6,77), WL (6,44) ve WLC (6,42) örnekleri almış ancak bu örnekler arasında istatistik olarak önemli bir farklılık belirlenmemiştir ($P \geq 0,05$).

Çizelge 4.32 40 °C sıcaklıkta yapılan depolamada fındıkların duyuusal değerlendirme sonuçları

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
Yüzey düzgünlüğü						
0	5,75±0,34Ab	6,58±0,27Aa	6,67±0,30Aa	6,50±0,28Aab	6,08±0,28Bab	6,88±0,25Aa
84	5,40±0,25Ab	6,25±0,23Aa	6,33±0,21Aa	5,85±0,26Aab	5,90±0,30Bab	5,85±0,28Bab
140	4,23±0,19Bc	6,90±0,18Aa	6,67±0,021Aab	6,25±0,17Ab	6,92±0,16Aa	6,54±0,17Aab
Yüzey parlaklığı						
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	6,58±0,27Bb	7,04±0,24Aa	6,67±0,28Aa	6,67±0,23Aa	6,80±0,25Aa	7,33±0,19Aa
84	5,35±0,33Ab	6,27±0,27Ba	6,20±0,28Aa	5,88±0,28Bab	5,88±0,32Bab	6,10±0,28Bab
140	4,08±0,29Bc	6,64±0,25ABab	6,21±0,25Aab	6,12±0,23ABb	6,88±0,21Aa	6,75±0,22ABab
Yüzey rengi						
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	5,70±0,39Aa	6,19±0,23Aa	6,20±0,30Aa	6,20±0,31Aa	6,10±0,35Aba	6,17±0,35Aa
84	5,40±0,35Ac	6,63±0,27Aa	6,42±0,31Aab	5,56±0,30Abc	5,85±0,31Babc	6,08±0,30Aabc
140	4,04±0,26Bc	6,88±0,25Aa	6,52±0,27Aa	5,75±0,28Ab	6,71±0,20Aa	6,27±0,26Aab
Tekstür						
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	6,94±0,22Aa	5,88±0,31Bbc	6,52±0,27Aab	5,43±0,28Bc	5,13±0,30Bc	6,33±0,23Aab
84	5,69±0,30Ba	6,02±0,24Ba	6,06±0,27Aa	6,23±0,24Aa	6,15±0,27Aa	6,17±0,29Aa
140	5,12±0,27Bc	7,04±0,21Aa	6,42±0,25Aab	6,21±0,26Ab	6,58±0,93Aab	6,81±0,20Aab
Aroma						
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	6,75±0,27Aa	5,96±0,28Bbc	6,13±0,31Aab	5,04±0,32Bdc	4,67±0,32Bd	6,42±0,30Aab
84	5,29±0,30Ba	5,63±0,30Ba	5,63±0,28Aa	5,77±0,28Aba	5,58±0,28Aa	5,92±0,33Aa
140	4,92±0,23Bc	6,83±0,20Aa	6,23±0,22Aab	6,02±0,30Ab	6,21±0,20Aab	6,46±0,20Aab
Genel kabul edilebilirlik						
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	6,73±0,19Aa	5,96±0,28Ab	6,19±0,31Aab	5,20±0,28Bc	5,10±0,29Bc	6,33±0,23ABab
84	5,50±0,30Ba	5,96±0,24Ba	5,92±0,28Aa	5,90±0,27Aba	5,85±0,28Aa	6,06±0,29Ba
140	4,75±0,23Cc	6,79±0,22Ba	6,44±0,22Aab	6,06±0,28Ab	6,42±0,14Aab	6,77±0,19Aa

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

4.9.3 24 °C sıcaklıkta yapılan depolamanın duyuşal değerlendirme sonuçları

Fındıkların yüzey düzgünlük özelliği incelendiğinde, 0. günde WLT rneği en yüksek puanı (6,88) alırken, R rneği en düşük puanı (5,75) almıştır (izelge 4.33). Depolamanın sonunda yine R rneği en düşük puanı almış, diğer uygulamalar arasında ise önemli bir farklılık belirlenememiştir ($P \geq 0,05$).

Yüzey parlaklık özelliği incelendiğinde, başlangıçta R rneği en düşük puanı (4,41) alırken, diğer uygulamalar arasında önemli bir farklılık belirlenememesine rağmen, WLT rneği en yüksek puanı (7,33) almıştır. 10 aylık depolama sonunda da başlangıçtaki özelliklerle benzer oldukları anlaşılmıştır.

Yüzey rengi yönünden örnekler, kontrol ve kaplama örnekleri arasında 0. günde, istatistik olarak önemli bir fark görülmemesine rağmen, tüm kaplanmış örnekler kontrole göre daha yüksek puan almıştır. Depolama sonunda uygulamalar arasında en yüksek puanı (6,81) WLT rneği alırken en düşük puanı (5,04) R rneği almıştır.

Tekstür sonuçlarına bakıldığında, depolama sonunda en düşük değeri (5,17) WLC rneği ve en yüksek değeri (6,83) WL örneğinin aldığı görülmektedir. Başlangıçta en yüksek değere (6,94) sahip olan R rneği ise 10 aylık depolama sonunda uygulamalar arasında en düşük puanı (5,85) almıştır.

Örnekler aroması açsından incelendiğinde, 0. günde en yüksek puanı (6,75) R rneği alırken, depolama sonunda en yüksek puanı (7,12) WL örneğinin aldığı görülmektedir.

Genel kabul edilebilirlik açsından, depolamanın ilk gününde en yüksek puanı (6,73) R rneği alırken, depolama sonunda en yüksek puanı (6,96) WL rneği almıştır.

Bu sonuçlar göstermektedir ki; tüketiciler görünüşe, özellikle parlaklık ve renge önem vermekte; ancak geleneksel bir bakış içinde fındık tat ve aromasında çok fazla

değişiklik istememektedirler. Bu nedenle uçucu yağlar yerine, aromasız olan PAS proteini kaplamalarından W ve WL örnekleri tüm sıcaklıklarda en fazla puanı alarak beğeni toplamıştır.

Çizelge 4.33 24 °C sıcaklıkta yapılan depolamada fındıkların duyuusal değerlendirme sonuçları

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
Yüzey düzgünlüğü						
0	5,75±0,34Ac	6,58±0,27Aab	6,67±0,30Aab	6,50±0,28Aabc	6,06±0,29Abc	6,88±0,25Aa
84	4,89±0,32Ab	6,33±0,24Aa	6,54±0,20Aa	6,10±0,27Aa	6,31±0,22Aa	6,31±0,22Aa
168	5,70±0,40Aa	6,31±0,29Aa	6,44±0,32Aa	5,90±0,32Aa	6,20±0,33Aa	6,31±0,28Aa
280	5,38±0,30Ab	6,38±0,24Aa	6,96±0,20Aa	6,54±0,22Aa	6,67±0,26Aa	6,92±0,20Aa
Yüzey parlaklığı						
R	W	WL	WLS	WLC	WLT	
0	4,41±0,30BCb	7,04±0,24Aa	6,67±0,28Aa	6,67±0,23Aa	6,79±0,26Aa	7,33±0,19Aa
84	3,79±0,27Cc	6,79±0,19ABa	5,98±0,23Ab	6,09±0,32Aab	6,19±0,32Aab	6,35±0,25Bab
168	5,33±0,36Aa	6,27±0,29Ba	6,15±0,35Aa	6,02±0,29Aa	6,23±0,35Aa	6,23±0,37Ba
280	4,92±0,30ABb	6,38±0,24ABa	6,62±0,26Aa	6,66±0,22Aa	6,83±0,26Aa	6,92±0,28ABa
Yüzey rengi						
R	W	WL	WLS	WLC	WLT	
0	5,75±0,37Aa	6,19±0,23Aa	6,20±0,30Aa	6,20±0,31Aa	6,10±0,34ABa	6,13±0,37ABa
84	4,29±0,30Bb	6,10±0,24Aa	6,25±0,22Aa	6,11±0,27Aa	6,46±0,27Aa	6,42±0,18ABa
168	5,94±0,30Aa	5,86±0,31Aa	6,17±0,33Aa	5,60±0,32Aa	5,48±0,36Ba	5,98±0,34Ba
280	5,04±0,35ABc	5,88±0,22Ab	6,62±0,27Aab	6,27±0,25Aab	6,29±0,27ABab	6,81±0,26Aa
Tekstür						
R	W	WL	WLS	WLC	WLT	
0	6,94±0,22Aa	5,88±0,31Abc	6,52±0,27ABab	5,48±0,28Bc	5,17±0,30Bc	6,33±0,24Aab
84	5,48±0,32Ba	6,13±0,19Aa	5,98±0,20Ba	5,87±0,19ABa	5,92±0,22ABa	5,96±0,24Aa
168	6,29±0,34ABa	6,44±0,26Aa	6,15±0,32ABa	6,17±0,32ABa	6,00±0,32Aa	6,48±0,28Aa
280	5,85±0,29Bb	6,46±0,21Aab	6,83±0,26Aa	6,48±0,26Aab	6,62±0,21Aa	6,58±0,25Aa
Aroma						
R	W	WL	WLS	WLC	WLT	
0	6,75±0,27Aa	5,83±0,31BCbc	6,13±0,37Bab	5,08±0,30Bdc	4,67±0,32Bd	6,38±0,32Aab
84	5,25±0,30Ba	5,17±0,26Ca	5,60±0,30Ba	5,37±0,27ABa	4,90±0,33Ba	5,31±0,26Ba
168	6,10±0,37ABab	6,08±0,31ABab	6,42±0,35ABa	5,50±0,32ABab	5,38±0,27ABb	6,25±0,34Aab
280	5,31±0,34Bc	6,67±0,18Aab	7,12±0,19Aa	6,02±0,26Ab	6,08±0,21Ab	6,69±0,24Aab
Genel kabul edilebilirlik						
R	W	WL	WLS	WLC	WLT	
0	6,73±0,19Aa	5,96±0,28ABbc	6,19±0,31ABab	5,23±0,27Bdc	5,06±0,30Bd	6,33±0,23Aab
84	4,94±0,28Bb	5,29±0,24Bab	5,77±0,25Ba	5,28±0,25Bab	5,13±0,32Bab	5,40±0,23Bab
168	6,13±0,34Aab	6,10±0,29Aab	6,31±0,36ABa	5,40±0,29Bb	5,31±0,28Bb	6,35±0,28Aa
280	5,23±0,34Bd	6,52±0,17Aabc	6,96±0,20Aa	6,19±0,23Ac	6,25±0,22Abc	6,90±0,22Aab

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

4.10 Yağ Asitlerindeki Değişim

Materyal olarak kullanılan kavrulmuş fındığın başlangıçtaki yağ asiti bileşimi Çizelge 4.34' de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi fındık yağı tekli doymamış olan oleik asitçe zengindir. Yapılan bir araştırmada on farklı fındık çeşidinin yağ asiti bileşimi oleik asit (%75-84,2), linoleik asit (%7,9-18,5), palmitik asit (% 4,6-5,2) ve stearik asit (%1,2-3,0) olarak belirlenmiştir (Garcia *et al.* 1994). Çalışma sonucu bulunan yağ asitleri bileşimleri, Türk fındıkları üzerinde yapılan bir çok çalışmada da (Bada *et al.* 2004) bildirilen yağ asitleri bileşimi ile uyumludur.

Depolama boyunca 3 sıcaklıkta farklı periyotlarda alınan fındık örneklerinde yağ asiti analizi yapılmıştır (EK 7, 8, 9). Analizler sonucunda görülmüştür ki, yağ asiti bileşimi depolama süresinden ve farklı kaplama uygulamalarından önemli ölçüde etkilenmemiştir. Ancak istatistik olarak bazı farklılıklar görülmektedir. Depolama sonunda başlangıca göre oleik asit miktarı incelendiğinde, 60 °C ve 24 °C'da WLT, 40 °C'da WLS örneğinde istatistik olarak önemli bir artış olduğu görülmektedir ($P \leq 0,05$). Linoleik asit içeriğinde 60 °C ve 40 °C'da depolama sonunda WLC ve WLT örneklerinde başlangıca göre önemli bir azalma gözlenirken, 24 °C'da depolama sonunda sadece WLC örneğinde istatistik olarak önemli bir azalma belirlenmiştir ($P \leq 0,05$). Sonuçlarımız literatür bulgularıyla uyumludur. Yapılan bir çalışmada, bazı fındık çeşitlerinin kabuklu ve iç olarak 3 °C'da depolanması sonunda oleik asit miktarının artarken, linoleik asit miktarının azaldığı belirtilmiştir (Ağar vd. 1995).

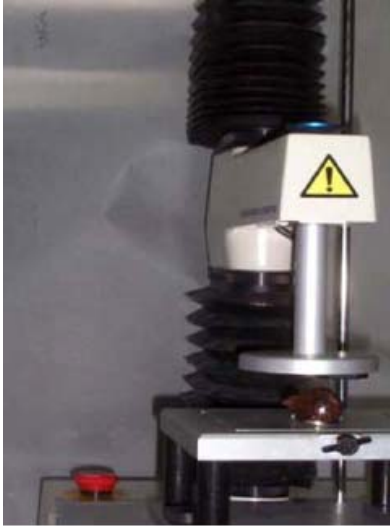
Çizelge 4.34 Tombul çeşidi fındığın kavurma işleminden sonraki yağ asiti bileşimi, %

Yağ asiti (C sayısı : çift bağ sayısı)	Bileşim
Palmitik asit (C16:0)	5,25
Stearik asit (C18:0)	2,47
Oleik asit (C18:1)	83,50
Linoleik asit (C18:2)	7,87
Linolenik asit (C18:3)	0,08
Araşidik asit (C20:0)	0,08
Araşidonik asit (C20:1)	0,11

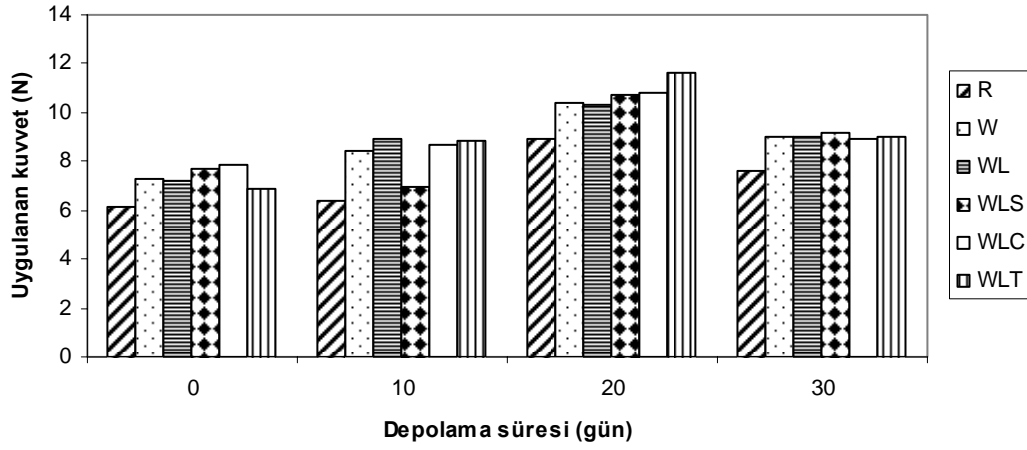
4.11 Tekstür Değişimi

Gıdaların tekstür özellikleri tüketici tarafından kabul edilebilirlikte önemlidir. Gıdaların tekstürel özelliklerinin belirlenmesi için geliştirilen birçok enstrümental yöntem vardır (Bourne 2002, Kilcast 2004). Son zamanlarda en yaygın kullanılan yöntem tekstür profil analizinin (TPA) sıkıştırma yöntemidir (Herrero *et al.* 2007). Szczesniak (1963) tarafından geliştirilen TPA, örneğin basınca karşı gösterdiği dayanıklılığı esas alan bir testtir. Çoklu parametrelerle tekstürel özelliklerin belirlenmesini sağlayarak, uygun reolojik özellikli ürünlerin geliştirilmesinde ve kalite kontrolde önemli rol oynar. En büyük avantajı, basitliği ve duyuusal tekstür analiziyle uyumlu olması olarak belirtilmiştir (Bourne 2002).

Farklı uygulama ve depolama süresince fındıkların kırılma değerleri incelenmiştir. Genel olarak bu değerlerin 20. güne kadar arttığı ve 20. günde en yüksek değere ulaştığı, ancak daha sonra düştüğü görülmektedir (Şekil 4.32). Depolama süresince, kontrol örneği kaplanmış örneklerle kıyasla en düşük kırılma değerini alırken, WLT örneği 11,60 ile en yüksek değere sahip olmuştur.

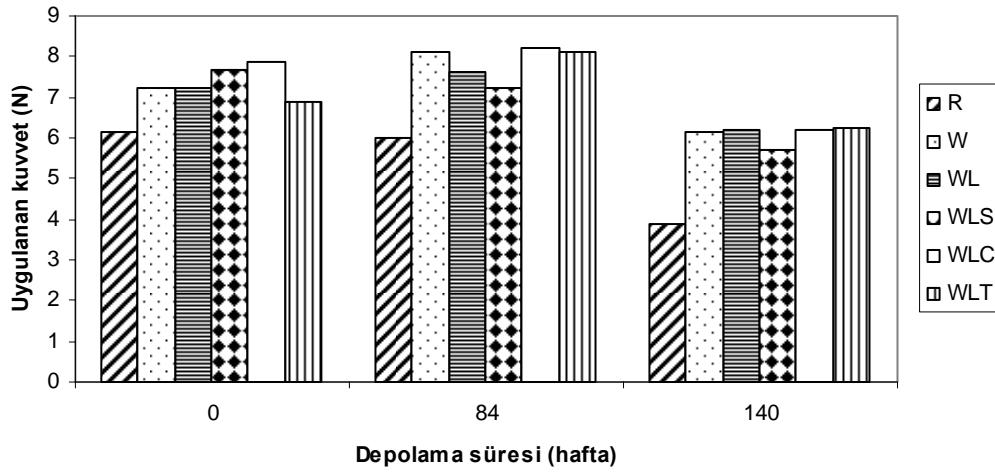


Şekil 4.31 Tektür Profil Analiz Cihazı (TA-XT2)

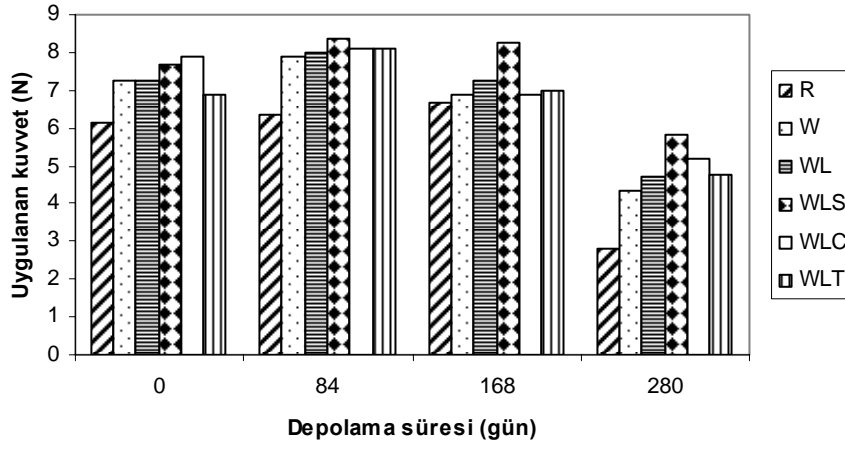


Şekil 4.32 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince kırılma kuvvetindeki değişim

Depolamanın 140. gününde kırılma kuvvetindeki azalma belirgin şekilde görülmektedir (Şekil 4.33). Özellikle R örneğinin değeri 3,86 N'a düşerken, diğer uygulamalar arasında istatistiksel bir farklılık belirlenmemiştir ($P>0,05$).



Şekil 4.33 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince kırılma kuvvetindeki değişim



Şekil 4.34 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince kırılmalık değerlerindeki değişim

Depolamanın (24 °C) 280. gününde R örneğinin kırılmalık değeri 2,79 N' a düşerken, WLS örneği 5,80 N ile en yüksek kırılmalığa sahip olmuştur. (Çizelge 4.37). Depolama süresince uygulamalar arasında en yüksek kırılmalık değerine yine WLS örneği 8,36 N ile 84. günde ulaşmıştır.

Çizelge 4.35 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince kırılgenlık değeri (N)

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	6,16±0,23 Cb	7,25±0,29 Cab	7,24±0,55 Cab	7,67±0,43 Cab	7,88±0,90 Ba	6,90±0,33 Cab
10	6,42±0,26 Cb	8,44±0,22 Ba	8,94±0,33 Ba	6,93±0,29 Cb	8,71±0,49 Aa	8,87±0,42 Ba
20	8,90±0,22 Ac	10,41±0,32 Ab	10,35±0,28 Ab	10,70±0,36 Aab	10,84±0,41 Bab	11,60±0,26 Aa
30	7,64±0,34 Bb	9,03±0,40 Ba	9,04±0,26 Ba	9,20±0,26 Ba	8,94±0,11 Ba	9,04±0,22 Ba

Çizelge 4.36 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince kırılgenlık değeri (N)

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	6,16 ± 0, 23 Ab	7,25 ± 0,29 ABab	7,24± 0,55 Aab	7,67 ± 0,43 Aab	7,88 ± 0,90 ABa	6,90± 0,33ABab
84	6,02 ± 0,35 Ab	8,13 ± 0,52 Aa	7,64 ± 0,58 Aa	7,22 ± 0,52 ABab	8,22 ± 0,370 Aa	8,13 ± 0,68 Aa
140	3,86 ± 0,18 Bb	6,13 ± 0,20 Ba	6,19 ± 0,079 Aa	5,72 ± 0,41 Ba	6,20 ± 0,098 Ba	6,23 ± 0,13 Ba

Çizelge 4.37 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince kırılgenlık değeri (N)

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	6,16 ± 0,23 Ab	7,25 ± 0,29 ABab	7,24 ± 0,55 Aab	7,67 ± 0,43 Aab	7,88 ± 0,90 Aa	6,90 ± 0,33 Bab
84	6,37 ± 0,28 Ab	7,88 ± 0,14 Aa	7,99 ± 0,23 Aa	8,36 ± 0,28 Aa	8,10 ± 0,04Aa	8,12 ± 0,35 Aa
168	6,64 ± 0,21 Ab	6,86 ± 0,36 Bb	7,26 ± 0,20 Aab	8,25 ± 0,63 Aa	6,90 ± 0,30 Ab	7,01 ± 0,30 Bb
280	2,79 ± 0,19 Be	4,33 ± 0,14 Cd	4,73 ± 0,15 Bc	5,80 ± 0,10 Ba	5,18 ± 0,02 Bb	4,79 ± 0,76 Cc

Sonuç olarak, kaplamaların fındığın kırılabilirlik özelliğini geliştirdiği, özellikle depolamanın ilerlemesiyle bu farkın daha belirgin bir şekilde ortaya çıktığı görülmektedir. Nitekim, kaplamaların ürünün mekanik ve reolojik özelliklerini geliştirdiği belirtilmektedir (Guilbert *et al.* 1996).

4.12 Uçucu Yağların Bileşimi

Tarçın uçucu yağı, *Cinnamomum zeylanicum* Nees yani Seylan tarçını olarak bilinen ağacın kabuklarından ve karanfil uçucu yağı *Syzgium aromaticum* L. bitkisinin tomurcuklarından su buharı destilasyonu ile elde edilmiştir. Tarçın uçucu yağı % 0,5 ve karanfil uçucu yağı % 9 verimle elde edilmiştir. Doğan ve Bayrak (1982), bu değerleri tarçın için % 0,2 , karanfil için % 12 olarak bildirmişlerdir. Karanfil uçucu yağı renksizken, tarçın uçucu yağı açık sarı renge sahiptir. Tarçın ve karanfil uçucu yağlarının bileşimi Çizelge 4.38 ve 4.39'da verilmiştir. Görüldüğü gibi karanfil için etken bileşen % 74,49 belirlenen öjenol iken, tarçında % 75,81 ile sinnamik aldehidir. Bulunan oranlar literatür değerleri ile de uyumludur (Akgül 1993, Tomaino *et al.* 2005, Singh *et al.* 2007). Çizelge 4.39'da görüleceği gibi tarçın yağında da öjenol (% 7,08) bulunmaktadır. Literatürlerde de belirtildiği şekilde farklı yağlarda (karanfil, tarçın, fesleğen) öjenol bileşeni bulunmaktadır. Fakat sadece karanfildeki oranı % 50' den fazladır (Tomaino *et al.* 2005).

Çizelge 4.38 Karanfil uçucu yağının bileşimi, %

Bileşen adı	Oranı
Öjenol	74,49
Öjenil asetat	15,97
β -karyofilen	7,54
α -humulen	1,48

Çizelge 4.39 Tarçın uçucu yağının bileşimi, %

Bileşen adı	Oranı
Sinnamaldehit	75,81
Öjenol	7,08
β -karyofilen	5,00
Δ -3-karen	3,02
Sabinen	1,55
p-Simen	1,50

4.13 Uçucu Yağların Serbest Radikal Yakalama Aktiviteleri

Birçok antioksidan aktivite tayin yöntemi vardır. Kolay, hızlı ve hassas olduğu için en yaygın kullanılan yöntem radikal yakalama yöntemidir. Antioksidanların varlığı, bu radikallerin yok olmasına neden olur. Uçucu yağların antioksidan aktivitelerinin tayininde DPPH radikali kullanılmıştır. DPPH radikali, antioksidanlar tarafından verilen H ile DPPH-H şeklinde indirgenmiş bileşene dönüşür. Renk mordan sarı renge dönüşür ve 517nm'deki absorbansdaki azalma kantitatif olarak ölçülür. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan uçucu yağların, DPPH radikalini yakalama aktiviteleri Çizelge 4.40' da verilmiştir. Yapılan bir çalışmada, karanfil tomurcuklarının farklı ekstraktlarının DPPH yakalama yöntemi ile belirlenen antioksidan aktivitesi (Gülçin *et al.* 2004) de bulgularımızdan çok daha düşük bulunmuştur. Diğer taraftan, karanfil tomurcuklarının sulu ve etanollü ekstraktlarının tokoferolden daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu da farklı yöntemlerle belirlenmiştir (Gülçin *et al.* 2004).

IC₅₀ değerleri hesaplanarak, DPPH radikallerinin % 50' sinin yakalanması için gerekli olan uçucu yağın konsantrasyonu hesaplanmıştır. Düşük IC₅₀ değeri yüksek antioksidan aktiviteyi göstermektedir. IC₅₀ değeri tarçın için 0,0075, karanfil için 0,0028 g/L olarak bulunmuştur. Bu değerler literatür bilgileriyle de uyum içerisindedir (Tomaino *et al.* 2005). Karanfilin tarçına kıyasla daha yüksek bir aktiviteye sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.40 Tarçın ve karanfil uçucu yağlarının radikal yakalama aktiviteleri

Konsantrasyon (g/L)	Radikal yakalama aktivitesi, %
Tarçın uçucu yağı	
0,0012	11,57
0,0077	53,73
0,0258	84,78
0,0322	86,60
0,5069	97,26
Karanfil uçucu yağı	
0,0011	17,66
0,0023	31,35
0,0034	71,23
0,0149	94,06

Benzer şekilde yapılan çalışmalarda da tarçın uçucu yağının, karanfil uçucu yağından daha düşük aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir (Tomaino *et al.* 2005). Bu etkide özellikle fenolik bir bileşik olan öjenolün etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim, yapılan bir çalışmada karanfil tomurcuk ekstraktlarının belirli konsantrasyonu % 90 inhibisyon gösterirken, aynı konsantrasyondaki öjenol % 85 inhibisyon göstermiştir (Lee and Shibamoto 2002). Diğer taraftan, sinnamaldehitin öjenolden daha güçlü radikal yakalama etkisinin olduğu belirlenmiş, ancak tarçın uçucu yağının etkisi bu bileşenlere göre daha yüksek bulunmuştur (Singh *et al.* 2007).

Antioksidan aktivitedeki bu farklılık kalitatif ve kantitatif kimyasal profil farklılığından kaynaklanabilir. Fakat, kompleks bileşenlerden dolayı antioksidan aktivite ile yağdaki bileşenler arasında bir korrelasyon belirlemek oldukça zordur. Uçucu yağ aktiviteleri üzerine yapılan birçok çalışmada sinerjizm, antagonizm ve katkı gibi içeriğe atıfta

bulunulmuştur. Ancak bu açıklamalar nadiren deneysel olarak ispatlanmış çoğu tamamen spekülâtif, fakat gözlenen biyolojik aktiviteyi açıklamada faydalı olan açıklamalardır. Ancak öjenolün yapısındaki orto pozisyonda bulunan fenolik grubun, güçlü serbest radikal yakalama aktivitesine sahip olduğu bilinmektedir (Dorman *et al.* 2000a, Dorman *et al.* 2000b).

5. SONUÇ

Gıdaların bileşimi, şekli ve büyüklüğü, kaplama koşulları ve kaplama çözeltisindeki değişkenlerin hepsi kaplama işlemini ve kaplanmış son ürünün kalitesini etkiler. Yenilebilir filmler veya kaplamalar, sentetik ambalaj materyalleri yerine kullanılmaz. Ancak, gıda kalitesini geliştirmek ve ihtiyaç duyulan geleneksel ambalaj miktarını azaltmak için, ikinci ambalaj materyali olarak kullanılabilir.

Fındık, oksidasyona karşı oldukça dayanıklı ve stabil bir üründür. Ayrıca kavurma ile azalan su miktarı, katalistlerin ve oksijenin hareketliliğini azaltarak oksidasyon hızını daha da yavaşlatmıştır. Bunun sonucunda, farklı sıcaklıklarda (24 °C, 40 °C ve 60 °C) yapılan depolamalarda oksidasyon hızı oldukça yavaş gerçekleşmiştir. Genel olarak kaplamaların peroksit oluşumunu engellediği ve aktif oksijen yöntemine göre indüksiyon periyodunu artırdığı söylenebilir. Uçucu yağların DPPH testi sonucu belirlenen yüksek antioksidan kapasitesi, kaplanan fındık örneklerinde belirlenememiştir. Bunun sebebi, fındık yüzeyine kaplanan uçucu yağlardaki etken bileşenlerin, bağlandığı için hareketliliğini kaybetmesi ve oksijene ulaşamaması olabilir.

Tekstür analizi sonuçlarına göre, uygulanan kaplama materyallerinin kırılgenlik değerlerini önemli ölçüde artırdığı ve fındıkların bu özelliğini geliştirdiği anlaşılmıştır.

Duyusal değerlendirme panellerinde, panelistlerin görünüşe, özellikle parlaklık ve renge önem verdikleri; ancak geleneksel bir bakış içinde fındık tat ve aromasında çok fazla değişiklik istemedikleri gözlenmiştir. Bu yüzden uçucu yağlar yerine, aromasız olan PAS proteini kaplamaları daha fazla beğenilmiştir.

Yapılan çalışma ile varılan sonuçlar, daha ileri araştırmalarla desteklenirse bu tür kaplamaların yaygın olarak kullanılmasının mümkün olabileceği anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Abdalla, A.E. and Roozen, J.P. 1999. Effect of plant extracts on the oxidative stability of sunflower oil and emulsion. *Food Chem.*, 64, 323–329.
- Açkurt, F., Özdemir, M., Biringen, G. and Löker, M. 1999. Effects of geographical origin and variety on vitamin and mineral composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chem.*, 65, 309- 313.
- Aday, M.S., Caner, C. and Kızılkaya K. 2007. The application of the essential oil added edible coatings on the roasted hazelnut”. V. International Packaging Congress and Exhibition (22-24 November 2007). *Bildiriler kitabı*, 2, s. 1113-1115. İzmir.
- Ağar, T., Kafkas, S. ve Balıkçı Ö. 1995. Türk fındık çeşitlerinin derim zamanında iç ve kabuklu halde soğukta depolandıktan sonra yağ asitleri karakteristikleri. II. Bahçe Bitkileri Kongresi (3-6 Ekim 1995). Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Bahçe bitkileri bölümü, s, 499-504, Adana.
- Akgül, A. 1993 Baharat bilimi ve teknolojisi. Gıda teknolojisi derneği yayınları: 15, s.96-163, Ankara.
- Alacantara, C.R. 1996. Barrier and mechanical properties of whey-protein-isolate-based film: drying rate and coated-food integrity studies. M.S. thesis, University of California Davis, California.
- Alaşalvar, C., Shahidi, F., Liyanapathirana, C.M. and Ohshima, T. 2003. Turkish Tombul Hazelnut (*Corylus avellana* L.) : 1. Compositional Characteristics. *J. Agric. Food Chem.*, 51, 3790-3796.
- Anonymous. 1989. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists’ Society, Fourth Edition, Methods: Ca5a-40, Cd8-53, Cd12-57 and Ch5-91.
- Anonymous. 1991. Chroma Meter CR300/CR310/CR321/CR331/CR331C. Instruction manual, Minolta Co. Ltd. 88 p., Japan.
- Anonymous. 1993. Shelf life of foods-Guidelines for its determination and prediction. IFST, London.
- Aparicio, R., Roda, L., Albi, M.A. and Gutiérrez, F. 1999. Effect of various compounds on virgin olive oil stability measured by Rancimat, *J. Agric. Food Chem.*, 47, 4150-4155.
- Aruoma, O.I., Spencer, J.P.E., Rossi, R., Aeschbach, R., Khan, A., Mahmood, N., Munoz, A., Murcia, A., Butler, J. and Halliwell, B. 1996. An evaluation of the antioxidant and antiviral action of extracts of rosemary and provencal herbs. *J. Food Chem. Toxicol.*, 34,449-456.
- Atterholt, C.A.,Delwiche, M.J. and Rice, R.E. 1998. Study of biopolymers and parafin as potential controlled-release carriers for insect pheromones. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 4429-4434.
- Ayrancı, E. and Tunç, S. 2003. A method for the measurement of the oxygen permeability and the development of edible films to reduce the rate of oxidative reactions in fresh foods, *Food Chem.*, 80, 423–431.
- Bada, C.J., León-Camacho, M., Prieto, M. and Alonso, I. 2004. Characterization of oils of hazelnuts from Australia, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 106 ,294–300, Spain.
- Barrera-Arellano, D., Ruiz-M’endez, V., Marquez-Ruiz, G. and Dobarganes, C. 1999. Loss of tocopherols and formation of degradation compounds in triacylglycerol model systems heated at high temperature. *J. Sci. Food Agric.*, 79, 1–6.

- Bandoniene, D., Venskutonis, P., Gruzdiene, D. And 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, 286-292.
- Baratta, M.T., Dorman, H.J.D., Deans, S.G., Figueiredo, A.C., Barroso, J.G. and Ruberto, G. 1998. Antimicrobial and antioxidant properties of some commercial essential oils, *Flavour and Fragrance Journal*, 13, 235–244.
- Baytop, T. 1999. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün). İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, İstanbul, s.166-167.
- Berlett, B.S. and Stadtman, E.R. 1997. Protein oxidation in aging disease and oxidative stress. *J. Biol. Chem.*, 272, 20313-20316.
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200.
- Bourne, M.C. 2002. Principles of objective texture measurement. In: *Food texture and viscosity: Concept and measurement*. M.C. Bourne, (eds), pp. 107–188, San Diego, USA,
- Braddock, J.C., Sims, C.A. and O’Keefe, 1995. Flavor and oxidative stability of roasted high oleic acid peanuts, *J. Food Sci.*, 60(3), 489-493.
- Braut, D., D’Aprano, G. and Lacroix, M. 1997. Formation of free-standing sterilized edible films from irradiated caseinates. *J. Agric. Food Chem.*, 45, 2964-2969.
- Buckholz, L.L., Daun, H. and Stier, E. 1980. Influence of roasting time on sensory attributes of fresh roasted peanuts. *J. Food Sci.*, 45, 547-554.
- Bursha, A.J., Blank, G., McConnel, B. And Al-Khayat, M. 1987. Antioxidant activity of selected spices used in fermented meat sausage. *J. Food Protect.*, 50, 25-27
- Cai, L. and Wu, C.D. 1996. Compounds from *Syzygium aromaticum* possessing growth inhibitory activity against oral pathogens. *Journal of Natural Products*, 59, 987–990.
- Caner, C. 2005. Whey Protein Isolate Coating and Concentration Effects on Eggs Shelf Life, *J. Sci. Food Agric.*, 85, 2143-2148.
- Chang, S.S., Ostric-Matijasevic, B., Hsieh, O.A.L. and Huang, C.L. 1977. Natural antioxidants from rosemary and sage. *J. Food Sci.*, 42, 1102–1106.
- Chen, H. 1995. Functional properties and applications of edible films made of milk proteins. *J. Dairy Sci.*, 78, 2563-2583.
- Chien, P. Sheu, F. and Yang, F. 2007. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruits. *J. Food Eng.*, 78, 225-229.
- Chen, H. 1995. Functional properties and applications of edible films made of milk proteins. *J. Dairy Sci.*, 78, 2568-83.
- Cort, W.M. 1974. Hemoglobin peroxidation test screens antioxidants. *Food Technol.*, 28(10), 60-66.
- Cuvelier, M.E., Berset, C. and Richard, H. 1994. Antioxidant constituents in sage. *J. Agric. Food Chem.*, 42, 665-669.
- Damodaran, S. 1996. Functional properties. Ch. 4 in *Food proteins; properties and characterization*, Nakai, S. and Modler, H.W. (eds), VHC Publisher, pp. 167-234, Inc., New York.
- Debeaufort, F. and Voilley, A. 1995. Effect of surfactants and drying rate on barrier properties of emulsified edible films. *Int. J. of Food Sci. and Technol.*, 30, 183-190
- Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J.A. and Voilley, A. 1998. Edible films and coatings:

- tomorrow's packings: review. *Critical reviews in Food Sci.*, 38(4), 299-313.
- De Boer, R., de Wit, J.N. and Hiddink, J. 1977. Processing of whey by means of membranes and some applications of whey protein concentrate. *J. Soc. Dairy Tech.*, 30, 112-120.
- Deighton, N., Glidewell, S.M., Deans, S.G. and Goodman, B.A. 1993. Identification by EPR spectroscopy of carvacrol and thymol as the major sources of free radicals in the oxidation of plant essential oils. *J. Sci. Food Agric.*, 63, 221-225.
- Demir, A.D. and Cronin, K. 2005. Modelling the kinetics of textural changes in hazelnuts during roasting. *Simulations Modelling Practice and Theory*. 13: 97-107.
- Doğan, A. ve Bayrak, A. 1982. Tarçın ve Karanfil Uçucu Yağları Üzerinde Araştırmalar. A.Ü. Ziraat Fak. Yıllığı 32, 1-2-3-4'den ayrı basım. 18-25.
- Donhowe, I.G. and Fennema, O. 1993. Water vapor and oxygen permeability of wax films. *JAOCs*, 70(9), 867-873.
- Dorman, H.J.D., Deans, S.G. and Noble, R.C. 1995. Evaluation in vitro of plant essential oils as natural antioxidants. *Journal of Essential Oil Research*, 7, 645-51.
- Dorman, H.J.D. and Deans, S.G. 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88, 308-316.
- Dorman, H.J.D., Surai, P. and Deans, S.G. 2000a. In vitro antioxidant activity of a number of plant essential oils and phytoconstituents. *Journal of Essential Oil Research*, 12, 241-248.
- Dorman, H.J.D., Figueiredo, A.C., Barroso, J.G. and Deans, S. G. 2000b. In vitro evaluation of antioxidant activity of essential oils and their components. *Flavour and Fragrance Journal*, 15, 12-16.
- Driscoll, R.H. and Madamba, P.S. 1994. Modeling the browning kinetics of garlic. *Food Australia*, 46, 66-71.
- Druchta, J. and De Mulder Johnston, C. 1997. Edible films solve problems. *Food Technol.*, 51, 61-74.
- Early, R.(ed) 1992. Milk powder. Ch. 8 in the technology of dairy products. VCH publishers, pp. 167-198, Inc., New York.
- Elvevol, E.O., Moen, P., Olsen, R.L. and Brox, J. 1990. Some possible effects of dietary monounsaturated fatty acids in cardiovascular disease. *Arteriosclerosis*, 81, 71-74.
- Fallico, B., Arena, E. and Zappala, M. 2003. Roasting of hazelnuts, Role of oil in colour development and hydroxymethylfurfural formation. *Food Chem.*, 81, 569-573.
- Fenaroli, G. 1971. Natural flavors: turmeric. In *Handbook of Flavor Ingredients*, Ed by Thomas, E.E. and Nicolo, B., Chemical Rubber Co., pp. 242-243, Cleveland, Ohio.
- Finley, E.N. and Otterburn, M.S. 1993. The consequences of free radicals in foods. *Toxicol. Ind. Health*. 9, 77-91.
- Frankel, E. N. 1993. In search of better methods to evaluate natural antioxidants and oxidative stability in food lipids. *Trends Food Sci. Technol.*, 4; 220-225.
- Garcia, J.M., Açar, T. and Streif, J. 1994. Lipid characteristics of kernels from different hazelnut varieties. *Tr. Of Agricultural and Forestry*, 18, 199-202.
- Gennadios, A., McHugh, T.H., Weller, C.L. and Krochta, J.M. 1994. Edible coating and

- films based on proteins. Ch 9 Edible coating and films to improve food quality, In: Krochta, J.M., Baldwin, E.A. and Nisperos-Cariedo, M.O. (eds), Technomic Publishing Co. Inc., pp.201-277, Lancaster, P.A.
- Glover, F.A. 1985. Ultrafiltration and reverse osmosis for the dairy industry. Tech. Bull. 5. NIRD, Reading, UK.
- Guilbert, S. 1986. Food Packaging and Preservation, Elsevier Applied Science, 371 p., London.
- Guilbert, S., Gontard, N. and Gorris, L.G.M. 1996. Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings. *Lebensm. Wiss. u. Technol.*, 29, 10-17.
- Gülçin, İ., Şat, G.İ., Beydemir, Ş., Elmastaş, M. and Kührevioğlu, Ö.İ. 2004. Comparison of antioxidant activity of clove (*Eugenia caryophyllata* Thunb) buds and lavender (*Lavandula stoechas* L.). *Food Chem.*, 87, 393-400.
- Hammer, K.A., Carson, C.F. and Riley, T.V. 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86, 985–990.
- Hammond, E.G. 1991. Organization of Rapid Analysis of Lipids in Many Individual Plants, in *Modern Methods of Plant Analysis, New Series Vol 12, Essential Oils and Waxes*, Ed by Linskens, H.F. and Jackson, J.F., Springer, pp. 321-330, Berlin.
- Herrero, A.M., Ordóñez, J.A., de Avila, R., Herranz, B., de la Hoz, L. and Cambero, M.I. 2007. Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics. *Meat Science*, 77, 331-338.
- Hraš, A. R., Hadolin, M., Knez, Ž. and Bauman, D. 2000. Comparison of antioxidative and synergistic effects of rosemary extract with α -tocopherol, ascorbyl palmitate and citric acid in sunflower oil. *Food Chem.*, 71, 229-233.
- Huffman, L.M. 1996. Processing whey protein for use as a food ingredient. *Food Technol.*, 49-52.
- Hugh, T.H. and Krochta, J.M. 1994. Sorbitol-versus glycerol-plasticized whey protein edible films: Integrated oxygen permeability and tensile property evaluation. *J. Agric. Food Chem.*, 42, 841-845.
- Jayaprakasha, G.K., Rao, L.J. and Sakariah, K.K. 1997. Chemical composition of the volatiles from oil from the fruits of *Cinnamom zeylanicum* blume. *Flavour Fragrance Journal*, 12, 331.
- Jayaprakasha, G.K., Selvi, T. and Sakariah, K.K. 2003. Antibacterial and antioxidant activities of grape (*Vitis vinifera*) seed extract. *Food Research International*, 36, 117- 122.
- Kajimoto, G., Kanomi, Y., Yoshida, H. and Shibahara, A. 1991. Influence of fatty acid composition in oil on the thermal decomposition of tocopherols. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 40, 196–201.
- Kamal-Eldin, A. and Appelqvist, L. 1996. The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols, *Lipids*, 31, 671–694.
- Karabulut, İ., Topçu, A., Yorulmaz, A., Tekin, A. and Özay Sivri, D. 2005. Effects of the industrial refining process on some properties of hazelnut oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 107, 476–480.
- Kayahan, M. 2004. Yağlı tohumlardan ham yağ üretim teknolojisi. TMMOB gıda mühendisleri odası, kitaplar serisi: 7, s.36-75, Ankara.

- Kester, J.J. and Fennema, O. 1986. Edible films and coatings: A review. *Food Technol.*, 40(12), 47-59.
- Kilcast, D. 2004. Force/deformation techniques for measuring texture, In: *Texture in Food*. D. Kilcast (eds), Vol. 2, pp. 109-145, Abington, Cambridge (UK).
- Kim, H.M., Lee, E.H., Hong, S.H., Song, H.J., Shin, M.K., Kim, S.H. and Shin, T.Y. 1998. Effect of *Syzygium aromaticum* extract on immediate hypersensitivity in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 60, 125–131.
- Kim, S. 2000. Properties of whey protein/lipid emulsion edible films. Doctor of Philosophy thesis, Department of food science and human nutrition, Michigan State Univ., pp. 188-132.
- Kinderlerer, J.L. and Johnson, S. 1992. Rancidity in hazelnuts due to volatile aliphatic aldehydes. *J. Sci. Food Agric.*, 58, 89-93.
- Kosikowski, F.V. 1979. Whey utilization and whey products. *J. Dairy Sci.*, 62, 1149-60.
- Krochta, J.M. 1992. Control of mass transfer in foods with edible-coatings and films. Ch. 39 in *Advances in Food Engineering*, Ed: Singh, R.P. and Wirakartakasumah, M.N., CRC Press, Inc., pp. 517-38, Boca Raton, FL.
- Krochta, J.M. 1997a. Edible protein films and coatings. In: *Food Proteins and Their Applications* (S. Damodaran and A. Paraf, eds), pp. 529-549. Marcel Dekker, New York, NY.
- Krochta, J.M. 1997b. Edible composite moisture-barrier films. In *Packaging Yearbook*, B.Blaksitine(Ed), pp.38-54, National Food Processors Association, Washington, D.C.
- Krochta, J.M. 1997c. Film-Edible, in *The wiley Encyclopedia of packaging technology*, 2nd, ed: Brody, A.L., Marsh, K.S. and John, Wiley&Sons, Inc., pp. 397-401, New York.
- Krochta, J.M. 2002. Protein as raw material for films and coatings: definitions, current status, and opportunities, in *Protein-based films and coatings*, Gennadios, A., ed. CRC Press. Boca Raton, FL.
- Krochta, J.M., Baldwin, E.A. and Nisperos-Carrido, M. 1994. *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. Technomic Publishing Co., Lancaster, PA.
- Krochta, J. M. and De Mulder-Johnston, C. 1997. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities, *Food Technology*, 51, 61-74.
- Lacroix, M. and Ouattara, B. 2000. Combined industrial processes with irradiation to assure innocuity and preservation of food products: a review. *Food Res. Int.*, 133, 719-724.
- Lacroix, M. and Cooksey, K. 2005. Edible films and coatings from animal-origin proteins. *Innovations in Food Packaging*, 18, 301-312.
- Lean, L.P. and Mohamed, S. 1999. Antioxidative and antimycotic effects of turmeric, lemon-grass, betel leaves, clove, black pepper leaves and *Garcinia atriviridis* on butter cakes, *J. Sci. Food Agric.*, 79, 1817-1822.
- Lee, S.Y. and Krochta, M. 2002. Accelerated shelf life testing of whey-protein-coated peanuts analyzed by static headspace gas chromatography, *J. Agric. Food Chem.*, 50, 2022-28.
- Lee, K.G. and Shibamoto, T. 2002. Antioxidant property of aroma extract isolated from clove buds [*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. Et Perry]. *Food Chem.*, 74, 443–448.
- Lee, Y.C., Oh, S.W., Chang, J. and Kim, I.H. 2003. Chemical compounds and oxidative

- stability of safflower oil prepared from safflower seed roasted with different temperatures. *Food Chem.*, 84, 1-6.
- Letendre, M., D'Aprano, G., Lacroix, M., Salmieri, S. and St-Gelais, D. 2002a. Physicochemical properties and bacterial resistance of biodegradable milk protein films containing agar and pectin. *J. Agric. Food Chem.* 50,6017-6022.
- Letendre, M., D'Aprano, G., St-Gelais, D., Delmas-Patterson, G. and Lacroix, M. 2002b. Isothermal calorimetry study of calcium caseinate and whey protein isolate edible films cross-linked by heating and gamma irradiation *J. Agric. Food Chem.*, 50, 6053-6057.
- Le Tien, C., Vachon, C., Mateescu, M.A. and Lacroix, M. 2001. Milk protein coatings prevent oxidative browning of apples and potatoes. *J. Food Sci.*, 66, 512-516.
- Lim, L.T., Mine, Y., Britt, I.J. and Tung, M.A. 2002. Formation and properties of egg white protein films and coatings. In: *Protein-Based Films and Coatings* (A. Gennadios, ed.), pp. 233-252. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Lindsay, R.C. 1985. Food additives, Ch 9 in *Food Chemistry*, 2nd, ed: Fennema, O.R. (ed.), Marcel Dekker, Inc., pp. 664-665, New York.
- Lis-Balchin, M., Deans, S.G. and Eaglesham, E. 1998. Relationship between bioactivity and chemical composition of commercial essential oils. *Flavour and Fragrance Journal*, 13, 98-104.
- Liu, H.R. and White, P.J. 1992. Oxidative stability of soybean oils with altered fatty acid compositions. *JAOCS*, 69, 528-533.
- Maskan, M. and Karataş, Ş. 1998. Fatty acid oxidation of pistachio nuts stored under various atmospheric conditions and different temperatures, *J. Sci. Food Agric.*, 77, 334-340.
- Mate, J.I. and Krochta, J.M. 1996. Whey protein coating effect on the oxygen uptake of dry roasted peanuts. *J. Food Sci.*, 61(6), 1202-1206.
- Maté, J.I., Frankel, E.N. and Krochta, J.M. 1996. Whey protein isolate coatings: effect on the rancidity process of dry roasted peanuts. *J. Agric. Food Chem.*, 44(7), 1736-1740.
- Mate, J. I. and Krochta, J.M. 1997. Whey protein and acetylated monoglyceride edible coatings: Effect on the rancidity process of walnuts, *J. Agric. Food Chem.*, 45, 2509-2513.
- Mate, J.I. and Krochta, J.M. 1998. Oxygen uptake model for uncoated and coated peanuts, *J. Food Eng.*, 35, 299-312.
- Matthews, M.E. 1984. Whey protein recovery processes and products. *J. Dairy Sci.*, 67, 2680-2692.
- Mattson, F.H. 1989. A changing role for dietary monounsaturated fatty acids. *J. of the American Dietetic Association*, 89, 387-391.
- Maynes, J.R. and Krochta, J.M. 1994. Properties of edible films from total milk protein. *J. Food Sci.*, 59-4, 909-11.
- McHugh, T.H. 2000. Protein-lipid interactions in edible films and coatings. *Nahrung*, 44, 148-151.
- McHugh, T.H. and Krochta, J.M. 1994. Water vapor permeability properties of edible whey protein-lipid emulsion films. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 71, 307-312.
- Mezgheni, E., D'Aprano, G. and Lacroix, M. 1998. Formation of sterilized edible films based on caseinates: effects of calcium and plasticizers. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 318-324.
- Miller, K.S. and Krochta, J.M. 1998. Measuring aroma transport in polymer films,

- Trans. ASAE, 41, 427-433.
- Ming, X., Weber, G.H., Ayres, J.W. and Sandine, W.E. 1997. Bacteriocins applied to food packaging materials to inhibit *Listeria monocytogenes* on meats. *J. Food Sci.*, 62, 413-415.
- Moreau, D.L. and Rosenberg, M. 1996. Oxidative stability of anhydrous milkfat microencapsulated in whey protein. *J. Food Sci.* 61(1), 3943.
- Morr, C.V. and Ha, Y.W. 1993. Whey protein concentrates and isolates: processing and functional properties. *Critical Reviews in Food Sci. Nutrition*, 33-6, 431-76.
- Moss, J.R. and Otten, L. 1989. A relationship between color development and moisture content during roasting of peanut. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 22, 34-39.
- Moustafa, M.M. 1987. Nutritional aspects of thermal and irradiation processing of peanut kernels and their oils, *Food Chem.*, 26, 31-45.
- Nawar, W. 1996. Lipids. In *Food chemistry*, 3rd, ed: O.R. Fennema (Ed.), Marcel Dekker Inc., pp. 225–319, New York.
- Nicoli, M.C., Elizalde, B.E., Pitotti, A. and Lericci, C.R. 1991. Effect of sugars and maillard reaction products on polyphenol oxidase and peroxidase activity in food. *Journal of Food Biochemistry*, 15, 169-184.
- Nisperos-Carriedo, M.O., Baldwin, E.A. and Shaw, P.E. 1991. Development of an edible coating for extending postharvest life of selected fruits and vegetables. *Proc. Fl.State Hort. Soc.*, 104, 122-125.
- O'Brien, J. and Morrissey, P.A. 1989. Nutritional and toxicological aspects of the Maillard browning reaction in foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28, 211-248.
- Ouattara, B., Sabato, S.F. and Lacroix, M. 2001. Combined effect of antimicrobial coating and gamma irradiation on shelf life extension of pre-cooked shrimp (*Penaeus* spp.). *Intl. J. Food Microbiol.*, 68, 1-9.
- Ouattara, B., Le Tien, C., Vachon, C., Mateescu, M.A. and Lacroix, M. 2002a. Use of gamma irradiation cross-linking to improve the water vapor permeability and the chemical stability of milk protein films. *Rad. Physics Chem.*, 63, 821-825.
- Ouattara, B., Giroux, M., Smoragiewicz, W., Saucier, L. and Lacroix, M. 2002b. Combined effect of gamma irradiation, ascorbic acid and edible film on the improvement of microbial and biochemical characteristics of ground beef. *J. Food Protect.*, 6, 981-987.
- Oussalah, M., Caillet, S., Salmieri, S., Saucier, L. and Lacroix, M. 2004. Antimicrobial and antioxidant effects of milk protein-based film containing essential oils for the preservation of whole beef muscle. *J. Agric. Food Chem.*, 52, 5598-5605.
- Özdemir, F. and Akıncı, İ. 2004. Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties. *J. Food Eng.*, 63, 341-47.
- Özdemir, M. and Devres, O. 2000. Kinetics of color changes of hazelnuts during roasting. *J. Food Eng.*, 44, 31-38.
- Özdemir, M., Açıktur, F., Kaplan, M., Yıldız, M., Löker, M., Gürcan, T., Birinden, G., Okay, A. and Seyhan, F.G. 2001a. Evaluation of new Turkish hybrid hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties: fatty acid composition, α -tocopherol content, mineral composition and stability. *Food Chem.*, 73, 411-415.
- Özdemir, M., Açıktur, F., Yıldız, M., Birinden, G., Gürcan, T. and Löker, M. 2001b. Effect of roasting on some nutrients of hazelnuts (*Corylus avellana* L.). *Food Chem.*, 73, 185-190.

- Özdemir, M., Seyhan, F.G., Bakan, A.K., İltter, S., Özay, G. and Devres, O. 2001c. Analysis of internal browning of roasted hazelnuts. *Food Chem.*, 73, 191–196.
- Özdemir, M., Yıldız, M. ve Gürcan, T. 2002. Mekanik kurutmada hava sıcaklığının önemli Türk fındık çeşitlerinden Tombul' un kalitesine etkisi. *Gıda*, 27(1), 35–39.
- Padgett, T., Han, I.Y. and Dawson, L. 1998. Incorporation of food-grade antimicrobial compounds into biodegradable packaging films. *J. Food Protect.*, 61, 1330-1335.
- Park, J.W., Tetin, R.F., Park, H.J., Vergano, P.J. and Weller, C.L. 1994. Fatty acid concentration effect on tensile strength, elongation and water vapor permeability of laminated edible films. *J. Food Sci.*, 59(4), 916-919.
- Perez-Gago, M.B., Serra, M., Alonso, M., Mateos M. and del R'io, M.A. 2005. Effect of whey protein- and hydroxypropyl methylcellulose-based edible composite coatings on color change of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology*, 36, 77–85.
- Perren, R., Schweiz, A., Handschin, S. and Escher, F. 1996. Veränderung der mikrostruktur von hasselnüssen während der röstung. *Verfahrenstechnik*, 2, 68–71.
- Pokorny, J., Yanishlieva, N. and Gordon, M. 2001. Antioxidants in food: Practical applications. Woodhead Publishing Ltd. and CRC Press. LLC, pp.211-235.
- Ponce, A.G., Valle, C.E. and Roura, S.I. 2004. Natural essential oils as reducing agents of peroxidase activity in leafy vegetables, *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 37, 199–204.
- Porter, L.W., Levasseur, L.A. and Henick, A.S. 1977. Evaluation of some natural and synthetic phenolic antioxidants in linoleic acid monolayers on silica. *Journal Food Sci.*, 42, 1533–1535.
- Puertas-Mejía, M., Hillebrand, S., Stashenko, E. and Winterhalter, P. 2002. In vitro radical scavenging activity of essential oils from Columbian plants and fractions from oregano (*Origanum vulgare* L.) essential oil, *Flavour Fragr. J.*, 17, 380–384.
- Ragnarsson, J. O. and Labuza, T. P. 1977. Accelerated shelf-life testing for oxidative rancidity in foods – a review. *Food Chem.*, 2; 291–308.
- Raina V.K., Srivastava S.K. Aggarwal K.K, Ramesh S. and Kumar S. 2001. Essential oil composition of Cinnamon zeylanicum Blume leaves from little Andaman, India. *Flavour Fragrance Journal* 16: 374.
- Renyard, S.J. and Whitehead, P.D. 1992. Milk concentrates. Ch.7 in *The technology of daily products*, ed: Early, R., VCH publishers, Inc., pp. 146-166, New York.
- Ressouany, M., Vachon, C. and Lacroix, M. 1998. Irradiation dose and calcium effect on the mechanical properties of cross-linked caseinate films. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 1618-1623.
- Ressouany, M., Vachon, C. and Lacroix, M. 2000. Microbial resistance of caseinate films crosslinked by gamma irradiation. *J. Dairy Res.*, 67, 119-124.
- Richardson, R.M., Ebrahim, K. 1997. Hazelnut kernel quality as effected by roasting temperatures and duration, Fourth International Symposium on Hazelnut (Ordu, Türkiye, 30 Temmuz-2 Ağustos 1996). *Acta Hort.*, 301-304.
- Sabato, S.F., Ouattara, B., Yu, H., D'Aprano, G. and Lacroix, M. 2001. Mechanical and barrier properties of cross-linked soy and whey protein based films. *J. Agric. Food Chem.*, 49, 1397-1403.
- Saito, Y. 1977. Antioxidants in cloves. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 62-1.

- Saklar, S., Urgan, S. and Katnas, S. 1999. Instrumental crispness and crunchiness of roasted hazelnuts and correlations with sensory assessment. *J. Food Sci.*, 64:6: 1015-1019.
- Singh, G., Maurya, S., deLampasona, M.P. and Catalan, C.A.N. 2007. A comparison of chemical, antioxidant and antimicrobial studies of cinnamon leaf and bark volatile oils, oleoresins and their constituents. *Food Chemistry and Chemical Toxicology*, 45:1650-1661.
- Sipahioğlu, H.N. and Heperkan, D. 2000. Lipolytic activity of *Trithothecium roseum* on hazelnut. *Food Microbiology*, 17, 401-405.
- Siragusa, G.A. and Dickson, J.S. 1992. Inhibition of *Listeria monocytogenes* on beef tissue by application of organic acids immobilized in a calcium alginate gel. *J. Food Sci.*, 57, 293-296.
- Siso, M.I.G. 1996. The biotechnological utilization of cheese whey: a review, *Biosource Technol.*, 57, 1-11.
- Soares, J.R., Dins, T.C.P., Cunha, A.P., and Almeida, L. M. 1997. Antioxidant activity of some extracts of *Thymus zygis*. *Free Radical Research*, 26, 469-478.
- St-Gelais, D., Hache, S. and Gros-Louis, M. 1992. Combined effects of temperature, acidification and diafiltration on composition of skim milk retentate and permeate. *J. Dairy Sci.*, 75, 1167-1172.
- Stuchell, Y.M. and Krochata, J.M. 1995. Edible coatings on frozen king salmon: effect of whey protein isolate and acetylated monoglycerides on moisture loss and lipid oxidation, *J. Food Sci.*, 60(1), 28-31.
- Swenson, H.A., Miers, J.C., Schultz, T.H. and Owens, H.S. 1953. Pectinate and pectate coatings II. Applications to nuts and fruit products. *Food Technol.*, 7, 232-235.
- Szczesniak, A.S. 1963. Classification of textural characteristics. *Food Science*, 28, 385-389.
- Şimşek, A. 2004. Değişik kavurma proseslerinin bazı fındık çeşitlerinde oluşturduğu biyokimyasal değişiklikler. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bil. Ens, 149 s., Ankara.
- Şimşek, A. 2006. The use of 3D-nonlinear regression analysis in mathematics modeling of colour change in roasted hazelnuts. *J. Food Eng.*, 78, 1361-1370.
- Tomaino, A., Cimino, F., Zimbalatti, V., Venuti, V., Sulfaro, V., De Pasquale, A. and Saija, A. 2005. Influence of heating on antioxidant activity and the chemical composition of some spice essential oils. *Food Chem.*, 89, 549-54.
- Trezza, T.A. and Krochta, J.M. 2000. The gloss of edible coatings as effected by surfactants, lipids, relative humidity and time. *J. Food Sci.*, 65, 4, 658-662.
- Trezza, T.A. and Krochta, J.M. 2002. Application of edible protein coatings to nut and nut-containing food products, Protein based films and coatings, ed: Gennadios, A., CRC Press., Boca Raton, FL.
- Troller, L.A. 1989. Water activity and food quality. In T.M. Hardman, Water and food quality. London: Elsevier.
- Turan, S. 2006. Enzimatik interesterifikasyon yöntemi ile üretilen soya yağı bazı fonksiyonel lipitlerde oksidatif kararlılığın belirlenmesi. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens., 82 s..
- Ünal, K. and İşçioğlu, B. 1992. Bazı yağların kızartmaya uygunluğu üzerine araştırmalar (I). *Gıda Sanayi Dergisi*, 6, 54-60.
- Villaroel, M., Biolley, E., Schneeberger, R., Ballester, D. and Ramirez, S. 1987. Aminoacid composition of Chilean hazelnut. *Food Chem.*, 25, 155.

- Whistler, R.L. and Daniel, J.R. 1985. Carbohydrates, Ch.3 in Food Chemistry, 2nd, ed: O.R. Fennema (Ed.), Marcel Dekker, Inc., pp.664-665, New York.
- Wong, M.L., Timms, R.E. and Goh, E.M. 1988. Colorimetric Determination of Total Tocopherols in Palm, Olein and Stearin, JAOCS, Vol.65, no:2.
- Yazıcıoğlu, T. ve Karaali, A. 1983. Türk bitkisel yağlarının yağ asitleri bileşimi. TÜBİTAK yayını: 70, 104 s.
- Yoshida, H., Hirooka, N. and Kajimoto, G. 1990. Microwave energy effects on quality of some seed oils. J. Food Sci. 55, 1412–1416.
- Zheng, G.Q., Kenny, P.M. and Lam, K.T. 1992. Sesquiterpenes from clove (*Eugenia caryophyllata*) as potential anticarcinogenic agents. Journal of Natural Products, 55, 999–1003.

EKLER

EK 1 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince C* renk değerindeki değişim

EK 2 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince HUE renk değerindeki değişim

EK 3 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince C* renk değerindeki değişim

EK 4 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince HUE renk değerindeki değişim

EK 5 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince C* renk değerindeki değişim

EK 6 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince HUE renk değerindeki değişim

EK 7 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince yağ asiti bileşimindeki değişim

EK 8 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince yağ asiti bileşimindeki değişim

EK 9 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince yağ asiti bileşimindeki değişim

EK 10 Fındıkların duyuşal değerlendirme formu

EK 1 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince C* renk değeriindeki değişim

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	29,99 ± 0,51 Aa	30,40 ± 1,45 ABa	28,29 ± 0,94 Ba	29,43 ± 0,66 CDa	29,46 ± 0,28 Ca	29,66 ± 0,11 Aa
2	30,13 ± 0,23 Aa	29,25 ± 1,04 ABa	28,76 ± 0,84 ABa	29,64 ± 0,52 CDa	30,44 ± 0,35 BCa	29,62 ± 0,19 Aa
4	29,74 ± 0,57 ABa	29,32 ± 0,65 ABa	29,24 ± 0,90 ABa	28,92 ± 0,61 Da	29,42 ± 0,33 Ca	30,25 ± 0,23 Aa
6	29,97 ± 0,14 Aa	30,36 ± 0,93 ABa	29,39 ± 0,40 ABa	29,47 ± 0,54 CDa	29,63 ± 0,15 Ca	29,80 ± 0,62 Aa
8	29,87 ± 0,18 ABb	31,03 ± 0,44 Aa	29,30 ± 0,51 ABb	29,25 ± 0,47 Db	30,20 ± 0,16 BCab	29,98 ± 0,33 Aab
10	28,62 ± 0,62 Ba	29,56 ± 1,22 ABa	29,47 ± 0,56 ABa	30,22 ± 0,45 BCDa	29,71 ± 0,70 Ca	30,18 ± 0,22 Aa
12	29,13 ± 0,52 ABa	30,03 ± 0,93 ABa	29,17 ± 0,40 ABa	29,76 ± 0,69 CDa	29,82 ± 0,49 Ca	30,32 ± 0,41 Aa
14	29,59 ± 0,29 ABa	31,26 ± 1,23 Aa	29,19 ± 0,74 ABa	29,57 ± 0,71 CDa	29,93 ± 0,11 Ca	29,84 ± 0,35 Aa
16	29,51 ± 0,44 ABb	31,71 ± 1,01 Aa	29,18 ± 0,71 ABb	29,60 ± 0,19 CDb	30,38 ± 0,56 BCab	29,74 ± 0,52 Ab
18	29,23 ± 0,65 ABa	31,17 ± 1,04 Aa	29,71 ± 0,61 ABa	30,35 ± 0,59 BCDa	30,16 ± 0,18 BCa	29,81 ± 0,68 Aa
20	29,07 ± 0,28 ABb	30,06 ± 0,40 ABab	29,60 ± 0,76 ABab	30,90 ± 0,09 ABCDa	30,19 ± 0,38 BCab	30,07 ± 0,41 Aab
22	29,56 ± 0,52 ABbc	30,51 ± 0,56 ABabc	29,20 ± 0,77 ABc	31,46 ± 0,27 ABCDab	31,69 ± 0,65 ABa	30,74 ± 1,05 Aabc
24	29,21 ± 0,55 ABcd	28,12 ± 1,02 Bd	30,32 ± 0,38 Abc	31,83 ± 0,54 ABCab	33,27 ± 0,70 Aa	29,54 ± 0,48 Adc
26	29,20 ± 0,65 ABb	31,31 ± 0,95 Aab	29,83 ± 0,80 ABb	32,52 ± 1,20 ABa	32,88 ± 0,10 Aa	30,50 ± 0,45 Aab
28	28,93 ± 0,29 ABb	30,73 ± 0,45 ABab	30,15 ± 0,13 ABab	32,32 ± 1,69 ABa	32,50 ± 0,89 Aa	30,39 ± 1,21 Aab
30	28,98 ± 0,53 ABb	30,63 ± 0,47 ABab	29,92 ± 0,10 ABab	33,39 ± 2,20 Aa	32,34 ± 1,42 Aab	30,66 ± 0,99 Aab

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

EK 2 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince HUE renk değerindeki değişim

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	80,46 ± 0,43 Aa	80,33 ± 0,27 ABCa	79,29 ± 0,65 ABCab	78,48 ± 0,33 Abc	77,38 ± 0,28 BCc	78,93 ± 0,42 BCdb
2	79,94 ± 0,13 ABa	79,78 ± 0,16 BCa	78,09 ± 0,18 Cbc	76,92 ± 0,35 BCd	77,49 ± 0,41 BCcd	78,69 ± 0,05 BCdb
4	80,07 ± 0,68 Aa	79,61 ± 0,49 BCa	79,17 ± 0,57 ABCa	76,88 ± 0,75 BCdc	77,30 ± 0,31 BCbc	78,81 ± 0,46 BCdab
6	79,40 ± 0,60 ABCab	79,93 ± 0,35 BCa	79,48 ± 0,39 ABCab	75,32 ± 0,35 EFc	78,33 ± 0,35 Bb	79,81 ± 0,25 Ba
8	79,07 ± 0,86 ABCDa	79,89 ± 0,24 BCa	79,19 ± 0,61 ABCa	75,43 ± 0,38 EFc	77,24 ± 0,34 BCb	79,32 ± 0,45 BCda
10	79,81 ± 0,52 ABa	79,60 ± 0,92 BCa	79,76 ± 0,4 ABCa	75,47 ± 0,28 DEFc	77,89 ± 0,33 BCb	79,64 ± 0,39 BCa
12	78,15 ± 0,39 CDa	79,26 ± 0,13 Ca	78,39 ± 0,83 Ca	75,82 ± 0,08 CDEFb	77,96 ± 0,46 BCa	79,19 ± 0,25 BCda
14	78,06 ± 0,25 CDbc	80,08 ± 0,13 BCa	79,22 ± 0,77 ABCab	75,71 ± 0,12 CDEFd	77,80 ± 0,12 BCc	79,33 ± 0,45 BCda
16	78,07 ± 0,40 CDc	79,63 ± 0,62 BCbc	80,41 ± 0,40 ABab	78,00 ± 0,92 ABc	80,81 ± 0,87 Aab	81,86 ± 0,31 Aa
18	79,51 ± 0,42 ABCbc	81,47 ± 0,39 Aa	80,56 ± 0,37 Aab	75,95 ± 0,25 CDEe	77,88 ± 0,38 BCd	79,00 ± 0,64 BCdcd
20	77,65 ± 0,33 Db	79,97 ± 0,64 BCa	78,92 ± 0,59 ABCab	75,49 ± 0,36 DEFc	78,38 ± 0,31 Bb	79,76 ± 0,23 Ba
22	77,60 ± 0,44 Db	79,69 ± 0,35 BCa	78,76 ± 0,20 ABCa	74,62 ± 0,52 EFc	77,32 ± 0,23 BCb	79,27 ± 0,33 BCda
24	78,46 ± 0,54 BCdab	79,61 ± 0,48 BCa	78,58 ± 0,94 BCa	74,47 ± 0,71 Fc	76,64 ± 0,48 Cb	79,10 ± 0,20 BCda
26	78,13 ± 0,56 CDb	80,04 ± 0,60 BCa	78,39 ± 0,82 Cab	74,90 ± 0,33 EFc	77,38 ± 0,54 BCb	78,53 ± 0,23 CDab
28	78,18 ± 0,84 CDabc	80,03 ± 0,45 BCa	78,69 ± 1,09 BCab	75,82 ± 0,70 CDEFc	77,47 ± 0,94 BCbc	78,30 ± 0,39 Dab
30	77,80 ± 0,39 Db	80,87 ± 0,52 ABa	79,52 ± 0,68 ABCab	75,72 ± 0,57 CDEFc	78,12 ± 0,84 Bb	78,82 ± 0,66 BCdb

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

EK 3 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince C* renk değerindeki değişim

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	29,99 ± 0,51 Aa	30,40 ± 1,45 Aa	28,29 ± 0,94 Aa	29,43 ± 0,66 Aa	29,46 ± 0,28 Ba	29,66 ± 0,11 Aa
14	29,06 ± 0,63 Aab	29,54 ± 0,50 Aab	28,08 ± 0,69 Ab	28,34 ± 0,50 Ab	30,67 ± 0,09 ABa	29,17 ± 0,64 Aab
28	28,73 ± 0,80 Ac	30,06 ± 0,47 Aabc	29,39 ± 0,65 Aabc	28,94 ± 0,30 Abc	30,73 ± 0,37 ABa	30,63 ± 0,67 Aab
42	29,08 ± 0,42 Aab	29,90 ± 0,29 Aab	28,89 ± 0,57 Ab	29,04 ± 0,41 Aab	30,80 ± 0,83 ABa	29,22 ± 0,75 Aab
56	28,31 ± 0,68 Ab	30,44 ± 0,23 Aa	29,29 ± 0,61 Aab	29,16 ± 0,13 Aab	30,70 ± 0,28 ABa	30,01 ± 0,73 Aa
70	29,53 ± 1,71 Aa	29,18 ± 0,40 Aa	28,74 ± 0,28 Aa	29,39 ± 0,55 Aa	30,77 ± 1,14 ABa	29,11 ± 0,73 Aa
84	29,08 ± 0,91 Aa	30,65 ± 1,47 Aa	28,66 ± 0,80 Aa	29,50 ± 1,26 Aa	31,94 ± 1,50 Aa	29,95 ± 0,94 Aa
98	28,11 ± 0,02 Ad	30,00 ± 0,10 Ab	29,33 ± 0,15 Ac	29,49 ± 0,10 Ac	30,92 ± 0,06 ABa	30,78 ± 0,08 Aa
112	28,89 ± 0,01 Ad	29,98 ± 0,21 Abc	29,65 ± 0,02 Ac	30,00 ± 0,06 Abc	30,92 ± 0,21 ABa	30,38 ± 0,13 Ab
126	27,80 ± 0,14 Ab	30,48 ± 0,06 Aa	29,84 ± 0,11 Aa	30,09 ± 0,20 Aa	31,16 ± 0,37 ABa	30,61 ± 0,81 Aa
140	27,56 ± 0,11 Ac	29,81 ± 0,11 Ab	29,61 ± 0,01 Ab	29,82 ± 0,11 Ab	31,29 ± 0,24 ABa	30,91 ± 0,22 Aa

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

EK 4 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince HUE renk değerindeki değişim

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	80,46 ± 0,43 Aa	80,33 ± 0,27 ABa	79,29 ± 0,65 ABCab	78,48 ± 0,33 Abc	77,38 ± 0,28 Bc	78,93 ± 0,42 BCb
14	78,30 ± 0,57 Bab	79,12 ± 0,21 BCDA	78,41 ± 0,62 BCab	77,30 ± 0,78 ABCb	78,46 ± 0,28 ABab	78,80 ± 0,50 BCab
28	76,43 ± 0,69 Cbc	78,66 ± 0,18 CDA	77,57 ± 0,21 Cab	76,30 ± 0,20 Cc	78,15 ± 0,46 ABa	77,51 ± 0,31 Cab
42	77,51 ± 0,58 BCb	79,19 ± 0,24 BCDA	78,24 ± 0,28 BCab	77,07 ± 0,37 ABCb	78,70 ± 0,10 ABa	79,09 ± 0,50 Ba
56	76,80 ± 0,46 BCb	78,56 ± 0,17 Da	78,55 ± 0,44 BCa	77,37 ± 0,33 ABCb	79,05 ± 0,28 ABa	78,89 ± 0,42 BCa
70	77,30 ± 0,40 BCc	80,80 ± 1,17 Aa	81,10 ± 0,79 Aa	77,97 ± 0,12 ABbc	79,63 ± 0,26 Aab	80,80 ± 0,72 Aa
84	77,93 ± 0,69 BCab	80,13 ± 0,62 ABCa	78,67 ± 1,33 BCab	76,83 ± 0,89 BCb	78,30 ± 1,55 ABab	78,93 ± 0,73 BCab
98	77,02 ± 0,25 BCb	79,94 ± 0,24 ABCDA	79,41 ± 0,40 ABCa	77,46 ± 0,23 ABCb	79,20 ± 0,24 ABa	79,76 ± 0,08 Aba
112	76,60 ± 0,23 Cd	80,21 ± 0,10 ABa	79,11 ± 0,15 ABCb	77,29 ± 0,28 ABCc	79,15 ± 0,15 ABb	80,29 ± 0,22 Aba
126	77,87 ± 0,23 BCd	80,76 ± 0,06 Aa	80,12 ± 0,18 ABb	76,71 ± 0,04 BCe	79,40 ± 0,13 Ac	80,73 ± 0,28 Aa
140	77,00 ± 0,16 BCd	79,94 ± 0,19 ABCDA	78,69 ± 0,33 BCc	76,81 ± 0,08 BCd	79,22 ± 0,07 ABbc	79,60 ± 0,11 ABab

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

EK 5 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince C* renk değerindeki değişim

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	29,99 ± 0,51 Aa	30,40 ± 1,45 Aa	28,29 ± 0,94 Ba	29,43 ± 0,66 Aa	29,46 ± 0,28 ABa	29,66 ± 0,11 Aa
14	28,37 ± 1,36 Aa	29,60 ± 0,75 Aa	27,67 ± 0,27 Ba	29,01 ± 0,70 Aa	30,57 ± 0,83 ABa	28,35 ± 1,45 Aa
28	29,81 ± 1,26 Aa	29,90 ± 0,41 Aa	28,28 ± 0,58 Ba	29,95 ± 0,90 Aa	30,92 ± 0,54 ABa	29,11 ± 1,21 Aa
42	29,68 ± 1,50 Aa	29,83 ± 0,48 Aa	28,72 ± 0,65 Ba	28,61 ± 0,18 Aa	30,90 ± 0,51 ABa	28,54 ± 1,26 Aa
56	28,49 ± 1,47 Aab	29,94 ± 0,40 Aab	27,64 ± 0,49 Bb	28,86 ± 0,38 Aab	30,70 ± 0,45 ABa	29,34 ± 1,10 Aab
70	28,97 ± 1,57 Aa	30,39 ± 1,17 Aa	28,26 ± 0,41 Ba	29,24 ± 0,42 Aa	30,29 ± 0,59 ABa	28,99 ± 1,20 Aa
84	27,85 ± 1,15 Ab	30,35 ± 0,27 Aab	28,36 ± 0,62 Bb	29,89 ± 0,83 Aab	31,38 ± 0,41 ABa	29,05 ± 1,23 Aab
98	28,99 ± 1,19 Aa	30,49 ± 1,04 Aa	28,48 ± 0,43 Ba	30,03 ± 1,11 Aa	30,84 ± 0,29 ABa	28,54 ± 0,86 Aa
112	27,42 ± 1,10 Aa	30,91 ± 2,06 Aa	27,40 ± 1,6 Ba	29,66 ± 0,15 Aa	30,71 ± 0,05 ABa	29,07 ± 0,21 Aa
126	28,06 ± 2,76 Aa	32,25 ± 1,21 Aa	27,40 ± 0,69 Ba	28,80 ± 0,49 Aa	30,18 ± 1,74 ABa	31,84 ± 3,52 Aa
140	27,72 ± 1,12 Aa	28,95 ± 0,66 Aa	27,22 ± 0,08 Ba	28,14 ± 0,55 Aa	29,99 ± 1,80 ABa	28,68 ± 1,36 Aa
168	28,22 ± 1,48 Aa	31,54 ± 1,53 Aab	28,34 ± 1,12 Ba	29,93 ± 0,78 Aa	32,61 ± 2,20 Aa	30,11 ± 1,22 Aa
196	28,47 ± 1,30 Aa	29,81 ± 2,31 Aa	28,33 ± 0,24 Ba	29,80 ± 0,45 Aa	30,43 ± 1,02 ABa	28,56 ± 1,18 Aa
224	27,54 ± 0,31 Ac	29,62 ± 0,07 Ab	28,93 ± 0,11 Bb	29,66 ± 0,46 Ab	31,00 ± 0,08 ABa	29,34 ± 0,35 Ab
252	25,88 ± 0,14 Ae	29,06 ± 0,14 Acd	31,03 ± 0,31 Aab	28,66 ± 0,43 Ad	29,96 ± 0,37 ABbc	31,47 ± 0,35 Aa
280	26,77 ± 0,13 Ae	30,59 ± 0,04 Ab	31,89 ± 0,34 Aa	27,97 ± 0,17 Ad	28,97 ± 0,29 Bc	30,35 ± 0,14 Ab

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

EK 6 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince HUE renk değerindeki değişim

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
0	80,46 ± 0,43 Aa	80,33 ± 0,27 Aa	79,29 ± 0,65 Aab	78,48 ± 0,33 Abc	77,38 ± 0,28 Fc	78,93 ± 0,42 Ab
14	76,79 ± 0,26 Bb	77,91 ± 0,28 Bab	77,47 ± 0,29 Aab	77,62 ± 0,87 Aab	78,84 ± 0,24 BCDEa	78,91 ± 1,14 Aa
28	77,51 ± 0,92 Bc	78,05 ± 0,13 Bbc	77,95 ± 0,15 Abc	78,39 ± 0,21 Aabc	79,81 ± 0,26 ABa	79,39 ± 0,65 Aab
42	77,08 ± 0,89 Bc	77,81 ± 0,41 Babc	77,28 ± 0,06 Abc	78,28 ± 0,33 Aabc	79,16 ± 0,23 ABCDa	78,94 ± 0,81 Aab
56	76,20 ± 0,68 Bb	78,58 ± 0,24 ABa	75,94 ± 1,25 Ab	77,96 ± 0,82 Aab	79,12 ± 0,26 ABCDa	79,37 ± 0,86 Aa
70	77,74 ± 0,79 Bb	78,57 ± 0,46 ABab	78,17 ± 0,44 Aab	78,85 ± 0,33 Aab	79,10 ± 0,28 ABCDab	79,47 ± 0,43 Aa
84	77,92 ± 1,03 Ba	78,81 ± 0,63 ABa	77,98 ± 0,34 Aa	78,69 ± 0,33 Aa	78,94 ± 0,49 BCDEa	79,93 ± 0,86 Aa
98	77,60 ± 0,79 Ba	78,91 ± 0,45 ABa	77,98 ± 0,32 Aa	77,69 ± 0,87 Aa	80,03 ± 0,37 ABa	79,91 ± 1,54 Aa
112	77,47 ± 1,23 Ba	79,37 ± 1,41 ABa	77,43 ± 1,30 Aa	78,01 ± 0,06 Aa	79,11 ± 0,27 ABCDa	79,00 ± 0,19 Aa
126	77,45 ± 2,05 Bab	79,63 ± 0,83 ABab	76,90 ± 0,70 Ab	78,80 ± 1,73 Aab	78,20 ± 0,70 DEFab	81,00 ± 0,90 Aa
140	78,10 ± 0,75 Bb	80,77 ± 1,04 Aa	77,77 ± 0,35 Ab	78,27 ± 0,87 Ab	79,90 ± 0,25 ABab	79,83 ± 1,13 Aab
168	76,53 ± 1,59 Ba	80,07 ± 0,82 ABa	76,43 ± 2,95 Aa	79,60 ± 0,20 Aa	80,23 ± 0,79 Aa	79,37 ± 0,22 Aa
196	78,27 ± 1,28 Ba	78,27 ± 0,62 Ba	77,70 ± 0,20 Aa	79,47 ± 0,03 Aa	79,40 ± 0,26 ABCa	78,93 ± 1,46 Aa
224	77,52 ± 0,05 Bde	78,87 ± 0,01 ABbc	77,17 ± 0,04 Ae	79,72 ± 0,24 Aab	78,28 ± 0,32 CDEFcd	80,26 ± 0,47 Aa
252	77,39 ± 0,37 Bc	78,41 ± 0,16 Bbc	78,21 ± 0,47 Abc	78,78 ± 0,12 Ab	77,56 ± 0,28 Fc	81,07 ± 0,22 Aa
280	78,07 ± 0,29 Bcd	79,70 ± 0,34 ABb	78,86 ± 0,01 Abc	78,19 ± 0,54 Acd	77,23 ± 0,22 Fd	81,08 ± 0,06 Aa

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

EK 7 60 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince yağ asiti bileşimindeki değişim, %

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
C16:0						
0	5,25±0,01 ABa	5,34±0,02 Aa	5,38±0,13 Aa	5,55±0,16 Aa	5,61±0,62 Aa	5,89±0,03 Aa
10	5,23±0,04 ABa	5,25±0,22 Aa	5,33±0,24 Aa	5,45±0,01 Aa	5,15±0,18 Aa	5,67±0,21 Aa
20	5,21±0,02 Ba	5,17±0,03AAa	5,41±0,10 Aa	5,37±0,02 Aa	5,35±0,16 Aa	5,60±0,33 Aa
30	5,32±0,03 Abc	5,40±0,14 Abc	5,39±0,01 Abc	5,49±0,03 Aab	5,63±0,01 Aa	5,26±0,02 Ac
C18:0						
0	2,47±0,02 Aa	2,49±0,23 Aa	2,38±0,13 Aa	2,45±0,12 Aa	2,27±0,09 Ba	2,51±0,02 Aa
10	2,54±0,05 Aab	2,51±0,02 Ab	2,60±0,05 Aab	2,77±0,13 Aa	2,72±0,10 Aab	2,61±0,04 Aab
20	2,71±0,06 Aa	2,71±0,09 Aa	2,57±0,05 Aa	2,72±0,20 Aa	2,60±0,06 Aa	2,73±0,17 Aa
30	2,71±0,06 Aab	2,43±0,06 Ab	2,69±0,06 Aa	2,52±0,09 Aab	2,74±0,04 Aa	2,73±0,04 Aa
C18:1						
0	83,50±0,83 Aa	83,77±0,24 Aa	82,94±1,13 Aa	83,23±0,01 ABa	82,75±0,86 Aa	82,31±0,31 Ba
10	83,35±0,08 Aab	83,78±0,69 Aab	84,23±0,41 Aa	82,70±0,29 Bb	83,82±0,14 Aab	82,80±0,05 Bb
20	83,44±0,43 Aab	83,87±0,64 Aa	83,48±0,49 Aab	84,08±0,21 Aa	83,69±0,20 Aab	82,46±0,06 Bb
30	83,36±0,50 Ab	83,74±0,36 Aab	83,29±0,36 Ab	83,33±0,30 ABb	84,34±0,05 Aab	84,55±0,09 Aa
C18:2						
0	7,87±0,71 Aa	7,73±0,03 Aa	8,21±0,66 Aa	7,83±0,33 Aa	8,34±0,43 Aa	8,39±0,18 Aa
10	8,20±0,07 Aa	7,88±0,50 Aa	7,22±0,04 Aa	7,80±0,62 Aa	7,41±0,50 Aba	7,99±0,01 Aa
20	7,49±0,30 Aa	7,55±0,66 Aa	7,68±0,25 Aa	7,03±0,38 Aa	7,42±0,15 ABa	7,89±0,36 Aa
30	7,30±0,21Aabc	7,76±0,25 Aab	7,75±0,55 Aab	8,14±0,33 Aa	6,71±0,03 Bc	6,89±0,01 Bbc
C18:3						
0	0,08±0,02 Aa	0,07±0,01 ABa	0,08±0,01 Aa	0,08±0,01 Aa	0,09±0,01 Aa	0,09±0,01 Aa
10	0,09±0,01 Aa	0,09±0,01 Aa	0,11±0,03 Aa	0,08±0,01 Aa	0,09±0,01 Aa	0,09±0,01 Aa
20	0,08±0,02 Aa	0,06±0,01 Ba	0,08±0,01 Aa	0,05±0,01Ba	0,07±0,01 ABa	0,10±0,04 Aa
30	0,08±0,01 Aab	0,06±0,01 Bbc	0,09±0,01 Aa	0,07±0,01 ABbc	0,06±0,01 Bc	0,06±0,01 Ac
C20:0						
0	0,08±0,01 Aa	0,08±0,01 Aa	0,08±0,02 Aa	0,09±0,01 Aa	0,08±0,01 Aa	0,08±0,01 Aa
10	0,11±0,01 Aa	0,09±0,01 Aa	0,11±0,01 Aa	0,10±0,01 Aa	0,17±0,07 Aa	0,09±0,01 Aa
20	0,09±0,01 Aa	0,09±0,01 Aa	0,09±0,01 Aa	0,09±0,01Aa	0,09±0,01 Aa	0,09±0,01 Aa
30	0,10±0,01 Aab	0,08±0,01 Ab	0,12±0,01 Aa	0,09±0,01 Ab	0,08±0,01 Ab	0,09±0,01 Ab
C20:1						
0	0,11±0,02 Aa	0,11±0,01 Aa	0,11±0,01 Ba	0,12±0,01 Aa	0,13±0,03 Aa	0,10±0,01 Aa
10	0,14±0,01 Aab	0,13±0,01 Ab	0,16±0,02 Aa	0,11±0,01 Ab	0,13±0,01 Ab	0,12±0,01 Ab
20	0,13±0,01 Aa	0,12±0,01 Aa	0,13±0,01 ABa	0,12±0,02 Aa	0,12±0,01 Aa	0,12±0,01 Aa
30	0,14±0,01 Aa	0,12±0,01 Aa	0,13±0,01 ABa	0,12±0,01 Aa	0,16±0,05 Aa	0,12±0,01 Aa

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

EK 8 40 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince yağ asiti bileşimindeki değişim, %

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
C16:0						
0	5,25 ± 0,01 Ba	5,34 ± 0,02 Aa	5,38 ± 0,13 ABa	5,55 ± 0,16 Aa	5,61 ± 0,62 Aa	5,89 ± 0,03 Aa
84	5,52 ± 0,04 Ba	5,38 ± 0,25 Aa	5,19 ± 0,02 Ba	5,67 ± 0,35 Aa	5,74 ± 0,16 Aa	5,75 ± 0,25 Aa
140	5,90 ± 0,12 Aa	5,59 ± 0,04 Ab	5,54 ± 0,01 Abc	5,41 ± 0,03 Abc	5,38 ± 0,03 Ac	5,44 ± 0,04 Abc
C18:0						
0	2,47 ± 0,02 Ba	2,49 ± 0,23 Aa	2,38 ± 0,13 Aa	2,45 ± 0,12 Aa	2,27 ± 0,09 Aa	2,51 ± 0,02 Aa
84	2,85 ± 0,01 Aa	2,62 ± 0,04 Aa	2,68 ± 0,02 Aa	2,83 ± 0,23 Aa	2,41 ± 0,21 Aa	3,57 ± 1,06 Aa
140	2,43 ± 0,01 Bd	2,54 ± 0,03 Ac	2,57 ± 0,01 Ac	2,75 ± 0,01 Aa	2,44 ± 0,02 Ad	2,65 ± 0,02 Ab
C18:1						
0	83,50 ± 0,83 Aa	83,77 ± 0,24 Aa	82,94 ± 1,13 Aa	83,23 ± 0,01 Ba	82,75±0,86 ABa	82,31 ± 0,31 Aa
84	82,79±0,03 Aab	83,83±0,49 Aab	84,49 ± 0,03 Aa	82,67±0,06 Cab	82,17 ± 0,29 Bb	81,98 ± 1,28 Ab
140	83,86 ± 0,20 Ab	83,72 ± 0,12 Ab	83,77 ± 0,11 Ab	84,12 ±0,05 Aab	84,73 ± 0,08 Aa	83,66 ± 0,35 Ab
C18:2						
0	7,87 ± 0,71 Aa	7,73 ± 0,03 Aa	8,21 ± 0,66 Aa	7,83 ± 0,33 Aa	8,34 ± 0,43 Aa	8,39 ± 0,18 Aa
84	8,18 ± 0,06 Aa	7,52 ± 0,18 Ab	7,01 ± 0,03 Ac	7,70 ± 0,16 Ab	7,62±0,07 ABb	7,49 ± 0,10Bb
140	7,27 ± 0,04 Ac	7,58 ± 0,03 Aa	7,47 ± 0,01 Ab	7,15 ± 0,01 Ad	6,92 ± 0,05 Be	7,25 ± 0,04 Bcd
C18:3						
0	0,08 ± 0,02 Aa	0,07 ± 0,01 Aa	0,08 ± 0,01 Aa	0,08 ± 0,01 Aa	0,09 ± 0,01 Aa	0,09 ± 0,01 Aa
84	0,10 ± 0,01 Aa	0,09 ± 0,01 Aa	0,08 ± 0,01 Aa	0,10 ± 0,02 Aa	0,07 ± 0,01 ABa	0,09 ± 0,01 Aa
140	0,06 ± 0,01 Aa	0,07 ± 0,01 Aa	0,07 ± 0,01 Ba	0,06 ± 0,01 Aa	0,07 ± 0,01 Ba	0,45 ± 0,38 Aa
C20:0						
0	0,08 ± 0,01 Ba	0,08 ± 0 Ba	0,08 ± 0,02 Aa	0,09 ± 0 Ba	0,08 ± 0,01 Aa	0,08 ± 0,01 Aa
84	0,12 ± 0,01 Aa	0,11 ± 0,01 Aa	0,13 ± 0,01 Aa	0,12 ± 0,01 Aa	0,06 ± 0,01 Ab	0,08 ± 0,03 Aab
140	0,09 ± 0,01 ABb	0,10±0,01 ABab	0,11 ± 0,01 Aa	0,10 ± 0,01 Bab	0,09 ± 0,01 Aab	0,10 ± 0,01 Aab
C20:1						
0	0,11 ± 0,02 Aa	0,11 ± 0,01 Aa	0,11 ± 0,01 Aa	0,12 ± 0,01 Ba	0,13 ± 0,03 Aa	0,10 ± 0,01 Aa
84	0,14 ± 0,01 Aa	0,14 ± 0,02 Aa	0,14 ± 0,01 Aa	0,16 ± 0,01 Aa	0,10 ± 0,01 Ab	0,13 ± 0,01 Aab
140	0,10 ± 0,01 Aa	0,12 ± 0,01 Aa	0,11 ± 0,02 Aa	0,13 ± 0,01 Ba	0,12 ± 0,02 Aa	0,17 ± 0,06 Aa

EK 9 24 °C sıcaklıkta yapılan depolama süresince yağ asiti bileşimindeki değişim, %

Depolama süresi (gün)	Uygulamalar (Xort ± SE)*					
	R	W	WL	WLS	WLC	WLT
C16:0						
0	5,25 ± 0,01 ABa	5,34 ± 0,02 Aa	5,38 ± 0,13 Aa	5,55 ± 0,16 Aa	5,61 ± 0,62 Aa	5,89 ± 0,03 Aa
84	5,52 ± 0,16 Aa	4,90 ± 0,15 Ba	5,33 ± 0,32 Aa	4,83 ± 0,07 Ba	5,41 ± 0,59 Aa	5,31 ± 0,04 Aa
168	5,13 ± 0,08 Bb	5,12 ± 0,02 ABb	5,21 ± 0,03 Aba	5,24 ± 0,10 Aba	5,33 ± 0,10 Aba	5,70 ± 0,34 Aa
280	5,55 ± 0,01 Aa	5,43 ± 0,06 Aab	5,37 ± 0,05 Aab	5,44 ± 0,06 Aab	5,33 ± 0,09 Ab	5,37 ± 0,01 Aab
C18:0						
0	2,47 ± 0,02 Ba	2,49 ± 0,23 Aa	2,38 ± 0,13 Aa	2,45 ± 0,12 Aa	2,27 ± 0,09 Ba	2,51 ± 0,02 Ba
84	2,71 ± 0,02 Aa	2,36 ± 0,01 Aa	2,82 ± 0,25 Aa	2,44 ± 0,15 Aa	2,45 ± 0,17 ABa	2,40 ± 0,02 Ca
168	2,25 ± 0,02 Cd	2,59 ± 0,01 Ab	2,60 ± 0,01 Ab	2,47 ± 0,02 Ac	2,68 ± 0,01 Aa	2,64 ± 0,02 Aab
280	2,76 ± 0,01 Aa	2,54 ± 0,01 Ac	2,65 ± 0,05 Ab	2,59 ± 0,01 Abc	2,57 ± 0,01 ABc	2,42 ± 0,01 Cd
C18:1						
0	83,50±0,83 Aa	83,77±0,24 Aa	82,94±1,13 Aa	83,23±0,01 Ba	82,75±0,86 Aa	82,31±0,31 Ba
84	83,61±0,44 Aab	82,75±0,14 Bb	85,01±0,10 Aa	84,18±0,40 Aab	82,59±0,97 Ab	83,22±0,01 ABb
168	84,06±0,06 Aa	83,59±0,01 Aab	83,89±0,08 Aab	83,42±0,04 ABab	83,97±0,03 Aab	82,93±0,73 ABb
280	84,31±0,02 Aa	83,69±0,07 Ab	84,14±0,30 Aab	83,92±0,05 ABab	84,39±0,12 Aa	83,95±0,04 Aab
C18:2						
0	7,87 ± 0,71 Aa	7,73 ± 0,03 Ca	8,21 ± 0,66 Aa	7,83 ± 0,33 Aa	8,34 ± 0,43 Aa	8,39 ± 0,18 Aa
84	7,57 ± 0,22 Ab	9,39 ± 0,01 Aa	6,18 ± 0,66 Ac	7,85 ± 0,64 Ab	8,82 ± 0,08 Aab	8,41 ± 0,06 Aab
168	7,93±0,02 Aabc	8,14 ± 0,01 Bab	7,73 ± 0,02 Abc	8,32 ± 0,02 Aa	7,45 ± 0,02 Bc	8,08 ± 0,34 Aab
280	6,79 ± 0,01 Ac	7,76 ± 0,01 Ca	7,29±0,45 Aabc	7,44 ± 0,03 Aab	7,11 ± 0,01 Bbc	7,70 ± 0,03 Aab
C18:3						
0	0,08 ± 0,02 Aa	0,07 ± 0,01 Da	0,08 ± 0,01 Aa	0,08 ± 0,01 BAa	0,09 ± 0,01 Aa	0,09 ± 0,01 Aa
84	0,10 ± 0,02 Aa	0,09 ± 0,01 Aa	0,08 ± 0,01 Aa	0,09 ± 0,01 Aa	0,13 ± 0,04 Aa	0,09 ± 0,01 Aa
168	0,09 ± 0,01 Aa	0,08 ± 0,01 Ba	0,07 ± 0,01 Aa	0,08 ± 0,01 BAa	0,07 ± 0,01 Aa	0,12 ± 0,04 Aa
280	0,08 ± 0,01 Aa	0,08 ± 0,01 Ca	0,08 ± 0,01 Aa	0,07 ± 0,01 BAa	0,08 ± 0,01 Aa	0,08 ± 0,01 Aa
C20:0						
0	0,08 ± 0,01 Ba	0,08 ± 0,01 Ca	0,08 ± 0,02 Aa	0,09 ± 0,01 Aa	0,08 ± 0,01 Aa	0,08 ± 0,01 Aa
84	0,09 ± 0,01 Bb	0,08 ± 0,01 Cb	0,12 ± 0,01 Aa	0,11 ± 0,02 Aba	0,10 ± 0,01 Aba	0,11 ± 0,01 Aba
168	0,10 ± 0,01 ABa	0,09 ± 0,01 Ba	0,10 ± 0,01 Aa	0,09 ± 0,01 Aa	0,09 ± 0,02 Aa	0,11 ± 0,01 Aa
280	0,11 ± 0,01 Aa	0,11 ± 0,01 Aa	0,11 ± 0,01 Aa	0,16 ± 0,06 Aa	0,10 ± 0,01 Aa	0,10 ± 0,01 Aa
C20:1						
0	0,11 ± 0,02 Aa	0,11 ± 0,01 Aa	0,11 ± 0,01 Aa	0,12 ± 0,01 Aa	0,13 ± 0,03 Aa	0,10 ± 0,01 Ba
84	0,10 ± 0,01 Ab	0,12 ± 0,01 Aba	0,13 ± 0,01 Aa	0,13 ± 0,01 Aba	0,13 ± 0,01 Aa	0,14 ± 0,01 Aa
168	0,13 ± 0,01 Aa	0,12 ± 0,01 Aa	0,12 ± 0,01 Aa	0,13 ± 0,01 Aa	0,11 ± 0,02 Aa	0,13 ± 0,01 Aa
280	0,12 ± 0,01 Aa	0,12 ± 0,01 Aa	0,13 ± 0,01 Aa	0,12 ± 0,01 Aa	0,12 ± 0,01 Aa	0,12 ± 0,01 ABa

*: Ortalama ± standart hata

A, B : Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

a, b : Aynı satır içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

EK 10 Fındıkların duyuusal değerlendirme formu

Adı Soyadı:

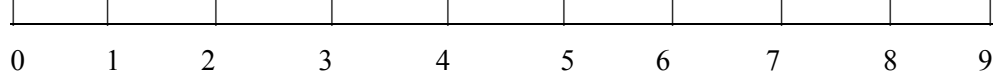
Tarih

Lütfen fındık örneklerini görünüş ve yapı yönünden değerlendirerek skorunuzu çizgi üzerinde koduyla işaretleyerek belirtiniz.

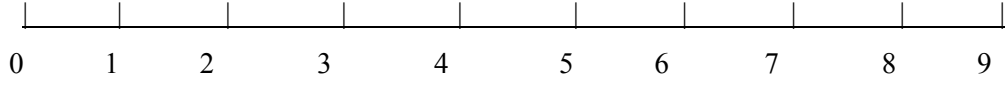
Puan	Kalite tanımlanması
1	Son derece kötü
2	Çok kötü
3	Oldukça kötü
4	Çok az kötü
5	Ne iyi ne kötü
6	Çok az iyi
7	Oldukça iyi
8	Çok iyi
9	Mükemmel

Görünüş

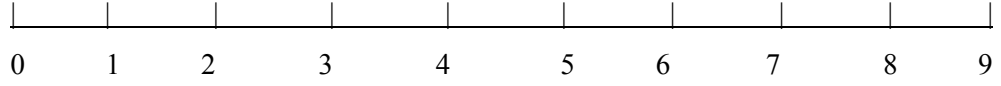
Yüzey düzgünlüğü



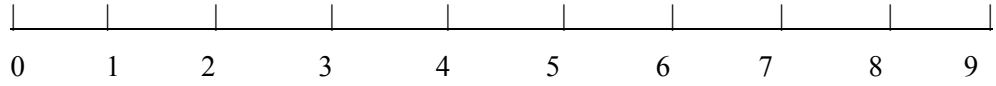
Yüzey parlaklığı



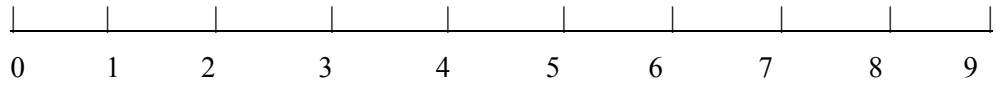
Yüzey rengi



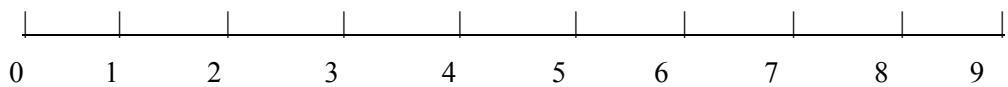
Tekstür



Aroma



Genel kabul edilebilirlik



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Eda ÇALIKOĞLU

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 28.09.1978

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Anıttepe Lisesi (1992-1995)

Lisans : Ankara Üniv. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü (1995-2000)

Yüksek Lisans : Ankara Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü,
Gıda Müh. Anabilim Dalı (2000-2003)

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl

Araştırma Görevlisi - Ankara Üniv. Müh. Fak. Gıda Müh. Bölümü (2001-2008)

Mühendis - Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara İl Tarım Müdürlüğü (2008-)

Bazı Yayınları

“The effect of Nigella seed extract on oxidative stability of refined sunflower oil”. Asian Journal of Chemistry. Vol. 20, No: 5, 2008.

“Fatty acid and volatile oil composition of different coriander (*Coriandrum sativum* L.) registered varieties cultivated in Turkey”. Chemistry of Natural Compounds. 2008 (Basımda)

“The application of the essential oil added edible coatings on the roasted hazelnut”. Sözlü Sunum, V. International Packaging Congress and Exhibition, 22-24 November 2007, İzmir-Türkiye.

“Effects of flushing periods, growing elevation and processing methods on some volatile organic compounds of black tea”. Sözlü Sunum, 5th International Congress on Food Technology, 8-11 March 2007, Thessaloniki- Greece.