

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZİ

AKTİF AMBALAJLAMA VE
YENİ MUHAFAZA YÖNTEMLERİ İLE
ÇİLEĞİN RAF ÖMRÜNÜN ARTTIRILMASI

Mehmet Seçkin ADAY

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 26/07/2011

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Cengiz CANER

ÇANAKKALE

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

MEHMET SEÇKİN ADAY tarafından **DOÇ. DR. CENGİZ CANER** yönetiminde hazırlanan “**AKTİF AMBALAJLAMA VE YENİ MUHAFAZA YÖNTEMLERİ İLE ÇİLEĞİN RAF ÖMRÜNÜN ARTTIRILMASI**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Cengiz CANER

Danışman

Prof. Dr. İsmet KAYA

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Emin YILMAZ

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Önder AYYILDIZ

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Kadir KIZILKAYA

Jüri Üyesi

Sıra No :

Tez Savunma Tarihi: 26/07/20101

Prof. Dr. İsmet KAYA

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Hazırlanan bu Doktora tezi BAP 2010/151 no’lu proje ve TUBITAK BİDEB 2211 programı tarafından desteklenmiştir.

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Mehmet Seçkin ADAY

TEŞEKKÜR

Bana kendisi ile çalışma şansını veren, akademik hayatımın temelini atan, zor günlerimde bana bilgi ve tecrübesiyle hep destek olan ve hayatım boyunca öğrencisi olmaktan gurur duyacağım Danışmanım Sayın Doç. Dr. Cengiz CANER' e;

Çevre Mühendisliği Bölümünün kapılarını bana sonuna kadar açan ve takıldığım konularda bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Önder AYYILDIZ' a;

Önerileriyle tezimin daha iyi hale gelmesini sağlayan Sayın Doç. Dr. Emin YILMAZ' a;

Çalışmamın tüm aşamalarında varlığı ve desteğiyle bana can dostu olan Sayın Arş. Gör. Mehmet Burak BÜYÜKCAN' a;

Çalışmamın analizlerinin yapılmasındaki katkı ve yardımlarından ötürü Sayın Gıda Mühendisi Fatih RAHVALI, Rıza TEMİZKAN, Ömer FERTİK, Özgür ÖZKAN ve Semih YALÇIN' a;

İstatistik derslerinde; yeterince değil fazlasıyla bilgi sahibi olmamdaki katkılarından dolayı Sayın Doç. Dr. Mehmet MENDEŞ ve Doç. Dr. Kadir KIZILKAYA' ya;

Çalışmam boyunca destek ve yardımlarını esirgemeyen Değerli Hocalarıma ve Arkadaşlarıma;

Doktora süresince beni maddi açıdan destekleyen TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı (BİDEB)' na,

Bugüne kadar yaşamımın her döneminde olduğu gibi tez çalışmam boyunca da manevi-maddi anlamda hep yanımda olan ve haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim Babam Faruk ADAY, Annem Refa ADAY ve Ablam Seçil ADAY' a;

Hayatım boyunca gösterdiği hoşgörü, güler yüz, anlayış ve desteği ile sürekli yanımda olduğunu hissettiren değerli Eşim Serpil ADAY' a ve yaşantıma yeni bir anlam katan kızıma,

Teşekkürü borç bilirim.

Mehmet Seçkin ADAY

SİMGELER VE KISALTMALAR

a	Kırmızılık
ClO ₂	Klordioksit
CO ₂	Karbondioksit
dk	Dakika
FT-NIR	Fourier Dönüşümlü Yakın Kızıl Ötesi Spektroskopisi
g	Gram
KNT	Kontrol
L	Aydınlık, parlaklık
TPA	Tekstür Profil Analizi
O ₂	Oksijen
O ₃	Ozon
PET	Polietilen Teraftalat
PLA	Polilaktik asit
s	Saniye
US	Ultrases
W	Watt

ÖZET

AKTİF AMBALAJLAMA VE YENİ MUHAFAZA YÖNTEMLERİ İLE ÇİLEĞİN RAF ÖMRÜNÜN ARTTIRILMASI

Mehmet Seçkin ADAY

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışman: Doç. Dr. Cengiz CANER

26/07/2011, 139

Bu araştırma kapsamında aktif ambalajlama ve yeni muhafaza yöntemleri ile taze çileğin raf ömrünün arttırılması amaçlanmıştır. Dört hafta boyunca +4⁰C'de depolanan çileklerde periyodik olarak; ambalaj içi gaz kompozisyonu, pH, suda çözünür kuru madde, elektrik iletkenliği, renk, tekstür profil, bozulma oranı ve FT-NIR analizleri gerçekleştirilerek, uygulamaların sayılan kalite kriterlerine etkisi incelenmiştir. Bu doktora tezi altı ana bölümden oluşmaktadır.

İlk bölümde, farklı absorpsiyon kapasitesine sahip iki oksijen tutucunun (ATCO-100 ve ATCO-210) çilek kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Suda çözünür kuru madde, renk özellikleri ve tekstürel karakteristikleri bakımından en fazla kayıp, ATCO-100 ve ATCO-210 ile karşılaştırıldığında kontrol grubunda gözlenmiştir. Suda çözünür kuru madde, pH değeri, elektrik iletkenliği, renk değerleri, tekstürel özellikler ve bozulma oranı bakımından ATCO-100 ve ATCO-210 arasında istatistiksel fark bulunmamış olup, bu gruplar ile kontrol grubu arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemlidir. ATCO-100 ve ATCO-210 grupları, çilek raf ömrünün uzatılmasında önemli bir etkiye sahiptir.

İkinci bölümde, farklı tutucu sistemlerin (karbondioksit ve oksijen) çilek kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Bir grup çilek ambalajı içerisine oksijen tutucu (ATCO-210) konulmuş, diğer iki grup çilek ambalajı içerisine ise farklı karbondioksit tutma özelliğine sahip karbondioksit (EMCO-A ve EMCO-B) tutucular yerleştirilmiştir. İçerisinde karbondioksit tutucu (EMCO-A ve EMCO-B) bulunan ambalajlardaki karbondioksit oluşum hızı ATCO ve kontrol grubuna göre düşüktür. EMCO-B çileklerde briks ve elektriksel iletkenliğin korunmasında etkilidir. EMCO-A, EMCO-B ve ATCO grupları

arasında renk bakımından farklılık gözlenmemiştir. Duyusal analizler dikkate alındığında, EMCO-B ve ATCO grubundaki çilekler en fazla beğeniye sahiptir. Sertlik değeri kontrol grubunda, diğer uygulamalara göre en düşük olarak tespit edilmiştir.

Üçüncü bölümde, farklı klordioksit konsantrasyonlarının (3, 6 ve 9 ppm) çilek kalite kriterleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Tüm uygulamaların (3, 6 ve 9 ppm) kontrolle karşılaştırıldığında çilekte pH, briks, elektriksel iletkenlik ve tekstürel parametrelerin korunmasında etkili olduğu gözlemlenmiştir. 3 ppm ClO₂ uygulaması, çilekte kırmızılığı gösteren a değerinin korunmasına önemli bir fayda sağlamamıştır. 6 ppm ClO₂ uygulaması ise oksijen tüketiminin azaltılmasında ve titrasyon asitliğinin korunmasında en etkili uygulama olarak değerlendirilmiştir.

Dördüncü bölümde, farklı ultrases gücü (30W, 60W, 90W) ve farklı maruz kalma süresinin (5 ve 10 dk) çilekte kaliteyi sürdürmedeki etkinliği araştırılmıştır. 90W ve kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, 30W ve 60W uygulamalarının, çilekte bozulmayı engellemede etkili olduğu belirlenmiştir. Çileğin ultrasese maruz kalma süresi kalite kriterlerinin iyileştirilmesinde önemli bir farklılığa neden olmamıştır. 90W'da çilek dokusu zarar görmüş, raf ömrü kısalmıştır. Kontrol ve 90W uygulamaları ile karşılaştırıldığında, 30W ve 60W uygulamaları çilekte pH, suda çözünür kuru madde, elektrik iletkenliği, renk ve tekstür gibi parametrelerinin korunmasında çok daha etkili sonuçlar vermiştir. Küf gelişimi kontrol grubunda en yüksek çıkmıştır.

Beşinci bölümde, ozon farklı konsantrasyonlarda (0,075 ppm, 0,15 ppm, 0,25 ppm) ve farklı maruz kalma sürelerinde çileklere uygulanmıştır. Elde edilen veriler, 0,075 ppm ve 0,15 ppm O₃ uygulamalarının kalitenin sürdürülmesinde etkili sonuçlar verdiğini göstermiştir. Çileğin ozona maruz kalma süreleri kalite kriterleri bakımından istatistiksel olarak fark yaratmamıştır. 0,075 ppm ve 0,15 ppm uygulamalarının çilekte pH, suda çözünür kuru madde, elektrik iletkenliği ve tekstür parametrelerindeki değişimlerin geciktirilmesinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Tüm ozon uygulamaları çilekte ağartma etkisine neden olmuştur. Ozon, 0,075 ppm derişimde en düşük, 0,25 ppm derişimde ise en yüksek istenmeyen renk değişimlerine sebep olmuştur. Yüksek ozon konsantrasyonunda (0,25 ppm) çilek kalite parametreleri olumsuz etkilenmiştir.

Son bölümde; üçüncü (6 ppm ClO₂), dördüncü (30W) ve beşinci (0,075 ppm O₃), çalışmalardaki en iyi uygulamaların çilek kalitesi üzerine etkileri karşılaştırılmıştır. Bunun yanında 6 ppm ClO₂+30W ultrases ve 0,075 ppm O₃+30W ultrases gibi kombinasyon

uygulamalarının da çilek kalite kriterleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Sonuçlara göre, 6 ppm ClO₂+30W ultrases ve 0,075 ppm O₃+30W ultrases kombinasyon uygulamaları; solunum hızının azaltılmasında, küf gelişiminin engellenmesinde, pH, briks, elektriksel iletkenlik, renk ve tekstürel özellikteki değişimlerin azaltılmasında olumlu etki göstermektedir. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, her bir tekil uygulama çilekte kalitenin korunmasına olumlu etkili sağlamıştır.

Ayrıca bütün bölümlerden elde edilen FT-NIR spektraları, çilekte depolama süresince meydana gelen değişimler hakkında detaylı bilgi vermekte ve bu yöntemin hızlı, ekonomik ve ürüne zarar vermeyen özelliğinden dolayı kullanım potansiyelinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Anahtar sözcükler: Çilek, Aktif Ambalajlama, Klordioksit, Ozon, Ultrases, Raf Ömrü, FT-NIR

ABSTRACT

ACTIVE PACKAGING AND NEW PRESERVATION METHODS FOR EXTENDING SHELF LIFE OF FRESH STRAWBERRIES

Mehmet Seçkin ADAY

anakkale Onsekiz Mart University

Graduate School

Food Engineering Dissertation, Ph.D.

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Cengiz CANER

26/07/2011, 139

The objective of this research was to investigate the effect of active packaging and new preservation methods for extending shelf life of fresh strawberries. Gas composition inside the package, pH, total soluble solids, electrical conductivity, color, texture profile, decay incidence and FT-NIR analyses were performed to investigate the effect of treatments on the quality criteria of strawberry during 4 weeks storage at +4⁰C. This Ph. D. dissertation work is divided into six parts.

In the first part, effectiveness of two types of oxygen absorbers (ATCO-100 and ATCO-210) on quality of fresh strawberries is reported. Loss of total soluble solid content, color properties and texture characteristics were higher in the control groups compared with the ATCO-100 and ATCO-210 absorbers. There were no significant differences in total soluble content, pH value, electrical conductivity, color values, textural parameters and decay incidence among the ATCO-100 and ATCO-210 groups, but difference between treatment groups and control is statistically significant. ATCO-100 and ATCO-210 had significant effect on extending shelf life of strawberry.

In the second part, the effect of different scavenging systems (carbon dioxide and oxygen) on quality of fresh strawberry was studied. Strawberry was treated with one oxygen scavenger (ATCO-210) and two different carbon dioxide (EMCO-A and EMCO-B) scavengers throughout storage. The package headspace with EMCO-A and EMCO-B absorbers, exhibited the lowest CO₂ accumulation compared with ATCO and control.

EMCO-B had significant effects on brix and electrical conductivity of strawberry during storage. No significant color differences were found among EMCO-A, EMCO-B and ATCO treatments. Results of sensory evaluation showed that, EMCO-B and ATCO had the highest desirable scores for general acceptability. Firmness values of control group were significantly lower than that of the EMCO-A, EMCO-B and ATCO groups.

In the third part, the efficiency of various concentrations (3, 6 and 9 ppm) of ClO_2 was evaluated. All treatments (3, 6 and 9 ppm) were effective in retaining pH, brix, electrical conductivity and textural parameters compared with control. 3 ppm ClO_2 had no significant effect in preventing a value (redness) change of strawberry. 6 ppm ClO_2 was the best treatments to delay consumption of oxygen and maintain the titratable acidity of strawberry.

In the fourth part, various ultrasound powers (30W, 60W, 90W) and exposure times (5 and 10 min) were used to maintain quality of strawberry. 30W and 60W ultrasound treatments were effective for eliminating quality deterioration of fresh strawberry compared with control and 90W treatment. No significant effects were found for exposure time within treatments. 90W treatments damaged the strawberry tissue and shorten the shelf life. 30W and 60W treatments maintained the pH, total soluble solid, electrical conductivity, color and texture parameters of strawberry than the untreated control and 90W treatment. Mold decay was the highest for control group.

In the fifth part, different ozone concentrations (0.075ppm, 0.15 ppm, 0.25 ppm) and exposure times (2 and 5 min) were applied to strawberry. Results showed that 0.075 ppm and 0.15 ppm treatments significantly maintained the quality of strawberry. There were not any significant differences associated with exposure times. 0.075 ppm and 0.15 ppm treatments were effective to delay changes in pH, total soluble solid, electrical conductivity and texture parameters which were related with shelf life. All treatments had bleaching effect on strawberry. 0.075 ppm had the lowest and 0.25 ppm had the highest undesirable color changes among the treatments. High concentration of ozone had a negative effect on quality of strawberry.

In the last part; the best results found on third (6 ppm ClO_2), fourth (30 W) and fifth (0.075 ppm O_3) studies were selected to compare the effects on strawberry quality. Also effectiveness of combined effects of 6 ppm ClO_2 +30W and 0.075 ppm O_3 +30W were investigated on quality criteria of strawberry. Results demonstrated that, combined effect

of 6 ppm ClO₂+30W and 0.075 ppm O₃+30W had positive effect on reducing respiration rate, inhibiting the mould decay and delayed changes in pH, brix, electrical conductivity, color and textural properties. Individual treatments (6 ppm ClO₂, 30W and 0.075 ppm O₃) were also effective to maintain quality of strawberry compared to control group.

Furthermore, FT-NIR spectra's which were gotten by all parts of this study, gave comprehensive information about the strawberry during storage and showed the high potential of FT-NIR spectroscopy as a rapid, economical and nondestructive measurement technique.

Keywords: strawberry, active packaging, chlorine dioxide, ozone, ultrasound, shelf life, FT-NIR.

İÇERİK	Sayfa
DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	ix
BÖLÜM 1 - GİRİŞ.....	1
1.1. Meyve.....	1
1.1.1. Çileğin Kimyasal Bileşimi.....	2
1.1.2. Dünya’da Çilek Üretim Alanları ve Üretim Miktarı.....	3
1.1.3. Türkiye’de Çilek Üretimi ve İhracatı.....	4
1.2. Hasat Sonrası Değişmeler	5
1.2.1. Renkte Meydana Gelen Değişimler	6
1.2.2. Tekstürde Meydana Gelen Değişimler	6
1.2.3. Mikrobiyal Bozulmalar	7
1.3. Meyve ve Sebzelerde Koruma Metotları	8
1.3.1. Aktif Ambalajlama.....	9
1.3.1.1. Oksijen Tutucular	11
1.3.1.2. Karbondioksit Tutucu ve Salıcılar.....	15
1.3.2. Ultrases Uygulaması.....	17
1.3.2.1. Ultrases Yönteminin Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi	18
1.3.3. Klordioksit (ClO₂)	19
1.3.3.1. Klordioksitin Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi.....	20
1.3.4. Ozon (O₃).....	21
1.3.4.1. Ozonun Gıda Bileşenleri ve Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi.....	22

BÖLÜM 2 - ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	24
BÖLÜM 3 - MATERYAL VE YÖNTEM	29
3.1. Materyal	29
3.1.1. Çilek.....	29
3.1.2. Ambalaj Materyali	29
3.1.3. Karbondioksit tutucu.....	29
3.1.4. Oksijen tutucu	29
3.1.5. Ultrases.....	30
3.1.6. Klordioksit	30
3.1.7. Ozon.....	30
3.2. Yöntem.....	30
3.2.1. Yöntem-I-	30
3.2.2. Yöntem -II-	31
3.2.3. Yöntem -III-.....	31
3.2.4. Yöntem -IV-	31
3.2.5. Yöntem -V-.....	32
3.2.6. Yöntem -VI-	32
3.3. Analizler	32
3.3.1. Gaz Konsantrasyonunun Değerlendirilmesi.....	32
3.3.2. pH Ölçümü.....	32
3.3.3. Titrasyon Asitliği.....	33
3.3.4. Suda Çözünür Kuru Madde.....	33
3.3.5. Elektrik İletkenliği	33
3.3.6. Yüzey Rengi	33
3.3.7. Duyusal Analiz.....	33
3.3.8. Küf Gelişimi	34
3.3.9. Tekstür Profil Analizi	34

3.3.10. FT-NIR Ölçümleri.....	35
3.3.11. İstatistiksel Analiz	35
BÖLÜM 4 - ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	36
4.1. İki Farklı Oksijen Tutucunun Çilek Kalitesi Üzerine Etkisi.....	36
4.1.1. Ambalaj İçi Gaz Kompozisyonu	36
4.1.2. pH	37
4.1.3. Suda Çözünür Kuru Madde.....	38
4.1.4. Elektrik İletkenliği	39
4.1.5. Renk.....	40
4.1.6. Bozulma Oranı	42
4.1.7. Tekstür Profil Analizi	42
4.1.8. FT-NIR Spektrası.....	46
4.2. Çileklerin Tazeliğinin Korunmasında Aktif Ambalajlama	48
4.2.1. Ambalaj İçi Gaz Kompozisyonu	48
4.2.2. pH	49
4.2.3. Suda Çözünür Kuru Madde.....	50
4.2.4. Elektrik İletkenliği	51
4.2.5. Renk.....	52
4.2.6. Duyusal Kalite	54
4.2.7. Tekstür Profil Analizi	55
4.2.8. FT-NIR Spektrası.....	58
4.3. Çileklerin Kalitesinin Korunmasında Sıvı Klordioksit ve Denge Modifiye Atmosfer Uygulamalarının Etkinliği	60
4.3.1. Ambalaj İçi Gaz Kompozisyonu	60
4.3.2. Titrasyon Asitliği ve pH.....	61
4.3.3. Suda Çözünür Kuru Madde.....	63
4.3.4. Elektrik İletkenliği	64

4.3.5.	Renk.....	65
4.3.6.	Tekstür Profil Analizi	66
4.3.7.	FT-NIR Spektrası.....	70
4.4.	Ultrases Uygulamasının Çileklerde Raf Ömrünün Arttırılması İçin Kullanılması	72
4.4.1.	Ambalaj İçi Gaz Kompozisyonu	72
4.4.2.	pH	73
4.4.3.	Suda Çözünür Kuru Madde.....	76
4.4.4.	Elektrik İletkenliği	78
4.4.5.	Renk.....	78
4.4.6.	Bozulma Oranı	82
4.4.7.	Tekstür Profil Analizi	82
4.4.8.	FT-NIR Spektrası.....	86
4.5.	Ozonun Çileklerde Raf Ömrüne Etkisi	88
4.5.1.	Ambalaj İçi Gaz Kompozisyonu	88
4.5.2.	pH	90
4.5.3.	Suda Çözünür Kuru Madde.....	92
4.5.4.	Elektrik İletkenliği	94
4.5.5.	Renk.....	94
4.5.6.	Tekstür Profil Analizi	99
4.5.7.	FT-NIR Spektrası.....	102
4.6.	Ozon ve Klordioksitin, Ultrases ile Kombinasyonunun Çilek Üzerine Etkisi	104
4.6.1.	Ambalaj İçi Gaz Kompozisyonu	104
4.6.2.	pH	105
4.6.3.	Suda Çözünür Kuru Madde.....	106
4.6.4.	Elektrik İletkenliği	108
4.6.5.	Renk.....	109

4.6.6. Bozulma Oranı	110
4.6.7. Tekstür Profil Analizi	111
4.6.8. FT-NIR Spektrası.....	114
BÖLÜM 5 - SONUÇ VE ÖNERİLER	116
KAYNAKLAR	121
Çizelgeler	I
Şekiller	IV
Özgeçmiş	VI

BÖLÜM 1**GİRİŞ****1.1. Meyve**

Latince bir kelime olan ‘‘Fruor’’ teriminden üretilen ve Latince ‘‘Hoşlandığım şey’’ anlamına gelen meyve (Lozano, 2006) insan beslenmesine sadece renk ve aroma bileşenleriyle katkı sağlamamakta, bunun yanında enerji, vitamin, mineral, lif ve antioksidan bakımından da yararlı olmaktadır. Dünya üzerinde yüzden fazla çeşit meyve bulunmaktadır. Meyveler yetiştiği alanlara göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır (Knee, 2002);

1) Sıcak bölge meyveleri

Yumuşak çekirdekli meyveler: Elma, Asya armudu, Avrupa armudu, ayva

Sert çekirdekli meyveler: Kayısı, vişne, nektarin, şeftali, erik

Küçük meyveler: Üzüm, böğürtlen, çilek

2) Subtropik meyveler

Turunçgiller: Greyfurt, limon, mandalina, portakal

Turunçgil olmayanlar: Avokado, kivi, yemiş, nar

3) Tropik meyveler

Birincil tropik meyveler: Muz, mango, papaya

İkincil tropik meyveler: Guava, muşmula, demirhindi

Yukarıdaki sınıflandırmanın dışında, meyveler solunum hızı ve klimakterik olup olmadığına göre de sınıflandırılabilir. Bir meyvenin solunum hızı ile o meyvenin bozulması arasında ilişki vardır. Yüksek solunum oranına sahip meyvelerin raf ömrü kısadır. Klimakterik meyveler ağaçta veya hasat sonrası olgunlaşma yeteneğine sahipken, klimakterik olmayan meyveler ise hasat sonrasında olgunlaşmadığından tam olgun olarak hasat edilmelidir (Knee, 2002).

Çizelge 1. Meyvelerin solunum oranlarına göre sınıflandırılması (Knee, 2002)

	Solunum hızı	Klimakterik	Klimakterik Olmayan
	(ml CO₂/kg h 5 °C)		
Çok Düşük	<5	-	Üzüm, pepino
Düşük	5-10	Elma, kivi, papaya	Kiraz, mandalin
Orta	11-20	Muz, şeftali, kayısı	Altınçilek, muşmula
Yüksek	21-30	Avokado	Böğürtlen, çilek
Çok Yüksek	>30	Tarçın elması	-

Çizelge 1'deki sınıflandırma, farklı meyve çeşitlerinin taşınması ve depolanmasında pazarlama stratejisi açısından önemli yer tutmaktadır.

1.1.1. Çileğin Kimyasal Bileşimi

Çileğin bileşimindeki vitamin, mineral, organik asit, antosiyanin ve lifler çileğin kendine has tat ve aromasını oluşturmaktadır. Bunun yanında çilekteki fitokimyasal bileşenler insan sağlığı açısından da faydalıdır. Çilek genellikle kalori bakımından düşük, lif bakımından ise yüksek içeriğe sahiptir. Çilekte genel aromanın oluşumunda çözünebilir şekerler (sükroz, glukoz ve fruktoz), organik asitler ve uçucu aroma bileşenleri önemli yer tutmaktadır (Zhao, 2007). Çileğin kimyasal bileşiminin belirlenmesine yönelik yapılan birçok çalışmada; çeşit, gübreleme, bölge, hava koşulları, örnekleme zamanı ve olgunlaşma derecesi gibi faktörlerin çileğin kimyasal yapısının farklılık göstermesine yol açtığı tespit edilmiştir (Hakala ve ark., 2003). Çileğin kimyasal bileşimi çizelge 2'de yer almaktadır.

Çizelge 2. Çileğin kimyasal bileşimi (Zhao, 2007)

Genel Bileşim		Vitamin İçeriği		Mineral İçeriği		Kimyasal Bileşim	
Su (g)	90,95	Toplam askorbik asit (mg)	58,8	Kalsiyum (mg)	16	Sükroz (%)	0,06-2,27
Enerji (kcal)	32	Tiamin	0,024	Demir (mg)	0,42	Glükoz (%)	0,71-8,64
Protein (g)	0,67	Riboflavin (mg)	0,022	Magnezyum (mg)	13	Fruktoz (%)	1,23-6,27
Toplam Lipid (g)	0,3	Niasin (mg)	0,386	Fosfor(mg)	24	Briks	6-13,1
Karbonhidrat (g)	0,4	Pantotenik asit (mg)	0,125	Potasyum(mg)	153	Sitrik asit (%)	0,09-2,03
Toplam Lif(g)	7,68	Vitamin B ₆ (mg)	0,047	Sodyum(mg)	1	Malik asit (%)	0-0,54
Toplam Şeker(g)	6,89	Toplam folat	24	Çinko(mg)	0,14	pH	3,18-3,70
		Vitamin A	12	Bakır(mg)	0,048	Titrasyon Asitliği (%)	0,53-1,20
		α-Tokoferol (mg)	0,29	Mangan(mg)	0,386		
		β-Tokoferol (mg)	0,01	Selenyum(mg)	0,4		
		γ-Tokoferol (mg)	0,08				
		Δ-Tokoferol (mg)	0,01				
		Vitamin K (µg)	2,2				

1.1.2. Dünya’da Çilek Üretim Alanları ve Üretim Miktarı

Çilek; dünya çapında gördüğü yüksek talep ve popülerliği yüzünden üzerinde araştırma yapılan meyveler sıralamasında üst sıralarda yer almaktadır. 2005 FAO verilerine göre dünyada 600000 hektar çilek üretim alanı bulunmakta, bu alandan hasat edilen miktar ise 3,9 milyon tona karşılık gelmektedir (Çizelge 3). Çilek üretim alanlarının yarısından fazlası Avrupa kıtasında yer almakta, bu kıtada yer alan ülkeler bakımından ise Polonya, Sırbistan, Almanya, Ukrayna ve İtalya dikkat çekmektedir. Avrupa kıtasında çilek talebi yüksek olup, taze çilekler İspanya ve İtalya’da Şubat ve Mart ayları arasında üretildikten sonra Kuzey ve Merkez Avrupa’ya ihraç edilmektedir. Ülkelerdeki iklim farklarına rağmen, seralar vasıtasıyla yılın 11 ayında çilek üretimi gerçekleştirilmekte olup, çilek üretim sahası bakımından Avrupa kıtasını, Asya izlemektedir. Asya’daki üretim sahalarının % 65’lik kısmı Rusya’da, %14’lük kısmı Kore ve Japonya’da, % 5’lik kısmı ise Kazakistan’da bulunmaktadır (Zhao, 2007).

Orta Doğu'da çilek üretiminin % 72'lik kısmı Türkiye'de gerçekleşmektedir. Türkiye'yi % 21 ile İran ve % 3 ile İsrail izlemektedir. Türkiye'de çilek üretimi son 10 yılda büyük artış göstermiştir. Türkiye'deki çilek üretim alanlarının birçoğu küçük aile tarlaları şeklindedir (Zhao, 2007).

Çizelge 3. Dünya'da farklı bölgelerin çilek üretim alanları ve çilek üretim miktarları (Zhao, 2007)

Kıta	Alan (hektar)	Üretim (ton)
Afrika	16264	307130
Asya	134670	721566
Merkez Amerika	1142	10869
Avrupa	327205	1241718
Orta Doğu	35360	225475
Kuzey Amerika	75664	1299600
Okyanusya	4643	33547
Güney Amerika	14685	131964
Toplam	609633	3871869

1.1.3. Türkiye'de Çilek Üretimi ve İhracatı

Türkiye farklı toprak ve iklim özelliklerine sahip olduğundan dolayı çilek yetiştiriciliğinde önemli bir konuma sahiptir (Anonim, 2011). Ülkemizde ekonomik anlamda çilek yetiştiriciliği ise 1960'lı yıllarda başlamıştır. Öncelikle Akdeniz, Ege ve Marmara'da yetiştiriciliği yapılırken, daha sonra ise Karadeniz Bölgesi ve iç bölgelerimizde de yetiştiricilik çalışmaları başlamıştır (Cengiz, 2007). Çileğin önem kazanmasında en önemli etkenler; farklı ekolojik şartlarda yüksek verim ve kalite gösteren çeşitlerin ortaya çıkması ve birim alandan elde edilen ürün ve gelire göre diğer meyvelerden daha fazla kazanç sağlamasıdır (Sarıllı, 2010). Ülkemizde 1988-2008 yılları arasında çilek üretim miktarı çizelge 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. Ülkemizde 1988-2008 yılları arasındaki çilek üretim miktarı (Anonim, 2011; Sarıllı, 2010)

Yıl	Çilek Üretim Miktarı (Ton)
1988	42000
1991	51000
1994	65000
1997	110000
2000	130000
2003	150000
2007	239076

Türkiye’de çilek üretiminin % 59,4’ü Akdeniz, % 22’si Marmara, % 12,52’si Ege ve % 6,8’lik kısmı ise diğer bölgelerde yapılmaktadır. Ülkemizde en fazla çilek üretimi yapılan il Mersin (% 45) olup, bu ilimizi Bursa (% 21), Antalya (% 14), Aydın (% 7) ve İzmir (% 3) izlemektedir (Anonim, 2011). Çilek en fazla Rusya, Polonya, Macaristan ve Litvanya’ya ihraç edilmektedir. 2007 yılında ihraç edilen 17000 ton çilek ülkemize 22 milyon dolar kazanç sağlamıştır. Fakat ihracat/üretim oranı 2007 yılında % 7,21 seviyesindedir (Anonim, 2011). Çileğin ülkemiz ekonomisine olan katkısının daha fazla artırılması için çilekte hasat sonrası değişimlerin iyi bir şekilde bilinip, bu değişimleri minimuma indirgeyecek tedbirlerin alınması gerekmektedir.

1.2. Hasat Sonrası Değişimler

Çilek hasat sonrasında da yaşamını devam ettirmekte ve biyokimyasal değişimlere uğramaktadır. Bu değişimleri azaltmak için uygun koruma teknikleri gerekli olup, düşük sıcaklıklarda depolamaya önem verilmektedir. Farklı varyeteler için raf ömürleri değişse de, diğer meyvelere nazaran raf ömürleri oldukça kısadır. Tüm meyveler gibi çileklerin de raf ömrünü kısıtlayan faktörler; mikrobiyal bozulma, meyve yumuşaması, su kaybı, renk kayıpları, kahverengi pigmentlerin oluşumu ve aroma değişimi olarak

nitelendirilebilmektedir. Bu yüzden, çileklerde hasat sonrası uygulama ve depolama koşulları önem kazanmaktadır (Zhao, 2007).

1.2.1. Renkte Meydana Gelen Değişimler

Çileğin sahip olduğu yüksek antioksidan aktivite; çileğin içerdiği polifenolik bileşenlerle ilgili olup, bu bileşenlerden birisi olan antosiyaninler, çilekte rengin oluşumundan sorumludurlar (Odrizola-Serrano ve ark., 2009). Çileklerin sahip olduğu antosiyaninlerin kaynağı pelargonidin (Pg) ve siyanidin (Cy) aglikonlardır. Çileğin yapısındaki başlıca antosiyanin Pg-3-glukozit (153–652 mg/kg) olup (Cerezo ve ark., 2010), düşük oranlarda Cy-3-glukozit, Pg-3-rutinozit, Pg 3-arabinozit ve Cy-3-rutinozit de yer almaktadır. Çilekte açıl antosiyanin gruplarından Pg-3-asetilglukozit de bulunmaktadır (Da Silva ve ark., 2007). Çilekte antosiyanin sentezi fenilpropanoid yolu ile gerçekleşmekte olup, bu yol ile patojenlere karşı direnç sağlanmakta, UV ışığa karşı koruma gerçekleşmekte ve ikincil duvar oluşumu da meydana gelmektedir (Pombo ve ark., 2011). Antosiyaninler stabil olmayan bileşenler olup; miktarı, pH, oksijen, askorbik asit, şeker ve metal iyonlarına bağlı olarak değişim göstermektedir. Işık ve sıcaklık da antosiyaninlerin parçalanmasında etkili olan diğer iki faktördür. Antosiyaninler bitki hücrelerinin vakuollerinde oksijen bulunması durumunda tirozinaz veya polifenol oksidaz enzimleri ile hızlıca okside olmaktadır. Polifenol oksidazlar bakır içermekte olup, hücre stoplazmasında yer almaktadır. Asıl olarak polifenollerin doğrudan substratları antosiyaninler olmayıp, bu enzimler monofenolleri o-difenollere çevirmekte ve o-difenolleri de oksitleyerek o-kinonları oluşturmaktadır. Bu bileşikler oldukça reaktif olup, indirgen şeker varlığında proteinlerin amino veya sülfidril gruplarıyla reaksiyona girerek esmer, siyah veya kırmızı renkli yüksek molekül ağırlıklı polimerleri oluşturmaktadır (MacDougall, 2002). Antosiyaninlerin parçalanmasında rol oynayan enzimler polifenol oksidaz, peroksidaz ve β -glukozidazdır (Verbeyst ve ark., 2010). Meyve ve sebzelerde hasat sonrası renk değişim reaksiyonlarının bilinmesiyle nakliye ve depolama sırasında yaşanabilecek problemler azaltılabilecektir.

1.2.2. Tekstürde Meydana Gelen Değişimler

Çilekte hasat sonrası birçok biyokimyasal ve fizyolojik değişim meydana gelmekte, bu da çileğin kalitesinin azalmasına sebep olmaktadır. Bu değişimlerden bir tanesi olan tekstür kayıpları birkaç faktörden etkilenmektedir. Bunlar hücrede turgor basıncının azalması, hücre duvarının parçalanması, hücre parçalanması ile su kaybı ve ekstraselüler

ve vasküler havanın kaybı olarak nitelendirilmektedir (Del-Valle ve ark., 2005). Depolama süresinin artmasıyla birlikte, hücre duvarını oluşturan polisakkaritler depolimerizasyona uğramakta ve çözünürlüğü artmaktadır. Hücre duvarında en fazla pektin ve selüloz-ksiloglukan ağı etkilenmektedir. Bu etkilenme sonucunda poliüronit artmakta ve hemiselüloz ise çözünmektedir. Poliüronitin artması, hücre duvarındaki çapraz bağlı karbonhidratların bozulmasıyla yakından ilişkilidir (Lara ve ark., 2004). Çilekte hasat sonrası pektin biyosentezi devam etmekte, fakat yeni sentezlenen bu bileşen hücre duvarına tam bağlanamamakta ve bu da çözülebilir pektinin artmasına yol açmaktadır. Hücre bağlanmasındaki bu zayıflık ve orta lamelin çözünürlüğünün artması meyvenin yumuşamasına neden olmaktadır (Huber, 1984). Hücre duvarı metabolizmasında etkili olan enzimler; selülaz, β -ksilosidaz, β -galaktosidaz, ekspansin ve pektat liyazdır. Pektin metil esteraz ve selülaz aktivitesi, çilekte olgunlaşma ve yumuşama boyunca artmaktadır (Lara ve ark., 2004). Meyvelerde tekstürün sağlamlığını, hücre duvarı gücü, hücre-hücre bağları, hücre hacmi ve hücrelerin iç basıncı etkilemektedir (Harker ve ark., 2000; Huber, 1984). Hücre-hücre bağları; orta lamelin gücü ile hücre-hücre temas alanına bağlı olarak farklılık göstermektedir (Harker ve ark., 2000). Çileklerde ise tekstürün hücre-hücre temas alanından çok, orta lamelin gücüyle orantılı olduğu tespit edilmiştir (Redgwell ve ark., 1997). Kalsiyum, hücre duvarındaki pektik asitle reaksiyona girerek, kalsiyum pektatı oluşturmaktadır. Kalsiyum, homogalakturanlar arasında çapraz bağ oluşturarak hücre duvarını kuvvetlendirmektedir. Depolama süresince kalsiyum kaybı olmakta ve bu yüzden pektin polimerleri birbirine daha az bağlanarak tekstürel kayıplar meydana gelmektedir (Barnes ve Patchett, 1976). Çilek gibi tekstürel yapısı zayıf ve narin olan ürünlerde kayıpların önüne geçilmesi için hasat sırasında, hasat sonrası uygulanan yöntemlerde, ambalajlamada ve nakliye sırasında dikkatli olmak gereklidir.

1.2.3. Mikrobiyal Bozulmalar

Çileğin kısa raf ömrüne sahip olmasında başlıca etken *Botrytis cinerea* adı verilen küflerdir. Tarlada çiçekte başlayan küflenme, çilek olgunlaştıktan sonra da etkisini devam ettirmektedir. *B. cinerea* nakliye ve pazarlama açısından da büyük ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Hasat öncesi ve hasat sonrası bu küfün oluşturduğu kayıp % 50 civarındadır (Singh ve ark., 2007). *B. cinerea*'nın gelişimi, çileğin düşük pH değerine sahip olması, su aktivitesinin uygun olması ve şeker gibi besinsel öğeleri fazlasıyla içermesi sebebiyle kolay olmaktadır (Vu ve ark., 2011). Küflenmenin önlenmesinde genellikle tarlada fungusitler kullanılmaktaysa da, bu fungusitler verim kaybına neden oldukları ve sağlık

açısından da problem yarattıkları için çok tercih edilmemektedir (Zhang ve ark., 2010). Hasat ve sonraki aşamalarda meydana gelen berelenmeler, çileklerde küflerin gelişimi için uygun ortam yaratmaktadır (Zhang ve ark., 2007). Bununla beraber depolama süresince hücre duvarındaki kalsiyum içeriğinin azalması ve yumuşamanın meydana gelmesi de küf gelişimini artırıcı diğer bir faktör olarak göze çarpmaktadır (Singh ve ark., 2007). Çilekte küflerden kaynaklanan problemleri ortadan kaldırmak için uygun muhafaza metotlarının kullanılması bir gerekliliktir.

1.3. Meyve ve Sebzelerde Koruma Metotları

Gelişmeye çalışan ülkelerde tarım, ekonominin temelini oluşturmaktadır. Çünkü tarımsal ürünlerin ekonomik çıktısı ülke kazancının büyük bir oranını meydana getirmektedir. Bu yüzden tarımsal üretimin temelinde bulunan meyve ve sebze kayıpları büyük bir önem kazanmaktadır (Singh, 2007).

Meyve ve sebzeler hasat sonrası yaşamlarını devam ettirmekte ve doğal yapıları gereği hasat sonrası bozulma reaksiyonları başlamaktadır. Meyve ve sebzeler yaşamını devam ettirmek için solunum yapmakta ve solunum reaksiyonları içerdikleri bileşenlerin yıkıma uğramasına neden olmaktadır. Bu yüzden kalitenin korunması için solunumun azaltılması, bozulmaya neden olan mikroorganizmaların ise bertaraf edilmesi gerekmektedir. Bu yüzden meyve ve sebzelerin fizyolojisini anlamak, istenilen raf ömrünün sağlanması için çok önemlidir (Jongen, 2002).

Ayrıca her geçen yıl tüketiciler daha yüksek standartta ürünler istemekte, bu da gıda sanayisinin kendisini geliştirmesi ve yeni teknolojilere kucak açmasına neden olmaktadır (Jongen, 2002).

Hasat sonrası muhafaza metotları ve ambalajlama teknolojileri, meyve ve sebzelerde yaşanan problemleri çözmek için sürekli olarak kendini yenilemektedir. Kötü nakliye koşulları, ürünlerin hassas yapısı, eğitimsizlik gibi problemler kayıpların çoğalmasında etkilidir. Bu problemler sadece taze meyve ve sebzelerin tüketimini etkilememektedir. Bu ürünleri işleyen sanayi kolları da kalitesiz üründen dolayı sorun yaşamakta ve istediği kalitede ürün üretememektedir (Singh, 2007). Çünkü iyi kalitede son ürünün çıkması ancak kullanılan ham maddenin kaliteli olmasına bağlıdır (Jongen, 2002).

Meyve ve sebzelerin korunmasında esas amaç güvenli, besleyici ve tüketiciler tarafından beğeni toplayan gıdaların kalitesinin devamının sağlanmasıdır (Singh, 2007).

İnsanlar ilk çağlarda taze gıda elde etmek için yer değiştirirken, zaman ilerledikçe ellerindeki ürünleri daha uzun süre koruma yoluna giderek yerleşik hayatı tercih etmişlerdir. İlk zamanlarda etkili olan kurutma, dondurma, tütsüleme gibi teknikler Pastör'ün 19. yüzyılda yaptığı çalışmayla birlikte, bu yöntemlerin amacının anlaşılmasına yardımcı olmuştur. Yine ilk zamanlarda gıdaların korunması amacıyla kullanılan tuz ve baharatların yerini günümüzde kimyasal koruyucular almış, fakat bu koruyucuların tüketicilerde sağlık endişeleri yaratması yüzünden bazı soru işaretleri ortaya çıkmıştır (Zeuthen ve Sorensen, 2003).

Günümüzde ise yeni gıda muhafaza metotları, hem gıdayı hem de gıdanın besinsel ve duyu kalitesini koruyan teknolojiler üzerine yoğunlaşmıştır. Tüketiciler bu yeni koruma metotlarının gıda kalitesi üzerine negatif etkisinin minimum olmasını talep etmektedir (Zeuthen ve Sorensen, 2003). Bu yüzden gıda muhafaza metotlarından olan aktif ambalajlama, ultrases uygulaması ve ozon, klordioksit gibi kimyasal ajanlara yönelim artmaktadır.

1.3.1. Aktif Ambalajlama

Artan tüketici talepleri ve gıda güvenliği konusundaki gelişmeler, ambalaj endüstrisinin tüketici gereksinimlerini karşılaması, uygunluk, kalite ve raf ömrünün artırılması yönünden kendini geliştirmesine yol açmıştır (Kerry ve ark., 2006). Geleneksel ambalajlama yöntemlerinde gıdalar sadece dış etkenlere karşı korunmaktadır. Gıdaların bozulmasına neden olan dış etmenler; ısı, ışık, nem, oksijen, basınç, enzimler, mikroorganizmalar ve böcekler olarak nitelendirilebilmektedir. Geleneksel ambalaj materyalleri gıdalarla mümkün olduğunca inert konumdadır. Bu yüzden ambalaj ve gıda arasında etkileşimler kısıtlıdır (Restuccia ve ark., 2010). Hâlbuki son yirmi yılda tüketicilerin yaşam koşullarının değişmesi (yemek yapmak ve yemek için ayrılan zamanın kısıtlanması) ve nakliye uzaklıklarının artması, ambalaj endüstrisinde aktif ambalajlama konseptinin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Restuccia ve ark., 2010). Bunlarla birlikte son yıllarda tüketiciler gıdalarda katkı maddesi kullanılmasını istememekte, tat ve aroma bakımından en tazeye yakın kalitede ürünler talep etmekte, raf ömrünün fazla olmasını beklemektedir (Restuccia ve ark., 2010). Geleneksel ambalajlama konseptleri bu ihtiyaçlara cevap veremediğinden aktif ambalajlama ortaya çıkmıştır (Vermeiren ve ark., 1999). Ambalajlamanın aktif olarak değerlendirilmesi için; gıdayı koruma rolünden başka diğer rolleri de üstlenmesi gereklidir (Restuccia ve ark., 2010). Aktif ambalajlama,

geleneksel ambalajlama teknolojilerinin eksik taraflarını kapatma amacıyla kullanılmaktadır. Bir örnek verilecek olursa, bir plastik ambalaj materyali yeterli nem bariyerine sahip fakat oksijen bariyeri bakımından yetersiz olabilir. Bu ambalaj materyalinin eksik tarafı oksijen tutucu kullanılarak giderilebilir ki bu da aktif ambalajlama konsepti içinde yer almaktadır (Rooney, 1995). Genel anlamda ise aktif ambalajlama; ambalaj, gıda ve çevrenin etkileşime girerek gıdanın duyuşal ve mikrobiyolojik kalitesini geliştirmesi ve raf ömrünü uzatması olarak değerlendirilmektedir (Suppakul ve ark., 2003). 1935/2004/EC sayılı Avrupa Birlięi yönetmeliğinde aktif ambalajlama materyalleri; gıdanın raf ömrünü artırmak ve kalitesini yükseltmek amacıyla ambalajda kullanılan materyaller olarak nitelendirilmektedir. Bu materyaller gıda, ambalaj ve çevresi ile etkileşim halinde olup, bazı bileşenlerin bırakılmasına veya emilmesine olanak sağlamaktadır. Aktif ambalaj materyalleri küçük saketler halinde veya doğrudan ambalaj filmine yedirilmiş olarak kullanılabilir. Aktif ambalaj materyallerinin filmlerin içine yedirilerek kullanılması, tüketicinin yanlışlıkla veya bilgisizlikle saketleri tüketmesine engel olacağından, riski azaltmaktadır. Aktif ambalajlama konsepti içine; oksijen tutucular, karbondioksit tutucular, etilen tutucular, nem düzenleyiciler, antimikrobialar ve antioksidantlar girmektedir. Aktif ambalajlama pazarının değeri 2005 yılı verilerine göre 1.558 milyar \$ olarak hesaplanmış olup, 2010 yılında bu rakamın 2.649 milyar \$ olduğu tahmin edilmektedir (Kerry ve Butler, 2008). Gıdanın bozulma ve kalite kaybı nedeni belirlendikten sonra, bu konseptlerden herhangi biri veya birkaçı o gıdaya özgü olarak tercih edilebilmektedir (Restuccia ve ark., 2010). Aktif ambalajlama teknolojisinin uygulama alanları ve bu konseptte kullanılan bileşenler çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Aktif ambalajlama teknolojisinin uygulama alanları ve bu konseptte kullanılan bileşenler (Restuccia ve ark., 2010)

Uygulama Tipi	Kullanılan Bileşen	Uygulanan Gıda
Oksijen Tutucu	Enzimatik (glukoz oksidaz, alkol oksidaz)	Çay, Patates Cips, Ekmek,
	Kimyasal (Demir, kateşol, askorbik asit)	Pizza
Karbondioksit Tutucu	Kalsiyum Hidroksit, Demir Karbonat	Kahve
Nem Düzenleyici	Silika jel, polivinil alkol	Kurutulmuş ürünler, et, balık
Etilen Tutucu	Aktif kömür, potasyum permanganat, bentonit	Kivi, Muz, Avokado
Antimikrobiyal Etki Gösterici	Sorbat, benzoat, etanol, kükürt dioksit	Kuru kayısı
Antioksidan Etki Gösterici	BHA, BHT, askorbik asit, tokoferol	Tahıl
Aroma Tutucu	Soda, aktif kömür	Portakal Suyu
Işık Tutucu	Hidroksibenzofenon	Süt, pizza

1.3.1.1. Oksijen Tutucular

Oksijen her ne kadar yaşam için gerekli olsa da, gıdaların bozulmasını etkileyen en önemli faktörlerin başında gelmektedir. Oksijen, anabolik ve katabolik reaksiyonlarda yer almaktadır. Katabolizma reaksiyonlarında oksijen hayati konumdadır. Gıdaların korunması için ise ortamdaki oksijenin seviyesinin azaltılması gerekmektedir. Oksijenin gıdalarda yarattığı problemler;

- 1) Oksidatif acılaşma
- 2) Askrobik asit kaybı
- 3) Renk pigmentlerinin esmerleşmesi

- 4) Aerobik mikroorganizmaların çoğalması
- 5) Solunumun artması
- 6) Enzimatik ve enzimatik olmayan reaksiyonların gerçekleşmesi olarak nitelendirilebilmektedir (Brody ve ark., 2002).

Oksijene hassas ürünler farklı modifiye atmosfer ambalajlama teknikleri veya vakum ambalajlama ile muhafaza edilebilirlerse de, bu yöntemler ortamdaki oksijen miktarını minimum seviyeye indirmekte zorlanmaktadır. Ayrıca gıdalarda bozulmaya neden olan küflerin yüksek karbondioksit ve düşük oksijen koşullarında (% 1-2) bile faaliyet gösterdiği bilinmektedir (Guynot ve ark., 2003). Vakum ambalajlama gibi yöntemlerde, çevreden film vasıtasıyla ambalaj içine gelen oksijen geçişi önlenememektedir. Oksijen tutucuların kullanılmasıyla, ambalajlama sonrasında girebilecek olan oksijen miktarı azaltılabilmektedir (Vermeiren ve ark., 1999).

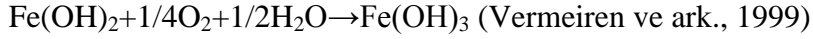
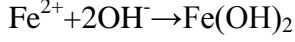
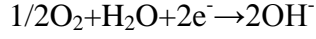
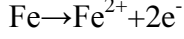
Yukarıda sayılan sebeplerden ötürü, ambalajın tepe boşluğundaki oksijen konsantrasyonu azaltılarak gıdaların bozulmasının önüne geçilebilmekte ve raf ömrünü kısıtlayan reaksiyonların hızı yavaşlatılabilmektedir. Ticari olarak kullanılan oksijen tutma teknikleri; demir tozu oksidasyonu, askorbik asit oksidasyonu ve enzimatik oksidasyon olarak nitelendirilmektedir (Wilson, 2007).

Herhangi bir gıda ürününde oksijen tutucu seçilirken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır;

- Gıdanın doğası
- Gıdanın su aktivitesi
- Gıda içinde çözülmüş oksijen içeriği
- Gıdada istenen raf ömrü
- Ambalajdaki başlangıç oksijen miktarı
- Ambalaj materyalinin oksijen geçirgenliği

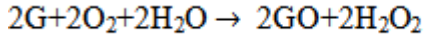
Aktif ambalajlama sektöründe oksijen tutucular % 40'lık bir payla birinci sırada olup, bunu nem düzenleyiciler takip etmektedir (Wilson, 2007).

Oksijenin tutulmasında en yaygın kullanılan teknik, demir tozu içeren saketlerin kullanılmasıdır. Oksijen tutucuların etki mekanizması demir oksidasyonuna dayanmaktadır;



Bu saketler gıda ambalajı içerisine kolayca yerleştirilebilmekte ve oksijen seviyesini kısa sürede minimum konsantrasyonlara düşürebilmektedir (Wilson, 2007). Bu saketlerdeki 1 g demir 300 cc oksijenle reaksiyona girme kapasitesine sahiptir. Demir, ambalaj içindeki oksijenle reaksiyona girdikten sonra toksik olmayan demir oksit formuna dönüşmektedir (Guynot ve ark., 2003). Ambalaj içindeki başlangıç oksijen miktarı ve ambalaj materyalinin oksijen geçirgenliği bilindiğinde, oksijen tutucunun kapasitesi rahatlıkla seçilebilmekte ve bu yolla oksijen tutucunun gıdada yaratabileceği problemlerin önüne geçilebilmektedir (Vermeiren ve ark., 1999). Bu saketler ambalaj içindeki oksijen seviyesini oda sıcaklığında 1-4 gün arasında % 0,01 seviyelerine düşürebilmektedir (Guynot ve ark., 2003). Bu saketlerin dezavantaj yaratan tarafı ise tüketicinin yanlışlıkla bu saketleri tüketebilme ihtimalidir. Bu yüzden saketlerin üzerinde yenilmez ibaresi yer almaktadır. Saketlere alternatif çözüm olarak ise aktif bileşenlerin ambalaj filmine yedirilmesi gösterilmektedir. Aktif bileşen ambalaj filmine yedirildiğinde; oksijen tutma hız ve kapasitesi, saket sistemlere göre daha az olmaktadır (Wilson, 2007). Oksijen tutucu saketlerin aktivite gösterebilmesi için ortamdaki su aktivitesinin 0,7 ve üstü olması gerekmektedir (Wilson, 2007).

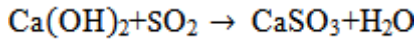
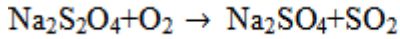
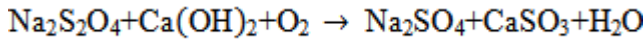
Demir bazlı oksijen tutucuların modern metal dedektörlerde sorun çıkarması sebebiyle metalik bazlı olmayan oksijen tutucuların kullanılması gerekmektedir (Coles ve ark., 2003). Bunlardan birisi olan enzimatik oksijen tutucuların etki mekanizması; enzimin ortamdaki oksijeni çıkarmasına dayanmaktadır. Glukoz oksidaz bu amaçla kullanılan enzimlerden olup, glukozun yapısındaki –CHOH grubundan iki hidrojeni transfer ederek, glukodelta-lakton ve hidrojen peroksiti oluşturmaktadır. Daha sonra lakton ortamdaki suyla reaksiyona girerek glukonik asiti meydana getirmektedir. Reaksiyon şu şekilde özetlenmektedir (Vermeiren ve ark., 1999);



Reaksiyonda 'G' substratı ifade etmektedir. Reaksiyon sonucu oluşan hidrojen peroksit istenmeyen ürün olup, katalaz oluşan peroksiti parçalamaktadır.

Enzimatik bazlı oksijen tutucular pH, su aktivitesi, tuz içeriği, sıcaklık ve diğer birçok faktöre bağımlı olarak işlev görmektedir (Vermeiren ve ark., 1999). Enzimatik bazlı oksijen tutucular şişelenmiş bira ve şaraplarda saket veya ambalaja yedirilmiş olarak kullanılmaktadır. Polipropilen ve polietilen, enzimi tutmada istenen özelliği gösteren iki ambalaj materyali olarak göze çarpmaktadır. Enzimatik bazlı oksijen tutucularda glukoz oksidazlara ilaveten, etanol oksidaz da kullanılmakta, bu sistemde etanol asetaldehide oksitlenmektedir (Vermeiren ve ark., 1999).

Su varlığında sodyum ditionitin oksijen ile gerçekleştirdiği reaksiyon da, ambalaj içindeki oksijenin azaltılmasına olanak sağlamaktadır. Reaksiyon mekanizması aşağıda özetlenmektedir (Rooney, 1995);



Diğer bir oksijen tutucu bileşen ise askorbik asittir. Bu yöntemde, askorbik asit dehidroaskorbik aside, sülfite ise sülfata oksitlenmektedir (Vermeiren ve ark., 1999).

Oksijen tutmada sert PET şişlerde kullanılan bir yöntem ise kobalt katalizli oksidasyon yöntemidir (Suppakul ve ark., 2003). Bu yöntemde MXD6 naylon veya PET polimerlerin içine karıştırılan indirgenmiş organik bileşikler bu ambalaj materyallerine cama benzer seviyede oksijen bariyer özelliği kazandırmaktadır (Wilson, 2007). Bu sistem alkollü içecek ve malt bazlı içeceklerde kullanılabilir. Bira kapaklarında kullanılan diğer bir sistemde ise doymamış hidrokarbon içeren polimerler kobalt katalizör vasıtasıyla oksijen tutucu ile birlikte, biranın raf ömrünü % 25 oranında arttırmaktadır (Suppakul ve ark., 2003).

Fotoduyarlı mürekkep (tetrafenilporfin) ve singlet oksijen alıcısı içeren etil selüloz filmler, oksijen tutmada kullanılan diğer bir yöntemdir. Ambalaj filmi ışıkla temasa

geçtiğinde, mürekkep oksijeni duyarlı hale getirmekte ve oksijen singlet halinde polimere difüze olmaktadır. Bu singlet oksijen moleküllerinin yarı ömrü kısa olup, çok yüksek reaktiviteye sahiptirler. Singlet oksijen molekülü furoik asitle reaksiyona girerek, furoik asitin endoperoksit türevlerini oluşturmakta, böylece karbondioksit açığa çıkmaktadır. Işığa maruz kalma durumunda ortaya çıkan karbondioksit aynı miktarda oksijenle yer değiştirmekte ve böylece ambalaj hacmi sabit kalmakta, fakat oksijen içeriği azalmaktadır (Vermeiren ve ark., 1999).

Oksijen tutucuların gıda endüstrisinde avantajları;

- Ucuz ve kullanımı kolaydır.
- Toksik değildir ve kullanımı onaylanmıştır.
- Aerobik mikrobiyal gelişimi yavaşlatmakta ve raf ömrünü arttırmaktadır.
- Yağlarda acılaşmayı engeller.
- Katkı maddesi kullanımı olmaksızın kalitenin korunmasına yardımcı olur.
- Nakliye süresindeki kayıpları azaltır.

Oksijen tutucuların gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmasında tüketicilerin görüşleri de çok önemlidir. Çünkü tüketiciler her ne kadar sakatların üzerinde yenilmez ifadesi bulursa da sakatların olumsuzluk yaratabilecek durumlara (sakatların açılarak aktif maddelerin gıdaya bulaşması) neden olabileceğini düşünmekte, bunun yanında ortamdaki oksijenin çok azalmasından dolayı anaerobik olarak gelişim gösteren *Listeria* ve *Clostridium* türlerinin yaratabileceği zehirlenme problemlerini göz önünde tutmaktadır (Coles ve ark., 2003).

1.3.1.2. Karbondioksit Tutucu ve Sahıclılar

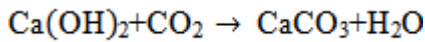
Gıdalarda ambalaj içindeki oksijen ve karbondioksit konsantrasyonlarının bilinmesi, hasat sonrasındaki meyve ve sebzelerin fizyolojisini büyük oranda etkilemekte ve kaliteye doğrudan katkı veya zararda bulunmaktadır (Wilson, 2007). Meyvelerde ambalaj içinde solunum sonucu oluşan yüksek karbondioksit, fermentasyona neden olmakta, bunun neticesinde istenmeyen koku bileşenleri ortaya çıkmakta, dokular zarar görmektedir (Beaudry, 1999). Gıdalarda yüksek raf ömrü elde etmek için gıdanın kullandığı oksijen ve tükettiği karbondioksit seviyesinin iyi ayarlanması gerekmektedir. Bu faktörler de ürünün

solunum hızı, ambalajdaki ürünün ağırlığı ve ambalaj materyalinin gaz geçirgenlik özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Son yıllarda ise bu faktöre ek olarak, karbondioksit tutucuların kapasitesi eklenmiştir (Wilson, 2007).

Gıdalarda karbondioksit solunum ve bozulma reaksiyonları sonucunda ortaya çıkmaktadır. Eğer üretilen karbondioksit ortamdaki ortamdan çıkarılmazsa, gıdanın kalitesinin bozulması hızlanmakta veya ambalajda sızıntılar ortaya çıkabilmektedir (Vermeiren ve ark., 1999).

Karbondioksit tutucu olarak kullanılan aktif bileşenler kalsiyum oksit, kireç, potasyum hidroksit, kalsiyum hidroksit veya silika jeldir. Kalsiyum oksitin ambalaj materyaline yedirilmesi kolay olmadığından saket formu tercih edilmektedir. Kireç ise ambalaj filmlerine kolayca yedirilmekte ve solunum sırasında çıkan fazla karbondioksit tutularak, aroma ve renk kayıplarının önüne geçilebilmektedir (Brody ve ark., 2002).

Çilek ve mantar gibi karbondioksite hassas ürünlerde karbondioksit tutucuların raf ömrüne olumlu katkıda bulunması için başlangıç oksijen konsantrasyonunun yüksek olması gereklidir (Wilson, 2007). Bu gibi durumlarda karbondioksit tutucular ile iyi sonuçlar alınabilmektedir. Kahve kavrulduğu zaman, aromasını kaybetmemesi için derhal ambalajlanmaktadır. Fakat bu sırada şeker ve amin grubu arasındaki reaksiyon neticesinde karbondioksit basıncı 15 atm'ye kadar çıkmaktadır (Brody ve ark., 2002). Bu yüzden karbondioksit tutucu saketler kahvede oksidatif aroma değişikliklerini önlemek ve paketin patlamasına yol açacak basıncı azaltmak için kullanılmaktadır. Polietilen kahve ambalajlarında kalsiyum oksit ve aktif karbon içeren karbondioksit tutucular görev almaktadır (Coles ve ark., 2003). Genellikle karbondioksit tutucu olarak kalsiyum hidroksit kullanılmakta, bu kimyasal yüksek nem içeriğinde karbondioksit ile reaksiyona girerek kalsiyum karbonatı oluşturmaktadır (Vermeiren ve ark., 1999).



Bu sistemin dezavantajı, karbondioksitin geri dönüşümsüz olarak tutulması olup, 'kimchi' gibi fermentasyon ürünlerinde bu problem karbonik tadın kaybolması olarak ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden zeolit ve aktif karbon gibi geri dönüşümlü bileşenlerin kullanılması önerilmektedir (Ahvenainen, 2003).

Bazı gıda gruplarında (et ve tavukçuluk ürünleri) ise yüksek karbondioksit seviyeleri mikrobiyal gelişimi azaltıp, raf ömrünü artırmasından dolayı istenmektedir. Ayrıca

ortamdaki yüksek karbondioksit konsantrasyonu klorofil parçalanmasını da engellemektedir (Beaudry, 1999). Ambalajda oksijen tutucu kullanılması durumunda ambalajda kısmi vakum oluşmakta ve bu durum ambalajın çökmesine neden olmaktadır. Bazen ise ambalajlar karbondioksit ile doldurulmakta ve ürün içinde karbondioksitin çözünmesi neticesinde kısmi vakum oluşmaktadır. Oksijen tutucu ve karbondioksit salıcıların aynı anda kullanılması durumunda ortamda tutulan oksijen kadar, karbondioksit verilmekte ve böylelikle ambalaj görünümü önem arz eden patates cipslerindeki problemler ortadan kalkmaktadır (Vermeiren ve ark., 1999). Bu sakatlar genellikle demir karbonat ve askorbik asit içermektedir (Rooney, 1995). Bu bileşenler dışında sodyum bikarbonat sitrik asitle birlikte kullanıldığında, su varlığında karbondioksit oluşumunu sağlamaktadır. Bu sistem balık ambalajlarında kullanılmaktadır. Karbondioksit tutucular, ambalajlandıktan sonra fermantasyona uğrayan ürünlerde başarıyla uygulanmaktadır (Han, 2005).

Karbondioksit tutucular aktif ambalajlama pazarında küçük, fakat büyüyen bir segmente sahiptir. Çift etkili sistemlerin (karbondioksit tutucu/oksijen salıcı, oksijen tutucu/ karbondioksit salıcı) filmlerdeki fonksiyonelliğinin artırılmasıyla, gıda ambalajlamada önemli yer tutacağı tahmin edilmektedir (Kerry ve Butler, 2008).

1.3.2. Ultrases Uygulaması

Tüketiciler son yıllarda gıdaların sadece korunmasını sağlayan yöntemlere değil, aynı zamanda gıdaların fonksiyonelliğini ve duyu kalitesini de koruyan muhafaza metotlarına önem vermektedir (Soria ve Villamiel, 2010). Geleneksel olarak kullanılan yöntemlerden birisi olan ısı işlem, gıdalarda istenmeyen mikroorganizma ve enzimleri inaktive etmesine rağmen, etkinliği sıcaklık derecesi ve bekletme süresine göre değişmektedir. Bu yüzden besinsel kayıplar meydana gelmekte, istenmeyen bileşenler oluşmakta, gıdaların duyu kalitesinde bozulmalar meydana gelmektedir. Bunun neticesinde de ısı olmayan metotlara yönelim artmaktadır. Günümüzün yükselen trendi, gıdalarda katkı maddesi kullanmaksızın, gıdaların duyu ve besinsel değerlerini korumak, fakat bunları gerçekleştirirken de düşük enerji tüketimi sağlamak, maliyetleri düşürmek ve çevre dostu yöntemleri kullanmaktır (Chemat ve ark., 2011).

Bu yükselen trendlerden birisi olan ultrases, gıdaların kalite değişimlerinin incelenmesinde ve gıdaların korunmasında geniş kullanım alanları bulmaktadır. Çünkü bu yöntem, geleneksel ısı işlem yöntemine göre, aroma kaybının azaltılması, yüksek

homojenite ve enerjinin daha iyi korunması gibi avantajları içermektedir (Piyasena ve ark., 2003).

Ultrases; 20 kHz veya daha üstündeki frekansta basınç dalgalarının kullanılmasını ifade etmektedir (Piyasena ve ark., 2003). Bu dalgalar bir materyalin içinde veya yüzeyinde dalganın doğasına ve içinden geçtiği materyalin yapısına bağlı olarak farklı hızlarda hareket etmektedir (Soria ve Villamiel, 2010). Genelde ultrases ekipmanları 20 kHz ile 10 MHz arasında çalışmaktadır. Ultrases farklı frekans aralıklarına göre sınıflandırılabilir. Yüksek frekanslı (100 kHz-1MHz) düşük güçlü ultrases uygulamaları genellikle temassız analiz yöntemi olarak kullanılmaktayken, düşük frekanslı ultrases ise 20-100 kHz aralığında geçerli olan bir terim olup, gıdaların fiziksel ve kimyasal özelliklerini koruma amacıyla kullanılmaktadır (Soria ve Villamiel, 2010). Bu frekans aralığı kaviteyona sebep olduğundan, gıdalarda mikroorganizmaların inaktivasyonunu sağlamaktadır (Piyasena ve ark., 2003). 2,5 MHz ve üstündeki frekanslarda ise kaviteyon oluşmamaktadır.

1.3.2.1. Ultrases Yönteminin Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi

Gıdalarda mikroorganizmaların inaktivasyonu, tüketiciler için en önemli faktördür. Etkili bir mikrobiyal yıkım için ise, ürünün başlangıç yükünün ve gıdada mevcut mikroorganizma tipinin bilinmesi gereklidir. Ultrasesin mikroorganizmalar üzerindeki etkisinin, hücre membranını inceltmesi, lokal ısınma ve serbest radikallerin oluşmasından dolayı olduğu tahmin edilmektedir (Piyasena ve ark., 2003). Hücre membranının incilmesi, stoplazmik zarların ultrases etkisiyle birbirinden ayrılmasının sonucudur. Serbest radikaller ise DNA molekülünde fosfat şeker iskeletinin hidrojen bağlarının parçalanmasından sorumludur (Feng ve ark., 2010).

Sıvı sistemlerde ultrases yönteminin etkisi; kaviteyon terimi ile açıklanmaktadır. Ultrases sıvı bir sistemde, baskılanmış ve genişlemiş dik dalgalar vasıtasıyla yayılmaktadır. Bu dik dalgalar arasındaki basınç farklılıkları, sıvı moleküllerdeki çekim kuvvetlerini aşarsa, kaviteyon balonları sıvı içindeki gaz baloncukları tarafından oluşturulmaktadır. Bu balonlar ultrases dalgalarının genişlemesi nedeniyle yüksek yüzey alanına sahip olup, sıvıdaki gazın difüzyonunu arttırmakta ve balonların genişlemesine neden olmaktadır. Ultrases enerjisi, balonlar içindeki buhar basıncını devam ettirme gücüne sahip olmadığına, hızlı yoğunlaşma meydana gelmektedir. Yoğunlaşan moleküller şiddetli biçimde patlamakta ve şok dalgalarının oluşmasına neden olmaktadır. Dalgaların patlaması

sırasında enerji meydana gelmekte, bu enerji ise yaklaşık olarak 5000 K sıcaklık, 1000 atmosferlik bir basınç ve yüksek türbülans oluşturmaktadır. Oluşan sıcaklık, sadece lokal olup, geniş bir alanı etkilememektedir. Bu faktörlerin (ısı, basınç ve türbülans) kombinasyonu farklı etkiler meydana getirmektedir. Kaviteasyondaki farklılıkların nedeni; enerji, yoğunluk, ortamın viskozitesi, yüzey gerilimi, buhar basıncı, çözünmüş gazların doğası ve konsantrasyonu, katı partiküllerin varlığı ve ortamın sıcaklığından kaynaklanmaktadır (Piyasena ve ark., 2003; Soria ve Villamiel, 2010).

Ultrases uygulamasının bakteriler üzerine etkisi, her bakteri tipi için farklıdır. Spor oluşturan mikroorganizmalar dış etkilere karşı daha dirençli olduklarından, bu tip bakteriler için ultrases periyodunun uzatılması gerekmektedir. Ultrases yönteminin mikroorganizmalardaki etkisini farklılaştıran diğer faktörler ise, ultrases dalgalarının genişliği, maruz kalma zamanı, gıdanın hacmi, gıdanın bileşimi ve uygulama sıcaklığıdır (Piyasena ve ark., 2003).

1.3.3. Klordioksit (ClO₂)

Klordioksit güçlü bir oksidant olup, geniş spektrumlu bir kimyasal ajandır. Molekül olarak ise küçük, uçucu ve yüksek enerjili yapıdadır (Fan ve ark., 2009). Genellikle içme sularının dezenfeksiyonunda ve kağıt pulplarının ağartılmasında kullanılmaktadır (Gordon ve Rosenblatt, 2005).

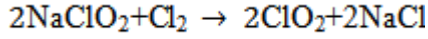
Klordioksit, kloro dirençli olan mikroorganizmaların dezenfeksiyonunda etkili olup, klordan farklı olarak trihalometan, haloasit gibi yan ürünler oluşturmamaktadır. Çünkü klor gazı suda hidrolize uğrarken, klordioksit gazı ise hidroliz olmamakta, sıvı içerisinde gaz olarak çözünmektedir (Fan ve ark., 2009). Bu yan ürünlerin oluşturduğu sıkıntılardan dolayı, klordioksitin sıvı formunun içme sularında kullanılması yaygınlaşmıştır. İçme suyu endüstrisinden başka, suların soğutulması, tavukçuluk ürünlerinin işlenmesi ve et ürünlerinin kesiminden sonraki istenmeyen kokuların engellenmesi gibi farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Gaz formu ise medikal aygıtların sterilizasyonunda ve şarbon sporlarının inaktive edilmesinde yaygın olarak işlev görmektedir (Gordon ve Rosenblatt, 2005).

Klordioksit, stabil olmayan basınçlı bir gaz olduğundan, taşınmamakta ve depolanmamaktadır. Bu yüzden kullanılacağı yerde üretilmesi zorunludur. Klordioksit ve bunun ön maddeleri olan, sodyum klorit (NaClO₂) ve sodyum klorat (NaClO₃) güçlü oksidant olup, kullanımı sırasında dikkat edilmesi gerekmektedir. Son gelişmelerde ise,

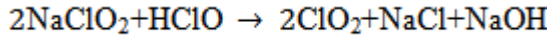
katı ve termal olarak stabil yapıda üretilen sodyum klorit, klordioksinin kullanım güvenliğini arttırmaktadır (Gordon ve Rosenblatt, 2005).

Klordioksinin üretilmesinde farklı yöntemler bulunmaktadır. Genellikle sodyum kloritten üretilmektedir. Bu yöntemde sodyum klorit gaz halindeki klor, hipokloroz asit veya hipoklorit asitle reaksiyona girmektedir (Fan ve ark., 2009). Reaksiyon;

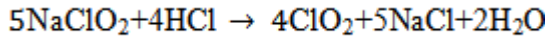
Gaz klor-klorit çözeltisi



Sıvı klor-klorit çözeltisi



Asit-klorit çözeltisi



Sodyum klorit ve sodyum kloratın kalitesi, üretilen klordioksinin kalitesini de etkilemektedir. Fakat bu üretim metotları, ürünün saflığına ve yoğunluğuna göre farklı maliyetler taşımaktadır (Gordon ve Rosenblatt, 2005).

1.3.3.1. Klordioksinin Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi

Klordioksit sebzelerde düşük pH ve organik madde varlığında bile oksidatif etki göstermektedir. Klordioksinin oksidasyon kapasitesi klor atomunun oksidasyon sayısına bağlıdır. Bu mekanizmada klordioksit 5 elektron almakta ve klorit iyonuna indirgenmektedir, böylelikle ortamda % 263 uygun klor bulunmakta ve bu da yaklaşık olarak HOCl'nin oksidasyon kapasitesinin 2,5 katına eşit olmaktadır. Mikroorganizmaların hücre membranı, klordioksinin etkilediği en önemli kısımdır. *E. Coli*'de ise etkisi protein sentezi mekanizmasını etkilemesinden ve hücre geçirgenliğini bozmasından kaynaklanmaktadır. Klordioksit membran proteini ve lipidleriyle reaksiyona girmekte ve bu olay da hücre geçirgenliğine zarar vermektedir (Vaid ve ark., 2010). Bununla birlikte hücrelerin dış membranındaki oksidatif hasar da mikrobiyal yıkımı etkileyen diğer bir faktördür. Ayrıca klordioksit virüslerin RNA'sı ile de etkileşime girerek yıkımı sağlamaktadır (Fan ve ark., 2009; Gomez-Lopez ve ark., 2009).

1.3.4. Ozon (O₃)

Gıda endüstrisinde kaliteyi ve gıda güvenliğini devam ettirmek için kullanılan kimyasal ajanlar birçok uygulama alanı bulmaktadır. Bununla birlikte bu ajanlardan en yaygın olarak kullanılan klor, spor oluşturan bazı mikroorganizmalara karşı etkisiz olup, yüksek pH derecelerinde etki gösterememektedir. Ayrıca trihalometan gibi toksik bileşikler oluşturup, insan sağlığı ve çevre açısından problem yaratmaktadır. Bu yüzden gıda endüstrisi; patojenlere karşı etkili, gıda kalitesinde az kayıp yaratan, gıda endüstrisine uygun ve çevre dostu kimyasal ajanlara yönelmiştir (Karaca ve Velioğlu, 2007).

Bu kimyasal ajanlardan birisi olan ozon, geniş spektrumlu bir antimikrobiyal olup, bakteri, maya, küf, protozoa ve spor oluşturan mikroorganizmalara karşı etkilidir. Gram pozitif ve gram negatif bakteriler üzerine olan etkisi, virüslere karşı olabilecek potansiyel yararını da göstermektedir. Ozon (O₃), geleneksel ajanlardan en önemlisi olan klordan daha hızlı reaksiyon hızına sahip olup, organik madde varlığından etkilenmemekte ve daha az parçalanma ürünü oluşturmaktadır. Ozon fazla miktarda kullanıldığında ise, oksijene parçalanmakta bu yüzden gıdada kalıntı bırakmamaktadır. Bu gibi avantajları yüzünden ozon 1997 yılında güvenilir olarak kabul edilen kimyasallar arasında yerini almış olup, birçok gıda grubunda başarıyla kullanılmaktadır (Cullen ve ark., 2010).

Ozon gaz halinde iken mavi renkli olup, düşük konsantrasyonlarda ise renksiz formdadır. Ozon -112 °C'de koyu mavi renge yoğunlaşmaktadır. Oda sıcaklığında kokusuza yakın hissedilmektedir. Eğer ortamda ozon-oksijen konsantrasyonu % 20'den daha büyük seviyelere ulaşırsa, elektrik kıvılcımı veya sıcaklık ve basınçta ani değişimler olarak kendini göstermektedir. Ozon molekülünde merkezde bir oksijen atomu bulunmakta, iki oksijen atomu ise bu merkeze bağlanmaktadır. Bağlanan iki oksijen atomu arasındaki açı yaklaşık 116 derece olup, bağ uzunluğu 1,278 Å'dür. Ozonun çözünürlüğü oksijene göre 13 kat daha fazla olup, sıcaklık düştükçe çözünürlüğü artmaktadır (Guzel-Seydim ve ark., 2004).

Ozon atmosferde doğal olarak bulunan bir bileşik olup, sentetik olarak da üretilmektedir. Genel olarak ozon, hava veya oksijen içeren gazın yüksek enerjiye maruz bırakılmasıyla meydana gelmektedir. Yüksek enerji kaynağı; ortamdaki oksijen moleküllerini, oksijen atomlarına çevirmekte, bu atomlarda oksijene bağlanarak ozon molekülünü oluşturmaktadır. Elektrik deşarjı, elektrokimyasal yöntem ve ultraviyole ışın metodu ozon üretme yöntemlerinden birkaçıdır. Elektrik deşarjı yönteminde; kuru hava

veya yüksek saflıktaki oksijen, iki yüksek voltaj üreten elektrotlar arasından geçirilmekte, bu elektrotlar arasında ise cam bulunmaktadır. Kuru hava veya yüksek saflıktaki oksijen elektrotları ozon olarak terk etmektedir. Eğer normal kuru hava kullanılırsa ozon üretimi; % 1-3 arasında, yüksek saflıkta oksijen kullanılırsa ise ozon üretimi % 3-6 arasında gerçekleşmektedir. Elektrokimyasal yöntemde ise su ve yüksek elektronegatif anyon içeren elektrolitik çözeltide anot ve katot elektrotlar arasına elektrik akımı uygulanmakta ve oksijen-ozon anot kısmında oluşmaktadır. Ultraviyole ışın metodunda ise oksijen 140-190 nm dalga boyundaki UV ışığa maruz bırakılmakta ve böylece oksijen molekülü oksijen atomuna parçalanarak, ortamdaki oksijen molekülleriyle birleşmekte ve ozon molekülü oluşmaktadır (Mahapatra ve ark., 2005).

1.3.4.1. Ozonun Gıda Bileşenleri ve Mikroorganizmalar Üzerine Etkisi

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte ozon jeneratörleri de gelişmiş olup, yüksek konsantrasyondaki ozonun daha az enerjiyle üretilmesinden dolayı gıda endüstrisi ozonu yaygın olarak kullanmaya başlamıştır. Sadece ekonomik avantajından dolayı değil, gıdalar üzerindeki minimum, fakat mikroorganizmalar üzerindeki maksimum etkisi de ozonun yaygınlaşmasındaki diğer bir faktördür (Naito ve Takahara, 2006).

Ozon polisakkaritlerle yavaş reaksiyona girmekte, fakat glikozidik bağlarının kırılmasına ve alifatik asit ve aldehitlerin oluşmasına neden olmaktadır. Ozon birincil ve ikincil alifatik alkollerle reaksiyona girdiğinde ise hidroksi-hidroperoksitler oluşmaktadır. Ozon nötr ve bazik pH seviyelerinde aminoasitler ve peptitler üzerinde etkilidir. Ozon bu durumlarda azot atomuna veya R grubuna saldırılmaktadır. Ozon doymuş yağ asitleriyle yavaş reaksiyon vermekte, doymamış yağ asitlerini ise okside etmektedir. Ozon timin, guanin ve urasil ile hızlı reaksiyona girmekte, bunun sonucunda da karbonhidrat ve fosfat iyonları ortaya çıkmaktadır (Khadre ve ark., 2001).

Ozonun antimikrobiyal aktivitesini etkileyen faktörler; ortam sıcaklığı, ortamın pH'ı ve organik maddelerdir. Ozon; protein, doymamış yağlar, solunum enzimleri, peptidoglukanlar, stoplazmadaki enzim ve nükleik asitler üzerine etki yapmaktadır. Ozon tek başına veya parçalanma ürünleri olan OH, O₂ ve HO₃ ile antimikrobiyal aktivite göstermektedir (Khadre ve ark., 2001). Ozon birinci etki mekanizmasında; mikroorganizmaların sülfidril gruplarını ve enzim, protein ve peptitlerin amino asitlerini okside etmektedir. İkincil etki mekanizmasında ise, çoklu doymamış yağ asitlerini asit

peroksitlere okside etmektedir. Doymamış yağ asitlerindeki çift bağlar ozonun etki gösterdiği en önemli bölgedir (Guzel-Seydim ve ark., 2004).

Bu çalışmanın amacı; aktif ambalajlama ve yeni muhafaza yöntemlerinin taze çileklerin raf ömrünün arttırılmasında etkinliğinin araştırılmasıdır. Ambalaj içi gaz kompozisyonu, pH, titrasyon asitliği, suda çözünür kuru madde, elektrik iletkenliği, renk, tekstür, duyuşal değerlendirme, bozulma oranı ve FT-NIR analizleri +4⁰C’de dört hafta boyunca depolanan çileklerde periyodik olarak gerçekleştirilmiştir.

BÖLÜM 2**ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**

Çilek hassas yapısından dolayı, mekanik etkilere ve mikrobiyal bulaşmalara oldukça duyarlıdır. Çilek bu özelliğinden dolayı; hasat, depolama ve dağıtım aşamasında zarar görmekte ve kalitesini yitirerek, pazarlanma yeteneğini kaybetmektedir. İşte bu yüzden, çilekte kaliteyi korumak ve raf ömrünü artırmak için birçok muhafaza yöntemi geliştirilmiştir.

Almenar ve ark. (2009)'nın yaptıkları çalışmada çilekte raf ömrünü artırmak için, ambalajlara saket şeklinde farklı konsantrasyonlarda (0, 0,1, 0,5, 1, 2 ve 3 µL) 2-nonanon konulmuş ve çilekler 10 °C'de depolanmıştır. Düşük konsantrasyonlarda kullanılan 2-nonanonun çileğin duyusal kalitesini düşürmediği fakat fungal gelişimi azalttığı ve solunum hızını düşürdüğü tespit edilmiştir. Sonuç olarak aktif ambalajlamanın çilekte raf ömrünü arttırdığı bulunmuştur.

Tarçının plastik ambalaj materyallerine yedirilmesiyle aktif ambalajlama konseptinin oluşturulduğu çalışmada, şeftaliler 12 gün oda sıcaklığında depolanmıştır. Aktif ambalajlanan şeftalilerde bozulma oranı % 13 iken kontrol ambalajlarındaki bozulma ise % 86 seviyesindedir. Ağırlık kaybı ve sertlik değeri aktif ambalajlanan şeftalilerde en iyi şekilde muhafaza edilmiştir (Montero-Prado ve ark., 2011).

2-nonanonun aktif ambalajlama materyali olarak çileklerdeki etkisinin incelendiği diğer bir çalışmada ise depolama sıcaklığı 10 ve 22 °C olarak seçilmiştir. Fungal gelişme, suda çözünür madde, titrasyon asitliği ve ağırlık kaybının engellenmesinde 2-nonanonun etkili olduğu tespit edilmiştir (Almenar ve ark., 2007a).

Bademde farklı ambalaj materyalleri ve oksijen tutucuların raf ömrüne etkisinin incelendiği çalışmada 12 aylık depolama süresi kullanılmıştır. Oksijen tutucu kullanılmayan örneklerde aldehit, keton, alkoller ve aromatik bileşenlerin lipid oksidasyonu ile miktarının arttığı belirlenmiştir. Oksijen tutucuların ise bademlere en az 12 ay raf ömrü kazandırdığı tespit edilmiştir (Mexis ve Kontominas, 2010).

Etilen tutmak amacıyla geliştirilen Paladyum bazlı materyallerin farklı dozlarda (10, 20, 30, 40, 50 mg) çilek ambalajlarında kullanıldığı çalışmada, kullanılan paladyum

miktarı arttıkça, etilen konsantrasyonunun azaldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte paladyumun çilekte solunum hızına etki etmediği gözlenmiştir (Terry ve ark., 2007).

Oksijen tutucularla kekik yağının salata üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada, 60 günlük depolama sonunda oksijen tutucu ve kekik yağı birlikte kullanıldığında toplam bakteri sayısı 7 log iken, bu değere kontrol gruplarında ise 12 gün sonunda ulaşılmıştır. Maya ve küf gelişimi oksijen tutucu kullanılan örneklerde azalmıştır. Oksijen tutucular rengi etkilememiş, sadece oksijen tutucu kullanılması durumunda raf ömrü 60 gün, kekik yağı kullanılanda 32 gün, ikisinin birlikte kullanılması durumunda en az 60 gün olup, kontrol grubunda ise bu değer 32 gün olarak ölçülmüştür (Mexis ve ark., 2009).

Kurutulmuş üzümde oksijen tutucunun kullanıldığı çalışmada, oksijen tutucular kontrol grubuna göre rengi daha fazla muhafaza etmiş ve küf gelişimini azaltmıştır (Tarr ve Clingeffer, 2005).

Kitosan kaplama içine yedirilen limonen ve nane, antimikrobiyal ambalajlama konsepti içinde çileklere uygulanmış ve 14 gün boyunca etkinliği incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre kitosanın içine yedirilen limonenin çileklerde bozulmayı engellediği ve duyu kaliteyi etkilemediği tespit edilmiştir. Kullanılan nanenin ise çilekte kalite kriterleri bakımından kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı bulunmadığı ortaya konmuştur (Vu ve ark., 2011).

Farklı dozlarda klordioksit uygulanmış çilekler, etilen ve nem tutucu içeren ambalajlarda 3 hafta boyunca depolanmış ve kalite kriterleri incelenmiştir. Çalışmaya göre etilen ve nem tutucuların 5 ppm klordioksitle birlikte kullanıldığında optimum sonuçlar verdiği ve çileklerin raf ömrünü uzatmada başarıyla kullanılabileceği belirtilmiştir (Aday ve Caner, 2011).

Polietilenin nano gümüş, kaolin ve TiO₂ ile karıştırılması sonucu oluşturulan nano-ambalaj filmlerinin çilek kalitesi üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, nano-ambalajın çileklerdeki duyu kaliteyi, fizikokimyasal ve fizyolojik kaliteyi kontrol grubuna göre daha iyi muhafaza ettiği belirlenmiş ve ticari olarak bu ambalajın kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Yang ve ark., 2010).

Erikte ultrases (100W-10 dk) ve klordioksitin (40 ppm) etkinliğinin araştırıldığı çalışmada; askorbik asit, indirgen şeker ve titrasyon asitliğinin bu iki uygulamanın beraber kullanılmasıyla korunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu uygulamanın raf ömrü 60 gün

olarak belirlenirken, kontrol grubunda ise bu süre 35 gün olarak gözlenmiştir. Bunun yanında uygulamaların duyu kalite üzerinde de olumsuz etkisinin olmadığı ve başlangıç mikroflorasını azalttığı görülmüştür (Chen ve Zhu, 2008).

Portakal suyundaki pektin metil esteraz üzerine ultrasesin (0,42, 0,47, 0,61, 0,79 ve 1,05 W/mL) etkisinin incelendiği çalışmada, en yüksek inaktivasyonun 1,05 W/ml’de görüldüğü, bunun yanında bu uygulamanın partikül boyutunu azaltarak bulanıklığı minimum seviyeye getirdiği tespit edilmiştir (Tiwari ve ark., 2009a).

Ultrasesin etkisinin incelendiği bir başka çalışmada çilekler, 0, 25, 28, 40 ve 58 kHz frekanslarında muameleye 20 °C’de 10 dk tabi tutulmuş ve 5 °C’de 8 gün depolanmıştır. Mikrobiyal bozulmanın engellenmesinde en etkin uygulamanın 40 kHz olduğu tespit edilmiş ve bu uygulamanın çileklerde yumuşamayı engellediği, vitamin C kaybını azalttığı ve suda çözünür kuru maddenin korunmasına katkı sağladığı gözlenmiştir. 25 ve 28 kHz uygulamalarının ise çilekte kaliteye olumlu bir etki sağlamadığı belirlenmiştir (Cao ve ark., 2010a).

Portakal suyunda termal yöntemle, ultrasesin (0,81 W/ml) etkisinin karşılaştırıldığı çalışmada, askorbik asitin korunmasında ultrasesin daha etkili olduğu tespit edilmiş, tahmini raf ömrünün ultrases uygulanan portakal sularında 27-33 gün, termal işlem gören portakal sularında ise 19 gün olduğu belirtilmiştir (Tiwari ve ark., 2009b).

Çileklerin 40 kHz’de 250-450W arasındaki ultrases uygulamalarına tabi tutulduğu diğer bir çalışmada yanıt yüzey analizine göre optimum uygulamanın 250 W’da 9,8 dk olduğu tespit edilmiştir. Bu uygulama kontrol grubuyla karşılaştırıldığında ultrases uygulamasının bozulmayı engellediği ve kaliteyi koruduğu belirlenerek, çileklerde alternatif bir koruma metodu olarak kabul edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır (Cao ve ark., 2010b).

Farklı konsantrasyonlarda (0,5, 1, 1,5, 3 ve 5 mg/L) klordioksit gazının çilekler üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, 5mg/L konsantrasyonun *E.coli*, *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella enterica* üzerinde 4,3-4,7 log’luk azalışa neden olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte klordioksit gazının başlangıç mikroflora üzerinde etkili olduğu ve rengi etkilemediği belirlenmiştir. Klordioksit gazı raf ömrünü kontrol grubuna göre 8 gün arttırmıştır (Mahmoud ve ark., 2010).

Minimal işlenmiş marul ve lahana üzerine klordioksit gazının etkinliğinin (1.74 mg/L (marul) ve 1.29 mg/L (lahana)) %90–91 nispi nem ve 22–25 °C altında incelendiği çalışmada, kabine bu konsantrasyondaki klordioksit 10 dk. enjekte edilmiştir. Daha sonra ambalajlar % 2–4 O₂ ve % 9 CO₂ içerecek şekilde 7 °C’de modifiye atmosfer altında depolanmıştır. Minimal işlenmiş lahanada solunum oranı klordioksit gaz uygulamasıyla ciddi oranda artmıştır. Duyusal özelliklerde değişim meydana gelmemiştir. Uygulama sonrası herhangi bir esmerleşme görülmemiştir (Gómez-López ve ark., 2008).

Maehyang çileklerinde sıvı klordioksit, fumarik asit ve ultraviyole ışığın etkisinin incelendiği çalışmada, klordioksit uygulamasının (50 mg/L) 1,42 log’luk bir azalışa sebep olduğu gözlenmiştir. Klordioksit uygulamasının ultraviyole uygulamasıyla beraber kullanılması ise 1,85 log’luk azalışa neden olmuştur. Uygulamaların çilekte rengi etkilemediği tespit edilmiş olup, klordioksit ve ultraviyole uygulamasının duyusal olarak yüksek puanlar aldığı belirlenmiştir (Kim ve ark., 2010).

Elmada *Listeria monocytogenes* üzerine klordioksitin bakterisidal etkinliğinin incelendiği çalışmada 10 dk’lık temas süresi ve 4 mg/L konsantrasyonda klordioksitin bakteri inaktivasyonunda etkili olduğu gözlenmiştir (Fu ve ark., 2007).

Dut üzerine, klordioksit etkinliğinin (20, 60 ve 80 mg/L ClO₂ - 5, 10, ve 15 dk) incelendiği bir çalışmada, klordioksitin flavonoid, askorbik asit, indirgen şeker ve titrasyon asitliğini korumada etkili olduğu, 60 mg/L konsantrasyonda raf ömrünün 14 gün, kontrolde ise 8 gün olduğu tespit edilmiştir. Bu konsantrasyonda dut üzerinde herhangi bir kalıntıya rastlanmadığı rapor edilmiştir (Chen ve ark., 2011).

Böğürtlenlerde, farklı konsantrasyonlardaki klordioksitin (1, 3, 5, 10 ve 15 ppm) etkinliğinin incelendiği çalışmada klordioksitin *Listeria monocytogenes* üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. 15 ppm-30 dk uygulamanın *Staphylococcus aureus* üzerinde 4,56 log’luk azaltma sağladığı belirlenmiştir (Wu ve Kim, 2010).

Sıvı ozonun iki farklı konsantrasyonda (0,3 ve 2 ppm) çileklerde toplam mezofiller üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, 2 ppm ozon konsantrasyonda 3 dk bekletilme süresi mikrobiyal popülasyonu azaltmada en etkili yöntem olarak gözlenmiştir. Çileklerde toplam mezofil miktarında 2,3 log’luk bir azalma tespit edilmiş olup, ozonun raf ömrünü arttırmada başarıyla kullanılabilmesi belirlenmiştir (Alexandre ve ark., 2011).

İran hurmasında 1, 3 ve 5 ppm ozonun 15, 30, 45 ve 60 dk etkisinin incelendiği çalışmada ozonun mikrobiyal popülasyonu azalttığı belirlenmiş, 5ppm-60 dk uygulamanın *E. Coli* ve *S.aureus* üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir (Habibi ve Haddad, 2009).

Muşmuların ozon ve sitrik, askorbik ve okzalik asit ile kombinasyonu ile yapılan çalışmada 200µ/L ozonda 60 ve 120 dk uygulamaların mikrobiyal popülasyonu azalttığı belirlenmiştir. Ozonun okzalik veya sitrik asitle kombinasyonunun ise esmerleşmeyi engellediği ve polifenol oksidaz enziminin aktivitesini azalttığı tespit edilmiştir (Whangchai ve ark., 2006).

Domatesin 0,005 ve 1 µmol/mol ozon konsantrasyonuna tabi tutulduğu çalışmada, suda çözünür şekerlerin ozonla korunduğu belirlenmiş, sertliği muhafazada etkili olduğu tespit edilmiştir. Ozon uygulaması ağırlık kaybı, antioksidan özelliği, organik asit, vitamin C ve toplam fenolik içeriğini değiştirmemiştir (Tzortzakakis ve ark., 2007).

Ultraviyole ışık, ozon gazı ve iki farklı MAP koşullarının çilek üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, fenolik içeriğin ozon uygulamasından sonra azaldığı ve en fazla vitamin kaybının ozon uygulamasında gözlendiği tespit edilmiştir. Ozon uygulanmış çileklerin süper atmosferik oksijen ve karbondioksitçe zengin ortamda ambalajlanması küf ve maya gelişiminde 1 log'luk azaltma meydana getirmiştir. Duyusal kalite üzerinde ise uygulamaların istatistiksel olarak önemli etkisi bulunamamıştır (Allende ve ark., 2007).

Çileklerin 2 °C'de 0,35 ppm ozon gazı altında 3 gün depolanıp, daha sonra 20 °C'ye alındığı çalışmada, ozonun fungal gelişmeyi engelleyemediği tespit edilmiştir. Depolama sonunda vitamin C içeriği kontrol grubuna göre 3 kat daha fazla bulunmuş olup, ozonun çilek aroması üzerine yıkıcı etki yaptığı belirlenmiştir (Perez ve ark., 1999).

1,5 µL/L ozon altında 3 gün 2 °C'de depolanan çileklerin, hava atmosferinde bekletilen çileklerle karşılaştırıldığı çalışmada, *Botrytis cinerea*'nın hava atmosferinde bekletilen çileklerde daha fazla geliştiği belirlenmiştir. Ozon uygulamasının çileklerde, ağırlık kaybını ve yumuşamayı azalttığı fakat aroma kaybına neden olduğu tespit edilmiştir (Nadas ve ark., 2003).

BÖLÜM 3**MATERYAL VE YÖNTEM****3.1. Materyal****3.1.1. Çilek**

Çilekler *Camarosa* çeşidinden seçilmiş ve tarladan toplandıktan sonra hızlı olarak laboratuara taşınmıştır. Çilekler benzer boyut, olgunluk ve renk bakımından ayıklanmış, ayrıca içlerinden hasarlı veya çürük olanlar atılmıştır. Çilekler +4 °C’de depolanmıştır.

3.1.2. Ambalaj Materyali

Yaklaşık olarak 200 g çilek, Polilaktik asitten (PLA) yapılmış ambalajlara (Huhtamaki, İstanbul, Türkiye) konularak, normal atmosferik ortam koşullarındaki (% 21 O₂ / % 0,03 CO₂) gaz bileşiminde kapatılmıştır. Ambalajın O₂, CO₂ ve H₂O geçiş değerleri sırasıyla 620 cm³.mm/m².gün.atm, 2800 cm³.mm/m².gün.atm ve 340 g.mm/m².gün’dür.

3.1.3. Karbondioksit Tutucu

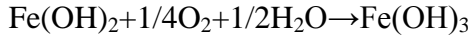
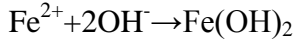
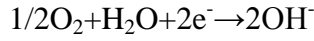
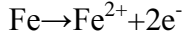
Farklı karbondioksit absorbe yeteneğine sahip saketler (EMCO Packaging Systems, Kent, UK) karbondioksit tutucu olarak kullanılmıştır. Saketlerin içeriği aşağıda gösterilmiştir;

1-EMCO-A: % 46 Sodyum karbonat peroksidhidrat, % 24 Sodyum karbonat, % 14 Sodyum klorit, % 16 Bentonit

2-EMCO-B: % 50 Sodyum karbonat peroksidhidrat, % 20 Sodyum karbonat, % 14 Sodyum klorit, % 16 Bentonit

3.1.4. Oksijen Tutucu

Ticari olarak da kullanılan oksijen tutucular içerdiği demir tozu sayesinde absorpsiyon özelliği göstermektedir. Saketlerin oksijen tutma kapasitesi 100 ve 210 ml’dir. Saketler perfore edilmiş polipropilen (PP) ile kaplanmış olup, gaz ve su buharına karşı oldukça geçirgendir. Üstünde ‘Yenilmez’ ibaresi bulunmakta olup, buzdolabı sıcaklarında kullanılması uygundur. Saketlerin oksijen tutma reaksiyonu aşağıda gösterilmiştir;



3.1.5. Ultrases

Akustik kavitasyon yaratmak için kullanılan Vibra Cell505, 20 kHz tip ultrases üreticinin (Sonics, Newtown, ABD) 1.9 cm çapındaki metalik probu, 1000 ml su içerisine batırılarak istenilen güçte ultrases elde edilmiştir. Cihaz vasıtasıyla üretilen ultrasonik gücün ancak belirli bir kısmı suya transfer edilebilmektedir. Suyu transfer edilen gücün tespit edilmesi için genellikle kalorimetrik yöntem kullanılmaktadır, fakat bu araştırmada kullanılan ultrasonik cihaz sıvı ortama verilen gücü anlık olarak ölçme özelliğine sahiptir.

3.1.6. Klordioksit

Sıvı klordioksit solüsyonu, klordioksit jeneratörü yardımıyla hazırlanmıştır. Jeneratör % 7,5'lük sodyum kloratı, % 9'lük hidroklorik asitle reaksiyona sokarak, gaz halinde klordioksit üretmekte olup, reaksiyon aşağıda gösterilmiştir;



Oluşturulan gaz suya verilerek klordioksitin çözünmesi sağlanmıştır. Bu solüsyon koyu renkli cam şişede ve karanlık ortamda saklanmıştır. Stok solüsyon ve örneklere uygulanan klordioksit konsantrasyonu standart metotlara göre ölçülmüştür (Ayyıldız ve ark., 2009).

3.1.7. Ozon

Ozon gazı, YX-1000 model taşınabilir tip ozon jeneratörüyle (BNP, Guangzhou, Çin) üretilmiş olup, oluşturulan gaz suya verilerek çözülmesi sağlanmıştır. Stok solüsyon ve örneklere uygulanan ozon konsantrasyonu standart metotlara göre ölçülmüştür (Ayyıldız ve ark., 2009).

3.1.8. Yöntem-I-

Taze çilekler rastgele üç farklı gruba ayrılmış, birinci gruptaki çilekler PLA'dan yapılmış olan ve içerisinde oksijen tutucu bulunmayan ambalajlara yerleştirilmiştir. İkinci

ve üçüncü gruptaki çilekler ise içerisinde sırasıyla ATCO-100 ve ATCO-210 O₂ tutucu bulunan PLA ambalajlara konulmuştur. Ambalajlar normal atmosfer koşulları altında kapatılmıştır. Her bir ambalaj yaklaşık olarak 200 g çilek içermektedir.

3.1.9. Yöntem -II-

Taze çilekler rastgele dört farklı gruba ayrılmış, birinci gruptaki çilekler PLA'dan yapılmış olan ve içerisinde oksijen veya karbondioksit tutucu bulunmayan ambalajlara yerleştirilmiştir. İkinci, üçüncü ve dördüncü gruptaki çilekler içerisinde sırasıyla EMCO-A CO₂ tutucu, EMCO-B CO₂ tutucu ve ATCO-210 O₂ tutucu bulunan PLA ambalajlara konulmuştur. Ambalajlar normal atmosfer koşulları altında kapatılmıştır. Her bir ambalaj yaklaşık olarak 200 g çilek içermektedir.

3.1.10. Yöntem -III-

Taze çilekler rastgele dört farklı gruba ayrılmış, birinci gruptaki çilekler suya, ikinci, üçüncü ve dördüncü gruptaki çilekler ise içerisinde sırasıyla 3, 6 ve 9 ppm ClO₂ içeren solüsyona daldırılmıştır. Çileklerin su ve farklı ClO₂ solüsyonları içerisinde bekletilme süresi 5 dk olarak seçilmiştir. Su ve solüsyonlardan çıkarılan çileklerin kağıt havlu üzerinde kuruması sağlanılarak, PLA ambalajlara yerleştirilmiştir. Ambalajlar normal atmosfer koşulları altında kapatılmıştır. Her bir ambalaj yaklaşık olarak 200 g çilek içermektedir.

3.1.11. Yöntem -IV-

Taze çilekler rastgele sekiz farklı gruba ayrılmış, birinci ve ikinci gruptaki çilekler ultrases uygulanmayan ve içerisinde su bulunan kaplarda bekletilmiştir. Ultrases uygulamalarına geçilmeden önce, çilekler 1 lt'lik su dolu beherler içerisine, her beherde 500 g olacak şekilde konulmuş ve ultrases cihazının probu beher içerisine daldırılmıştır. Üçüncü ve dördüncü gruptaki çilekler 30 W, beşinci ve altıncı gruptaki çilekler 60 W, yedinci ve sekizinci gruptaki çilekler ise 90W ultrases altında bekletilmiştir. Her bir ultrases gücünde bekleme süresi olarak 5 ve 10 dk kullanılmıştır. Su dolu beherlerden çıkarılan çilekler kağıt havlu üzerinde kurutularak, PLA ambalajlara yerleştirilmiştir. Ambalajlar normal atmosfer koşulları altında kapatılmıştır. Her bir ambalaj yaklaşık olarak 200 g çilek içermektedir.

3.1.12. Yöntem -V-

Taze çilekler rastgele sekiz farklı gruba ayrılmış, birinci ve ikinci gruptaki çilekler ozon içermeyen suda bekletilmiştir. Üçüncü ve dördüncü gruptaki çilekler 0,075 ppm, beşinci ve altıncı gruptaki çilekler 0,15 ppm, yedinci ve sekizinci gruptaki çilekler ise 0,25 ppm ozon içeren solüsyonlara daldırılmıştır. Her bir ozon konsantrasyonunda çileklerin bekleme süresi olarak 2 ve 5 dk seçilmiştir. Solüsyonlardan çıkarılan çilekler kağıt havlu üzerinde kurutulularak, PLA ambalajlara yerleştirilmiştir. Ambalajlar normal atmosfer koşulları altında kapatılmıştır. Her bir ambalaj yaklaşık olarak 200 g çilek içermektedir.

3.1.13. Yöntem -VI-

Taze çilekler rastgele altı farklı gruba ayrılmış, birinci gruptaki çilekler suya, ikinci gruptaki çilekler 6 ppm ClO₂ çözeltisine, üçüncü gruptaki çilekler ise 0,075 ppm O₃ çözeltisine daldırılmıştır. Dördüncü gruptaki çilekler su dolu 1 lt'lik beherler içerisine, her bir beherde 500 g olacak şekilde konulmuş ve ultrases probu beher içine daldırılarak 30 W güç uygulanmıştır. Beşinci gruptaki çilekler 6 ppm ClO₂ çözeltisi içeren 1 lt'lik beherlere konulmuş ve ultrases probu behere daldırılarak 30W güç uygulanmıştır. Altıncı gruptaki çilekler ise 0,075 ppm O₃ çözeltisi içeren 1 lt'lik beherlere konulmuş ve ultrases probu behere daldırılarak 30W güç uygulanmıştır. Her bir uygulama için çileklerin suda ve solüsyonlarda bekletilme süresi 5 dk'dır. Uygulama beherlerinden çıkarılan çilekler kağıt havlu üzerinde kurutulularak, PLA ambalajlara yerleştirilmiştir. Ambalajlar normal atmosfer koşulları altında kapatılmıştır. Her bir ambalaj yaklaşık olarak 200 g çilek içermektedir.

3.2. Analizler**3.2.1. Gaz Konsantrasyonunun Değerlendirilmesi**

Ambalajlardaki oksijen ve karbondioksit konsantrasyonları OxyBaby kullanılarak değerlendirilmiş ve sonuçlar v/v olarak ifade edilmiştir. Ölçümlerde ambalajın dış yüzeyine öncelikle lastik yapıştırıcı konulmuş ve bu noktaya ölçüm aletinin iğnesi batırılarak sonuçlar elde edilmiştir.

3.2.2. pH Ölçümü

Tülbentten süzülen çilek suyu içerisine pH probu PP 50 Sartorius (Sartorius PP-50, Goettingen, Almanya) daldırılarak analiz gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Titrasyon Asitliği

Çilek suyundan 10 ml alınmış ve 250 ml'ye saf suyla seyreltme yapılmıştır. Bu solüsyondan 50 ml alınarak 0,1 N NaOH ile pH 8,1'e kadar titrasyon edilmiştir (Aday ve Caner, 2010). Titre edilebilir asitlik derecesi % sitrik asit cinsinden aşağıdaki formülden yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Titrasyon asitliği} = (V \times F \times E \times 100) / M$$

V= Titrasyonda harcanan 0,1 N NaOH' un miktarı (ml)

F= Titrasyonda harcanan 0,1 N NaOH' un faktörü

E= 1 ml 0,1 N NaOH'un eşdeğeri asit miktarı (g)

M= Titre edilen örneğin gerçek miktarı (ml)

3.2.4. Suda Çözünür Kuru Madde

Çilekler öğütücüden geçirildikten sonra tülbentten süzölmüş, Atago Pal-1 refraktometreyle (Atago Co. Ltd, Tokyo, Japonya) ölçümler gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar briks olarak ifade edilmiştir.

3.2.5. Elektrik İletkenliği

Çilek suyuna iletkenlik probu (ATC 4-band / $\text{c}^{-1} \text{cm}^{-1}$) daldırılmış ve PP 50 Sartorius (Sartorius PP-50, Goettingen, Almanya) pH metresinden sonuçlar takip edilmiştir (Aday ve Caner, 2011).

3.2.6. Yüzey Rengi

On çilek üzerinden gerçekleştirilmiş ve parlaklığı gösteren 'L' ile kırmızılığı gösteren 'a' parametreleri Minolta CR-400 Kolorimetreyle (Konica Minolta Sensing, Osaka, Japonya) tespit edilmiştir (Aday ve Caner, 2011).

3.2.7. Duyusal Analiz

Çilekler kapalı, kokusuz plastik kaplarda oda sıcaklığında servis edilmiştir. Dokuz panelist kullanılmıştır. Analiz depolamanın ondördüncü gününde gerçekleştirilmiştir. Her bir deneyimli panelist örneklerini aynı gün farklı zamanlarda iki kere değerlendirmiştir. Değerlendirmede, 0 en 'düşük' puanı, 9 ise en 'yüksek' puanı göstermiştir. Panelistler

skala kullanarak; lezzet, renk, sertlik, aroma ve genel kabul edilebilirliğinin değerlendirilmesini yapmışlardır (Chonhenchob ve ark., 2007).

3.2.8. Küf Gelişimi

Çileklerde küf gelişimi görsel olarak gözlenmiş, küf sonucu üzerinde lezyon oluşan çilekler sayılarak, ambalaj içindeki toplam çilek sayısına oranlanmış, daha sonra yüzde olarak ifade edilmiştir (Aday ve Caner, 2011).

3.2.9. Tekstür Profil Analizi

Tekstür Doku Profil Analizi (TPA) TA-XT Plus tekstür cihazı ile (Stable Micro Systems Ltd., UK) SMS-P/10 CYL. Delrin prop kullanılarak, aşağıdaki parametreler uygulanarak yapılmıştır: ön test hızı: 5.0 mm/s, test hızı 1.0 mm/s; delme mesafesi 4 mm ve her iki dönüş arasında durma süresi 5; trigger kuvveti 1.0 N. olarak belirlenmiştir (Aday ve Caner, 2011). TPA analizi sonucunda elde edilen grafik şekil 3.1’de gösterilmiştir. Bu grafikten elde edilen parametreler ve elde edilmiş yöntemi aşağıda gösterilmiştir;

Sertlik: Birinci pikin en yüksek noktası (g)

Dış Yapışkanlık: Alan 3 (g.s)

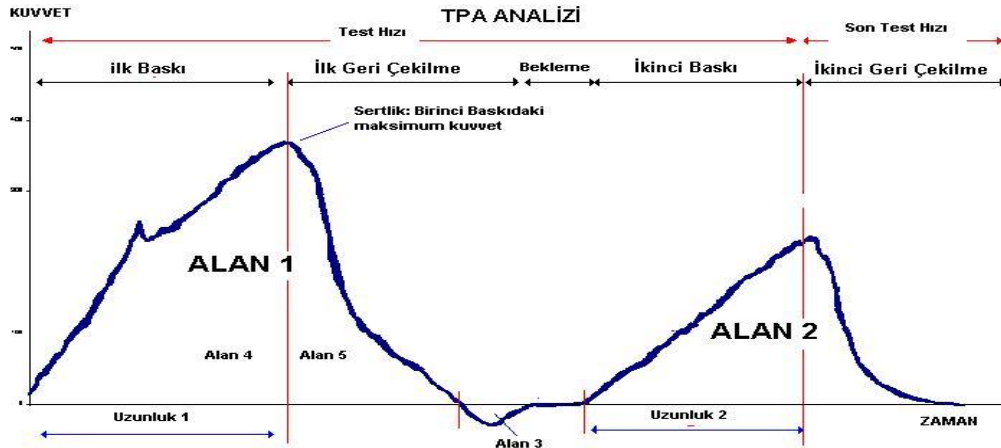
Elastikiyet: Uzunluk 2 / Uzunluk 1 (birimsiz)

İç Yapışkanlık: Alan 2 / Alan 1 (birimsiz)

Sakızimsılık: (Alan 2 / Alan 1) x Sertlik (g)

Çiğnenebilirlik: Sakızimsılık x (Uzunluk 2 / Uzunluk 1) (g)

Esneklik: Alan 5 / Alan 4 (birimsiz)



Şekil 3.1. TPA analizi sonucunda elde edilen grafik

3.2.10. FT-NIR Ölçümleri

Ölçümler yansıtma ve iletim modunda gerçekleştirilmiş ve Bruker multi-purpose analyzer (MPA) (Bruker Optik, GmbH, Ettlingen Germany) FT-NIR spektrometresi kullanılmıştır. Işık kaynağı olarak 20-Watt tungsten kullanılmıştır. Fiber optik prop direk olarak çilek yüzeyine yanaştırılmış ve analiz gerçekleştirilmiştir. Yansıtma modunda fiber optik prop 780-2500 nm dalga boylarında ışık göndermiştir. Yansıtma modunda 15,32 saniyede 32 tarama yapılmaktadır (Aday ve Caner, 2011).

İletim modunda ise çilekler FT-NIR haznesine konulmuş ve hazne kapatılarak ışık alttan gönderilmiş, detektör olarak ise RTInGaAs kullanılmıştır. İletim modunda 62 saniyede 128 tarama yapılmaktadır. Çözünürlük iki mod için de 8 cm^{-1} dir (Aday ve Caner, 2011).

3.2.11. İstatistiksel Analiz

Araştırma sonunda tespit edilen kalite kriterlerine, söz konusu faktörlerin etkinliklerinin araştırılmasında varyans analizi tekniği kullanılmıştır. Çalışma iki tekerrür ve iki paralelli gerçekleştirilmiştir. Tezin birinci, ikinci, üçüncü ve altıncı bölümlerinde iki faktörlü (gün ve uygulama), dördüncü ve beşinci bölümlerinde ise üç faktörlü (gün, uygulama süresi, uygulama konsantrasyonu veya uygulama gücü) varyans analizi kullanılmıştır. İnteraksiyonların önemli olmadığı durumlarda, tablolarda genel değerler göz önüne alınmıştır. Farklılıkların belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır. Hesaplamalar, SAS (2003) istatistiksel paket programından yararlanılarak yapılmıştır.

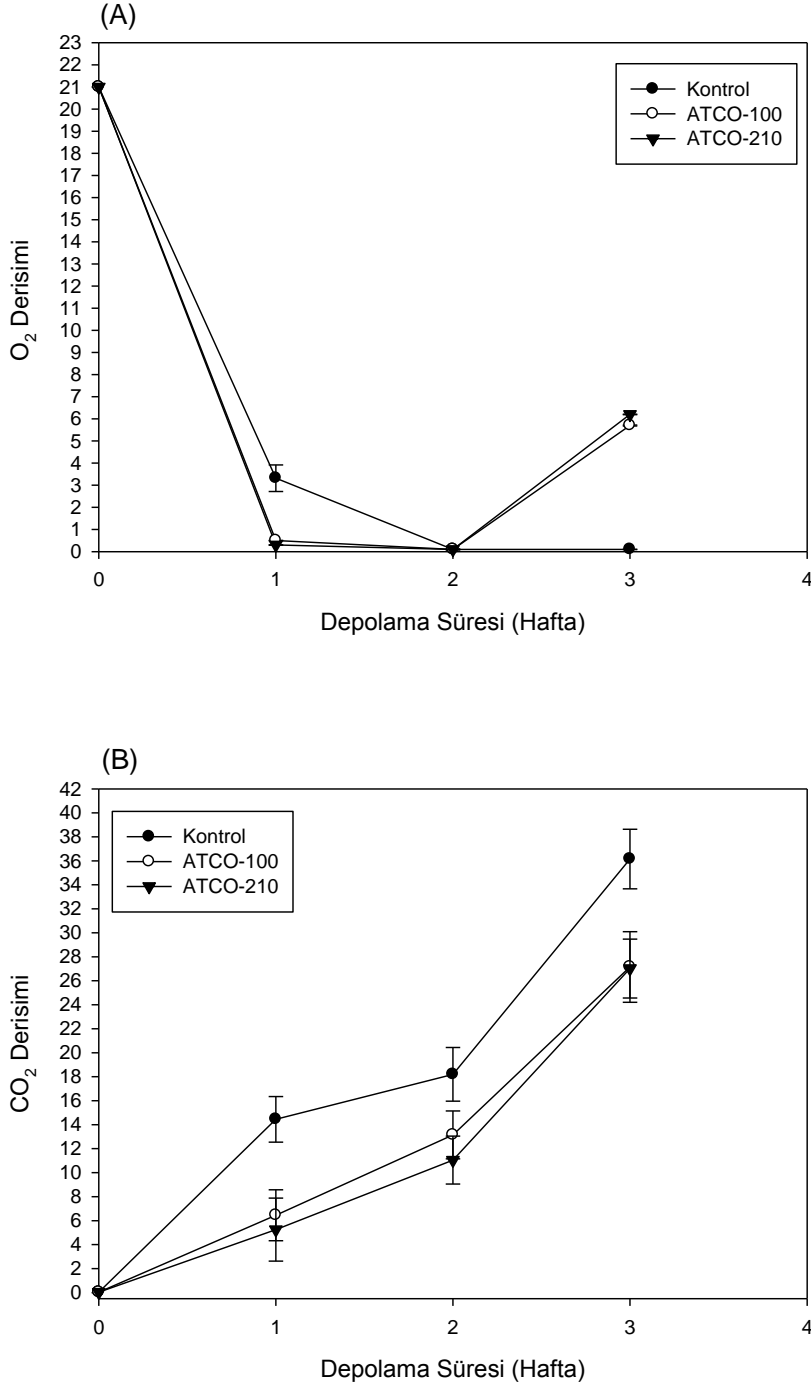
BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. İki Farklı Oksijen Tutucunun Çilek Kalitesi Üzerine Etkisi

4.1.1. Ambalaj İçi Gaz Kompozisyonu

Ambalaj içi gaz kompozisyonu, taze meyve ve sebzelerde solunum hızının değerlendirmesinde dolaylı olarak kullanılmaktadır (Fonseca ve ark., 2002). Şekil 4.1.1a'da görüleceği üzere, ilk hafta oksijen tutucular (ATCO-100 ve ATCO-210) ambalaj içindeki oksijen seviyesini hızlı biçimde azaltmışlardır. Oksijen tutucu bulunan gruplarda oksijen seviyesi 2. haftada % 0,1 konsantrasyona düşerken, bu haftadan sonra oksijen tutucular doyumluğa ulaştığından, filmin geçirgenliğinden kaynaklanan oksijen seviyesi %6 civarında seyretmektedir. Depolamanın 3. haftasında kontrol grubunda, yüksek küf aktivitesi sebebiyle, filmde geçen oksijeni de küfler tükettiğinden, oksijen derişimi %0,1 olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.1.1b'de depolama süresinin artmasıyla birlikte karbondioksit seviyesinin de arttığı gözlenmektedir. Kontrol grubundaki karbondioksit seviyesi, oksijen tutucu kullanılanlara göre istatistiksel olarak daha hızlı artmaktadır. Kontrol ambalajındaki karbondioksit miktarı % 0,03 değerinden % 36,15 seviyesine yükselirken, ATCO-100 grubu için bu değer % 27,17 ve ATCO-210 için ise % 27,02 olarak tespit edilmiştir. Ambalaj içindeki karbondioksit seviyesinin artması ambalaj içindeki oksijen seviyesinin azalmasıyla ilişkili bir durumdur (Mohan ve ark., 2009). Oksijen tutucu kullanılan gruplarda, karbondioksit seviyesindeki artış kontrol grubuna göre daha yavaş seyretmektedir. Genel olarak sonuçlar göstermiştir ki, oksijen tutucular çilekte solunum hızını yavaşlatarak; karbonhidrat, lipid ve organik asit gibi bileşiklerin daha basit moleküllere parçalanmasını engellemektedir (Fonseca ve ark., 2002).



Şekil 4.1.1. Farklı oksijen tutucuların ambalaj içi gaz kompozisyonuna etkisi A) O₂ ve B) CO₂

4.1.2. pH

Çizelge 4.1.1. depolama boyunca çilekteki pH değerlerini göstermektedir. Çilekteki pH değeri kontrol grubunda yaklaşık 0,6 birim (3,33-3,89) artarken, ATCO-100 (3,33-3,76) ve ATCO-210 (3,33-3,82) gruplarında ise bu artış yaklaşık olarak 0,5 birimdir. Kontrol grubu ile oksijen tutucu grupları arasındaki fark pH bakımından önemli

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

bulunurken, ATCO-100 ve ATCO-210 grupları arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemsizdir. Kontrol grubundaki pH değerinin yüksekliği, kontrol ambalajındaki yüksek karbondioksit seviyesinden kaynaklanabilmektedir (Almenar ve ark., 2007b). Diğer bir açıklama ise, kontrol grubu çileklerinin, solunum sırasında organik asitleri harcaması ve organik asitleri şekere dönüştürmesidir (Martinez-Ferrer ve ark., 2002).

Çizelge 4.1.1. Farklı oksijen tutucuların pH üzerine etkisi.

Uygulama	Depolama Süresi (Hafta) / pH Değeri					GENEL
	0	1	2	3	4	
KONTROL	3,33±0,09	3,62±0,02	3,75±0,03	3,82±0,03	3,89±0,03	3,62±0,23a
ATCO-100	3,33±0,09	3,50±0,04	3,65±0,01	3,69±0,01	3,76±0,02	3,54±0,18b
ATCO-210	3,33±0,09	3,46±0,05	3,65±0,03	3,65±0,03	3,82±0,02	3,55±0,20b
GENEL	3,33±0,09A	3,53±0,08B	3,68±0,05C	3,68±0,05CD	3,82±0,06D	

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

4.1.3. Suda Çözünür Kuru Madde

Suda çözünür kuru madde meyvelerin sertliğinin belirlenmesinde kullanılan önemli bir parametredir (Campaniello ve ark., 2008). Çizelge 4.1.2 suda çözünür kuru madde değerlerindeki değişimi göstermektedir. Çilekte suda çözünür kuru madde değeri depolama boyunca azalmıştır. Kontrol ve uygulama grupları arasındaki fark suda çözünür kuru madde bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Depolama sonunda kontrol paketleri başlangıç değeri olan % 10,55'den 7,68'e, ATCO-100 grubunda 8,17'ye, ATCO-210 grubunda ise % 7,99'a düşmüştür. Suda çözünür kuru madde bakımından en büyük kayıp kontrol grubunda gözlenmiştir. Bu azalmanın sebebi, çileğin fizyolojik aktivitesini sürdürmesi için sükrözu hidroliz etmesi olarak gösterilebilir (Yang ve ark., 2010). Kontrol grubunun düşük suda çözünür kuru madde içeriği, solunum hızının fazla olmasından kaynaklanabilmekte, bu da yüksek karbondioksit içeriğiyle açıklanabilmektedir (Almenar ve ark., 2009). Suda çözünür kuru madde içeriği yönünden uygulama grupları arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemsizdir.

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

Çizelge 4.1.2. Farklı oksijen tutucuların suda çözünür kuru madde üzerine etkisi.

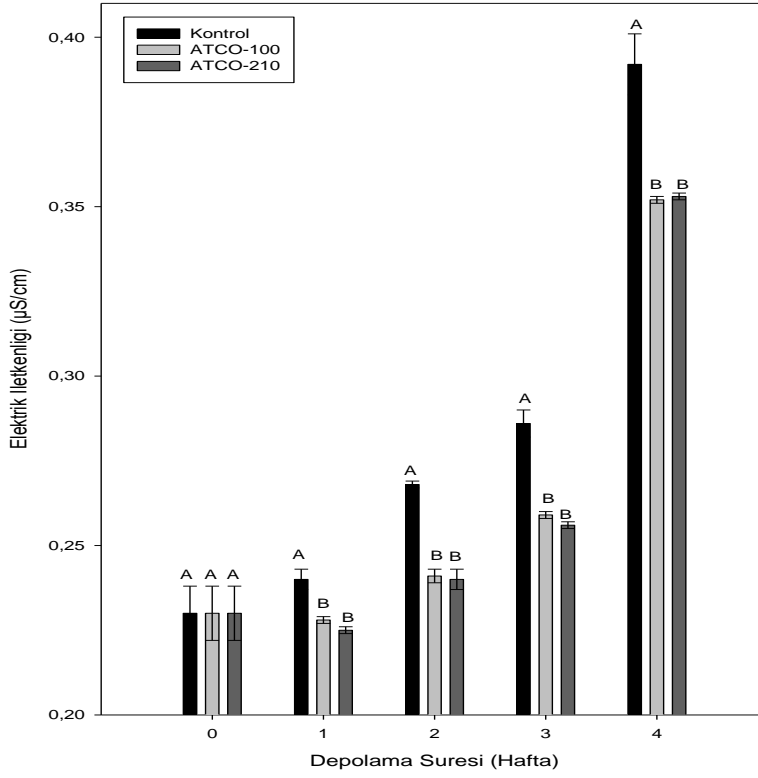
Uygulama	Depolama Süresi (Hafta) / Suda Çözünür Kuru Madde Değeri (%)					GENEL
	0	1	2	3	4	
KONTROL	10,55±0,07	8,99±0,10	8,71±0,11	7,72±0,05	7,68±0,19	8,71±1,10a
ATCO-100	10,55±0,07	9,73±0,05	8,96±0,09	8,35±0,84	8,17±0,14	9,27±0,98b
ATCO-210	10,55±0,07	9,50±0,14	9,39±0,73	8,22±0,84	7,99±0,06	9,14±1,05b
GENEL	10,55±0,07A	9,41±0,35B	8,98±0,57B	8,10±0,59C	7,95±0,24C	

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır ($p \leq 0.05$)

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır ($p \leq 0.05$).

4.1.4. Elektrik İletkenliği

Elektrik iletkenliği meyvelerde membran hasarı, elektrolitik konsantrasyonu, kimyasal içerik ve elektrolitik gücün değerlendirilmesinde kullanılan parametrelerden birisidir (Min ve ark., 2007). Şekil 4.1.2 çileğin elektrik iletkenliğindeki değişimini göstermektedir. Bütün gruplarda elektrik iletkenliği depolama boyunca artmaktadır. Bu artışın sebebi dokulardaki mekanik parçalanmanın artması ve hücre membranlarının geçirgenliğinin değişmesidir (Aronsson ve ark., 2005). Kontrol grubu depolama boyunca en yüksek elektriksel iletkenlik değerine sahiptir. Bunun sebebi kontrol grubu ambalaj içeriğindeki yüksek CO₂ seviyesinin çilek dokusunun hücre geçirgenliğini arttırması ve membran zararını yükseltmesi olarak değerlendirilmiştir (Chen ve Paull, 2001).



Şekil 4.1.2. Farklı oksijen tutucuların elektrik iletkenliğine etkisi

4.1.5. Renk

Meyvelerde görüntüdeki değişimleri belirleyen en önemli kalite kriteri renktir (Rodrigo ve ark., 2007). Renk değerlerindeki değişim sonuçları Tablo 4.1.3'te gösterilmiştir. Depolama süresince L ve 'a' değerleri azalmaktadır. L parametresi meyvenin esmerleşme derecesini göstermektedir (Hernández-Muñoz ve ark., 2008). L değerindeki en büyük değişim kontrol grubunda gözlenmiştir. Depolama boyunca kontrol ve oksijen tutucu gruplar arasında L değeri bakımından farklar istatistiksel olarak önemlidir. Oksijen tutucular kontrol grubuna göre daha yüksek L değerine sahiptir. ATCO-100 grubunun L değeri, ATCO-210 grubuna göre yüksek olmasına rağmen istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır. L ve 'a' değerlerindeki depolama süresince elde edilen değişimler Fan ve ark. (2007)'nin çalışmasında bulunduğu sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Kontrol grubu çileklerindeki 'a' değerlerinin düşüşü, oksijen tutucu kullanılan çileklerine göre istatistiksel olarak farklıdır. Bir hafta depolama sonunda, kontrol grubu çileklerinde a değeri hızlı bir düşüş gösterirken, oksijen tutucu kullanılan çileklerdeki değişim daha yavaştır. Depolama süresi sonunda a değeri kontrol grubu için 36,07'den

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

25,68'e, ATCO-100 için 27,23'e ve ATCO-210 için 27,07'ye düşmüştür (Çizelge 4.1.4). Çileklerde a değerindeki düşüşün sebebi antosiyanin pigmentlerinin kaybı veya Maillard ürünlerinin oluşumundan kaynaklanabilmektedir (Aguilo-Aguayo ve ark., 2009). Ayrıca solunum hızındaki artış ve enzimatik reaksiyonlar da renk kalitesinin düşmesinde önemli etkenlerdir (Del-Valle ve ark., 2005). Çilekte O₂ tutucular, solunum hızını yavaşlatarak, antosiyaninlerin parçalanmasını azaltmış ve böylece 'a' değerini kontrol grubuna göre daha iyi korumuşlardır.

Çizelge 4.1.3. Farklı oksijen tutucuların L değeri üzerine etkisi.

Uygulama	Depolama Süresi (Hafta) / L Değeri					GENEL
	0	1	2	3	4	
KONTROL	34,83±1,94	30,98±0,82	29,96±1,22	28,97±1,19	28,68±0,14	30,68±2,51a
ATCO-100	34,83±1,94	33,63±1,94	33,23±0,03	32,75±0,31	32,09±2,11	33,31±1,51b
ATCO-210	34,83±1,94	33,33±1,79	33,06±1,72	31,85±0,13	31,52±0,26	32,92±1,63b
GENEL	34,83±1,94A	32,65±,17AB	32,08±1,90B	31,19±1,85B	30,77±1,89B	

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

Çizelge 4.1.4. Farklı oksijen tutucuların 'a' değerine etkisi.

Uygulama	Depolama Süresi (Hafta) / a Değeri					GENEL
	0	1	2	3	4	
KONTROL	36,07±1,49	32,31±0,33	28,83±0,09	26,02±1,68	25,68±2,12	29,78±4,28a
ATCO-100	36,07±1,49	34,85±1,48	31,83±1,78	28,52±0,09	27,23±1,99	31,70±3,79b
ATCO-210	36,07±1,49	34,55±1,97	31,86±0,38	28,07±0,52	27,07±0,09	31,52±3,79b
GENEL	36,07±1,49A	33,90±1,66A	30,84±1,76B	27,54±1,43C	26,66±1,51C	

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

4.1.6. Bozulma Oranı

Çileğin kısa raf ömürlü olmasında en büyük neden *Botrytis cinerea* olup, büyük ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Zhang ve ark., 2007). Yirmi birinci günde oksijen tutucuların küf gelişimini engellemedeki etkisi önemlidir. Kontrol ambalajlarında % 66'lık bir küf gelişimi gözlenirken, ATCO-100 grubunda % 11, ATCO-210 grubunda ise bu oran % 14'tür. ATCO-100 ve ATCO-210 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sonuçlara göre oksijen tutucular, ambalaj içindeki ve çevreden ambalaj içine giren oksijen miktarını azaltarak küf gelişimini inhibe edebilmektedir.

4.1.7. Tekstür Profil Analizi

Tekstür meyve kalitesini ve raf ömrünü yakından ilgilendiren önemli bir kriterdir (Ali ve ark., 2004). Bununla birlikte tekstür, meyvelerin tüketiciler tarafından kabul veya reddedilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Montero-Calderón ve ark., 2008). Tekstür profil analizi gıdaların tekstürel özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanılan hızlı bir tekniktir (Thrimawithana ve ark., 2010).

Sertlik terimi gıdalarda istenilen deformasyonu vermek için gerekli olan kuvvet şeklinde tanımlanmaktadır (De Huidobro ve ark., 2005). Şekil 4.1.3a dört hafta depolama boyunca çilekteki sertlik değerinin değişimini göstermektedir. Kontrol ve uygulama grupları depolama süresi arttıkça sertlik değerini yitirmektedir. Sertlik değeri bakımından kontrol grubu ile oksijen tutucu uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Depolama süresinin başlangıcı ile ikinci haftaya kadar, ATCO-100 ve ATCO-210 gruplarının sertlik değerleri benzer çıkmıştır ($p>0,05$). Oksijen tutucu kullanılan çilekler kontrol grubuna göre baskıya daha fazla direnç göstermektedir. Depolama sonunda en yüksek sertlik değeri 402 g ile ATCO-100 grubuna aitken, ATCO-210 grubu için bu değer 353 g, kontrol grubu için ise 228 g olarak belirlenmiştir. Depolama süresince en düşük sertlik değeri kontrol grubunda gözlenmiştir. Bu farklılıkların nedeni, oksijen tutucuların ortamdaki oksijeni tutarak solunum hızını yavaşlatması ve böylelikle hücre parçalanması, su kaybı ve nişastanın şekere dönüşümünü engellemesi olarak açıklanabilir (Rao ve Steffe, 1992).

Literatürde, dış yapışkanlık terimi genellikle dış yapışkan ve iç yapışkan terimlerinin kombinasyonu olarak düşünülmektedir (Spaziani ve ark., 2009). Ayrıca bu terim gıdanın

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

yüzey karakteristiği hakkında da bilgi vermektedir (Huang ve ark., 2007). Şekil 4.1.3b depolama süresince dış yapışkanlık değerlerindeki değişimi göstermektedir. Dış yapışkanlık değerindeki artış dört hafta boyunca düşük hızla artmaktadır. ATCO-100 grubunun dış yapışkanlık değeri ATCO-210 grubuna göre daha küçüktür. Üç hafta depolama sonunda kontrol grubu için dış yapışkanlık değeri 5 g.s iken oksijen tutucu grupları için ise bu değer 4 g.s olarak hesaplanmıştır. Kontrol grubu yüksek dış yapışkanlık değerine sahiptir. Dış yapışkanlık bakımından kontrol grubu ile oksijen tutucu uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Kontrol grubunun dış yapışkanlık değerinin yüksek olması, ambalaj içindeki gaz kompozisyonuna bağlı olabilir ve bu gaz kompozisyonu hücre duvarlarının yüksek oranda parçalanması ile sonuçlanmaktadır (Del-Valle ve ark., 2005; Rao ve Steffe, 1992).

Elastikiyet terimi gıdaların elastiki yapısını belirtmekte olup, deformasyon sonrasında eski haline dönme yeteneği olarak tarif edilmektedir (De Huidobro ve ark., 2005). Şekil 4.1.3c'ye bakıldığında elastikiyet değerlerinin depolama süresince azaldığı görülmektedir. Kontrol grubunun elastikiyet değerleri oksijen tutucu kullanılan gruba göre daha düşük seviyededir. Oksijen tutucu kullanılan ATCO-100 uygulamasında elastikiyet değeri 0,63'ten 0,57'e, ATCO-210 grubu için ise 0,55'e düşmekte iken, kontrol grubunda ise 0,51'e hızlı bir düşüş gerçekleşmektedir. Oksijen tutucu uygulamalar sonucunda elde edilen elastikiyet değerleri arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sonuçlara göre, oksijen tutucular hücre duvarı stabilitesini sürdürerek, hücre-hücre yapışmasına katkıda bulunmuştur (Hernández-Muñoz ve ark., 2008).

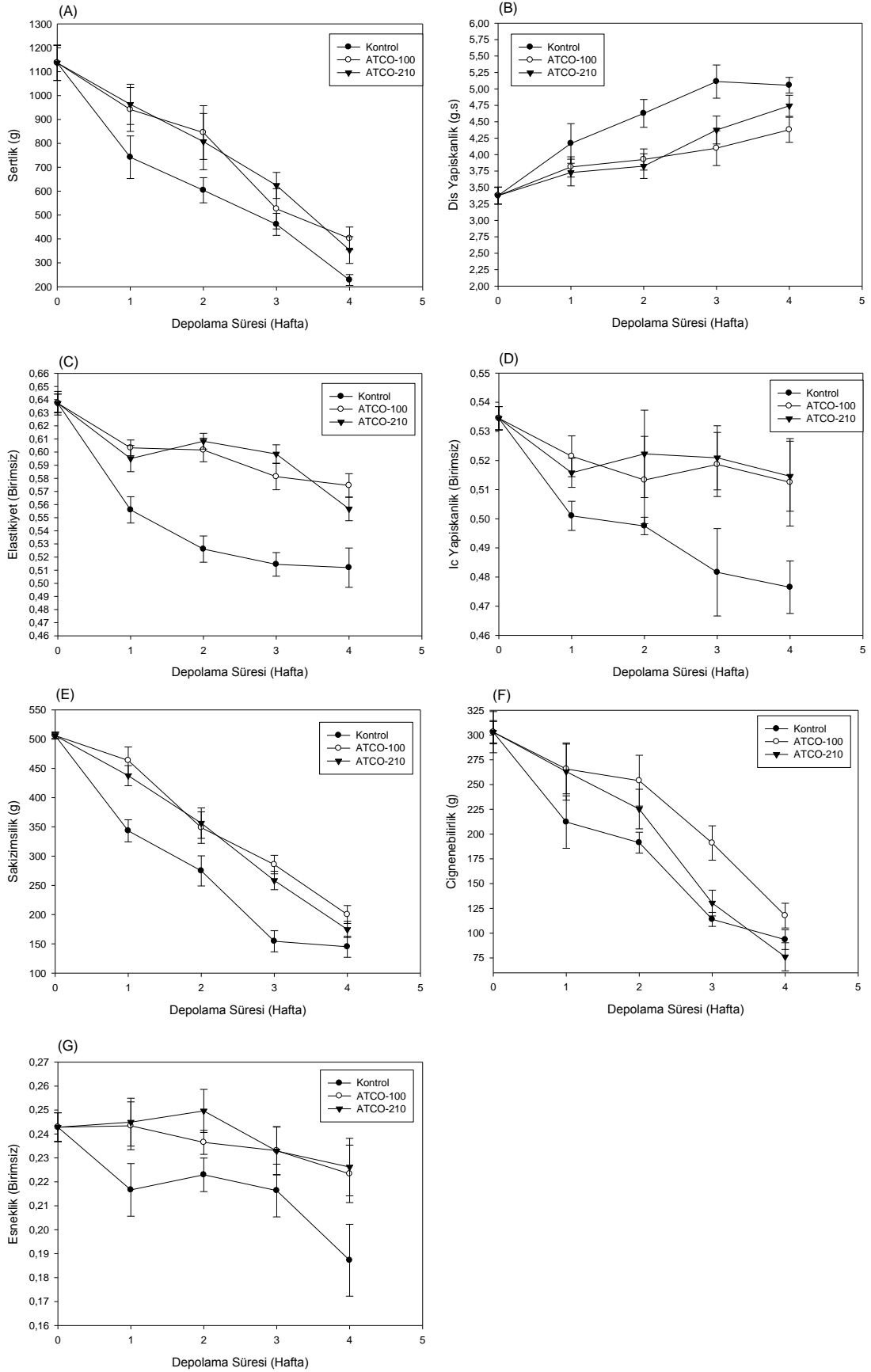
İç yapışkanlık terimi gıdaların iç yapısındaki bağların gücünü ve onların parçalanmasındaki zorluğu göstermektedir (Spaziani ve ark., 2009; Yang ve ark., 2007a; Yang ve ark., 2007b). Şekil 4.1.3d depolama süresince iç yapışkanlık değerindeki değişimi göstermektedir. Şekil incelendiğinde kontrol grubunun iç yapışkanlık değeri keskin biçimde düşmektedir. Bir hafta depolama süresi sonunda oksijen tutucular iç yapışkanlık değerini 0,52 civarında tutmaktadır. Oksijen tutucu uygulamaları sonucunda elde edilen iç yapışkanlık değerleri birbirleri arasında önemsizken, kontrol grubu ile aralarındaki fark önemlidir. İç yapışkanlık değeri depolama sonunda ATCO-100 grubunda 0,53'ten 0,512'ye, ATCO-210 grubunda ise 0,514'e düşerken, kontrol grubunda bu değer 0,47'dir. Kontrol grubundaki iç yapışkanlık değerlerindeki düşüş, hücre-hücre bağlarının parçalanması ve hücrelerde meydana gelen hasarlardan kaynaklanmaktadır (Harker ve ark., 2000)

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

Sakızımsılık terimi gıdanın yutulması için gerekli kuvvet olarak ifade edilmektedir. Şekil 4.1.3e sakızımsılık değerinde depolama süresince meydana gelen azalmayı göstermektedir. Kontrol grubu çilekleri, oksijen tutucu çileklerine göre daha az sakızımsılık değerine sahip olup, bu fark istatistiksel olarak önemlidir. Oksijen tutucu uygulamaları sonucunda elde edilen sakızımsılık değerleri arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemsizdir. Bu farklılıkların sebebi, oksijen tutucuların solunumu azaltarak; hücre turgor basıncının azalmasını önlemesi ve ekstraselüler ve vasküler havadaki kayıpları azaltmasından kaynaklanabilmektedir (Del-Valle ve ark., 2005).

Çiğnenebilirlik değeri bir gıdanın çiğnenmesi için gerekli kuvveti tanımlamaktadır (Huang ve ark., 2007). Tüm gruplarda çiğnenebilirlik değeri depolama süresi arttıkça azalmaktadır (Şekil 4.1.3f). Birinci haftanın sonuna kadar, oksijen tutucu uygulamaları sonucunda elde edilen çiğnenebilirlik değerinde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Üçüncü haftanın sonunda kontrol grubu ile ATCO-100 grubu için elde edilen çiğnenebilirlik değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Depolama süresince, ATCO-100 grubunun çiğnenebilirlik değeri, ATCO-210 grubuna göre daha yüksektir. Kontrol grubunun düşük çiğnenebilirlik değeri; orta lamelin parçalanması ve pektin bileşenlerinin depolimerizasyonundan kaynaklanabilmektedir (Vicente ve ark., 2007).

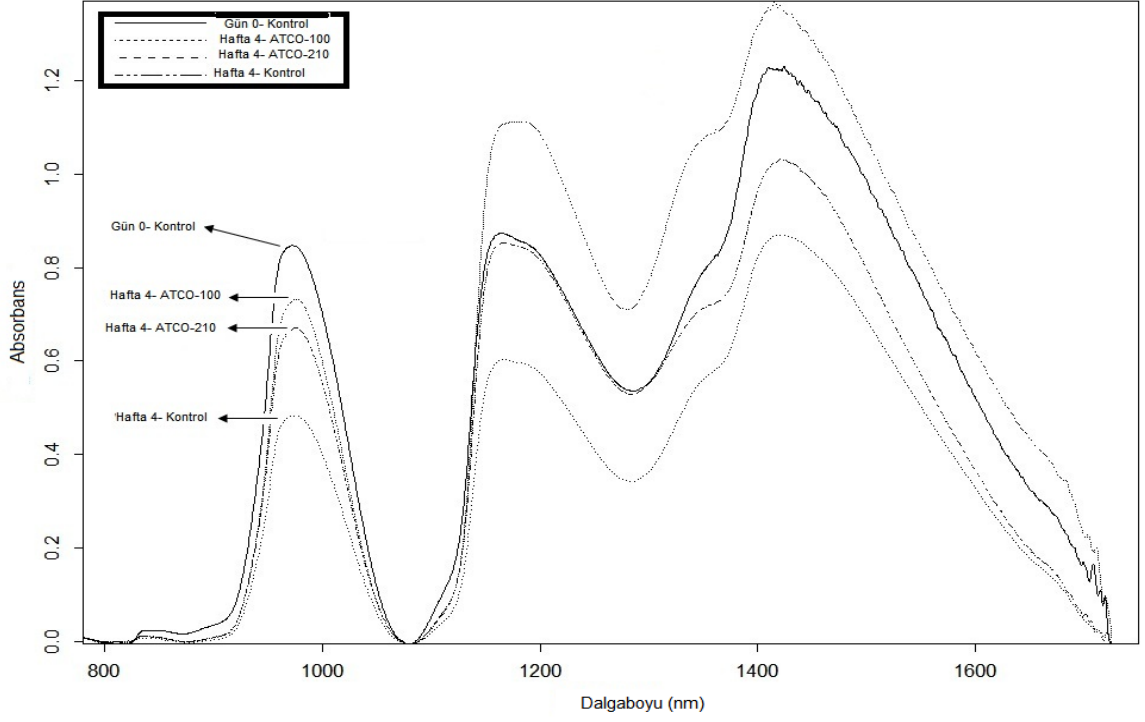
Esneklik gıdanın üzerindeki kuvvet çekildikten sonra gıdanın tekrar eski hale dönebilme kapasitesini tarif etmektedir. Şekil 4.1.3g dört hafta depolama süresince esneklik değerlerindeki değişimi göstermektedir. Elde edilen esneklik değerleri bakımından ATCO-100 ve ATCO-210 uygulamaları arasında istatistiksel fark bulunmamıştır. Fakat kontrol grubunun esneklik değeri, oksijen tutucu kullanılanlara göre istatistiksel olarak farklı tespit edilmiştir. Esneklik değeri kontrol grubu için depolamanın başlangıcındaki esneklik değeri olan 0,24'ten 0,18'e, ATCO-100 için 0,223'e ve ATCO-210 için ise 0,226'ya düşmektedir. Bu farklılıkların sebebi; oksijen tutucuların solunumu yavaşlatarak, hücre duvarı polisakaritlerini substrat olarak kullanan enzimlerin hızını yavaşlatmasıdır (Toivonen ve Brummell, 2008).



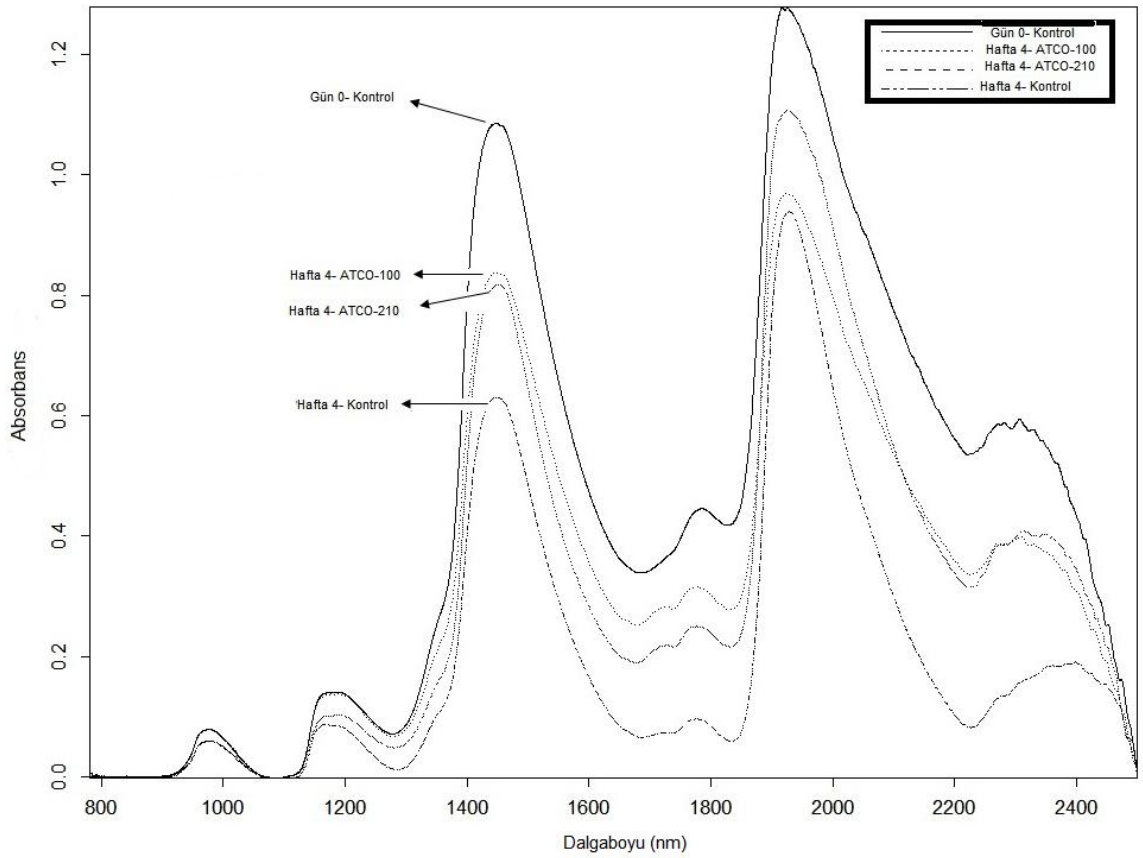
Şekil 4.1.3. Farklı oksijen tutucuların tekstür profil parametreleri üzerine etkisi

4.1.8. FT-NIR Spektrasi

FT-NIR yöntemi gıdalardaki fonksiyonel grupların (-OH,-CH,-NH,-SH) belirlenmesinde kullanılan hasarsız metotlardan birisidir (Luck ve ark., 2010). NIR absorpsiyon spektrumu kullanılarak gıda bileşenlerindeki değişimler izlenebilmektedir (Wedding ve ark., 2011). Kontrol ve uygulama örneklerine ait çileklerin depolama başında ve sonundaki spektraları şekil 4.1.4 ve 4.1.5'te gösterilmiştir. Spektralarda 760, 970, 1170 ve 1450 nm'de su pikleri gözlenmektedir (Bobelyn ve ark., 2010). Şekil 1.4.4'teki verilere göre, kontrol 0, 1450 nm'de beklenileceği üzere en yüksek absorbansa sahiptir. Dört hafta depolama sonunda ise, 1450 nm'deki su piklerinde azalma tespit edilmiştir. En büyük azalma ise kontrol grubunda tespit edilmiştir. Bu azalma, kontrol grubundaki yüksek su kaybından kaynaklanmaktadır. Oksijen tutucular ise solunumu yavaşlatarak, metabolik aktiviteyi azaltmış ve hücre parçalanmasını önleyerek su kaybını engellemiştir (Del-Valle ve ark., 2005). Spektroda 980 nm ise karbonhidrat bandını vermektedir (Bobelyn ve ark., 2010). Şekil 4.1.5'te görüleceği üzere depolamanın başlangıcında 980 nm'de en yüksek pik elde edilirken, depolama süresinin artmasıyla birlikte bu nm'de pik boyu azalmaktadır. En yüksek azalma ise yine kontrol grubunda gözlenmiştir. Yüksek solunum aktivitesi sonucunda, kontrol çileklerinde pektinin çözünürlüğü artmış ve bunun neticesinde daha fazla pektin parçalanarak karbonhidrat miktarı azalmıştır (Castro ve ark., 2003). Diğer bir açıklama ise farklı enzimlerin (endoglukanaz, ksiloglukan, ksilanaz) yüksek aktivitesinden dolayı hücre duvarının depolimerizasyonu şeklinde sunulabilir (Martínez ve Civello, 2008).



Şekil 4.1.4. Farklı oksijen tutucuların FT-NIR iletim spektrası üzerine etkisi

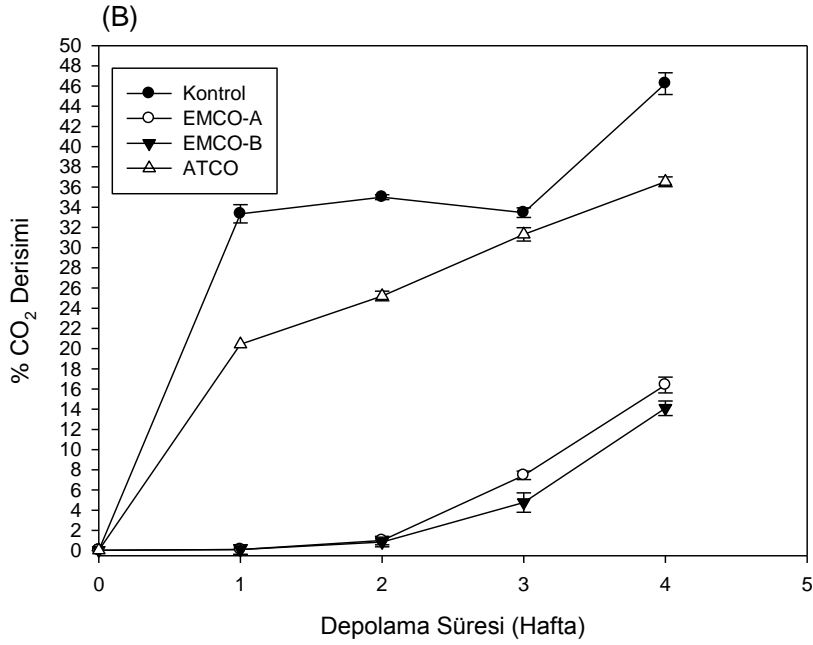
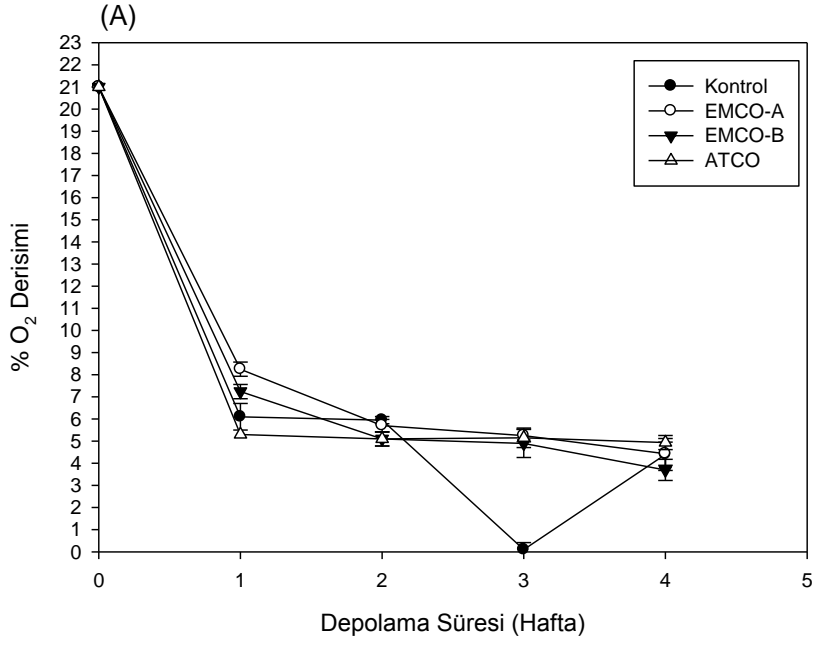


Şekil 4.1.5. Farklı oksijen tutucuların FT-NIR yansıma spektrası üzerine etkisi

4.2. Çileklerin Tazeliğinin Korunmasında Aktif Ambalajlama

4.2.1. Ambalaj İçi Gaz Kompozisyonu

Şekil 4.2.1’de farklı tutucularla ambalajlanan çileklerin gaz kompozisyonları verilmiştir. Görüldüğü üzere, kontrol ve ATCO grubunda karbondioksit seviyesi hızla artmaktadır. EMCO tutucuların kullanıldığı çileklerde ise en düşük karbondioksit üretimi gözlenmiştir. İki farklı karbondioksit tutucu örneklerinde ölçülen karbondioksit konsantrasyonları bakımından önemli bir fark bulunmamıştır. EMCO tutucu kullanılan gruplarda karbondioksit konsantrasyonu dördüncü haftaya kadar % 7 civarında gözlemlenmiştir. Depolama süresi sonunda kontrol grubu için ölçüm yapılan örneklerde karbondioksit seviyesi % 46’dan daha yüksektir. Ambalaj içerisinde oluşan karbondioksit miktarı çileklerin solunum hızına göre değişmektedir. Sonuçlar EMCO tutucuların çileklerin solunumu sonucu oluşturduğu karbondioksiti daha iyi tuttuğunu göstermektedir. Grupların oksijen konsantrasyonlarına bakıldığında ise birinci ve ikinci haftalar arasında oksijen miktarı % 5-8 arasında değişmiştir. Üçüncü haftadan sonra oksijen konsantrasyonu kontrol grubunda % 0,1 seviyesine gerilemiş ve bunun neticesinde de anaerobik solunum başlamıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde, oksijen ve karbondioksit tutucuların çileklerde solunumu yavaşlatmakta ve denge modifiye atmosfer koşullarının oluşmasına yardımcı olmaktadır.



Şekil 4.2.1. Farklı karbondioksit ve oksijen tutucuların ambalaj içi gaz kompozisyonuna etkisi A) O₂ ve B) CO₂

4.2.2. pH

Çileklerden elde edilen pH değerleri Tablo 4.2.1’de verilmiştir. Başlangıçta 3,63 olan pH değeri depolama süresince tüm gruplarda artmıştır. Karbondioksit ve oksijen tutucu kullanılan çileklerin pH değerleri kontrol grubuna göre istatistiksel olarak düşük

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

bulunmuştur. pH değerinin en az etki gösterdiği tutucu EMCO-A'dır. Diğer tutucular ise pH değerindeki değişimleri minimuma indirmişlerdir. Uygulamaların tümü değerlendirildiğinde, en iyi sonucu EMCO-B grubu göstermiştir. Bunun sebebi, EMCO-B'nin oluşan karbondioksiti daha fazla emmesi ve böylece hücrelerde CO₂ çözünmesi sonucu oluşan (Bikarbonat) HCO₃⁻ alımını engellemesidir. Bununla birlikte yüksek karbondioksit konsantrasyonları diğer gruplarda organik asit metabolizmasının farklılaşması ve tampon özelliğinin değişmesi ile birlikte pH değerlerinde daha fazla değişime neden olmuştur (Holcroft ve Kader, 1999). Şekil 4.2.1 ve çizelge 4.2.1'de verilen değerlerden de görüleceği üzere, pH artışı ambalaj içerisindeki karbondioksit konsantrasyonunun artışıyla paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.2.1. Farklı karbondioksit ve oksijen tutucuların pH üzerine etkisi.

Uygulama	Depolama Süresi (Hafta) / pH Değeri					GENEL
	0	1	2	3	4	
KONTROL	3,63±0,07Aa	3,67±0,06ABa	3,71±0,05ABa	3,80±0,01ABa	3,83±0,01Ba	3,73±0,04a
EMCO-A	3,63±0,07Aa	3,66±0,01Aa	3,67±0,07Aa	3,76±0,06Aa	3,77±0,02Aa	3,70±0,06ab
EMCO-B	3,63±0,07Aa	3,64±0,01Aa	3,64±0,03Aa	3,69±0,07Aa	3,70±0,07Aa	3,66±0,06c
ATCO	3,63±0,07Aa	3,65±0,01Aa	3,67±0,03Aa	3,72±0,01Aa	3,78±0,04Aa	3,69±0,05bc
GENEL	3,63±0,07C	3,65±0,02BC	3,67±0,04B	3,74±0,03A	3,77±0,05A	

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

4.2.3. Suda Çözünür Kuru Madde

Suda çözünür kuru madde meyve kalitesinin belirlenmesinde ve tüketici kabul edilebilirliğinin değerlendirilmesinde önem arz eden bir parametredir. Glikoz, fruktoz ve sükroz toplam şeker içeriğinin % 99'unu meydana getirmekte ve suda çözünür kuru madde bileşenleri olarak yer almaktadır (Kafkas ve ark., 2007). Çalışmamızda, depolama süresi boyunca her bir gruptaki suda çözünür kuru madde değişiklikleri çizelge 4.2.2'de yer almaktadır. Depolama başlangıcında 10,34 olan briks, karbondioksit ve oksijen tutucu kullanılan uygulamalarda 8,35-7,7 seviyesine düşerken, kontrol grubunda ise bu değer 6,94

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

olarak tespit edilmiştir. Depolama boyunca suda çözünür kuru madde içeriği tüm gruplarda azalmıştır. Kontrol ve ATCO tutucu kullanılan çilekler diğer uygulamalara nazaran daha düşük briks içeriğine sahiptir. Üçüncü haftadan itibaren kontrol grubunun briks içeriği hızla azalmaktadır. Depolama sonunda oksijen ve karbondioksit tutucu kullanılan çileklerin briks içeriği, kontrol grubu çileklerinin üçüncü haftasındaki değer olan 7,63'den bile daha yüksek bulunmuştur. Kontrol ve ATCO gruplarının suda çözünür kuru madde içeriği depolama sonunda benzer çıkmıştır. EMCO gruplarının briks içeriği stabil olup, çilekte suda çözünür kuru madde miktarını korumada etkilidir. Çünkü EMCO grupları ambalaj içindeki fazla karbondioksiti tutmakta ve karbondioksitin tetiklediği hidroliz ve glikoliz reaksiyonlarını engelleyerek şeker tüketimini azaltmaktadır (Bodelon ve ark., 2010).

Çizelge 4.2.2. Farklı karbondioksit ve oksijen tutucuların suda çözünür kuru madde üzerine etkisi.

Uygulama	Depolama Süresi (Hafta) / Suda Çözünür Kuru Madde Değeri (%)					GENEL
	0	1	2	3	4	
KONTROL	10,34±0,59 Aa	9,00±0,05 Aa	8,71±0,32 Aa	7,63±0,08 Aa	6,94±0,03 Aa	8,52±0,07a
EMCO-A	10,34±0,59Aa	9,24±0,27 Aa	8,96±0,47 Aa	8,38±0,01 Aa	8,35±0,33 Aa	9,06±0,25bc
EMCO-B	10,34±0,59Aa	9,61±0,02 Aa	9,39±0,50 Aa	8,77±0,37 Aa	8,77±0,40 Aa	9,38±0,46b
ATCO	10,34±0,59Aa	8,77±0,12 Aa	8,87±0,21 Aa	8,10±0,06 Aa	7,77±0,05 Aa	8,77±0,20ac
GENEL	10,34±0,59A	9,16±0,15B	8,98±0,45B	8,22±0,11C	7,96±0,35C	

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

4.2.4. Elektrik İletkenliği

Elektrik iletkenliği meyve ve sebzelerin hücresel membranında meydana gelen zararların belirlenmesinde önemli bir parametredir (Fan ve Sokorai, 2005). Elektriksel iletkenliğin tüm gruplarda depolama boyunca arttığı görülmüştür (Çizelge 4.2.3). İlk iki hafta, elektriksel iletkenlik değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık gözlenmemiştir. Üçüncü haftadan sonra, gruplar arasında farklar istatistiksel

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

olarak önem kazanmıştır. Elektriksel iletkenliğin artması; hücrenin membran bütünlüğünü yitirdiğinin bir göstergesidir (Ferguson, 1984). Elektriksel iletkenlik diğer uygulamalarla karşılaştırıldığında EMCO gruplarında en düşük seviyededir. Yüksek karbondioksit ve su kaybı hücrenin membran yapısının ve bileşiminin bozulmasında önemli etmenlerdir (Mazliak, 1987). Kontrol grubu depolama sonunda en yüksek elektriksel iletkenlik değerine sahiptir ki, bu da yüksek solunum oranı yüzünden doku permeabilitesinin artması ile ilişkilendirilmektedir (Chen ve Paull, 2001).

Çizelge 4.2.3. Farklı karbondioksit ve oksijen tutucuların elektrik iletkenliğine etkisi.

Uygulama	Depolama Süresi (Hafta) / Elektrik İletkenliği ($\mu\text{S/cm}$)				
	0	1	2	3	4
KONTROL	1,39 \pm 0,01Aa	1,54 \pm 0,02Ba	1,65 \pm 0,01Ca	1,60 \pm 0,02BCa	1,76 \pm 0,05Da
EMCO-A	1,39 \pm 0,01Aa	1,53 \pm 0,05Ba	1,64 \pm 0,03Ca	1,48 \pm 0,08ABbc	1,70 \pm 0,02Cab
EMCO-B	1,39 \pm 0,01Aa	1,53 \pm 0,02Ba	1,64 \pm 0,01CDa	1,46 \pm 0,01ABbc	1,66 \pm 0,05Dbc
ATCO	1,39 \pm 0,01Aa	1,52 \pm 0,02Ba	1,66 \pm 0,04Ca	1,55 \pm 0,01Bac	1,71 \pm 0,02Cac

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır ($p < 0.05$).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır ($p < 0.05$).

4.2.5. Renk

Tüketici açısından taze meyve ve sebzelerde satın almayı etkileyen en önemli faktör renktir. Renk çileklerde L ve a parametrelerinden yararlanılarak değerlendirilmektedir. Depolama boyunca çileklerde meydana gelen renk farklılıkları Tablo 4.2.4 ve 4.2.5’de gösterilmektedir. L değeri örneğin parlaklığını gösterirken, a değeri ise kırmızı renk yoğunluğuna işaret etmektedir. Depolama başlangıcında tüm örnekler 34,64 a değerine ve 37,16 L değerine sahiptir. Deneysel uygulamalarda kullanılan oksijen ve karbondioksit tutucular çileklerin renk değerlerinin korunmasına önemli olarak etki etmişlerdir. Depolama boyunca L ve a değerlerinde azalma saptanmıştır. Meyveler depolama süresi ilerledikçe parlaklığını kaybetmektedir. L değerindeki azalma ATCO grubunda, diğer uygulama ve kontrol grubuna göre daha az seviyededir. Bunun sebebi ise ATCO

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

grubunun; oksijen varlığını azaltarak çilek yüzeyinde meydana gelen oksidatif esmerleşme reaksiyonlarını engellemesidir (Nunes ve ark., 2005).

Antosiyaninler, çileklere kırmızı rengi veren en önemli bileşenlerdendir (Bodelon ve ark., 2010). Tablo 4.2.5’de görüleceği üzere a değerinde en büyük kayıp kontrol grubunda görülmektedir. Depolama sonunda da kontrol grubu en düşük a değerine sahiptir. Bu muhtemelen solunum hızının ve enzimatik reaksiyonların artarak, antosiyaninlerin parçalanmasını hızlandırmasındandır (Del-Valle ve ark., 2005). Uygulamalar arasında istatistiksel olarak farklılık görülmesi de, ATCO grubundaki çileklerin a değeri diğer uygulamalara göre daha büyüktür. Sonuç olarak çileklerde renk değerlerinin muhafazasında uygulamalar etkili bulunmuştur.

Çizelge 4.2.4. Farklı karbondioksit ve oksijen tutucuların L değeri üzerine etkisi.

Uygulama	Depolama Süresi (Hafta) / L Değeri					GENEL
	0	1	2	3	4	
KONTROL	37,16±0,07Aa	32,46±1,14Ba	30,90±0,61BCa	29,03±0,05Ca	28,29±0,36Ca	31,57±0,52a
EMCO-A	37,16±0,07Aa	33,43±1,28Ba	32,58±1,19Ba	30,86±0,39Bab	30,53±0,58Bab	32,91±0,96b
EMCO-B	37,16±0,07Aa	33,14±0,13Ba	32,83±0,67Ba	30,77±0,08Ba	30,26±0,47Bab	32,83±0,63b
ATCO	37,16±0,07Aa	34,41±1,62ABa	33,10±0,74Ba	32,45±0,43Bb	32,07±1,99Bb	33,84±1,01b
GENEL	37,16±0,07A	33,36±0,87B	32,35±0,76B	30,78±0,23C	30,28±0,63C	

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

Çizelge 4.2.5. Farklı karbondioksit ve oksijen tutucuların a değeri üzerine etkisi.

Uygulama	Depolama Süresi (Hafta) / a Değeri					GENEL
	0	1	2	3	4	
KONTROL	34,64±0,25Aa	33,35±0,97Aa	32,48±1,37ACa	29,67±0,86BCa	28,20±0,84Ba	31,67±0,63a
EMCO-A	34,64±0,25Aa	33,61±0,39ACa	33,68±0,23ABa	32,65±1,40ABab	31,02±1,84BCab	33,12±0,93b
EMCO-B	34,64±0,25Aa	33,79±1,32Aa	33,63±1,42Aa	32,34±0,17Aab	32,09±0,03Ab	33,30±0,72b
ATCO	34,64±0,19Aa	34,06±0,28Aa	34,34±0,53Aa	33,97±0,59Ab	32,67±0,10Ab	33,94±0,56b
GENEL	34,64±0,25A	33,70±0,75A	33,53±0,55A	32,16±0,83B	31,00±0,49B	

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

4.2.6. Duyusal Kalite

Duyusal kalite gıdanın özellikleriyle ilgili olup, tüketici tarafından nasıl algılandığını göstermektedir (Costell, 2002). Depolama süresi arttıkça, çileklerde bozulma reaksiyonları başlamakta, küflenme ve renk kayıpları meydana gelmektedir (Ares ve ark., 2009). Tablo 4.2.6 duyusal değerlere aittir. Çalışmamızda panelistler kontrol grubunda istenmeyen aroma tespit etmişler ve bu yüzden en düşük puanları vermişlerdir. Bunun sebebi ise kontrol ambalajı içerisindeki düşük oksijen ve yüksek karbondioksit seviyesidir. Genel görünüş ve renk değerleri bakımında, uygulama grupları arasında fark bulunmazken, kontrol grubunda bu değerler çok daha olumsuz çıkmıştır. Görünüş ve renk değerleri enstrümantal olarak tespit edilen a ve L değerlerine benzerlik göstermektedir. Genel kabul edilebilirlik bakımından ise kontrol grubu farklıdır. Çünkü genel kabul edilebilirlik, değerlendirilen tüm özelliklerin genel bir ortalaması olup, kontrol grubu bu özelliklerde en düşük beğeni puanları almıştır

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

Çizelge 4.2.6. Farklı karbondioksit ve oksijen tutucuların duyusal skorlar üzerine etkisi.

DUYUSAL DEĞERLENDİRME SKORLARI					
UYGULAMA	GÖRÜNÜŞ	RENK	AROMA	TEKSTÜR	GENEL
KONTROL	5,00±1,00a	5,60±1,25a	6,77±1,76a	6,66±0,55a	6,66±0,75b
EMCO-A	6,83±0,86b	6,94±0,63b	7,27±1,56b	7,44±1,30b	7,11±0,22ab
EMCO-B	6,77±0,66b	6,98±0,60b	7,33±1,00b	7,27±1,06b	7,27±0,50a
ATCO	6,66±0,55b	7,11±0,74b	7,37±0,35b	7,55±1,23b	7,44±0,39a

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

4.2.7. Tekstür Profil Analizi

Analiz sonucunda elde edilen TPA değerleri Şekil 4.2.2’de gösterilmiştir. Depolama boyunca sertlik, esneklik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik parametreleri azalma gösterirken yapışkanlık değeri artış göstermektedir. Sertlik değeri bakımından kontrol grubu en düşük değerlere sahiptir. Sertlik değeri başlangıçta 918 g iken depolama sonunda kontrol için 250 g, EMCO-A için 435 g, EMCO-B için 591 g ve ATCO grubu için ise 504 g değerine düşmüştür (Şekil 4.2.2a). Depolama boyunca sertlikte en büyük azalma kontrol grubunda gözlenmiştir. EMCO-B grubundaki çilekler ise en yüksek sertlik değerine sahip olup, ısırılmada kullanılması gereken kuvvet en fazladır. Meyve ve sebzelerde sertlik; hücre membranının zarar görmesi, nişastanın şekere hidrolizi gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Agravante ve ark., 1990; Rao ve Steffe, 1992). Uygulamalarda görülen yüksek sertlik değerleri, ambalaj içindeki gaz kompozisyonunun dengeli olması ve böylelikle solunum hızının azalmasıyla ilgilidir.

Dış yapışkanlık değeri 2,40 değerinden kontrol için 5,07, EMCO-A için 4,11, EMCO-B için 3,35 ve ATCO için 3,63 değerine yükselmiştir (Şekil 4.2.2b). Kontrol grubu en yüksek dış yapışkanlık değerine sahip olup, bunun hücre duvarı bileşenlerinin depolimerizasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir (Yang ve ark., 2007b).

Elastikiyet değeri, deformasyona uğrayan gıdanın tekrardan ilk konumuna gelme oranı olarak ifade edilmekte olup (Szczeniak ve ark., 1963) uygulama gruplarında yüksek değerler almaktadır (Şekil 4.2.2c). Elastikiyet değeri 0,61 değerinden kontrol için 0,48,

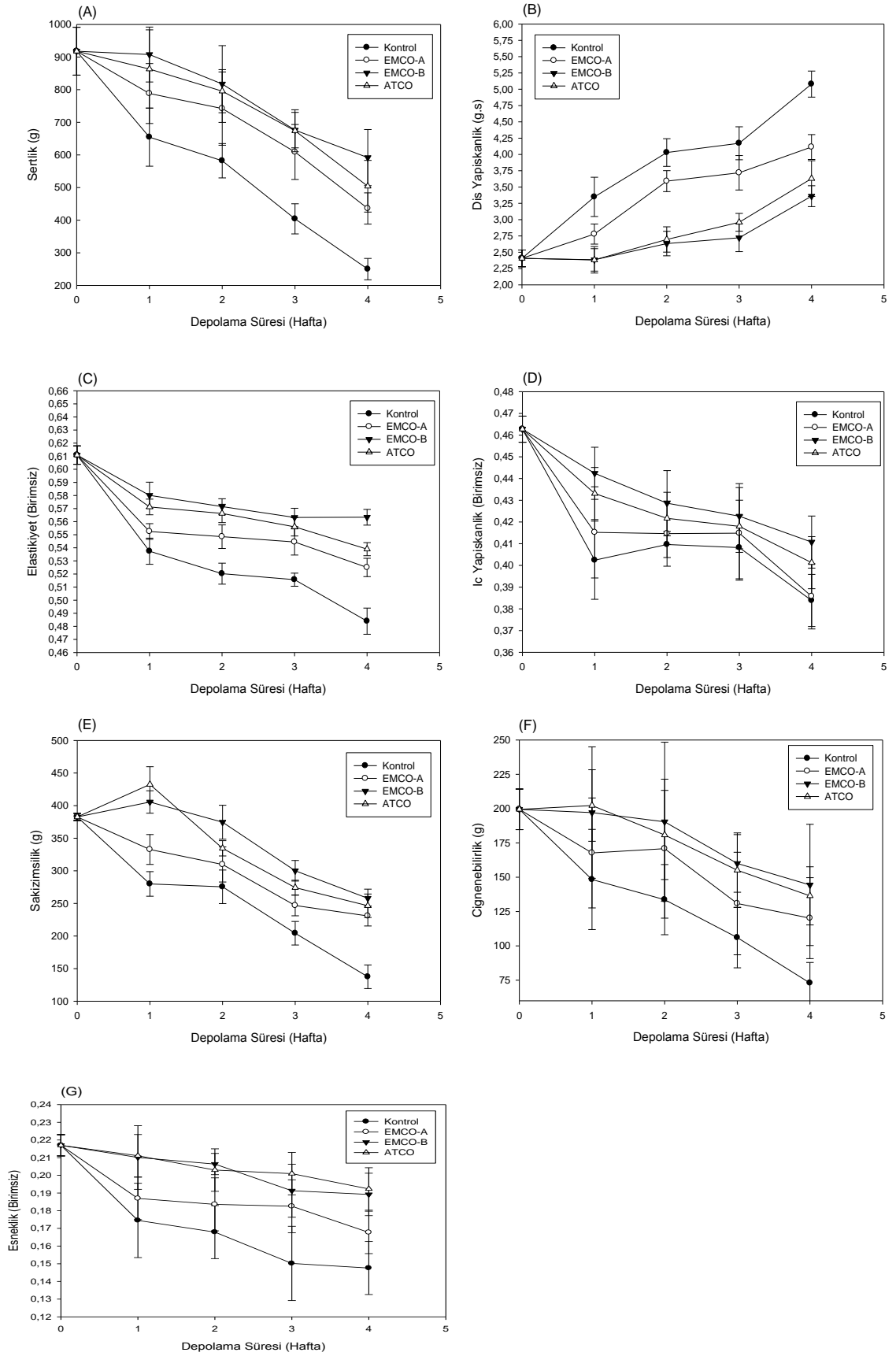
BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

EMCO-A için 0,52, EMCO-B için 0,56 ve ATCO için 0,53 değerine düşmüştür. Kontrol grubundaki çilekler, uygulamalara ait olan çilekler kadar kuvvet uygulandıktan sonra eski hallerine dönememektedir.

İç yapışkanlık değeri, meyvedeki içsel bağların gücünü ifade eden bir terimdir (Kajuna ve ark., 1997). EMCO-B grubu 0,41 değeriyle, depolama sonunda en yüksek değere sahiptir. İç yapışkanlık değeri kontrol grubunda 0,46 dan 0,38'e, EMCO-A grubunda 0,39'a, EMCO-B grubunda 0,41'e, ATCO grubunda ise 0,40'a düşmüştür (Şekil 4.2.2d). Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında uygulama gruplarının hücre içi değişiklikleri engellediği tahmin edilmektedir.

Sakızımsılık değeri, tüm gruplarda depolama boyunca azalma göstermektedir. Sakızımsılık değeri 382 g değerinden, kontrol için 137 g, EMCO-A için 230 g, EMCO-B için 257 g ve ATCO için 246 g değerine düşmüştür (Şekil 4.2.2e). Nişastanın şekere hidrolizi osmotik basınçta artışa neden olurken, turgor basıncında azalmaya neden olmakta ve bu da sakızımsılık değerlerinin düşmesine sebep olmaktadır (Kajuna ve ark., 1997).

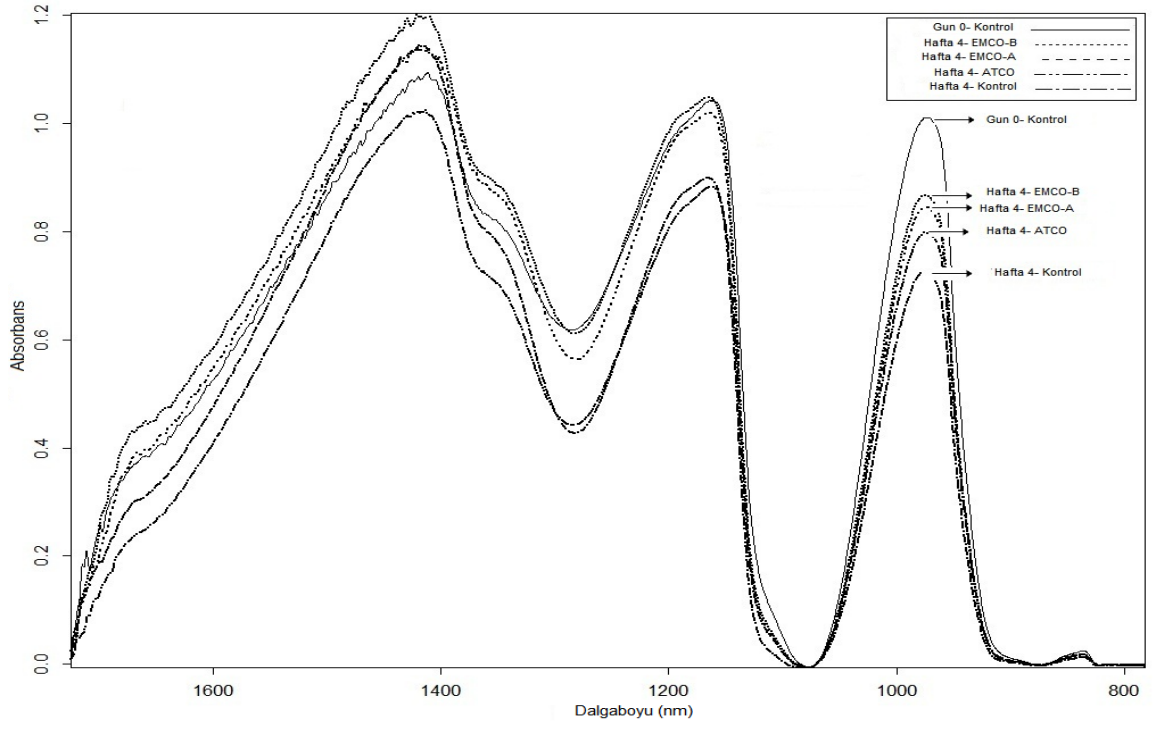
Çiğnenebilirlik değeri gıdanın çiğnenmeye karşı gösterdiği direnci ifade etmekte olup, uygulama gruplarında daha yüksek değerler elde edilmiştir. Depolama sonunda çiğnenebilirlik değeri, kontrol için 72 g, EMCO-A için 120 g, EMCO-B için 144 g ve ATCO için 136 g'dır (Şekil 4.2.2f). Kontrol grubunun düşük değerler göstermesinin nedeni birincil hücre duvarı ve orta lamelin parçalanmasındandır (Yang ve ark., 2007b).



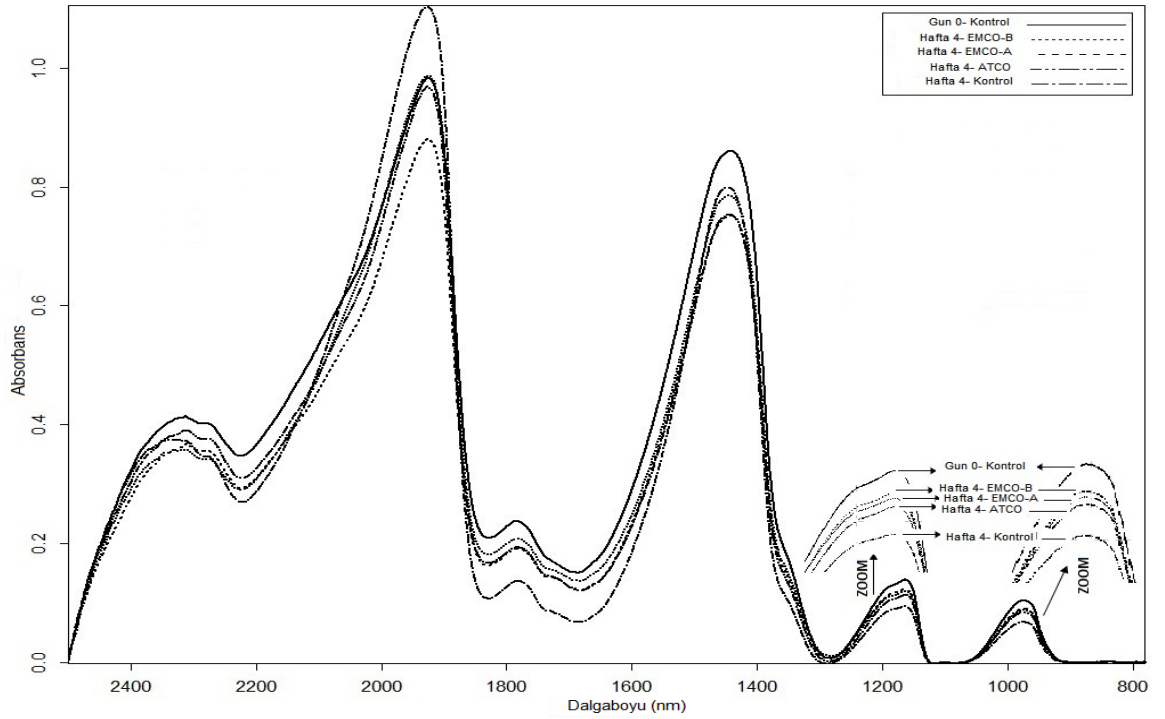
Şekil 4.2.2. Farklı karbondioksit ve oksijen tutucuların tekstür profil parametrelerine etkisi

4.2.8. FT-NIR Spektrasi

Yakın kızıl ötesi spektroskopisi yapısal özelliklerin belirlenmesinde rahatlıkla kullanılabilir çünkü meyvenin içinden geçen veya yansıyan radyasyon meyvenin sahip olduğu şeker, asit ve nem içeriğiyle yakından ilişkilidir (Louw ve Theron, 2010). Bu teknik, ürüne zarar vermeyen bir yöntem olup, meyve ve sebzelerin kalitesinin tahmininde başarıyla kullanılabilir. Kontrol ve uygulama çileklerine ait spektra şekil 4.2.3’de verilmiştir. FT-NIR spektrumunda 760, 970 ve 1450 nm’lerde su bandları görünmektedir (Nicolai ve ark., 2007). 980 nm’de ise karbonhidrat bandı yer almaktadır (Bobelyn ve ark., 2010). Şekil 4.2.3’de görüleceği üzere kontrol 0, en yüksek absorban pikine 980 nm’de sahiptir. Depolama süresi arttıkça ise kontrol grubunun piki en düşük seviyeye inmiştir. Karbonhidrat pikleri, hücre duvarının gücüne ve dolaylı olarak da sertliğe ilişkin bilgiler vermektedir. Bu hücre duvarı bileşenleri depolama boyunca enzimatik parçalanmaya uğramaktadır. Depolama sonunda kontrol grubu 980 nm’de en düşük pike sahip olup, uygulama gruplarının pik boyları ise bundan büyüktür ve bu da uygulama gruplarının karbonhidrat reaksiyonlarını daha iyi düzenlediğini göstermektedir. 1170 nm’de görülen pik ise su olup, depolama başlangıcında bu pik en yüksek seviyededir. Depolama sonunda ise kontrol grubu diğer gruplara nazaran daha düşük piklere sahiptir. Bu sonucun nedeni kontrol grubunun daha fazla su kaybına uğramasıdır.



Şekil 4.2.3. Farklı karbondioksit ve oksijen tutucuların FT-NIR iletim spektrası üzerine etkisi

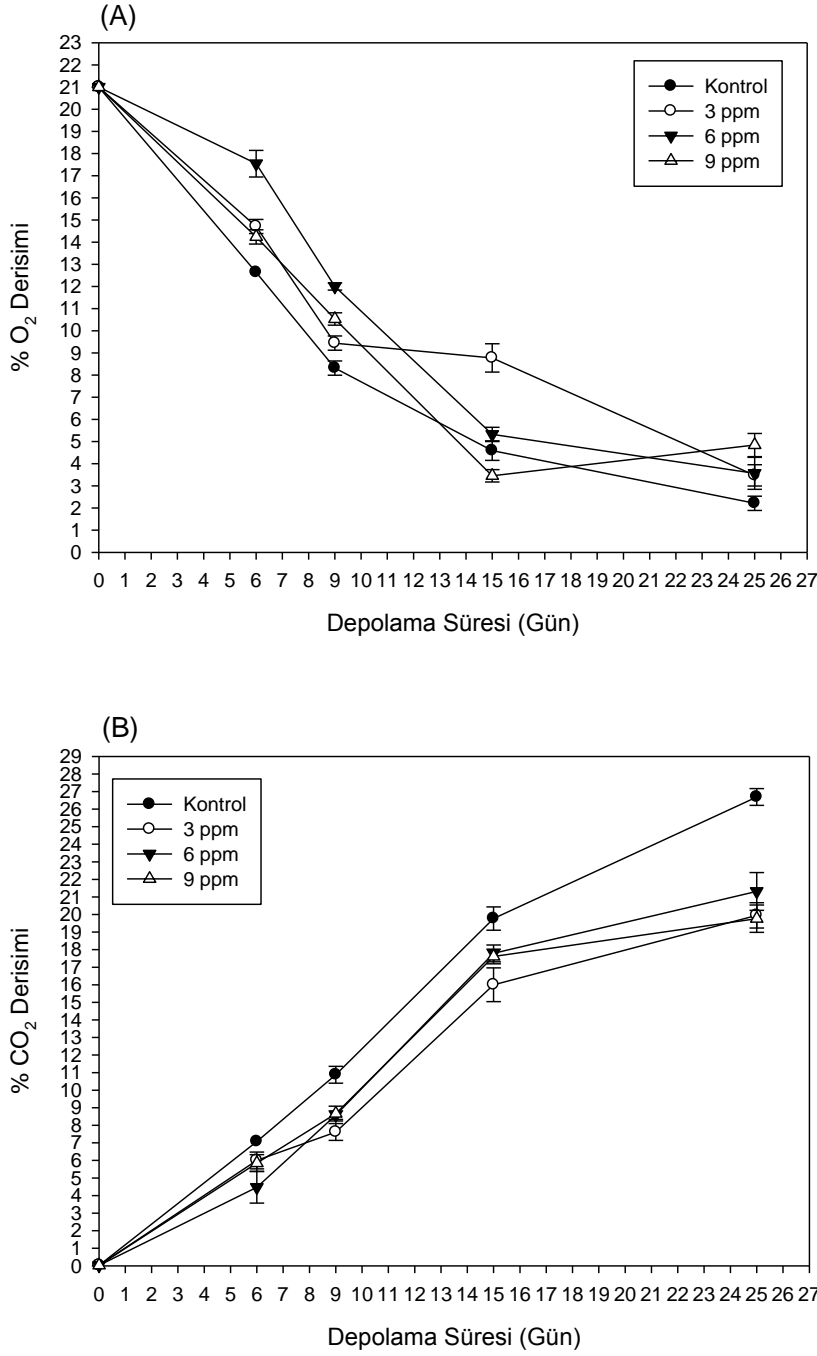


Şekil 4.2.4. Farklı karbondioksit ve oksijen tutucuların FT-NIR yansımaya spektrası üzerine etkisi

4.3. Çileklerin Kalitesinin Korunmasında Sıvı Klordioksit ve Denge Modifiye Atmosfer Uygulamalarının Etkinliği

4.3.1. Ambalaj İçi Gaz Kompozisyonu

EMAP uygulamasının başarılı olmasındaki en büyük etken ambalaj içindeki gaz konsantrasyonudur. Ambalaj içindeki gaz konsantrasyonu Şekil 4.3.1a ve 4.3.1b’de gösterilmiştir. Bütün gruplar depolama süresince benzer davranış göstermiş, oksijen seviyesi azalırken karbondioksit seviyesi ise artmıştır. Depolama sonunda karbondioksit konsantrasyonu % 25 civarındadır. Kontrol grubu en düşük oksijen ve en yüksek karbondioksit değerlerine sahiptir. Bu sonuçlar Klaiber ve ark. (2005)’nin havuçlar üzerinde 200 ppm klordioksit uygulamasıyla elde ettiği verilere benzerlik göstermektedir. Klordioksit uygulanan havuçlar en düşük solunum hızına sahip olup, ambalajdaki oksijen oranı yüksek, karbondioksit oranı ise düşüktür. EMAP ve klordioksit uygulamalarının ambalaj içindeki gaz konsantrasyonunu etkilediği ve oksijen, karbondioksit konsantrasyonunu istenen seviyede tuttuğu gözlenmiştir. Ayrıca bu uygulamaların çileklerde solunum hızını azaltarak anaerobik solunumun önüne geçtiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.3.1. Farklı dozlarda klordioksit uygulamalarının ambalaj içi gaz kompozisyonuna etkisi A) O₂ ve B) CO₂

4.3.2. Titrasyon Asitliği ve pH

Titrasyon asitliği, meyve ve sebzelerde doğrudan organik asit konsantrasyonuna bağlıdır. Titrasyon asitliğini meydana getiren malik ve sitrik asit meyvede pH dengesinin ayarlanmasında önemli rol oynamaktadır (Dale ve Lubby, 1990). Çalışmamızda tüm gruplardaki çileklerde titrasyon asitliği depolama boyunca azalmıştır. Klordioksit çileklerin

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

yaşlanma aşamasını yavaşlatmış ve ambalajlarda denge koşulunun oluşmasını sağlamıştır (Çizelge 4.3.2). Gruplardaki titrasyon asitliği azalması organik asitlerin mikroorganizmalar tarafından karbon kaynağı olarak kullanılmasının sonucudur (Akhtar, 2009). Titrasyon asitliğinde istatistiksel farklılıklar 6. günden itibaren gözlenmiştir. Depolama sonunda klordioksit uygulanan çileklerde titrasyon asitliği 0,55-0,57 arasında değişirken kontrol grubunda ise bu değer 0,52'dir. Titrasyon asitliğindeki sonuçlara göre EMAP ve klordioksit uygulamaları çileklerde titrasyon asitliğinin korunmasında başarılı sonuçlar vermiştir.

Çizelge 4.3.1. Farklı klordioksit konsantrasyonlarının titrasyon asitliği üzerine etkisi.

Uygulama	Depolama Süresi (Gün) / Titrasyon Asitliği					
	0	3	6	9	15	25
Kontrol	0,61 ±0,01Aa	0,60±0,01Aa	0,56±0,01Ba	0,56±0,02Ba	0,53±0,02Ca	0,52±0,02Ca
3 ppm	0,61±0,01Aa	0,59±0,02ABa	0,59±0,02Ab	0,58±0,02Bb	0,57±0,02Cb	0,55±0,01Db
6 ppm	0,61 ±0,01Aa	0,59±0,01Aa	0,60±0,02Ab	0,59±0,02Ac	0,58±0,01Bb	0,57±0,02Cc
9 ppm	0,61 ±0,01Aa	0,59±0,02Aa	0,59±0,02Ab	0,58±0,02Bb	0,57±0,02Bb	0,55±0,02Cb

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

Çileklerde pH değeri, titrasyon asitliği ile bağlantılı olarak depolama boyunca artmıştır. pH sonuçlarına göre, klordioksit uygulamaları arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır (Çizelge 4.3.1). 9 gün sonunda ise pH değerlerinde farklılaşma belirginleşmiştir. Sonuçlar Aday ve Caner, (2011), Almenar ve ark. (2007b), Almenar ve ark. (2006) tarafından elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermekte, depolama sırasında pH değerlerinin arttığı ilgili araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir. pH ve titrasyon asitliği bakımından gruplar arasındaki farklılık, solunum hız farkına bağlanmaktadır.

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

Çizelge 4.3.2. Farklı klordioksit konsantrasyonlarının pH üzerine etkisi.

Uygulama	Depolama Süresi (Gün) / pH					
	0	3	6	9	15	25
Kontrol	3,47±0,02Aa	3,46 ±0,02Aa	3,50±0,01Aba	3,55±0,02Ba	3,63±0,01Ca	3,80±0,01Da
3 ppm	3,47±0,02Aa	3,47±0,02Aa	3,47±0,01Aa	3,52±0,02Bb	3,56±0,01Bb	3,71±0,01Cb
6 ppm	3,47±0,02Aa	3,46±0,02Aa	3,49±0,01Aa	3,50±0,02ABb	3,54±0,01Bb	3,66±0,01Cb
9 ppm	3,47±0,02Aa	3,48±0,02Aa	3,50±0,01ABa	3,49±0,02ABb	3,55±0,02Bb	3,69±0,01Cb

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

4.3.3. Suda Çözünür Kuru Madde

Meyve ve sebzelerde solunum hızının azalması titrasyon asitliği, pH ve suda çözünür kuru madde içeriğindeki değişimleri minimum seviyeye getirmektedir. Çileklerde ilk gün 10,41 olan briks değeri depolama boyunca azalarak, depolama sonunda 3 ppm için 9,13, 9 ppm için 9,29 değerine düşmüş, en büyük azalma ise kontrol grubunda gözlenerek 8,56 olarak tespit edilmiştir. Uygulamalar arasında briks değeri bakımından istatistiksel farklılık gözlenmemiş, kontrol grubu ise farklı bulunmuştur (Çizelge 4.3.3). Briks değerindeki azalmalar çilekte parçalanma reaksiyonlarının başladığını göstermektedir. Çünkü karbonhidrat metabolizma neticesinde şekerler yıkılarak fizyolojik aktivitenin devamı sağlanmaktadır. Konsantrasyon farkı olmaksızın, klordioksit uygulamaları solunum hızını azaltarak, suda çözünür kuru madde parçalanmasını minimum seviyeye indirmektedir. Kontrol grubundaki hızlı azalma ise, yüksek su kaybı neticesinde olup, ayrıca solunum oranının hızlanması da bu duruma etmendir. Sonuçlar Aday ve Caner (2011), Almenar ve ark. (2007b), tarafından bulunan sonuçlarla benzerlik arz etmekte olup, suda çözünür kuru madde oranının depolama boyunca azaldığını göstermektedir.

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

Çizelge 4.3.3. Farklı klordioksit konsantrasyonlarının suda çözünür kuru madde üzerine etkisi.

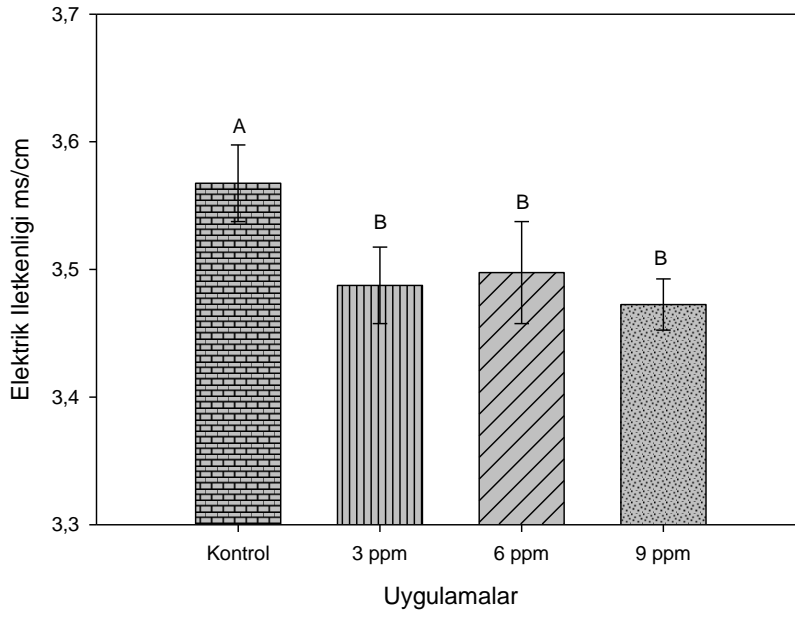
Uygulama	Depolama Süresi (Gün) / Suda Çözünür Kuru Madde (%)					
	0	3	6	9	15	25
Kontrol	10,41± 0,13Aa	9,78±0,13Ba	9,22±0,13Ca	9,07±0,09CDa	8,80±0,09Da	8,56±0,10Da
3 ppm	10,41± 0,13Ab	9,85±0,13ABa	9,74±0,13Ab	9,63±0,13Bb	9,55±0,10Bb	9,13±0,09Cb
6 ppm	10,41± 0,13Ab	9,82±0,12ABa	9,75±0,12Bb	9,67±0,12Bb	9,58±0,10Bb	9,19±0,09Cb
9 ppm	10,41± 0,13Ab	9,84±0,13ABa	9,73±0,13Bb	9,57±0,09Bb	9,56±0,09Bb	9,29±0,09Cb

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

4.3.4. Elektrik İletkenliği

Gıdaların elektriksel iletkenlik özelliği; iyonik güç, sıcaklık, serbest su ve kuru madde içeriğine göre değişmektedir. Bu parametreler içerisinde özellikle kuru madde içeriği önemli yer tutmaktadır (Castro ve ark., 2003). Hücre duvarı bütünlüğünün değişmesi, yani çilek dokularındaki parçalanma elektriksel iletkenliği arttırmaktadır (Sarang ve ark., 2008). 25 gün sonunda, klordioksit uygulanan çilekler kontrol grubuna göre daha düşük elektrik iletkenliği değerine sahip olup, bu sonuç klordioksitin hücre membranının bütünlüğünü korumada etkili olduğunu dolaylı olarak göstermektedir. Depolama sonunda ise klordioksit uygulamaları arasında istatistiksel farklılık bulunmamaktadır (Şekil 4.3.2). Klordioksit uygulanan çileklerde elektriksel iletkenlik değerlerindeki düşüş, yaşlanmanın yavaşladığının da bir göstergesidir. Bunun yanında meyvelerdeki iyonik olmayan bileşenlerden olan şeker, elektriksel iletkenliğin düşmesine yol açmaktadır (Castro ve ark., 2003; Zhou ve ark., 2008).



Şekil 4.3.2. Farklı dozlarda klordioksit uygulamalarının elektrik iletkenliğine etkisi

4.3.5. Renk

Ambalajlanan meyve ve sebzelerde, alıcıyı etkileyen en önemli faktör renktir. Genel olarak taze çileklerde renk değişimi hasat sonrasında parlaklığın (L) ve kırmızılığın (a) azalması şeklinde gözlenmektedir. Depolama sırasında renk değişimi en az iki faktörden etkilenmektedir; bunlardan birincisi meyveye kırmızı rengi veren antosiyanin bileşiklerin parçalanması, ikincisi ise solunum hızının artarak enzimatik reaksiyonların meydana gelmesidir. Çalışmamızda depolama boyunca L değerinde bir azalma meydana gelmekte, sürenin artmasıyla birlikte çilekler parlaklığını kaybetmektedir (Çizelge 4.3.4). Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, klordioksit uygulanan çileklerin L değeri 15. ve 25. günlerde daha yüksektir. Depolama sonunda ise kontrol grubu 26,42 L değeriyle en düşük parlaklığa sahip olup, klordioksit uygulananlar da bu değere yakın sonuçlar göstermektedir. İstatistiksel olarak klordioksit uygulamaları arasında fark bulunamamıştır (Çizelge 4.3.5). Çilekte a değerinin azalması antosiyanin stabilitesinin azalmasının ve esmerleşme reaksiyonlarının gelişmesinin bir sonucu olarak değerlendirilmektedir. Klordioksit uygulamaları çilekte fenolik bileşenlerin korunmasını sağlayarak renk değerlerinin stabil kalmasına yardımcı olmaktadır (Gomez-Lopez ve ark., 2009; Zheng ve ark., 2003).

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

Çizelge 4.3.4. Farklı klordioksit konsantrasyonlarının L parametresi üzerine etkisi.

Uygulama	Depolama Süresi (Gün) / L değeri					
	0	3	6	9	15	25
Kontrol	36,92±0,92Aa	34,08 ±0,82ABa	31,42±0,86Ba	29,57±0,86Ba	26,64±0,75Ca	26,42±1,06Ca
3 ppm	36,92±0,92Aa	33,10±0,98ABa	33,02±0,75ABa	28,85±0,72BCa	30,05±0,72Bb	30,48±0,86Bb
6 ppm	36,92±0,92Aa	32,23±0,69ABa	32,23±0,72ABa	31,03±0,75Ba	31,35±0,49Bb	30,75±0,75Bb
9 ppm	36,92±0,92Aa	32,16 ±0,67ABa	30,93±0,69Ba	31,35±0,49Ba	30,75±0,34Bb	30,02±0,49Bb

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

Çizelge 4.3.5. Farklı klordioksit konsantrasyonlarının a parametresi üzerine etkisi.

Uygulama	Depolama Süresi (Gün) / a değeri					
	0	3	6	9	15	25
Kontrol	28,96±0,85Aa	27,82±0,68Aa	27,31±0,62Aa	28,43±0,36Aa	21,08±0,65Ba	22,48±0,36Ba
3 ppm	28,96±0,85Aa	28,91±1,12Aa	27,14±0,87Aa	23,71±0,68Bb	23,99±0,45Bb	23,79 ±0,54Bab
6 ppm	28,96±0,85Aa	26,54±0,69ABa	26,07±0,54ABa	26,06±1,02ABa	25,36±0,84Bb	25,36 ±0,63Bb
9 ppm	28,96±0,85Aa	27,02 ±0,46Ba	30,06±0,25ACb	26,10±0,26Ba	26,93±0,96Bb	26,93±0,53Bb

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

4.3.6. Tekstür Profil Analizi (TPA)

Gıdalarda tekstür, gıdanın yapısal ve mekaniksel özelliklerinin ve duyuşal gözlemlerin elle veya ağızla değerlendirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Abbott ve Harker, 2004). Tüketici kabul edilebilirliğinde tazelik kadar önem gören bir faktördür. Tekstürü negatif olarak etkileyen tüm faktörler kalitenin azalmasına ve raf ömrünün kılmasına yol açmaktadır (King ve Bolin, 1989). Gıdaların kompleks tekstürel yapısı, içerdığı dokuların yoğunluğuna, ürünün olgunluğu ve yaşlanmasına bağlı olarak değişmektedir. Tekstür profil analizi (TPA); ürünün sertlik, iç yapışkanlık, elastikiyet, dış yapışkanlık, esneklik, sakımsızlık gibi özelliklerini içermektedir. TPA analizi insanlardaki çiğneme hareketini taklit etmekte ve duyuşal olarak elde edilen skorların mekaniksel olarak elde edilen

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

sonuçlara benzerlik göstermesinden dolayı tercih edilmektedir (Aday ve Caner, 2011; Bourne, 2002). Çileklerde TPA terimlerinden sertlik, dış yapışkanlık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve esneme depolama boyunca azalırken, iç yapışkanlık ve yaylanma ise artmaktadır (Şekil 4.3.3).

Sertlik, ürün dokusunun kuvvetiyle ilgili bir parametredir. Meyvelerde sertlik değerinin azalmasının sebebi turgor basıncının azalması neticesinde hücre duvarının parçalanması olarak gösterilmektedir. Bunun neticesinde hücre duvarlarının birbirine bağlanma kapasitesi azalmakta ve çileklerde yıkım başlamaktadır (Aday ve Caner, 2011; Waldron ve ark., 2003). Çileklerin sertlik değeri ilk gün 628 g değerinden, dokuzuncu günde 470-540 g değerine düşmektedir. 15. Gün sonunda kontrol için 255 g iken klordioksit uygulamaları için ise bu değer 360-430 g arasında değişmektedir (Şekil 4.3.3a). Genel olarak klordioksit uygulamaları depolama boyunca çilek sertliğinin muhafazasında önemli rol oynamaktadır. Çünkü klordioksit pektin parçalayan enzimleri parçalamakta ve böylelikle hücre duvarı yıkımını engelleyerek, membran geçirgenliğinin artmasının önüne geçmektedir (Deng ve ark., 2006). Buna ek olarak denge modifiye atmosfer ortamı da solunum hızının azalmasına yol açarak, parçalanma reaksiyonlarını azaltmaktadır.

Dış yapışkanlık değeri çileklerde depolama boyunca artış göstermektedir (Şekil 4.3.3b). Bu değer artması, sertlik değerinin azalmasıyla ilgili olabilmektedir. Dokularda parçalanma arttıkça, dış yapışkanlık değeri de enstrümental olarak artmaktadır.

Elastikiyet değeri ilk gün 0,56 iken 9. gün sonunda 0,59-0,61 değerlerine ulaşmıştır. 15. gün ise kontrol grubu 0,59 değerine sahip olup, klordioksit uygulamalarında bu değerler 0,61-0,65 değerleri arasında yer almaktadır (Şekil 4.3.3c). 9. günden itibaren kontrol grubu ile klordioksit uygulamaları arasında istatistiksel olarak fark gözlenmiştir.

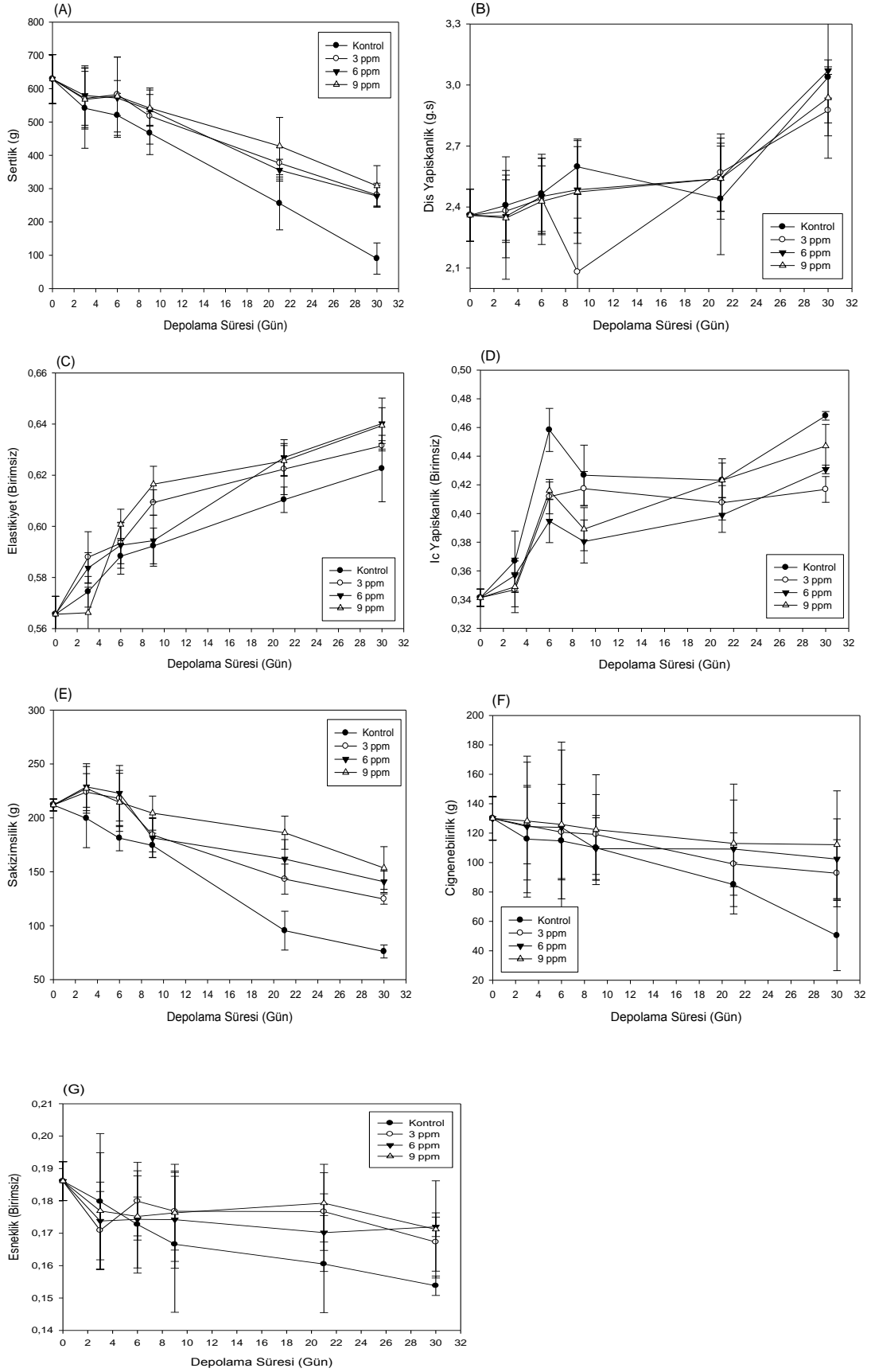
Depolama boyunca iç yapışkanlık değeri artış göstermiş, başlangıç değeri 0,34 iken depolama sonunda 0,41-0,46 değerlerini almıştır (Şekil 4.3.3d). Uygulamalar ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak fark gözlenmemiştir.

Sakızimsılık değeri, depolama boyunca azalma göstermiş, kontrol grubunda 211 g' dan 80 g'a, 3 ppm için 120 g'a, 6 ppm için 140 g'a ve 9 ppm için ise 155 g'a düşmüştür (Şekil 4.3.3e). Kontrol grubu ile uygulamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuş, 6 ve 9 ppm uygulamaları arasında ise fark bulunamamıştır.

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

Çiğnenebilirlik değeri, gıdanın yutulması için gereken kuvveti açıklamakta olup, çileğin depolama boyunca sertlik değerinin azalmasıyla birlikte, çiğnenebilirlik değerinde de azalış görülmüştür (Şekil 4.3.3f). Çiğnenebilirlik değeri ilk gün ki değer olan 130 g'dan kontrol grubu için 50 g'a, 3 ppm için 92,73 g'a, 6 ppm için 102 g'a ve 9 ppm için ise 113 g'a azalma göstermiştir.

Esneklik değeri 15 gün sonunda 0,18 değerinden kontrol grubu için 0,16'ya, 3 ppm için 0,17'ye, 6 ppm için 0,17'ye ve 9 ppm için ise 0,19'a azalma göstermiştir (Şekil 4.3.3g). Genel olarak bakıldığında TPA sonuçları çilekler için bir kalite kriteri olarak kabul edilmektedir. Klordioksit uygulamaları çileklerin tekstürel özelliklerinin muhafazasında başarılı sonuçlar vermektedir.

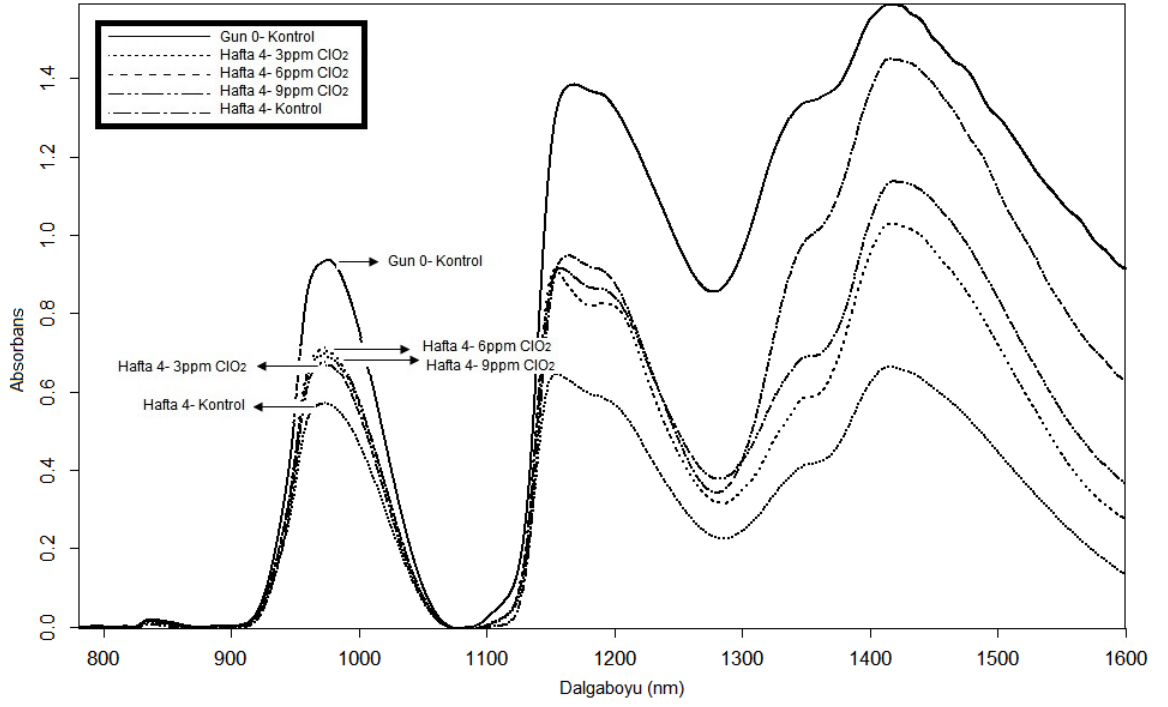


Şekil 4.3.3. Farklı dozlarda klordioksit uygulamalarının tekstür profil parametrelerine etkisi

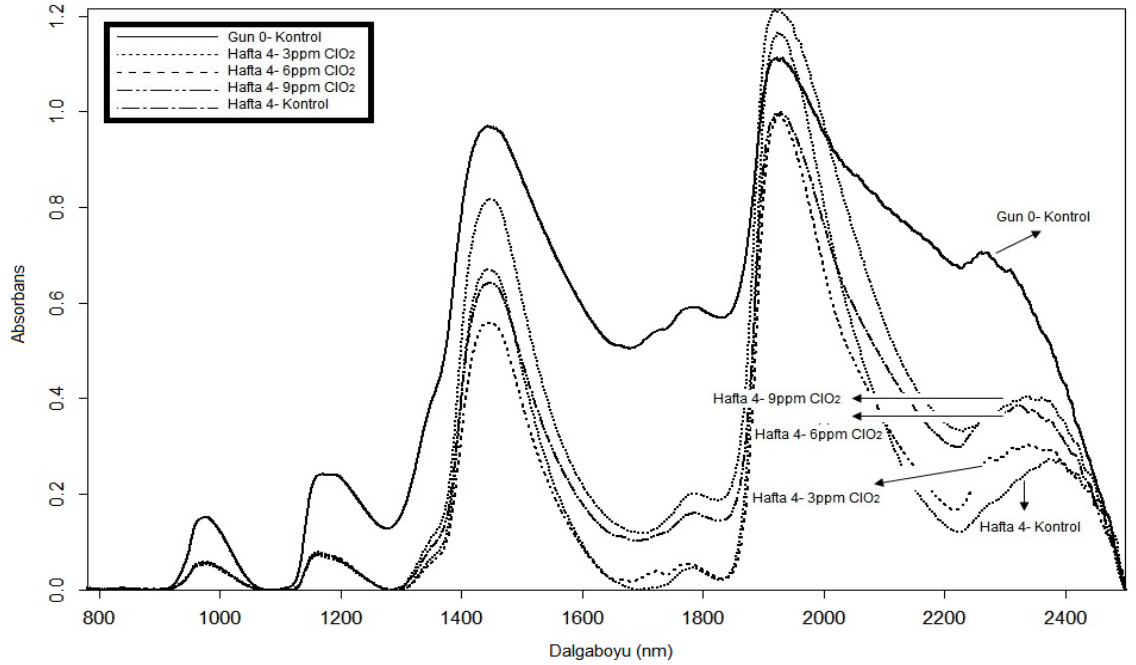
4.3.7. FT-NIR Spektrasi

Çilek kalitesinin hasarsız olarak belirlenmesinde en önemli uygulamalardan bir tanesi FT-NIR spektroskopisidir. Çünkü bu teknik 800-2500 nm arasında biyokimyasal bileşenlerin belirlenmesinde zengin bir bilgi kaynağı olarak kullanılmaktadır.

Çileklerde FT-NIR spektroskopisinde elde edilen grafikler Şekil 4.3.4 ve 4.3.5’de verilmektedir. Grafiklerde uygulamalar arasındaki farklılıklar organik madde içeriği ve nem miktarından dolayı değişiklik göstermektedir. 800-900 nm arasında benzer pikler elde edilmektedir. FT-NIR grafiğinde 970 ve 1450 nm pikleri çileklerin su içeriğini göstermektedir (Buning-Pfaue, 2003). Beklenileceği üzere bu dalga boylarında taze çileklerin pik büyüklüğü en fazladır. NIR spektrumunda su absorpsiyon pikleri, suda çözünen madde içeriğinden etkilenmektedir. Çileklerde 2300 nm’de görülen pik karakteristik şeker bandını ifade etmekte olup, 1900 nm’de ise lignin bileşiği bulunmaktadır (Curran, 1989; Xie ve ark., 2009). 2100 nm’de ise selüloz ve diğer karbonhidratlar görülebilmektedir. Uygulamalar arasında 2000-2400 nm arasında görülen farklılıklar şeker konsantrasyonunun farklılığının bir sonucudur. Çileklerde elde edilen bu spektra genel olarak elma ve domateslerde bulunan spektralara benzerlik göstermektedir (Liu ve ark., 2007a; Pedro ve Ferreira, 2005).



Şekil 4.2.3. Farklı dozlarda klordioksit uygulamalarının FT-NIR iletim spektrası üzerine etkisi



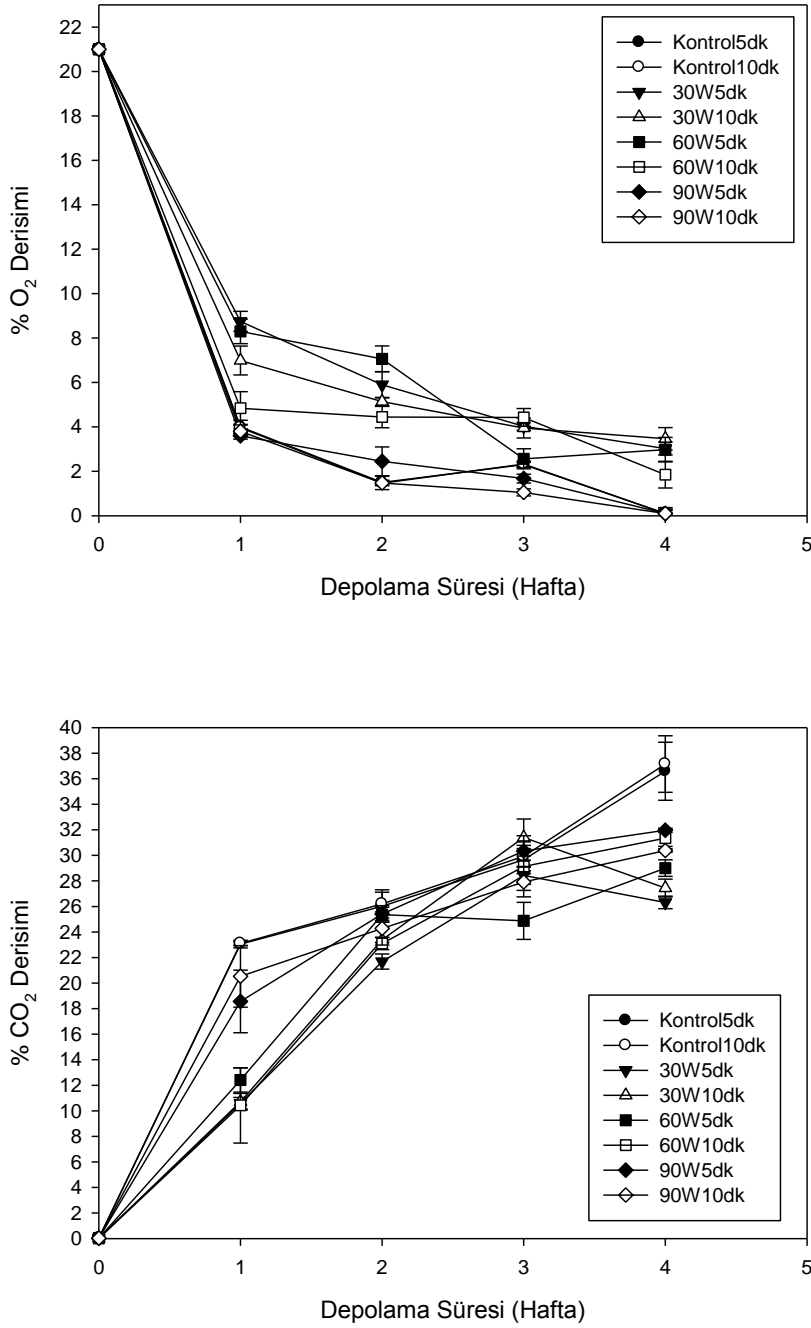
Şekil 4.2.3. Farklı dozlarda klordioksit uygulamalarının FT-NIR yansımaya spektrası üzerine etkisi

4.4. Ultrases Uygulaması ile Çileklerde Raf Ömrünün Arttırılması

4.4.1. Ambalaj İçi Gaz Kompozisyonu

Farklı uygulamalarla ambalajlanan çileklerin, tepe boşluğu gaz konsantrasyonları şekil 4.4.1’de gösterilmiştir. Meyve ve sebzelerde ambalaj içindeki oksijen ve karbondioksit seviyesi raf ömrünü etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Ambalajlanan ürünün solunumu sonucu oluşan oksijen ve karbondioksit, ambalaj filminin geçirgenlik özelliğinin ayarlanması veya farklı koruma metotlarının uygulanmasıyla optimum seviyede tutulabilmektedir (Odriozola-Serrano ve ark., 2010; Van der Steen ve ark., 2002). Şekil 4.4.1’a incelendiğinde, birinci hafta sonunda; KNT5D (Kontrol 5 Dakika), KNT10D, 60W10D (60 Watt 10 Dakika), 90W5D ve 90W10D uygulamalarında ambalaj içindeki oksijen seviyesi % 5’in altına düşmüştür. Depolama süresi arttıkça, bu trend devam etmiş, üçüncü haftanın sonunda ise 90W5D ve 90W10D uygulamalarındaki oksijen miktarı KNT gruplarındaki seviyenin altında gözlenmiştir. 30W5D, 30W10D, 60W5D ve 60W10D uygulamalarında ise oksijen seviyesi KNT ve 90W uygulamalarına göre daha yüksektir. Sonuç olarak, 90W’ın altındaki ultrases uygulamalarının çilekte solunum reaksiyonlarını yavaşlatarak, oksijen tüketimini azaltmış olduğu düşünülmektedir.

Meyve ve sebzelerde solunum sonucu birçok indirgenme ve yükseltgenme reaksiyonları meydana gelmekte ve hücre içindeki birçok substrat karbondioksite okside olmaktadır (Bhande ve ark., 2008). Şekil 4.4.1b, depolama süresince, farklı uygulamalara ait karbondioksit içeriğini göstermektedir. Birinci haftanın sonunda 30W ve 60W uygulamalarının karbondioksit seviyesi % 15’in altında iken, KNT ve 90W uygulamalarında ise bu seviye % 15’in üstündedir. Karbondioksit içeriği bakımından 90W ve KNT uygulamaları arasında fark anlamlı bulunmazken, 30W ve 60W uygulamaları ise 90W ve KNT grubundan istatistiksel olarak daha anlamlıdır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, armutlarda ultrases kullanılarak solunum hızının ve karbondioksit miktarının üretiminin azaldığı tespit edilen sonuçlarla benzerlik arz etmektedir (Zhao ve ark., 2007).



Şekil 4.4.1. Farklı ultrases uygulamalarının ambalaj içi gaz kompozisyonuna etkisi A) O₂ ve B) CO₂

4.4.2. pH

Çilekte farklı uygulamalara ait pH analiz sonuçları Tablo 4.4.1’de gösterilmektedir. Depolama boyunca çilekte pH değeri artmakta, bunun sebebi olarak solunum sırasında organik asitlerin harcanmış olduğu düşünülmektedir (Martinez-Ferrer ve ark., 2002). Çilekte depolama başında 3,49 olan pH, depolama sonunda en yüksek değeri 90W5D,

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

KNT ve 90W10D uygulamalarında sırasıyla, 3,73, 3,70 ve 3,67 değerleriyle almaktadır. En düşük pH değerleri ise 30W5D ve 30W10D uygulamalarında 3,61 değeriyle gözlenmektedir. pH değeri bakımından depolama süresi ve güç ile ultrases süresi ve güç arasındaki interaksyonlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İkinci haftadaki 30W ve 60W uygulamaları pH bakımından birbirinden farksız iken, KNT ve 90W uygulamalarına göre istatistiksel olarak farklıdırlar. Bununla birlikte KNT ve 90W uygulamalarının pH değerleri birbirine benzerdir. Ultrases süreleri bakımından 5 dk uygulamada 30W ve 60W birbirine benzer olup, 90W ve KNT'den farklıdırlar. 10 dk uygulamada ise 30W uygulaması diğer gruplardan farklıdır. pH değerlerinde uygulamalar arasında görülen farklılığın nedeni, KNT ve 90W uygulamalarındaki yüksek karbondioksit seviyesinden kaynaklanabilmektedir. Yüksek karbondioksit miktarı, çileğin solunum hızının artışının dolaylı bir göstergesi olup, organik asitlerin harcanması sonucu pH değerinin arttığı tahmin edilmektedir (Akhtar, 2009; Almenar ve ark., 2007b; Holcroft ve Kader, 1999; Zhao ve ark., 2007).

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SECKİN ADAY

Çizelge 4.4.1. Farklı ultrases uygulamalarının pH üzerine etkisine ait tanıtıcı istatistikler

	Depolama Süresi (Hafta) / Uygulama Süresi (Dk) / pH Değeri									
	0.HAFTA		1.HAFTA		2.HAFTA		3.HAFTA		4.HAFTA	
	5DK	10DK	5DK	10DK	5DK	10DK	5DK	10DK	5DK	10DK
KNT	3,49±0,02	3,49±0,02	3,64±0,03	3,64±0,02	3,65±0,02	3,64±0,03	3,67±0,04	3,67±0,04	3,70±0,03	3,70±0,04
30W	3,49±0,02	3,49±0,02	3,56±0,02	3,54±0,02	3,55±0,01	3,54±0,05	3,57±0,02	3,56±0,01	3,61±0,04	3,61±0,01
60W	3,49±0,02	3,49±0,02	3,54±0,02	3,61±0,02	3,52±0,06	3,58±0,01	3,57±0,03	3,64±0,02	3,66±0,01	3,66±0,09
90W	3,49±0,02	3,49±0,02	3,61±0,02	3,60±0,02	3,70±0,01	3,69±0,02	3,69±0,04	3,65±0,02	3,73±0,05	3,67±0,01

Çizelge 4.4.1.1. Farklı ultrases uygulama güçlerinin pH üzerine etkisi

	Depolama Süresi (Hafta) / pH Değeri				
	0.HAFTA	1.HAFTA	2.HAFTA	3.HAFTA	4.HAFTA
KNT	3,49±0,01Aa	3,64±0,02Ba	3,65±0,02Ba	3,67±0,03Ba	3,70±0,03Ba
30W	3,49±0,01Aa	3,55±0,02ABa	3,54±0,03ABb	3,56±0,01ABb	3,61±0,02Ba
60W	3,49±0,01Aa	3,57±0,03ABCa	3,55±0,04ABb	3,61±0,04BCab	3,66±0,05Ca
90W	3,49±0,01Aa	3,60±0,04Ba	3,70±0,01Ba	3,67±0,03Ba	3,70±0,04Ba

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05)

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

Çizelge 4.4.1.2. Farklı ultrases uygulama sürelerinin pH üzerine etkisi

	Uygulama Gücü (W) / pH Değeri	
	5dk	10dk
KNT	3,63±0,08Aa	3,63±0,07Aa
30W	3,56±0,04Ab	3,55±0,04Ab
60W	3,56±0,06Ab	3,60±0,07Aa
90W	3,64±0,09Aa	3,62±0,07Aa

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05)

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

4.4.3. Suda Çözünür Kuru Madde

Suda çözünür kuru madde, meyvelerde sertliğin ve kalitenin belirlenmesinde kullanılmakta, ayrıca tüketici tercihi de rol oynamaktadır. Suda çözünür kuru madde içeriğinin % 99'unu glikoz, fruktoz ve sükröz gibi şekerler oluşturmaktadır (Campaniello ve ark., 2008; Kafkas ve ark., 2007). Depolama süresince suda çözünür kuru madde içeriğindeki değişim çizelge 4.4.2'de verilmiştir. İstatistiksel analizlere göre depolama süresi ve ultrases gücü ayrı ayrı önemli olup, interaksiyonlar önemsiz bulunmuştur. Depolama süresi arttıkça suda çözünür kuru madde içeriği azalmakta olup, üçüncü haftadaki suda çözünür kuru madde içeriği ikinci ve dördüncü haftadan sonra elde edilen değerlerden istatistiksel olarak farksızdır. Ultrases gücü bakımından ise KNT ve 90W uygulamalarına ait çileklerin suda çözünür kuru madde içeriği benzer olup, 30W'dan farklıdır. 60W ve 90W uygulamalarının hücrelerin tahrip olmasına neden olduğu ve mikroskopik kanalları oluşturduğu düşünülmektedir. Bu kanalların oluşma sebebi, hücreleri birbirine bağlayan kuvvetlerin kaybı ve bunun neticesinde oluşan boşluklardır. Bununla birlikte, ultrases etkisiyle hücre duvarının gücü azalmış ve orta lameldeki pektinin çözünürlüğünün artmasıyla birlikte suda çözünür kuru madde içeriği düşmüş olabilir (Fernandes ve ark., 2009). Kontrol grubundaki düşüşün sebebinin ise, fizyolojik aktivite sırasında sükrözün hidrolize edilmesi ve ambalaj içindeki yüksek karbondioksit konsantrasyonunun hidroliz ve glikoliz reaksiyonlarını tetiklemesi olarak tahmin edilmektedir (Bodelon ve ark., 2010; Yang ve ark., 2010).

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SECKİN ADAY

Çizelge 4.4.2. Farklı ultrases uygulamalarının suda çözünür kuru madde üzerine etkisine ait tanıtıcı istatistikler

Depolama Süresi (Hafta) / Uygulama Süresi (Dk) / Suda Çözünür Kuru madde Değeri										
	0.HAFTA		1.HAFTA		2.HAFTA		3.HAFTA		4.HAFTA	
	5DK	10DK	5DK	10DK	5DK	10DK	5DK	10DK	5DK	10DK
KNT	7,03±0,68	7,03±0,68	5,96±0,19	5,94±0,15	5,64±0,16	5,63±0,16	5,56±0,02	5,55±0,02	5,39±0,26	5,38±0,26
30W	7,03±0,68	7,03±0,68	6,86±0,13	6,74±0,28	6,43±0,05	6,22±0,34	6,03±0,10	5,86±0,10	5,70±0,35	5,72±0,08
60W	7,03±0,68	7,03±0,68	6,72±0,18	6,24±0,26	6,07±0,08	5,82±0,12	6,08±0,10	5,48±0,16	5,54±0,08	5,34±0,40
90W	7,03±0,68	7,03±0,68	6,35±0,02	6,05±0,21	5,34±0,17	5,44±0,38	5,34±0,18	5,26±0,06	5,35±0,03	5,20±0,01

Çizelge 4.4.2.1. Farklı depolama sürelerinin suda çözünür kuru madde üzerine etkisi

Depolama Süresi (Hafta) / Suda Çözünür Kurumadde Değeri				
0.HAFTA	1.HAFTA	2.HAFTA	3.HAFTA	4.HAFTA
7,03±0,50A	6,36±0,38B	5,82±0,40C	5,64±0,32CD	5,45±0,24D

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05)

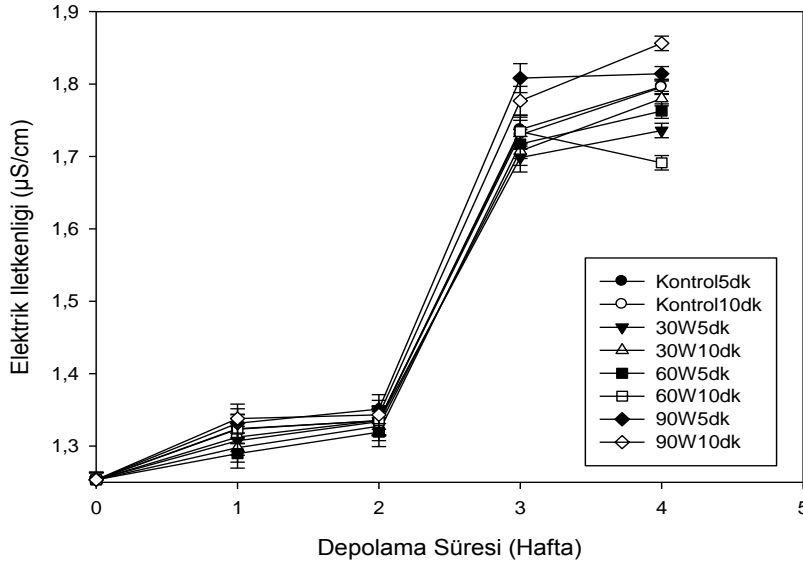
Çizelge 4.4.2.2. Farklı ultrases uygulama gücünün suda çözünür kuru madde üzerine etkisi

Uygulama Gücü (W) / Suda Çözünür Kurumadde Değeri			
KNT	30W	60W	90W
5,91±0,65A	6,36±0,58B	6,14±0,65AB	5,84±0,75A

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05)

4.4.4. Elektrik İletkenliği

Gıdalardaki bileşenlerin depolama boyunca parçalanmasını gösteren parametrelerden birisi olan elektriksel iletkenlik, solunum hızının artması ve membran yapısının zarar görmesi gibi nedenlerden ötürü yükselmektedir. Çilekte farklı uygulamaların elektriksel iletkenlik üzerine etkisi şekil 4.4.2’de gösterilmektedir. Birinci hafta sonunda elektriksel iletkenlikte en büyük artış 90W uygulamalarında gözlenmiş olup, 30W uygulamaları ise elektriksel iletkenlikte en düşük artışı sağlamaktadır. Depolama süresince 90W uygulamaları ile KNT grubundaki elektriksel iletkenlik artışı diğer uygulama sonuçlarına göre istatistiksel olarak yüksek olup, bu durum yüksek güçteki ultrases uygulamasının dokuları parçalayarak hücre içi iyonların ortaya çıkmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca 90W uygulaması hücre duvarındaki protopektinin parçalanmasını sağlayabilmekte ve yumuşamayla tetiklenen yüksek iyonik mobilite elektriksel iletkenliği arttırmaktadır (Sarang ve ark., 2008). 30W uygulaması ise çileklerde yapısal değişimleri yavaşlatarak, fizyolojik aktivite sırasında membranın zarar görmesini engellemektedir (Castro ve ark., 2004).



Şekil 4.4.2. Farklı ultrases uygulamalarının elektrik iletkenliğine etkisi

4.4.5. Renk

Gıdaların kalitesini ve görsel çekiciliğini etkileyen en önemli faktör, renktir (Tiwari ve ark., 2010). Antosiyanin ve karetonoidler gıdalarda rengin oluşumunda görev yapan bileşiklerdir. Farklı uygulamaların çilekte renk parametreleri üzerine etkisi çizelge 4.4.3’de

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

gösterilmiştir. Renk parametrelerinden biri olan ve çilekte parlaklığı ifade eden L değeri, depolama süresince düşmektedir. Depolama süresince gözlenen bu durum, haftalar arasında istatistiksel farklılık yaratmakta, dördüncü hafta sonunda ise en düşük değeri almaktadır. Ultrases gücünün L değeri üzerine etkisi incelendiğinde, KNT ve 90W uygulamalarının etkisi benzer olup, 30W ve 60W uygulamalarına göre düşüş istatistiksel olarak önemlidir. 30W ve 60W uygulamaları arasında L değeri bakımından farklılık gözlenmemektedir. Genel olarak bakıldığında 30W ve 60W uygulamaları çileğin parlak renginin korunmasında etkilidir.

Çilekte kırmızılığı gösteren parametre olan a değeri depolama boyunca azalmaktadır (Çizelge 4.4.4). Birinci ve ikinci haftada benzer olan renk değeri, üçüncü ve dördüncü haftada ise farklılık göstermektedir. Ultrases gücünün a değerine olan etkisi incelendiğinde ise, 30W ve 60W uygulamaları a değerinin korunmasında benzer etki göstermiş olup, KNT ve 90W uygulamaları ise a değerinin azalmasına neden olmuştur. 30W ve 60W uygulamalarında çileklerdeki antosiyaninlerin ultrases uygulamasına karşı stabil olduğu gözlenmekte, yüksek ultrases gücünün ise antosiyaninlerde parçalanmaya sebep olabileceği düşünülmektedir. Ultrases yüksek güç uygulandığında serbest radikal ve polimerizasyon/depolimerizasyon reaksiyonları hızlanarak renkte kayıp meydana getirmektedir (Tiwari ve ark., 2010). Kavitasyon sırasında oluşan hidroksi radikalleri veya hidrojen peroksit antosiyaninlerin halka yapısının açılmasını sağlayabilmekte ve parçalanmayı hızlandırabilmektedir (Tiwari ve ark., 2009c). Ultrases gücünün artması oluşan hidroksil iyonlarının miktarını da arttırmakta ve böylelikle renkte parçalanma meydana getirmektedir (Tiwari ve ark., 2010).

BÖLÜM 4- ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SECKİN ADAY

Çizelge 4.4.3. Farklı ultrases uygulamalarının L parametresi üzerine etkisine ait tanıtıcı istatistikler

	Depolama Süresi (Hafta) / Uygulama Süresi (Dk) / L Değeri									
	0.HAFTA		1.HAFTA		2.HAFTA		3.HAFTA		4.HAFTA	
	5DK	10DK	5DK	10DK	5DK	10DK	5DK	10DK	5DK	10DK
KNT	35,55±1,52	35,55±1,52	31,87±0,14	30,34±0,29	31,02±2,06	30,51±2,06	30,73±1,42	30,12±1,57	29,86±0,01	29,00±0,01
30W	35,55±1,52	35,55±1,52	33,07±0,08	33,53±0,90	32,55±0,39	31,77±0,69	32,16±0,61	31,78±1,43	31,71±0,45	31,90±0,57
60W	35,55±1,52	35,55±1,52	32,91±0,87	32,65±0,52	32,57±0,28	31,74±1,56	31,80±0,49	31,26±2,66	31,45±0,02	30,88±0,08
90W	35,55±1,52	35,55±1,52	31,54±0,56	31,27±0,05	31,17±0,83	30,95±1,67	30,59±0,62	30,17±0,01	29,73±0,41	29,94±0,70

Çizelge 4.4.3.1. Farklı depolama sürelerinin L parametresi üzerine etkisi

Depolama Süresi (Hafta) / L Değeri				
0.HAFTA	1.HAFTA	2.HAFTA	3.HAFTA	4.HAFTA
35,55±1,11A	32,15±1,10B	31,53±1,24BC	31,07±1,24BC	30,56±1,07C

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05)

Çizelge 4.4.3.2. Farklı ultrases uygulama gücünün L parametresi üzerine etkisi

Uygulama Gücü (W) / L Değeri			
KNT	30W	60W	90W
31,45±2,42A	32,96±1,60B	32,63±1,85B	31,64±2,19A

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05)

BÖLÜM 4- ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SECKİN ADAY

Çizelge 4.4.4. Farklı ultrases uygulamalarının a parametresi üzerine etkisine ait tanıtıcı istatistikler

	Depolama Süresi (Hafta) / Uygulama Süresi (Dk) / a Değeri									
	0.HAFTA		1.HAFTA		2.HAFTA		3.HAFTA		4.HAFTA	
	5DK	10DK	5DK	10DK	5DK	10DK	5DK	10DK	5DK	10DK
KNT	36,13±1,82	36,13±1,82	32,08±0,10	31,72±0,09	30,21±1,15	29,98±1,44	29,12±1,55	28,27±1,00	28,03±1,58	27,50±2,12
30W	36,13±1,82	36,13±1,82	35,25±0,38	34,91±0,96	34,35±2,93	35,86±0,79	32,35±0,31	32,82±0,27	30,75±1,47	30,49±1,34
60W	36,13±1,82	36,13±1,82	35,46±1,70	34,22±0,61	33,90±4,04	33,42±0,72	32,25±0,83	30,69±0,46	31,18±0,94	29,81±0,03
90W	36,13±1,82	36,13±1,82	31,84±1,87	32,28±0,75	30,64±1,01	30,64±1,00	28,91±0,47	29,29±1,02	28,28±0,28	27,23±0,84

Çizelge 4.4.4.1. Farklı depolama sürelerinin a parametresi üzerine etkisi

Depolama Süresi (Hafta) / a Değeri				
0.HAFTA	1.HAFTA	2.HAFTA	3.HAFTA	4.HAFTA
36,13±1,33A	33,47±1,75B	32,26±2,72B	30,46±1,85C	29,16±1,77C

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05)

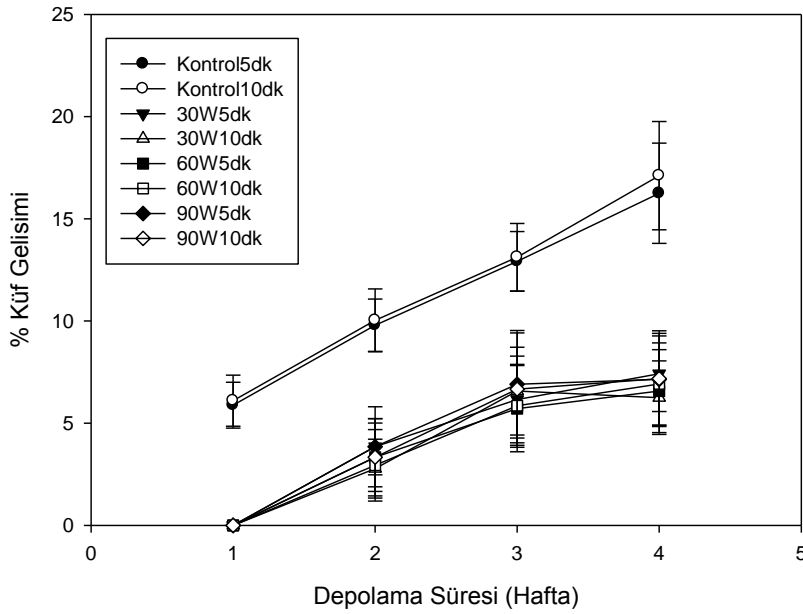
Çizelge 4.4.4.2. Farklı ultrases uygulama gücünün L parametresi üzerine etkisi

Uygulama Gücü (W) / a Değeri			
KNT	30W	60W	90W
30,92±3,21A	33,90±2,34B	33,32±2,52B	31,04±3,12A

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05)

4.4.6. Bozulma Oranı

Botrytis cinerea tarafından çilekte büyük kayıplara neden olan ve hasat sonrası gri küf olarak gözlemlenen problemler, çilekteki ekonomik kayıpların esas sebebidir (Liu ve ark., 2007b). Çalışmamızda depolama süresince küf gelişimi artmaktadır (Şekil 4.4.3). Uygulamalar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamakta olup, kontrol grubu ile uygulama grupları arasındaki fark ise önemlidir. Ultrases uygulaması küf gelişimini inhibe etme bakımından faydalıdır. Ultrases uygulamalarının yarattığı kavitasyon sebebiyle oluşan yüksek enerji ve ısının küflerin gelişimini azalttığı tahmin edilmektedir (Guerrero ve ark., 2005).



Şekil 4.4.3. Farklı ultrases uygulamalarının küf gelişimi üzerine etkisi

4.4.7. Tekstür Profil Analizi

Çilekte kaliteyle ilişkilendirilen terimlerden en önemlisi olan tekstür, fizyolojik aktivite ve depolama koşullarına bağlı olarak değişimler göstermektedir (Cordenunsi ve ark., 2003). Tekstür, gıdaların mikroyapısal durumu ile ilgili olup, hücre duvarı, orta lamel ve turgor basıncı hakkında bilgi vermektedir (Fraeye ve ark., 2010).

Depolama boyunca çileklerin sertlik, iç yapışkanlık, elastikiyet, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve esneklik değerleri azalmış, buna karşılık dış yapışkanlık değeri ise artmıştır. Meyvelerde sertlik, dokuların fiziksel anatomisi, hücre boyutu, hücre şekli ve

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

hacmi, hücre duvarı kalınlığı ve gücü ve son olarak da hücre-hücre yapışkanlığına bağlıdır (Toivonen ve Brummell, 2008). Depolama başlangıcında 797,44 g olan sertlik değeri; depolama sonunda en düşük değerlere 196, 222, 198 ve 201 g olarak, sırasıyla 90W10D, 90W5D, KNT5D ve KNT10D uygulamalarında ulaşmıştır (Şekil 4.4.4a). 30W5D ve 30W10D uygulamalarında ise en yüksek sertlik değerleri elde edilmiştir. 90W uygulamalarına tabi tutulan çileklerin sertlik değerlerindeki düşüş, yüksek ultrases gücünün çilekte hücre duvarının stabilitesini azaltması ve böylelikle yüksek oranda su kaybını oluşturmasındandır (Fernandes ve ark., 2009).

Dış yapışkanlık yüzey özelliklerinden bir tanesi olup, bağlanma ve yapışma kuvvetleriyle ilgilidir (Rahman ve Al-Farsi, 2005). Dış yapışkanlık özelliği, 30W5D ve 30W10D uygulamalarında, 90W5D, 90W10D, KNT5D ve KNT10D uygulamalarına göre depolama boyunca daha düşük bulunmuştur (Şekil 4.4.4b). Dış yapışkanlık değerindeki yükseklik, hücre duvarı parçalanmasından kaynaklanabilmekte, 90W uygulamalarında kullanılan yüksek akustik enerji sebebiyle bu parçalanma daha kolay gerçekleşebilmektedir (García-Pérez ve ark., 2007).

Elastikiyet, gıdaların uygulanan kuvvetten sonra eski haline dönme yeteneğidir (De Huidobro ve ark., 2005; Szczesniak ve ark., 1963). Elastikiyet değerleri incelendiğinde en düşük değerler 90W ve KNT grubuna ait olup, 30W ve 60W gruplarında ise bu değerler daha yüksektir (Şekil 4.4.4c). 90W grubunda düşük değerlerin saptanması, hücre duvarının stabilitesini yitirmesinden kaynaklanabilmektedir (Hernández-Muñoz ve ark., 2008).

İç yapışkanlık, gıdaların viskoelastik özelliğinin anlaşılmasında kullanılan bir kavram olup, gıda yapısındaki bağların gücünü ve onların parçalanmaya karşı gösterdiği direnci de ifade etmektedir (Spaziani ve ark., 2009; Yang ve ark., 2007a; Yang ve ark., 2007b). Depolama başında 0,49 olan iç yapışkanlık değeri, depolama sonunda KNT ve 90W uygulamalarında en düşük bulunmuş olup, en yüksek değerler 30W ve 60W uygulamalarına aittir (Şekil 4.4.4d). 90W ultrases uygulamasının yarattığı yüksek akustik güç, çilek dokusunu deforme ederek, hücrelerin parçalanmasını sağlamakta, böylece mikroskopik kanalların oluşmasına neden olmaktadır (Azoubel ve ark., 2010).

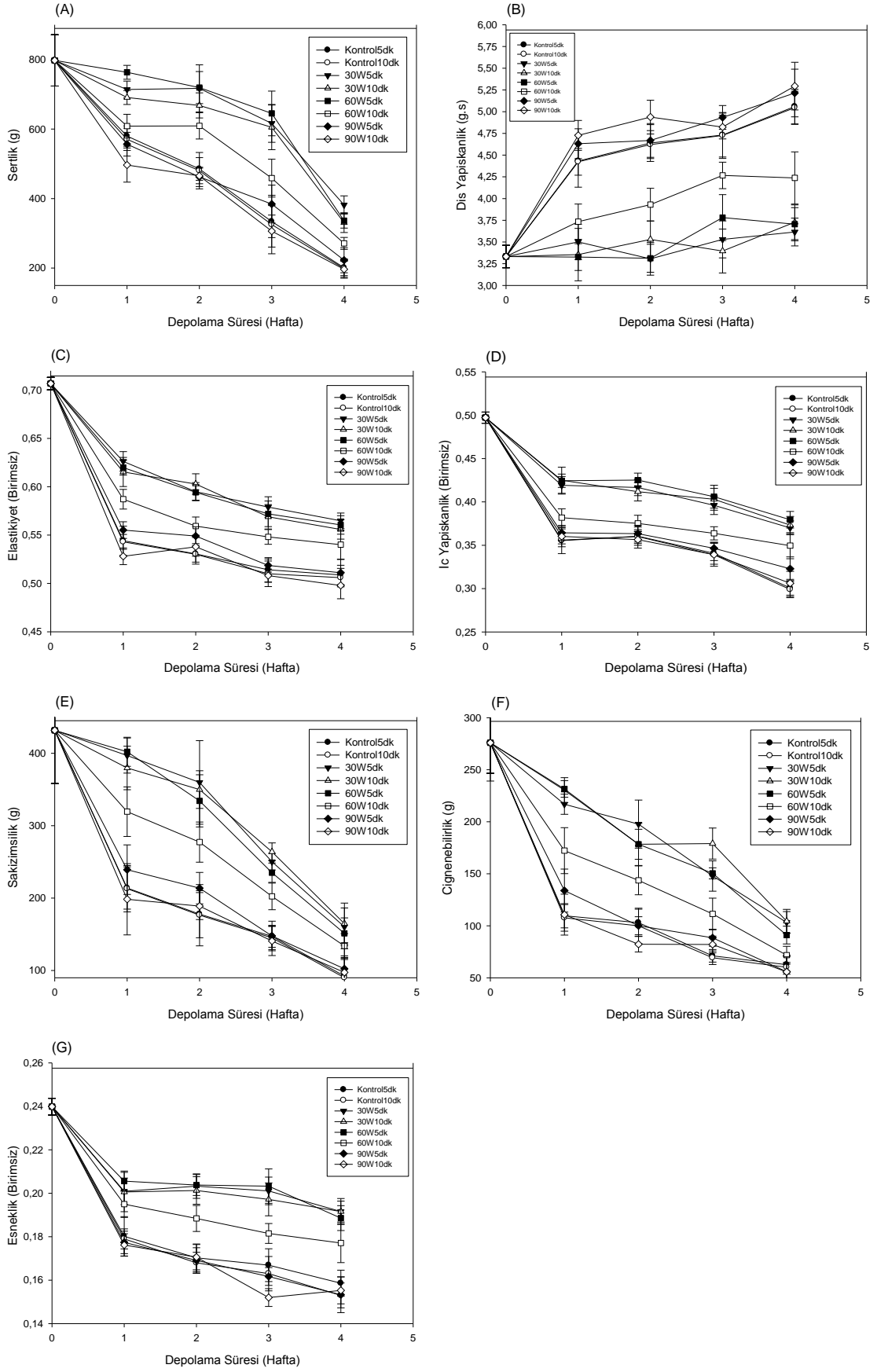
Örneği çiğnemek veya yutmak için gerekli olan kuvveti ifade eden sakızimsılık, depolama süresince azalmaktadır (Şekil 4.4.4e). Sakızimsılık değerinin 90W ve KNT gruplarında en düşük değerleri almasının sebebi; çilekte gerçekleşen hidroliz reaksiyonlarının daha hızlı olmasından ve yüksek akustik enerjinin hücre turgor basıncının

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

azalmasına katkıda bulunmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Del-Valle ve ark., 2005; Kajuna ve ark., 1997).

Çiğnenebilirlik, gıdanın çiğnenmeye karşı gösterdiği direnci ifade etmekte olup (Huang ve ark., 2007; Yang ve ark., 2007b), 30W ve 60W uygulamalarında elde edilen değerler, KNT ve 90W uygulamalarına göre daha yüksektir (Şekil 4.4.3f). Bu farklılık, birincil hücre duvarı ve orta lamelin parçalanmasının KNT ve 90W uygulamalarında daha hızlı gerçekleşmesinden kaynaklanabilmektedir (Yang ve ark., 2007b).

Esneklik değeri depolama başlangıcında 0,23 değerinden, depolama sonunda KNT ve 90W uygulamaları için yaklaşık olarak 0,15 değerine düşerken, 30W ve 60W uygulamaları için ise bu değer sırasıyla 0,19 ve 0,18 olarak gözlenmiştir (Şekil 4.4.4g). Düşük ultrases uygulamaları çileklerde esneklik değerinin korunmasında yardımcı olmuştur.

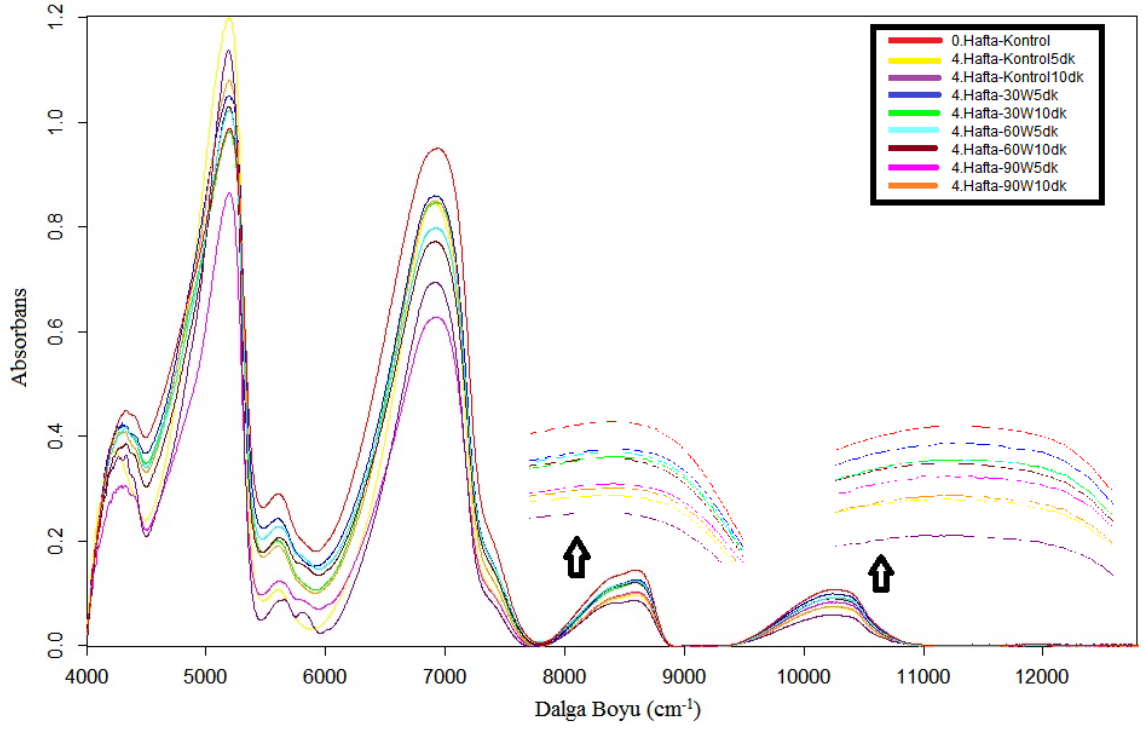


Şekil 4.4.4. Farklı ultrases uygulamalarının tekstür profil parametrelerine etkisi

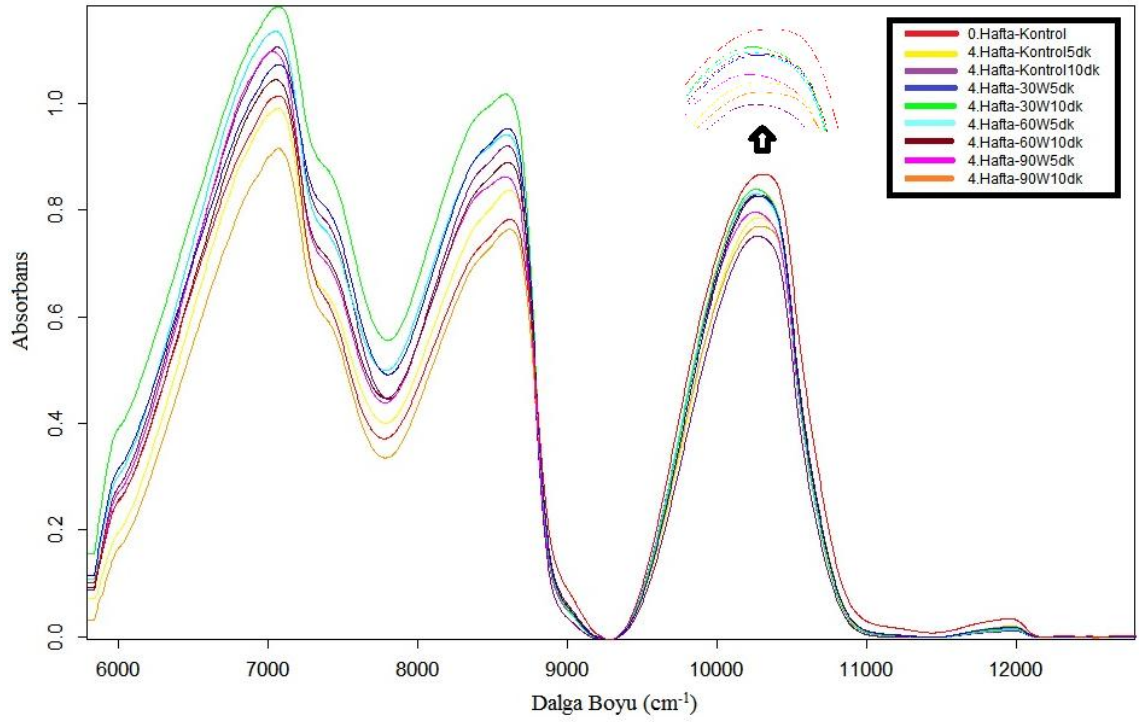
4.4.8. FT-NIR Spektrası

Gıdaların raf ömrü süresince geçirdikleri değişimleri izlemede birçok fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik ölçüm kullanılmaktadır. Fakat bu ölçümlerin maliyeti yüksek, işlem hızı düşük ve otomasyona uygun değildir. Bu yüzden, gıdalarda depolama süresince meydana gelen kayıpların izlenmesinde hızlı ve güvenilir tekniklere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tekniklerden birisi olan FT-NIR uygulamasında gıdaların içerdiği bileşenler (protein, karbonhidrat, yağ ve su) ve fonksiyonel gruplar (O-H, C-H, N-H) 750-2500 nm aralığında izlenebilmektedir (Cen ve He, 2007; Di Egidio ve ark., 2009). NIR-radyasyonu yollanılan örneğin mikroyapısal özelliklerine bağlı olarak, yansıyan veya iletilen ışınlar farklı absorpsiyon işlemlerin uğrayarak farklı spektralar vermektedir (Nicolai ve ark., 2007).

Çalışmamızda reflektans ve yansıma modlarına ait spektralar şekil 4.4.5 ve 4.4.6'da gösterilmiştir. Reflektans spektrasına bakıldığında, beklenileceği üzere en yüksek absorpsiyon band pikleri depolamanın başlangıcındaki çilek grubunda elde edilmiş olup, depolama süresi arttıkça absorpsiyon bandlarında düşüşler meydana gelmektedir. 8454 cm^{-1} 'deki pikler incelendiğinde en yüksek pik, depolama başındaki çileklere ait olup, en düşük pikler ise KNT ve 90W uygulamalarına aittir. 8454 ve 5623 cm^{-1} 'deki pikler C-H bağlarını dolayısıyla şeker piklerini göstermektedir (Di Egidio ve ark., 2009). Briks değerlerindeki sonuçlarla bu pikler korelasyon göstermektedir. 10244 cm^{-1} 'deki piklere bakıldığında ise en yüksek pikler depolama başlangıcındaki çileklerden sonra 30W ve 60W gruplarında olup, en düşük pikler ise 90W ve KNT gruplarında gözlenmektedir. 10244 cm^{-1} 'deki pikler su içeriğini gösteren pikler olup (Di Egidio ve ark., 2009), kontrol grubundaki yüksek solunum ve fizyolojik aktivitenin, 90W grubundaki ise dokularda meydana gelen büyük tahribatın çilekte su kaybını arttırdığından piklerin bu gruplarda daha düşük olmasına yol açtığı düşünülmektedir.



Şekil 4.4.5. Farklı ultrases uygulamalarının FT-NIR yansımaya spektrası üzerine etkisi



Şekil 4.4.6. Farklı ultrases uygulamalarının FT-NIR iletim spektrası üzerine etkisi

4.5. Ozonun Çileklerde Raf Ömrüne Etkisi

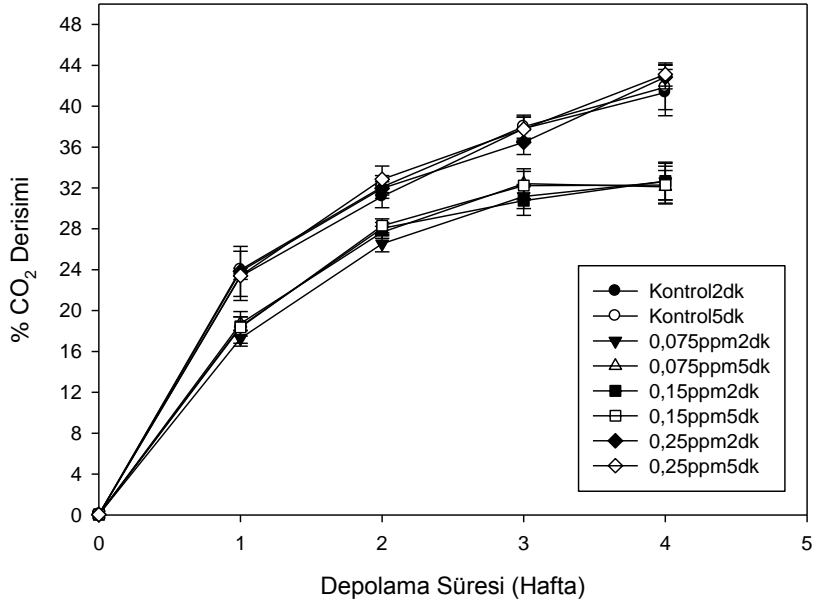
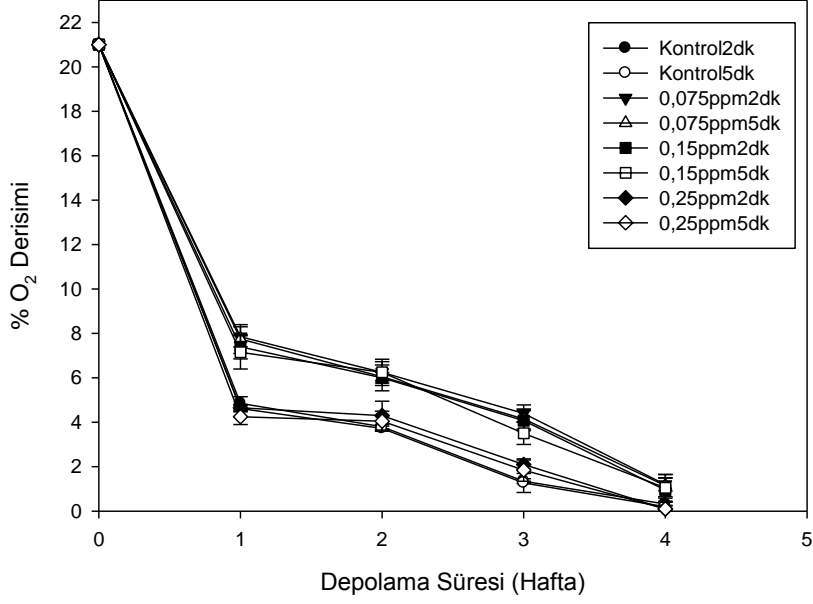
4.5.1. Ambalaj İçi Gaz Kompozisyonu

Gıdaların raf ömrü, hasat sonrasında da devam eden solunum, terleme ve enzimatik aktivite nedeniyle sınırlanmaktadır. Bu etkileri azaltmak için en uygun yol, ambalajlama olarak görülmektedir. Gıdanın solunum hızına bağlı olarak ambalaj içinde tükenen oksijen ve oluşan karbondioksit seviyesinin ayarlanması, gıdalarda istenmeyen reaksiyonların önüne geçilmesinde önemlidir (Del Nobile ve ark., 2006; Torrieri ve ark., 2010). Şekil 4.5.1 farklı ozon konsantrasyonlarının ambalaj içindeki gaz kompozisyonuna etkisini göstermektedir. Görüleceği üzere ambalaj içi oksijen miktarı depolama boyunca azalmakta, en hızlı düşme ise birinci haftaya kadar olan süreç içerisinde gerçekleşmektedir. Üçüncü hafta sonunda oksijen konsantrasyonu KNT2D (Kontrol 2 Dakika), KNT5D ve 0,25PPM5D (0,25 ppm O₃ 5 Dakika) için % 2’lik seviyenin altına düşmektedir. Depolama süresince 0,075 ve 0,15 ppm konsantrasyonlarının ambalaj içi oksijen seviyesi üzerine etkisi benzer olup, kontrol ve 0,25 ppm gruplarına göre ise farklıdır. Çileklere uygulanan ozon konsantrasyonu arttıkça oksijen tüketim hızı da artmaktadır. Depolama sonunda 0,25 ppm ve KNT gruplarında oksijen konsantrasyonu % 0,1 seviyelerine düşmekte ve bu ortam ise fermentasyon nedeniyle istenmeyen aroma bileşenlerinin oluşumuna yol açabilecek durumu oluşturmaktadır (Ölmez ve Akbas, 2009). Çalışmamızda, 0,15 ppm konsantrasyonuna kadar ozonun, metabolizma hızını yavaşlattığı, fakat bu konsantrasyonun üstündeki 0,25 ppm’de ise dokulara zarar vererek oksijen tüketimini arttırdığı düşünülmektedir. Düşük konsantrasyonlarda kullanılan ozonun membrana bağlı olan ve birçok metabolik aktiviteyi kontrol eden enzim ön maddelerini inaktive ederek, solunumu yavaşlattığı tahmin edilmektedir (Chauhan ve ark., 2011).

Şekil 4.5.1b, depolama süresince ambalaj içi karbondioksit seviyesini göstermektedir. Oksijen tüketimine bağlı olarak karbondioksit seviyesinde, birinci haftaya kadar hızlı bir artış izlenmektedir. Depolama boyunca, en hızlı artış 0,25 ppm konsantrasyonda gerçekleşme olup, onu sırasıyla kontrol, 0,15 ve 0,075 ppm uygulamaları izlemektedir. Üçüncü hafta KNT ve 0,25 ppm uygulamalarında % 37 seviyesinde olan karbondioksit, 0,15 ve 0,075 ppm uygulamalarında ise dördüncü haftada bile bu seviyeye ulaşmamıştır. Depolama sonunda ise KNT ve 0,25 ppm uygulamalarında seviye % 42 iken, 0,15 ve 0,075 ppm uygulamalarında % 32 seviyesindedir. Genel olarak bakıldığında düşük

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

ve orta konsantrasyondaki ozon uygulamalarının solunum hızını yavaşlattığı, uygulama yapılmayan ve yüksek ozon konsantrasyonunun ise solunumu arttırdığı gözlenmektedir.



Şekil 4.5.1. Farklı ozon konsantrasyonlarının ambalaj içi gaz kompozisyonuna etkisi A) O₂ ve B) CO₂

4.5.2. pH

Depolama süresince farklı uygulamaların pH üzerine etkisi Çizelge 4.5.1’de gösterilmektedir. Depolama başında 3,25-3,27 civarında olan pH değeri, zaman geçtikçe artış göstermekte, en hızlı artış ise birinci haftada gerçekleşmektedir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre uygulama süresi önemsiz bulunmuş olup, zaman ve konsantrasyon interaksyonu ise önemlidir. Uygulamalara bakıldığında, 0,075 ve 0,15 ppm konsantrasyonları arasında fark bulunmamakta, bu uygulamalar ise KNT ve 0,25 ppm konsantrasyonlarından farklıdır. Genel olarak, en yüksek pH değerleri kontrol grubunda gözlenmekte olup, bunu 0,25 ppm uygulaması takip etmektedir. Çilekte depolamayla beraber pH değerinin artmasının sebebi, solunum reaksiyonlarında organik asitlerin kullanılması ve dolaylı olarak ambalaj içindeki karbondioksit seviyesinin artmasıdır (Holcroft ve Kader, 1999; Martinez-Ferrer ve ark., 2002). Ambalaj içi gaz kompozisyonunda uygulamalar arasında görülen farklılık, pH değeri üzerinde de etkili olup, KNT ve 0,25 ppm gruplarındaki yüksek karbondioksit seviyesi, yüksek solunum hızının göstergesi olduğundan, bu gruplarda pH değeri de yüksektir. 0,075 ve 0,15 ppm uygulamalarının ise metabolik aktiviteyi yavaşlatarak, pH değerlerini diğer uygulamalara göre düşük tuttuğu tahmin edilmektedir.

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SECKİN ADAY

Çizelge 4.5.1. Farklı ozon konsantrasyonlarının pH üzerine etkisine ait tanıtıcı istatistikler

	Depolama Süresi (Hafta) / Uygulama Süresi (Dk) / pH Değeri									
	0.HAFTA		1.HAFTA		2.HAFTA		3.HAFTA		4.HAFTA	
	2DK	5DK	2DK	5DK	2DK	5DK	2DK	5DK	2DK	5DK
Knt	3,27±0,01	3,25±0,01	3,72±0,02	3,72±0,01	3,76±0,01	3,75±0,01	3,79±0,01	3,79±0,01	3,83±0,01	3,83±0,01
0,075ppm	3,27±0,01	3,25±0,01	3,60±0,02	3,58±0,03	3,61±0,02	3,59±0,01	3,68±0,01	3,70±0,01	3,69±0,01	3,69±0,03
0,15ppm	3,27±0,01	3,25±0,01	3,61±0,06	3,62±0,03	3,63±0,03	3,63±0,01	3,72±0,03	3,70±0,01	3,70±0,01	3,70±0,01
0,25ppm	3,27±0,01	3,25±0,01	3,67±0,04	3,69±0,01	3,71±0,01	3,72±0,01	3,80±0,01	3,78±0,03	3,81±0,02	3,81±0,01

Çizelge 4.5.1.1. Farklı ozon konsantrasyonlarının pH üzerine etkisi

	Depolama Süresi (Hafta) / pH Değeri				
	0.HAFTA	1.HAFTA	2.HAFTA	3.HAFTA	4.HAFTA
Knt	3,26±0,01Aa	3,72±0,01Ba	3,75±0,01BCa	3,79±0,01CDa	3,83±0,01Da
0,075ppm	3,26±0,01Aa	3,59±0,03Bb	3,60±0,01Bb	3,69±0,01Cb	3,69±0,02Cb
0,15ppm	3,26±0,01Aa	3,62±0,04Bb	3,69±0,01Bb	3,71±0,02Cb	3,70±0,01Cb
0,25ppm	3,26±0,01Aa	3,68±0,03Ba	3,69±0,02Ba	3,79±0,02Ca	3,81±0,01Ca

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05)

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

4.5.3. Suda Çözünür Kuru Madde

Karbonhidrat içeriği ve şeker bileşenlerinin dengesi, çilekte aroma ve kalitenin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Çilekte suda çözünür kuru maddeyi oluşturan glukoz ve fruktoz miktarı, sukroz miktarına göre daha fazla olup, bunların oranları varyeteye göre farklılık göstermektedir (Keutgen ve Pawelzik, 2008). Çilekte suda çözünür kuru madde değerlerinde uygulamalardan kaynaklanan farklılıklar Çizelge 4.5.2’de gösterilmektedir. Depolama süresince suda çözünür kuru madde içeriği azalmakta olup, en büyük azalma KNT ve 0,25 ppm uygulamalarında görülmektedir. 0,075 ve 0,25 ppm uygulamaları ise suda çözünür kuru madde içeriğini korumada etkilidir. İstatistiksel olarak sürenin etkisi önemli olmayıp, zaman ve konsantrasyon interaksiyonu önemli bulunmuştur. KNT ve 0,25 ppm uygulamalarında suda çözünür kuru madde bakımından fark istatistiksel olarak önemli olmayıp, 0,075 ve 0,15 ppm uygulamalarından ise farklıdır. Depolama boyunca suda çözünür kuru madde içeriğindeki değişimin sebebi, şekerlerin hidrolize olmasındandır. Ambalaj içindeki karbondioksit seviyesi, hidroliz ve glikoliz reaksiyonlarını hızlandırmakta, KNT ve 0,25 ppm uygulamalarındaki yüksek karbondioksit seviyesi, şekerlerin hidrolizini hızlandırarak, suda çözünür kuru madde oranının azalmasına neden olmaktadır (Almenar ve ark., 2009; Bodelon ve ark., 2010; Yang ve ark., 2010). Bununla birlikte yüksek ozon konsantrasyonu, oksidatif stresi daha fazla arttırarak sükrozun parçalanma oranını fazlalaştırabilmektedir (Perez ve ark., 1999).

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SECKİN ADAY

Çizelge 4.5.2. Farklı ozon konsantrasyonlarının suda çözünür kuru madde üzerine etkisine ait tanıtıcı istatistikler

	Depolama Süresi (Hafta) / Uygulama Süresi (Dk) / Suda Çözünür Kurumadde Değeri									
	0.HAFTA		1.HAFTA		2.HAFTA		3.HAFTA		4.HAFTA	
	2DK	5DK	2DK	5DK	2DK	5DK	2DK	5DK	2DK	5DK
Knt	7,43±0,02	7,41±0,02	6,79±0,06	6,78±0,04	6,64±0,10	6,64±0,09	6,50±0,01	6,49±0,01	6,27±0,10	6,28±0,05
0,075ppm	7,43±0,02	7,41±0,02	7,14±0,05	7,13±0,01	7,08±0,11	7,06±0,05	6,89±0,05	6,91±0,08	6,58±0,07	6,61±0,02
0,15ppm	7,43±0,02	7,41±0,02	7,16±0,08	7,12±0,07	7,02±0,17	7,03±0,01	6,96±0,10	6,93±0,01	6,56±0,01	6,61±0,13
0,25ppm	7,43±0,02	7,41±0,02	6,82±0,10	6,81±0,20	6,73±0,01	6,67±0,15	6,54±0,19	6,53±0,17	6,17±0,11	6,11±0,09

Çizelge 4.5.2.1. Farklı ozon konsantrasyonlarının suda çözünür kuru madde üzerine etkisi

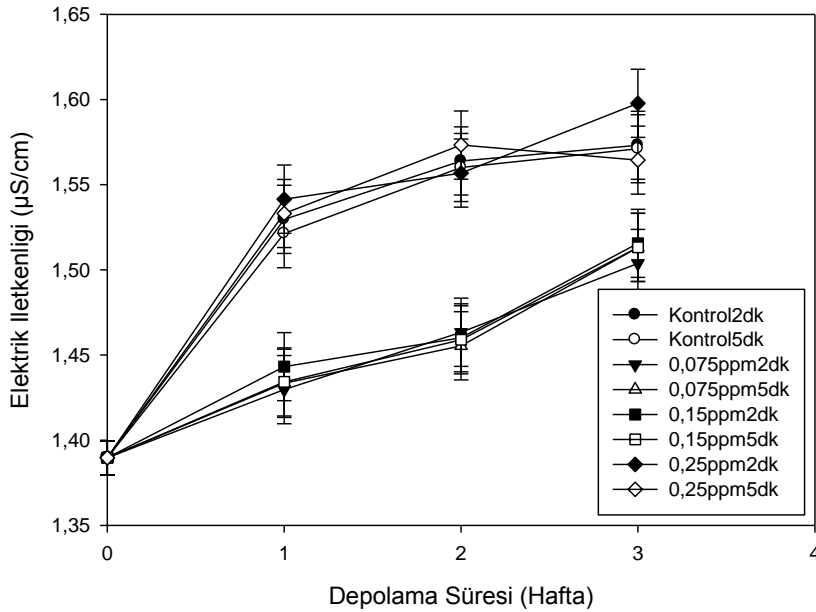
	Depolama Süresi (Hafta) / Suda Çözünür Kuru Madde Değeri				
	0.HAFTA	1.HAFTA	2.HAFTA	3.HAFTA	4.HAFTA
Knt	7,43±0,01Aa	6,78±0,04Ba	6,64±0,08BCa	6,50±0,01CDa	6,27±0,07Da
0,075ppm	7,43±0,01Aa	6,78±0,04Bb	7,07±0,07Bb	6,90±0,06Bb	6,60±0,04Cb
0,15ppm	7,43±0,01Aa	7,14±0,07Bb	7,03±0,10Bb	6,95±0,06Bb	6,59±0,08Cb
0,25ppm	7,43±0,01Aa	6,82±0,13Ba	6,70±0,10BCa	6,54±0,15Ca	6,14±0,10Da

^{A-c} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05)

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

4.5.4. Elektrik İletkenliği

Elektriksel iletkenlik, hücre membranında meydana gelen zararın incelenmesinde kullanılan parametrelerden birisi olup, dokularda meydana gelen geri dönüşümsüz hasarlara işaret etmektedir (Côté ve ark., 1993). Farklı uygulamaların elektriksel iletkenlik üzerine etkisi şekil 4.5.2’de gösterilmektedir. Birinci hafta KNT ve 0,25 ppm uygulamalarında görülen elektriksel iletkenlikteki hızlı artış, 0,075 ve 0,15 ppm uygulamalarında ise daha yavaş bir hızda gerçekleşmektedir. Depolama süresince uygulamalardan kaynaklanan bu fark devam etmektedir. Depolama boyunca elektriksel iletkenlik artışı; hücre membranının bütünlüğünün yitirilmesinden dolayıdır. Yüksek ozon konsantrasyonunun hücre membranındaki doymamış yağ asitleri ve fosfolipitlerin oksidasyonunu hızlandırarak, elektriksel iletkenliği artırmış olduğu düşünülmektedir. Ayrıca solunum sırasında meydana gelen karbondioksitin KNT ve 0,25 ppm uygulamalarında daha fazla olması, elektriksel iletkenliği artıran diğer bir faktördür (Wang ve ark., 2004).



Şekil 4.5.2. Farklı ozon konsantrasyonlarının elektrik iletkenliğine etkisi

4.5.5. Renk

Meyve ve sebzelerin kalitesinin tüketici tarafından algılanmasını sağlayan en önemli kriterden birisi renktir (Zambre ve ark., 2010). Çileğin kendine has renginin oluşmasında iki tip antosiyanin bileşeni önemli yer tutmaktadır. Bu bileşenler; pelargonidin ve

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

siyanidindir (Gössinger ve ark., 2009). Çilekte depolama boyunca L ve a parametrelerindeki değişim çizelge 4.5.3 ve 4.5.4’de gösterilmiştir. İstatistiksel olarak sürenin etkisi önemsiz olup, zaman ve konsantrasyon interaksyonu önemli bulunmuştur. Kontrol grubundaki çileklerin L değerlerinde azalma görülürken, ozon uygulanan çileklerin ise L değeri hafif olarak artmaktadır. Birinci haftaya kadar geçen sürede, uygulamalar ve kontrol grubu arasında L bakımından istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır. Daha sonraki haftalarda 0,15 ve 0,25 ppm gruplarında L değerlerindeki artış diğer gruplara göre daha fazladır. Çilekte kontrol grubunda L değerindeki azalışın sebebi, enzimatik reaksiyonların hızlı gerçekleşmesi ve Maillard ürünlerin oluşumundan kaynaklanabilmektedir (Aguilo-Aguayo ve ark., 2009; Del-Valle ve ark., 2005; Nunes ve ark., 2005).

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SECKİN ADAY

Çizelge 4.5.3. Farklı ozon konsantrasyonlarının L değeri üzerine etkisine ait tanıtıcı istatistikler

	Depolama Süresi (Hafta) / Uygulama Süresi (Dk) / L Değeri									
	0.HAFTA		1.HAFTA		2.HAFTA		3.HAFTA		4.HAFTA	
	2DK	5DK	2DK	5DK	2DK	5DK	2DK	5DK	2DK	5DK
Knt	28,62±2,69	28,57±2,78	27,58±0,10	27,12±0,16	27,16±2,56	26,84±2,43	26,66±0,39	26,33±0,29	25,59±0,92	25,23±0,94
0,075ppm	28,62±2,69	28,57±2,78	28,79±1,53	29,14±1,58	29,19±0,59	29,49±0,50	29,13±1,00	29,15±0,43	29,16±2,60	29,60±0,41
0,15ppm	28,62±2,69	28,57±2,78	29,76±0,50	29,96±1,18	30,09±0,75	30,02±0,04	30,68±0,75	30,82±2,30	31,20±0,76	31,79±0,93
0,25ppm	28,62±2,69	28,57±2,78	30,82±0,48	31,19±0,56	32,14±1,13	32,72±1,51	32,34±0,23	33,03±0,25	32,89±0,38	33,19±3,63

Çizelge 4.5.3.1. Farklı ozon konsantrasyonlarının L değeri üzerine etkisi

	Depolama Süresi (Hafta) / L Değeri				
	0.HAFTA	1.HAFTA	2.HAFTA	3.HAFTA	4.HAFTA
Knt	28,60±1,94Aa	27,35±0,29Aa	27,00±2,05Aa	26,49±0,34Aa	25,41±0,78Aa
0,075ppm	28,60±1,94Aa	28,97±1,28Aa	29,34±0,48Aab	29,14±0,63Aab	29,38±1,54Aab
0,15ppm	28,60±1,94Aa	29,86±0,75Aa	30,06±0,43Aab	30,75±1,40Ab	31,50±0,77Ab
0,25ppm	28,60±1,94Aa	31,00±0,48ABa	32,43±1,14ABb	32,69±0,44ABb	33,04±2,11Bb

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05)

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

Çileğin kırmızılığını ifade eden a parametresindeki değişim çizelge 4.5.4’de gösterilmektedir. İstatistiksel analizlere göre üçlü ve ikili interaksiyonlar önemsiz bulunmuş olup, sadece zaman ve konsantrasyonun etkileri ayrı ayrı önemlidir. Bu tablolara göre, çilekte depolama süresiyle birlikte a parametresi azalmaktadır. Birinci ve ikinci haftadaki a değeri benzer olup, dördüncü haftadaki a değeri ise tüm haftalardan farklıdır. Uygulama konsantrasyonları ve kontrol grubunda a değeri bakımından fark değerlendirildiğinde ise, 0,075 ve 0,15 ppm konsantrasyonları benzerdir. Ayrıca KNT ve 0,25 ppm konsantrasyonu bakımından ise a değeri yönünden herhangi bir farklılık gözlenmemektedir. 0,075 ve 0,15 ppm konsantrasyonlarının L değeri 30 civarındayken, KNT ve 0,25 ppm uygulamalarının ise 28 civarındadır. Bu sonuçlara göre düşük ve orta seviyedeki ozon konsantrasyonu, a değerinin korunmasına yardımcı olurken, yüksek konsantrasyon ise daha fazla parçalanmaya sebep olmaktadır. Yüksek oksidasyon potansiyeline sahip olan ozonun, konsantrasyonu belirli bir seviyeden sonra polifenollerin parçalanmasını sağlamaktadır. Bu etki ozonun doğrudan hedef bileşenlerle reaksiyonu sonucu veya ozonun parçalanması sırasındaki hidroksil radikallerin etkisi dolayısıyla meydana gelebilmektedir. Ozon, çilekte rengin oluşmasından sorumlu olan antosiyaninlerin halka yapısını etkileyerek, parçalanmaya neden olmakta ve böylece etkisini daha fazla gösterebilmektedir (Tiwari ve ark., 2009d).

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SECKİN ADAY

Çizelge 4.5.4. Farklı ozon konsantrasyonlarının a değeri üzerine etkisine ait tanıtıcı istatistikler

	Depolama Süresi (Hafta) / Uygulama Süresi (Dk) / a Değeri									
	0.HAFTA		1.HAFTA		2.HAFTA		3.HAFTA		4.HAFTA	
	2DK	5DK	2DK	5DK	2DK	5DK	2DK	5DK	2DK	5DK
Knt	35,28±4,10	35,13±2,85	27,99±2,33	27,68±2,05	27,68±0,44	27,05±0,10	26,41±1,83	26,16±1,67	25,27±0,95	24,73±0,88
0,075ppm	35,28±4,10	35,13±2,85	32,38±2,60	32,40±0,22	30,05±2,52	29,44±0,25	29,00±0,53	28,72±0,48	27,74±1,24	27,25±0,19
0,15ppm	35,28±4,10	35,13±2,85	31,85±1,19	32,19±1,27	29,34±1,55	29,42±0,76	29,01±0,36	28,57±0,55	27,03±2,18	26,70±1,91
0,25ppm	35,28±4,10	35,13±2,85	28,45±1,30	28,13±1,41	27,82±1,17	27,34±2,52	26,97±0,58	26,57±0,27	25,81±0,36	25,21±0,91

Çizelge 4.5.4.1. Farklı depolama sürelerinin L değeri üzerine etkisi

Depolama Süresi (Hafta) / a Değeri				
0.HAFTA	1.HAFTA	2.HAFTA	3.HAFTA	4.HAFTA
35,21±2,58 A	30,13±2,48 B	28,52±1,55 BC	27,68±1,40 CD	26,22±1,41 D

Çizelge 4.5.4.2. Farklı ozon konsantrasyonlarının L değeri üzerine etkisi

Ozon Konsantrasyonu (ppm) / a Değeri			
Knt	0,075ppm	0,15ppm	0,25ppm
28,34±3,96 A	30,74±3,17 B	30,45±3,30 B	28,67±3,76 A

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05)

4.5.6. Tekstür Profil Analizi

Meyve ve sebzelerde hasat, taşıma ve depolama boyunca meydana gelen değişimler, çileğin tekstürel yapısında da zarara neden olmaktadır. Genel olarak bakıldığında meyve ve sebzelerin tekstürünü etkileyen en önemli parametreler turgor basıncı ve hücre içi yapışma kuvvetleridir. Bununla birlikte pektik polisakkaritler, hücre duvarının kritik bileşeni olup, meyvede yumuşamadan sorumludur (Fraeye ve ark., 2009). Farklı ozon konsantrasyonlarının çilekte tekstürel parametreler üzerindeki etkisi şekil 4.5.3’de gösterilmektedir.

Ürün dokusunun uygulanan güce karşı gösterdiği direnç olarak ifade edilen sertlik (Aday ve Caner, 2011; De Huidobro ve ark., 2005), depolama boyunca azalmaktadır. Sertlikteki düşüş en fazla KNT ve 0,25 ppm uygulamalarında gözlenmekte olup, 0,075 ve 0,15 ppm uygulamaları ise sertliği muhafazada daha etkin konumdadır. Uygulamalar arasındaki bu farklılık, yüksek ozon konsantrasyonunun hücre duvarı bileşenlerinden olan aromatik bileşenler, polisakkaritler ve proteinleri okside etmesinden kaynaklanabilmektedir (Wiese ve Pell, 2003).

Dış yapışkan ve iç yapışkan kavramlarının birlikte düşünülmesi sonucu ortaya çıkan terim olan dış yapışkanlık, depolama boyunca artış göstermektedir. Dış yapışkanlık değerindeki artış KNT ve 0,25 ppm uygulamalarında ilk hafta hızlı gerçekleşirken, diğer uygulamalarda ise daha yavaş seyretmektedir. En yüksek dış yapışkanlık değerleri depolama boyunca yüksek ozon konsantrasyonu olan 0,25 ppm’de görülmektedir. Bunun sebebi olarak, ozonun kendisinin veya parçalanma bileşenlerinin, hücre duvarındaki molekülleri modifiye etmesi olarak düşünülmektedir (Wiese ve Pell, 2003).

Elastikiyet, gıdanın deformasyondan sonra tekrar eski haline dönme yeteneği olup (De Huidobro ve ark., 2005; Szczesniak ve ark., 1963), bu yetenek en fazla 0,075 ve 0,15 ppm uygulamalarında, en az ise 0,25 ppm’de görülmektedir. Yüksek ozon konsantrasyonu, büyük oksidasyon potansiyeli nedeniyle membranlara daha fazla difüze olmakta ve serbest radikaller hücre membranı, sitoplazma ve lipitleri parçalayarak çileğe zarar vermektedir (Whangchai ve ark., 2010).

Gıdaların iç yapısındaki bağların gücünü gösteren iç yapışkanlık terimi (Spaziani ve ark., 2009), depolamayla beraber azalış göstermektedir. Bağların en kuvvetlisi, 0,075 ve 0,15 ppm uygulamalarında görülmekte olup, KNT ve 0,25 ppm uygulamaları ise bağları

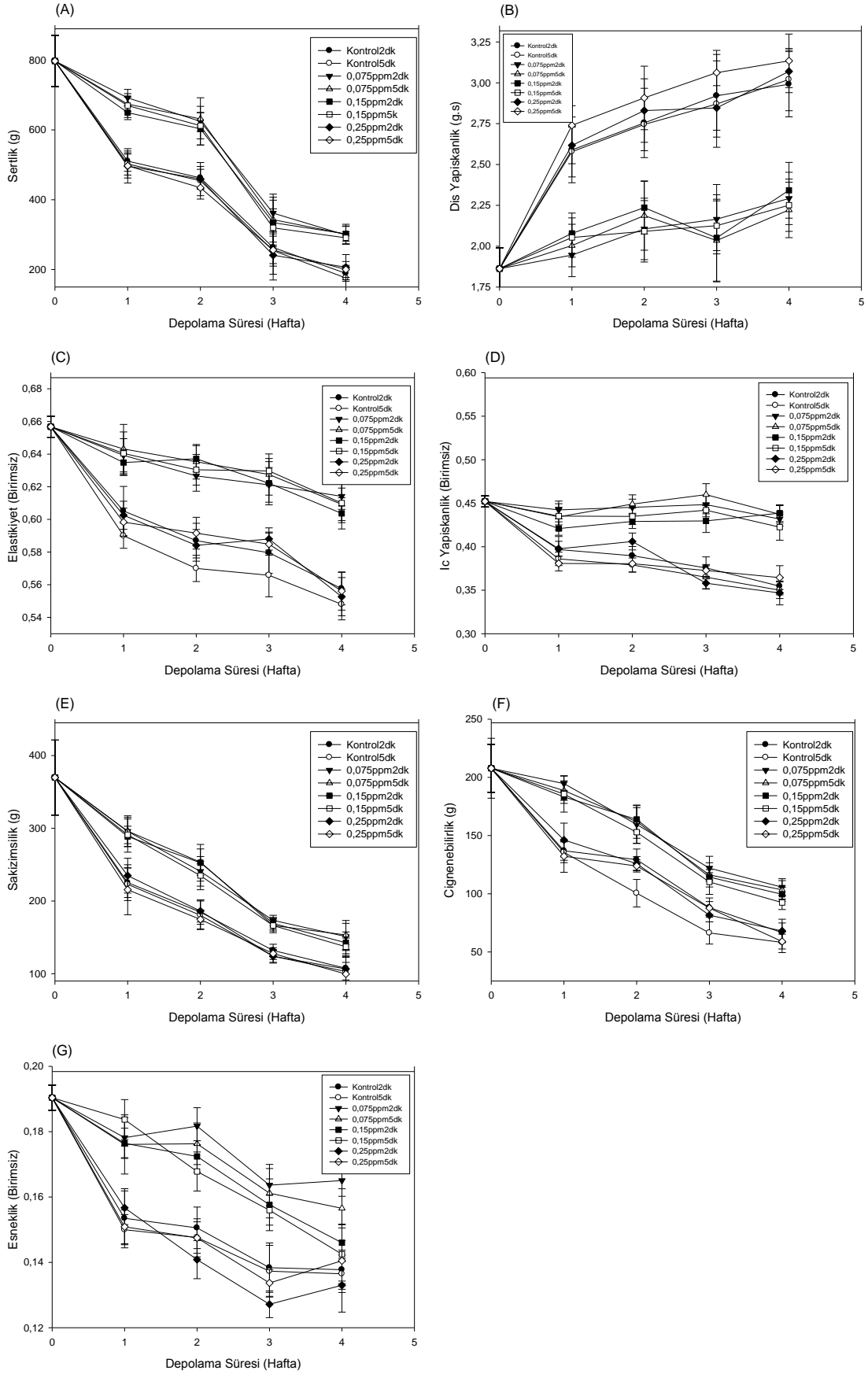
BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

parçalamakta en etkili yöntemlerdir. Ozonun yüksek oksidasyon potansiyeli (2,07 V), yüksek konsantrasyonla birleştiğinde birçok organik bileşeni parçalamakta ve bağ gücünün azalmasına neden olmaktadır (Tiwari ve ark., 2008).

Sakızımsılık, gıdanın yutulmasında gerekli olan kuvveti tanımlamakta olup, depolama süresince azalma göstermektedir. Bu kuvvetin en az olduğu uygulamalar KNT ve 0,25 ppm uygulamalarıdır. Çünkü yüksek dozda ozon konsantrasyonu hücre duvarı pektinindeki, çapraz bağları ve fenolik çapraz bağları okside etmekte ve bu kuvvetin azalmasına neden olmaktadır (Wang ve ark., 2004).

Çiğnenebilirlik parametresi, tüm uygulamalarda ve kontrol grubunda depolama boyunca azalış göstermektedir. Çiğnenebilirlik, gıdanın sertliğiyle de bağlantılı olup, düşük ve orta konsantrasyondaki ozon uygulamaları hücre duvarındaki pektin, yapısal protein ve diğer polimerlerin parçalanmasını engelleyerek, gıdanın bu özelliğinin korunmasında yardımcı olabilmektedir (Wang ve ark., 2004). Yüksek ozon konsantrasyonu ise bu etkinin tam tersine neden olmaktadır.

Esneklik de depolama boyunca azalış göstermekte olup, KNT ve 0,25 ppm uygulamaları ile 0,075 ppm ve 0,15 ppm uygulamaları arasındaki fark önemli olarak bulunmuştur. Düşük ve orta konsantrasyondaki ozon uygulamalarının hücre duvarı polisakkaritlerini substrat olarak kullanan enzimleri inaktive ettiği, yüksek ozon konsantrasyonunun ise bu polisakkaritlerin parçalanmasına oksidatif olarak katkı bulunduğundan bu değeri düşürdüğü tahmin edilmektedir (Toivonen ve Brummell, 2008).

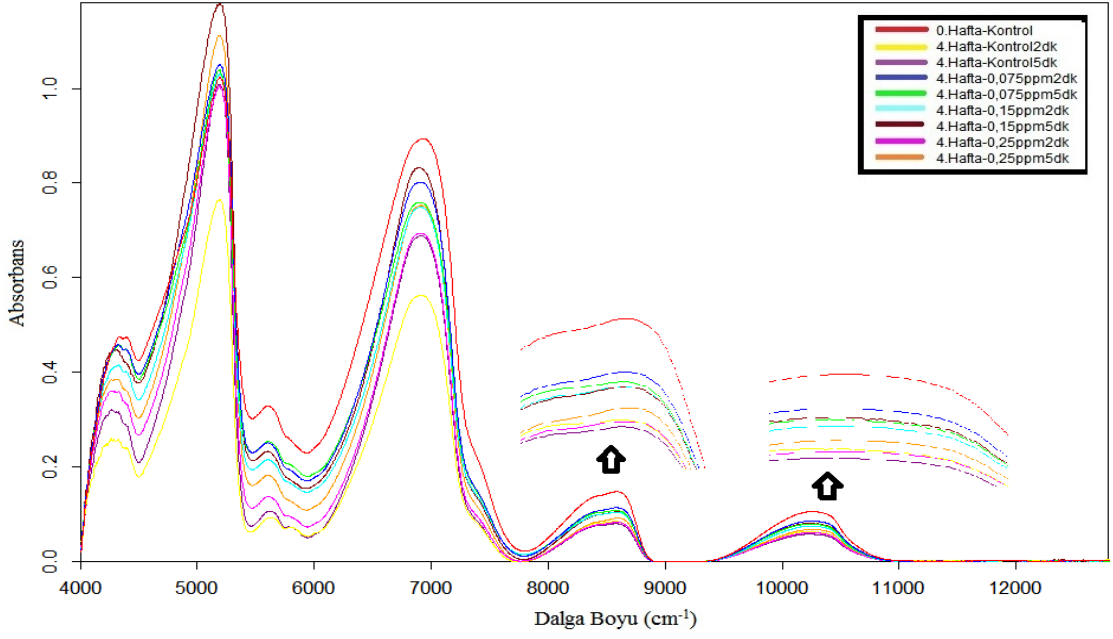


Şekil 4.5.3. Farklı ozon konsantrasyonlarının tekstür profil parametreleri üzerine etkisi

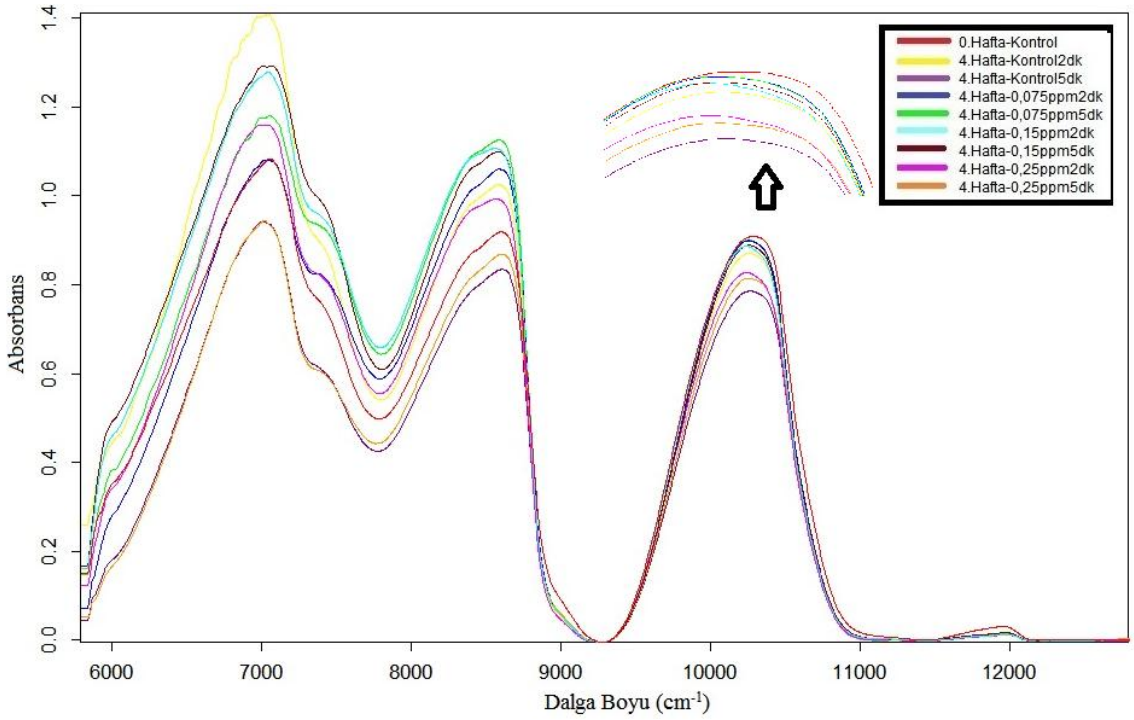
4.5.7. FT-NIR Spektrasi

Gıda analizlerinde önemli avantaj sağlayan tekniklerden biri olan FT-NIR, geleneksel metotlara göre zaman tasarrufu sağlamakta ve ürüne zarar vermemektedir (Yavari ve ark., 2011). FT-NIR spektralarında absorpsiyon sonucu meydana gelen pikler, ortamdaki kimyasal bileşenler ile dokunun şekil, boyut ve mikroyapısı hakkında bilgi vermektedir (Cavaco ve ark., 2009).

Reflektans ve yansıma modlarına ait spektralar şekil 4.5.4 ve 4.5.5'te gösterilmiştir. Reflektans spektralarında 10244 ve 6996 cm^{-1} 'deki piklerin suya, 8454 ve 5623 cm^{-1} 'deki piklerinin ise şeker gruplarına ait olduğu bilinmektedir (Di Egidio ve ark., 2009). Çalışmamızda reflektans modunda depolama başında en yüksek olarak elde edilen pikler, depolama süresinin artmasıyla birlikte azalma göstermektedir. Bu azalma oranları uygulama gruplarına göre farklılık göstermekte olup, en fazla azalma KNT ve 0,25 ppm gruplarına aittir. Buna göre 10244 cm^{-1} 'deki değişimlerden kontrol ve 0,25 ppm uygulamasına tabi tutulan çileklerin en fazla su kaybettiği anlaşılmaktadır. 8454 cm^{-1} nm'deki pikler incelendiğinde ise 0,075 ppm ve 0,15 ppm uygulamasına ait olan çileklerin absorpsiyon piklerinde en az düşüş meydana geldiği görülmektedir. Bu sonuç; 0,075 ppm ve 0,15 ppm ozon uygulamalarının çilekteki şekerin korunmasında etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.5.4. Farklı ozon konsantrasyonlarının FT-NIR yansımaya spektrası üzerine etkisi



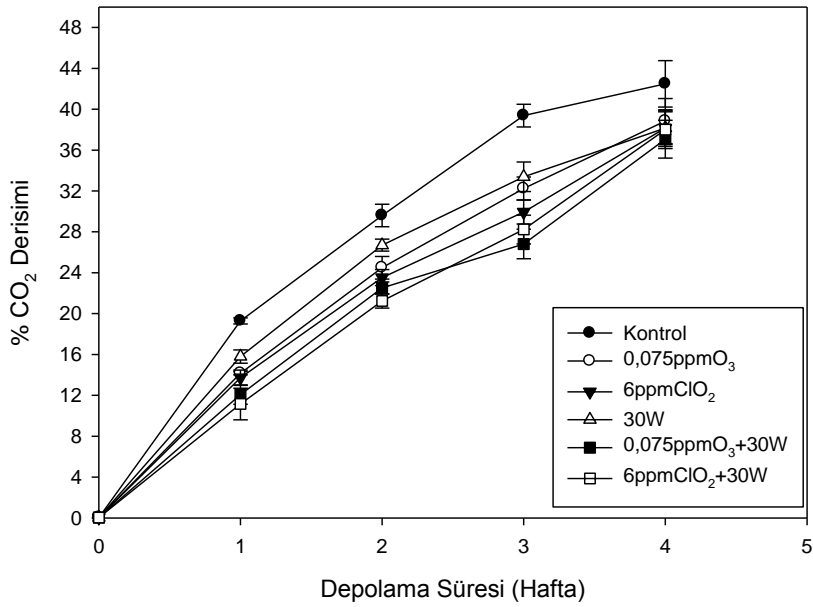
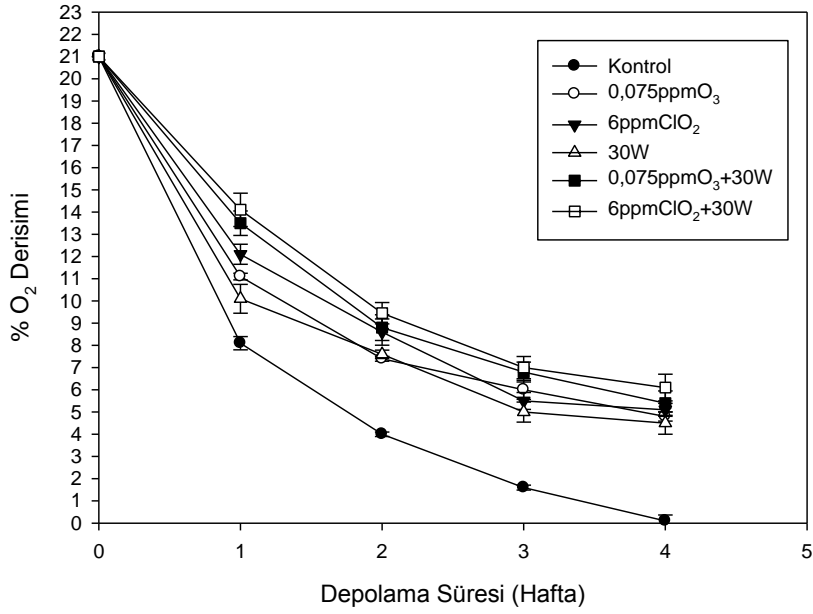
Şekil 4.5.5. Farklı ozon konsantrasyonlarının FT-NIR iletim spektrası üzerine etkisi

4.6. Ozon ve Klordioksitin, Ultrases ile Kombinasyonunun Çilek Üzerine Etkisi

4.6.1. Ambalaj İçi Gaz Kompozisyonu

Taze meyve ve sebzelerin solunum sırasında tükettiği oksijen ve ortama saldığı karbondioksit miktarı dolaylı olarak solunum hızının seviyesine işaret etmekte olup, ambalaj içindeki gaz kompozisyonunun istenilen seviyede tutulması raf ömrünün uzatılmasında en önemli faktördür (Fonseca ve ark., 2002; Odriozola-Serrano ve ark., 2010; Van der Steen ve ark., 2002). Depolama süresince, çilek ambalajı içerisindeki oksijen miktarı azalmakta karbondioksit miktarı ise artış göstermektedir. Şekil 4.6.1a, farklı uygulamalara ait ambalajlardaki oksijen konsantrasyonunu, şekil 4.6.1b ise karbondioksit seviyesini göstermektedir. Birinci hafta sonunda oksijen seviyesi hızlı bir biçimde düşerken, diğer haftalarda ise bu azalış daha düşük hızlarda gerçekleşmektedir. Uygulamalara bakıldığında, 6 ppm ClO₂+30W ile 0,075 ppm O₃+30W, çilekte oksijenin düşük hızda kullanılmasını sağlamakta, tekil uygulamalara bakıldığında ise 6 ppm klordioksitin, 30 Watt ve 0,075 ppm O₃'e göre daha etkili olduğu görülmektedir. Kontrol grubu ise depolama süresince en düşük oksijen seviyesine sahiptir. Ayrıca depolamanın sonunda, kontrol grubundaki oksijen seviyesinin % 0,1'i altına düşmesi, anaerobik solunumun başladığına işaret etmektedir (Ölmez ve Akbas, 2009). 6 ppm ClO₂+30W ile 0,075 ppm O₃+30W uygulamaları ise oksijen tüketiminin azaltılmasında bireysel uygulamalara göre daha iyi sonuçlar vermiş ve birlikte kullanıldıklarında daha olumlu etki yapmışlardır.

Ambalaj içerisindeki karbondioksit seviyelerine bakıldığında, oksijen tüketimi en fazla olan kontrol grubunun karbondioksit seviyesi en yüksek olup, 6 ppm ClO₂+30W ile 0,075 ppm O₃+30W uygulamalarında ise bu seviye diğer uygulamalara göre düşüktür. Bu sonuçlar ambalaj içindeki karbondioksitin artmasının, oksijen seviyesinin azalmasına işaret ettiğini ifade eden hipoteze uygunluk göstermektedir (Mohan ve ark., 2009). Sonuç olarak, kombinasyon uygulamalarının çilekte oksijen tüketimi ve karbondioksit üretimini azaltarak, solunum hızını yavaşlatmada en etkili uygulamalar olduğu, bireysel uygulamalarda ise klordioksitin, ozon ve ultrasese göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.6.1. Tekil ve birleşik US, ClO₂ ve O₃ uygulamalarının ambalaj içi gaz kompozisyonuna etkisi A) O₂ ve B) CO₂

4.6.2. pH

Farklı uygulamalara ait pH değerleri çizelge 4.6.1'de gösterilmektedir. Çilekte başlangıçta 3,32 olan pH değeri, depolama süresinin artmasıyla beraber yükselmektedir. En hızlı yükseliş, kontrol grubuna ait olup, onu sırasıyla 30W, 0,075 ppm O₃, 6 ppm ClO₂, 0,075 ppm O₃+30W ve 6 ppm ClO₂+30W uygulamaları takip etmektedir. 0,075 ppm O₃

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

uygulaması hariç tüm uygulamalarda çilekte ikinci ve üçüncü haftadaki pH değeri benzer olup, 0,075 ppm O₃ uygulamasında ise ikinci ve üçüncü haftalardaki pH değerleri birbirinden farklıdır. İkinci haftada 0,075 ppm O₃+30W uygulamasının, 0,075 ppm O₃ uygulamasına göre pH bakımından farklı olması, ozonun ultrases uygulamasıyla birlikte olumlu etki göstererek, solunum sırasında organik asitlerin harcanmasını azaltmasından kaynaklanabilmektedir (Martinez-Ferrer ve ark., 2002). Üçüncü hafta ise aynı durum 6 ppm ClO₂+30W uygulaması ile 30W uygulaması için geçerli olup, ultrasesin klordioksitin etkisini arttırdığı görülmektedir. Ozon ve klordioksit uygulamalarının tek başına kullanıldığında, sadece mikroorganizmaların girebildiği bazı kısımlara giremediği (Singh ve ark., 2002), ama ultrases uygulamasının etkisiyle bu kısımlara da etki ederek, metabolik aktiviteyi yavaşlattığı tahmin edilmektedir. Ambalaj içindeki yüksek karbondioksit seviyesi dolaylı olarak yüksek solunum hızını gösterdiğinden (Holcroft ve Kader, 1999), kontrol grubundaki organik asit tüketimi en fazla olup, pH değeri en yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.6.1. Tekil ve birleşik US, ClO₂ ve O₃ uygulamalarının pH üzerine etkisi.

Uygulama	Depolama Süresi (Hafta) / pH Değeri				
	0	1	2	3	4
Kontrol	3,32±0,01Aa	3,49±0,02Ba	3,58±0,01Ca	3,72±0,01Da	3,81±0,02Ea
0,075 ppm O₃	3,32±0,01Aa	3,45±0,01Bbc	3,49±0,03Cb	3,61±0,02Dbc	3,65±0,01Dbc
6 ppm ClO₂	3,32±0,01Aa	3,46±0,02Babc	3,46±0,03Bbc	3,62±0,03Cbc	3,66±0,02Dbc
30W	3,32±0,01Aa	3,47±0,02Bab	3,48±0,02Bbc	3,64±0,01Cb	3,67±0,01Cb
0,075ppm O₃+30W	3,32±0,01Aa	3,44±0,01Bbc	3,44±0,02Bd	3,59±0,01Cc	3,67±0,01Dbc
6ppmClO₂+30W	3,32±0,01Aa	3,42±0,02Bc	3,44±0,01Bcd	3,58±0,03Cc	3,63±0,01Dc

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05)

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

4.6.3. Suda Çözünür Kuru Madde

Meyve ve sebzelerde tat dengesinin oluşmasında önemli bir yeri olan ve glukoz, fruktoz ve sükröz gibi şekerleri içeren suda çözünür kuru madde terimi, meyve sertliğinin

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

tahmininde de kullanılmaktadır (Campaniello ve ark., 2008; Kafkas ve ark., 2007). Depolama süresince farklı uygulamalara ait suda çözünür kuru madde içerikleri çizelge 4.6.2’de gösterilmektedir. Suda çözünür kuru madde içeriği, depolama süresinin artmasıyla birlikte azalma göstermekte, en büyük azalma kontrol grubunda gözlenmektedir. Birinci haftadan itibaren suda çözünür kuru madde içeriğinde farklılıklar gözlenmekte olup, üçüncü ve dördüncü haftada ise istatistiksel olarak fark yoktur. Tekil olarak uygulanan 6 ppm ClO₂, 30W ve 0,075 ppm O₃ arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Fakat 30W ve 6 ppm ClO₂+30W uygulaması arasında istatistiksel farklılık gözlenmektedir. Ultrasesin meydana getirdiği kavitasyon etkisiyle, klordioksitin difüzyon ve penetrasyon gücü arttığından (Maslak ve Weuster-Botz, 2011), çilekte bozulmaya sebep olabilecek, hidroliz ve glikoliz reaksiyonlarını engelleyip (Bodelon ve ark., 2010), şeker tüketimini azaltmış olabilir. Kontrol grubunda gözlenen suda çözünür kuru madde içeriğindeki düşüş, ambalaj içindeki yüksek karbondioksitin sükrozun hidrolize edilmesini tetiklemeden olabilmektedir (Bodelon ve ark., 2010; Yang ve ark., 2010). Genel olarak bakıldığında ise tüm uygulamalar kontrol grubundan istatistiksel olarak farklıdır.

Çizelge 4.6.2. Tekil ve birleşik US, ClO₂ ve O₃ uygulamalarının suda çözünür kuru madde üzerine etkisi.

Uygulama	Depolama Süresi (Hafta) / Briks Değeri					Genel
	0	1	2	3	4	
Kontrol	6,55±0,35	5,27±0,07	4,92±0,02	4,67±0,01	4,72±0,04	5,23±0,73d
0,075 ppm O₃	6,55±0,35	5,58±0,02	5,22±0,11	4,93±0,10	4,90±0,24	5,43±0,65bc
6 ppm ClO₂	6,55±0,35	5,82±0,03	5,17±0,01	5,02±0,14	5,01±0,03	5,51±0,64abc
30W	6,55±0,35	5,56±0,02	5,10±0,02	5,00±0,01	4,84±0,05	5,41±0,66c
0,075ppm O₃+30W	6,55±0,35	5,85±0,08	5,37±0,01	5,08±0,19	5,12±0,02	5,59±0,59ab
6ppmClO₂+30W	6,55±0,35	6,05±0,14	5,41±0,05	5,10±0,06	5,07±0,02	5,64±0,62a
Genel	6,55±0,35A	5,69±0,26B	5,20±0,17C	4,97±0,16D	4,95±0,16D	

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05)

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

4.6.4. Elektrik İletkenliği

Taze meyve ve sebzelerin hücrel membranında meydana gelen hasarların belirlenmesinde, elektrolit konsantrasyonu ve kimyasal içerikteki değişimin gözlenmesinde kullanılan elektriksel iletkenlik, meyvenin su içeriği ve kuru madde içeriğine göre değişim göstermektedir (Castro ve ark., 2003; Fan ve Sokorai, 2005; Min ve ark., 2007). Farklı uygulamalar sonucunda elde edilen elektrik iletkenliğine ait sonuçlar çizelge 4.6.3'te gösterilmektedir. Depolama süresinin artmasıyla iletkenlik değerlerinde artış gözlenmekte olup, en hızlı artış kontrol grubunda gözlenmiştir. Kontrol grubunu ise 30W uygulaması takip etmektedir. 6 ppm ClO₂ uygulaması ile 0,075 ppm O₃ uygulaması elektriksel iletkenlik bakımından farksız, bu iki uygulama ise 30W uygulamasına göre farklıdır. Elektriksel iletkenlik sonuçlarına göre kavitasyon sırasında meydana gelen enerji transferi, çileklere ozon ve klordioksite göre daha az ulaşmaktadır. Elektriksel iletkenlik bakımından, ikinci, üçüncü ve dördüncü haftalarda değişim gözlenmemektedir. Kontrol grubundaki yüksek iletkenliğin sebebi, yüksek solunum hızından kaynaklanan membran geçirgenliğinin zarar görmesi ve membran bütünlüğünü yitirmesi olabilir (Chen ve ark., 2011; Fan ve Sokorai, 2005; Ferguson, 1984).

Çizelge 4.6.3. Tekil ve birleşik US, ClO₂ ve O₃ uygulamalarının elektrik iletkenliğine etkisi.

Uygulama	Depolama Süresi (Hafta) / Elektrik İletkenliği (µs/cm)					
	0	1	2	3	4	Genel
Kontrol	1,63±0,02	1,73±0,01	1,76±0,02	1,77±0,02	1,79±0,01	1,73±0,06a
0,075 ppm O₃	1,63±0,02	1,70±0,03	1,72±0,03	1,73±0,03	1,72±0,01	1,69±0,04bc
6 ppm ClO₂	1,63±0,02	1,69±0,02	1,71±0,01	1,71±0,02	1,71±0,01	1,69±0,03c
30W	1,63±0,02	1,71±0,01	1,74±0,03	1,74±0,02	1,75±0,01	1,71±0,04b
0,075ppm O₃+30W	1,63±0,02	1,68±0,01	1,70±0,01	1,70±0,01	1,70±0,01	1,68±0,03c
6ppmClO₂+30W	1,63±0,02	1,68±0,01	1,70±0,04	1,71±0,02	1,69±0,02	1,68±0,03c
Genel	1,63±0,021C	1,70±0,023B	1,72±0,028A	1,73±0,025A	1,73±0,035A	

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05)

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

4.6.5. Renk

Görsel çekicilik yanında, kaliteyi ve tüketicilerde satın almayı en fazla etkileyen faktör olan (Rodrigo ve ark., 2007; Tiwari ve ark., 2009c; Zambre ve ark., 2010) renkteki değişim çizelge 4.6.4 ve 4.6.5'te gösterilmiştir. Parlaklık ve esmerleşme parametresi olan L değeri, depolama süresince ozon uygulamaları haricinde azalış göstermektedir. Depolamanın birinci ve dördüncü haftaları arasında L değeri açısından herhangi bir fark bulunmamıştır. İlk yedi gün ise L değerinde hızlı bir azalış görünmektedir. Uygulamalara bakıldığında 0,075 ppm O₃ ve 0,075 ppm O₃+30W uygulamalarında en yüksek L değeri tespit edilirken, bunları sırasıyla 6 ppm ClO₂+30W, 6 ppm ClO₂ ve 30W uygulamaları takip etmektedir. Kontrol grubu ise en düşük L değerine sahiptir.

Çizelge 4.6.4. Tekil ve birleşik US, ClO₂ ve O₃ uygulamalarının L değeri üzerine etkisi.

Uygulama	Depolama Süresi (Hafta) / L değeri					
	0	1	2	3	4	Genel
Kontrol	30,08±1,01	27,08±0,36	26,34±0,26	26,26±0,87	26,08±0,97	27,17±1,67d
0,075 ppm O₃	30,08±1,01	30,12±0,89	30,04±0,82	30,39±0,47	30,09±0,18	30,14±0,57a
6 ppm ClO₂	30,08±1,01	28,45±0,71	27,77±0,01	27,51±1,27	27,36±0,16	28,23±1,20c
30W	30,08±1,01	27,69±0,18	27,38±1,04	27,19±0,22	26,97±0,04	27,86±1,29c
0,075ppm O₃+30W	30,08±1,01	29,54±0,63	29,62±0,44	29,79±0,09	29,67±0,68	29,74±0,52a
6ppmClO₂+30W	30,08±1,01	28,98±0,46	28,47±0,15	28,62±0,57	28,42±0,75	28,91±0,81b
Genel	30,08±1,01A	28,64±1,17B	28,27±1,40B	28,29±1,60B	28,10±1,56B	

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05)

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

Çilekte kırmızı rengin oluşumundan sorumlu olan antosiyanin miktarı (Bodelon ve ark., 2010), renk parametrelerinden biri olan a değeriyle ilişkilendirilebilmektedir. Tüm gruplarda depolama süresinin artmasıyla birlikte a değeri azalış göstermekte olup, bu olay antosiyanin stabilitesinin azalması ve esmerleşme reaksiyonlarının gelişmesiyle ilgili olabilmektedir (Gomez-Lopez ve ark., 2009; Zheng ve ark., 2003). Kontrol grubu tüm

BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

uygulamalardan a parametresi bakımından istatistiksel olarak farklı olup, uygulamaların çilekte kırmızılığın korunmasında etkili olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. 0,075 ppm O₃+30W uygulaması ile 6 ppm ClO₂+30W uygulaması tekil olarak kullanılan, 6 ppm ClO₂, 0,075 ppm O₃ ve 30W uygulamalarından farklı bulunmuş olup, kombinasyon uygulamalarının çilekte fenolik bileşenleri koruyarak renk değişimlerini minimuma indirdiği düşünülmektedir.

Çizelge 4.6.5. Tekil ve birleşik US, ClO₂ ve O₃ uygulamalarının a değeri üzerine etkisi.

Uygulama	Depolama Süresi (Hafta) / a değeri					Genel
	0	1	2	3	4	
Kontrol	34,36±0,06	30,69±0,50	29,73±0,31	28,54±0,01	27,58±0,50	30,18±2,48e
0,075 ppm O₃	34,36±0,06	32,24±0,08	31,14±1,05	30,09±0,67	28,59±0,69	31,29±2,11cd
6 ppm ClO₂	34,36±0,06	32,94±0,47	32,39±0,15	30,51±1,39	28,91±0,98	31,82±2,09bc
30W	34,36±0,06	31,69±1,23	31,33±0,68	29,36±0,18	28,88±0,04	31,12±2,10d
0,075ppm O₃+30W	34,36±0,06	33,48±0,86	32,92±0,93	31,25±0,04	29,75±0,05	32,35±1,79ab
6ppmClO₂+30W	34,36±0,06	34,05±0,91	33,22±0,14	31,21±0,08	30,65±0,16	32,70±1,61a
Genel	34,36±0,06A	32,52±1,30B	31,79±1,33C	30,16±1,12D	29,06±1,07E	

^{A-C} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05)

^{a-c} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

4.6.6. Bozulma Oranı

Çilekte gri renkli küf gelişimi olarak gözlenen ve taşıma, depolama sırasında büyük ekonomik kayıplara yol açan *Botrytis cinerea*, çilekte karşılaşılan problemlerin en önemlisi konumundadır (Liu ve ark., 2007b; Zhang ve ark., 2007). Çalışmamızda depolama süresince tüm uygulamalarda küf gelişimi gözlenmemiş olup, sadece kontrol grubunda üçüncü hafta % 21, dördüncü hafta ise % 35'lik bir bozulma gözlenmiştir. Ultrasesin kavitasyon sebebiyle (Guerrero ve ark., 2005), ozon ve klordioksitin ise antimikrobiyal etkinlikleri nedeniyle küf gelişimini inhibe ettiği tahmin edilmektedir (Gomez-Lopez ve ark., 2009; Habibi ve Haddad, 2009).

4.6.7. Tekstür Profil Analizi

Meyve ve sebzelerin mekaniksel, yapısal ve duyuşsal özelliklerinin hızlı olarak değerlendirilmesini sağlayan bir teknik olan tekstür profil analizi, gıdada hasat, depolama ve taşıma boyunca meydana gelen değişimlerin takip edilmesinde önemli bir parametredir (Abbott ve Harker, 2004; Cordenunsi ve ark., 2003; Thrimawithana ve ark., 2010).

Gıdanın, uygulanan kuvvete karşı gösterdiği direnç olarak ifade edilen sertlik (De Huidobro ve ark., 2005; Spaziani ve ark., 2009), depolama süresince tüm gruplarda azalma göstermektedir (Şekil 4.6.2a). Uygulamalarda 6 ppm ClO₂+30W uygulaması sertlik değerinin korunmasında en etkili yöntem olarak görünürken, bu uygulamayı 0,075 ppm O₃+30W uygulaması izlemektedir. 0,075 ppm O₃ ve 30W uygulaması arasında ise fark yoktur. Tüm uygulamalar kontrol grubundan daha yüksek sertlik değerine sahip olup, sertliği muhafazada etkili bulunmuştur. Klordioksit ve ozon uygulamalarının ultrases ile birlikte kullanılmasının, hücre duvarını parçalayıcı enzimleri inaktive ettiği düşünülmektedir.

Dış yapışkanlık parametresi, depolama süresince artış gösteren tek özellik olup, en yüksek artış kontrol grubunda gözlenmiştir (Şekil 4.6.2b). Depolamanın başlangıcında 0,91 g.s olan dış yapışkanlık, depolamanın sonunda kontrol grubunda 3,70 g.s seviyelerine çıkarken, kombinasyon uygulamalarında ise bu değer 3 g.s'nin altındadır. Dokulardaki parçalanma, dış yapışkanlık değerini artırmakta olup (García-Pérez ve ark., 2007), tüm uygulamaların kontrol grubuna göre hücre duvarının stabilitesinin korunmasında etkili olduğu görülmektedir.

Elastikiyet, gıdanın kuvvete maruz kaldıktan sonra, kuvvetin çekilmesiyle birlikte önceki hale dönme yeteneğini göstermekte olup (García-Pérez ve ark., 2007; Szczesniak ve ark., 1963), depolama süresinin artmasıyla birlikte azalma görülmektedir (Şekil 4.6.2c). Kombinasyon uygulamaları ve klordioksit uygulaması tek başına, diğer uygulamalara göre hücre-hücre yapışma bağlarının korunmasına yardımcı olarak, gıdanın elastiki özelliğini korumaktadır.

İç yapışkanlık, gıdanın yapısındaki bağların gücünü göstermekte olup (Spaziani ve ark., 2009; Yang ve ark., 2007a; Yang ve ark., 2007b), tüm uygulamalarda birinci ve üçüncü hafta arasında iç yapışkanlık değeri sabit bir çizgide ilerlemektedir (Şekil 4.6.2d). Kontrol grubunda ise düşüş her hafta belirgin olarak gözlenmektedir. Çileğin bağlarının

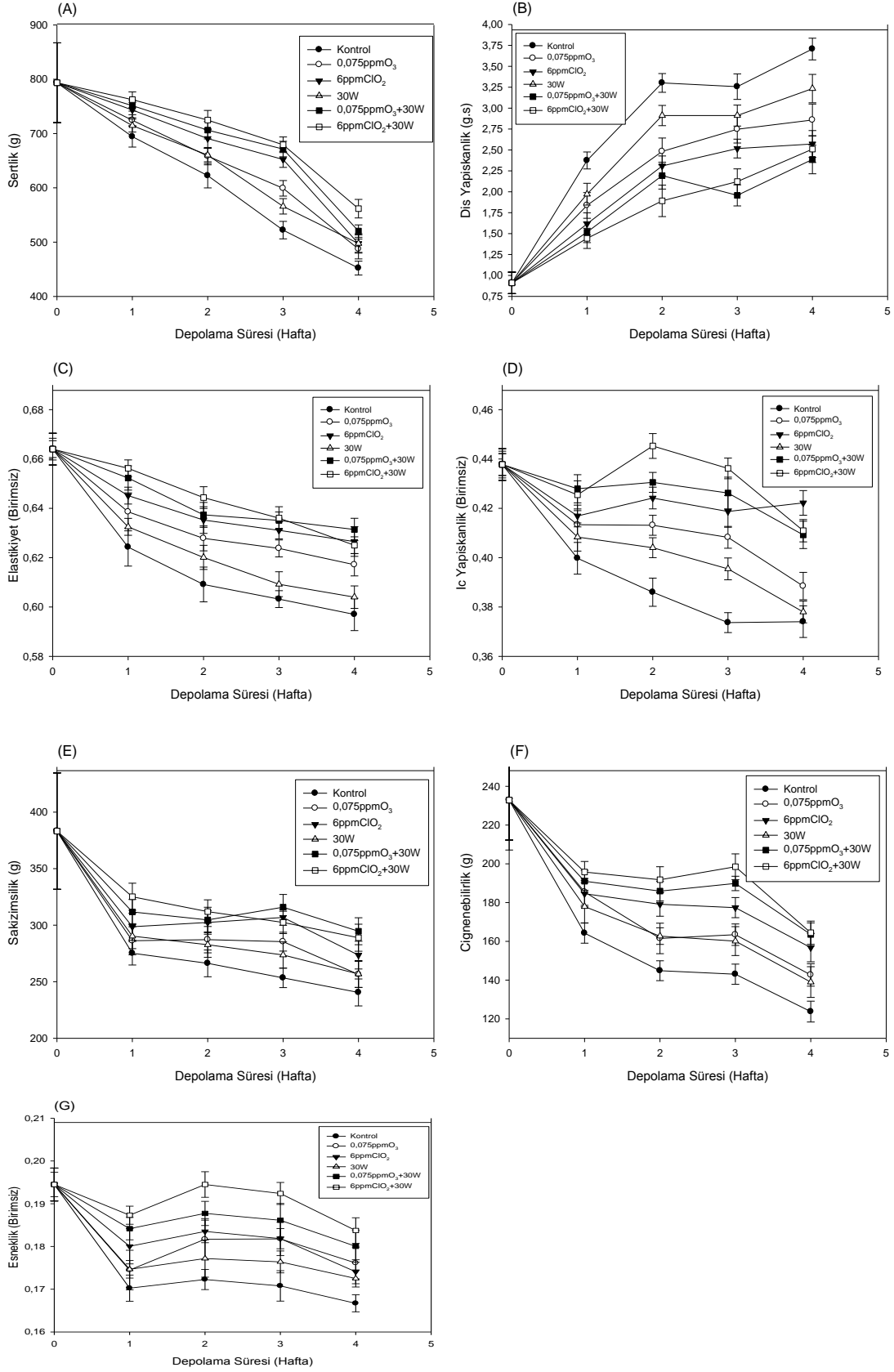
BÖLÜM 4– ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA MEHMET SEÇKİN ADAY

koparılmasında gerekli en büyük kuvvet, 6 ppm ClO_3+30W uygulaması için gerekli olup, onu 0,075 ppm O_3+30W uygulaması takip etmektedir. Bu kombinasyon uygulamaları, tekil olarak uygulanan yöntemlere göre daha etkili olup, uygulamaların birlikte etkisi, hücre membranının parçalanmasını engellemektedir (Rao ve Steffe, 1992).

Sakızimsılık terimi, gıdanın yutulması sırasında harcanan enerjiyi göstermekte olup, depolama süresince meyvenin yumuşamasıyla birlikte azalış göstermektedir (Şekil 4.6.2e). Kontrol grubu en düşük sakızimsılık değerine sahip olup, kontrol grubunu sırasıyla 30W, 0,075 ppm O_3 uygulaması izlemektedir. Kombinasyon uygulamaları ve klordioksit uygulamasının ise hücre duvarı bileşenlerinin depolimerizasyonunu yavaşlatarak (Hernández-Muñoz ve ark., 2008), sakızimsılık değerini koruduğu gözlenmiştir.

Gıdanın çiğnenmesi için gerekli kuvveti tanımlayan çiğnenebilirlik (Huang ve ark., 2007), depolama süresince azalmakta olup, ikinci ve üçüncü haftalarda ise stabil bir çizgi izlemektedir (Şekil 4.6.2f). Üçüncü haftanın sonunda tüm gruplarda dramatik bir düşüş görülmekte, en yüksek kayıp ise kontrol grubunda gözlenmektedir. Kontrol grubundaki düşüklüğün, orta lamelin parçalanmasından kaynaklandığı tahmin edilmekte olup (Vicente ve ark., 2007), tüm uygulamalar kontrol grubuna göre daha iyi sonuçlar vermektedir.

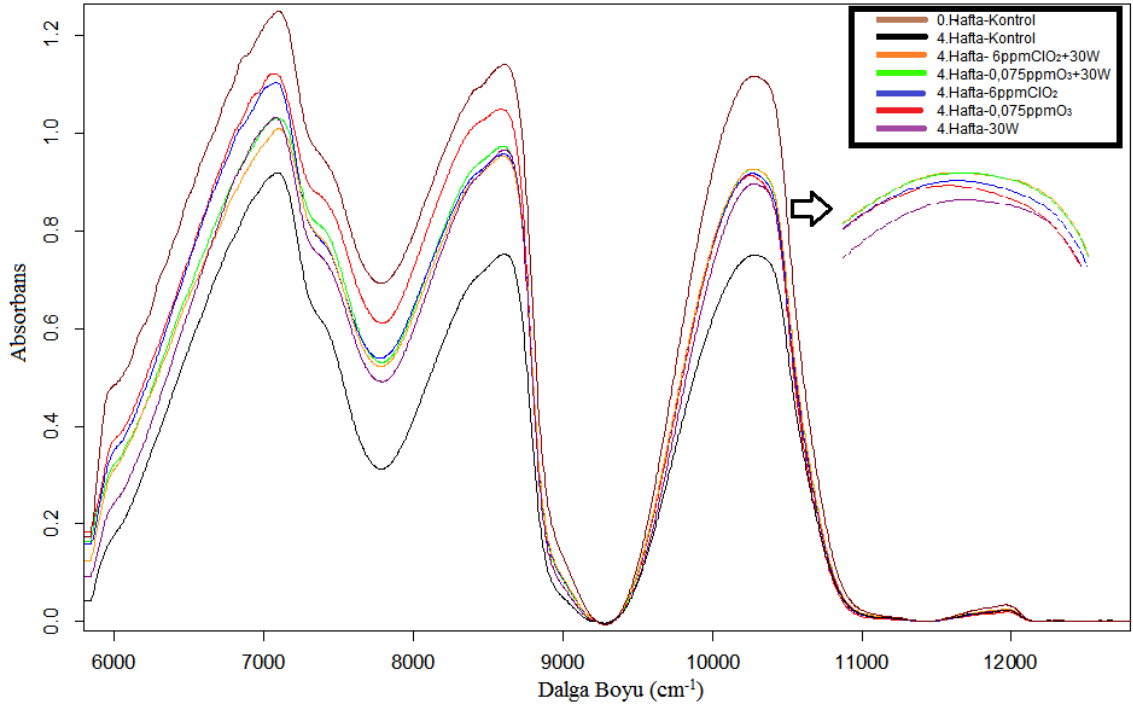
Esneklik gıdalarda yapısal parçalanmaların bir göstergesi olup, ikinci haftadan itibaren esneklik değerinde azalmalar gözlenmektedir (Şekil 4.6.2g). Esnekliğin korunmasında en etkili uygulama 6 ppm ClO_2+30W uygulaması olup, bu uygulamayı sırasıyla 0,075 ppm O_3+30W uygulaması takip etmektedir. Kontrol grubu depolama boyunca en düşük esneklik değerine sahip olup, bunun sebebi; hücre duvarı polisakkaritlerini substrat olarak kullanan enzimleri engelleyememesidir (Toivonen ve Brummell, 2008).



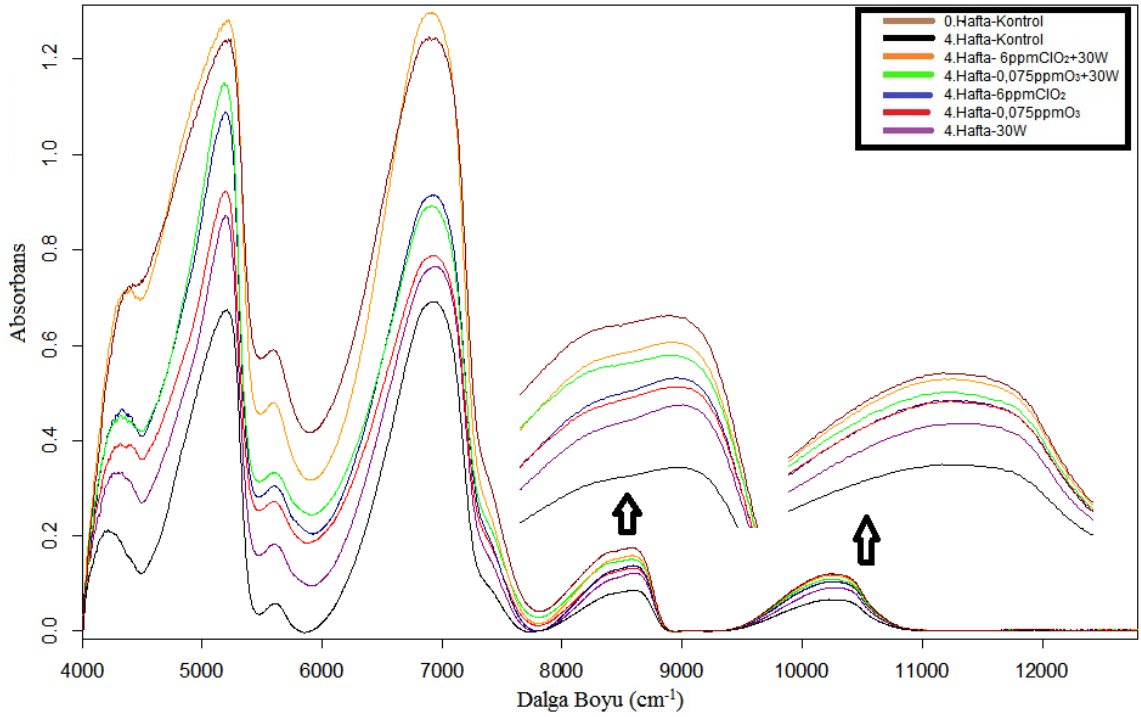
Şekil 4.6.2. Tekil ve birleşik US, ClO₂ ve O₃ uygulamalarının tekstür profil parametreleri üzerine etkisi

4.6.8. FT-NIR Spektrasi

Meyvenin içinden geçen veya yansıyan radyasyon, meyvenin yapısındaki fonksiyonel grupların (-OH, -CH, -NH, -SH) belirlenmesinde kullanılabilir (Louw ve Theron, 2010; Nicolai ve ark., 2007). Depolama süresince FT-NIR spektrasi kullanılarak, örneğin mikroyapısal özelliklerindeki değişim izlenebilir. Farklı uygulamaların çilekte meydana getirdiği değişimlere yansıma ve iletim spektraları şekil 4.6.3 ve şekil 4.6.4'te gösterilmektedir. İletim modunda 10244 cm^{-1} 'deki pikler su içeriğini gösteren pikler olup (Di Egidio ve ark., 2009), 6 ppm ClO_2+30W uygulaması ve 0,075 ppm O_3+30W uygulamasındaki su piklerinin absorpsiyonu 0. haftaya en yakın piklerdir. Beklenildiği üzere kontrol grubunun depolama sonundaki pik absorbansı bu dalga boyunda en düşük olup, yüksek fizyolojik aktivite ve su kaybı sonucu bu durumun meydana geldiği düşünülmektedir. FT-NIR spektrasında 8454 ve 5623 cm^{-1} 'deki pikler ise C-H bağlarını dolayısıyla şeker piklerini göstermektedir (Di Egidio ve ark., 2009). Elde edilen spektra, uygulamaların suda çözünür kuru madde içeriğiyle bağlantılı olup, 6 ppm ClO_2+30W ve 0,075 ppm O_3+30W uygulamasında 8454 cm^{-1} 'deki pik boyları uygulamalar arasında en yüksek değerlere sahiptir. Genel olarak bakıldığında, tüm uygulamaların kontrol grubuna göre şeker ve su içeriğini koruduğu gözlenmektedir.



Şekil 4.6.3. Tekil ve birleşik US, ClO₂ ve O₃ uygulamalarının FT-NIR iletim spektrası üzerine etkisi



Şekil 4.6.4. Tekil ve birleşik US, ClO₂ ve O₃ uygulamalarının FT-NIR yansımaya spektrası üzerine etkisi

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemiz çilek yetiştiriciliğinde önemli bir konuma sahip olmasına rağmen, çileğin hasat, taşıma, depolama ve ambalajlama sırasında karşılaştığı mekaniksel ve mikrobiyolojik hasarlar, ekonomimize katkısını önemli bir oranda düşürmektedir. Hasat dönemi kısa olduğundan, istenilen talebin karşılanması için yeni muhafaza metotlarının çileğe uygulanarak, raf ömrünün arttırılması gerekmektedir. Yeni muhafaza yöntemleri ve uygun ambalaj teknikleriyle çilekte kalite korunabilecek, bozulmaya neden olan mikroorganizmalar ise bertaraf edilebilecektir.

Bu amaçla, çilekte kaliteyle ilişkili olan pH, titrasyon asitliği, elektriksel iletkenlik, briks, ambalaj içi gaz kompozisyonu, tekstürel parametreler, FT-NIR ve küften kaynaklanan bozulma oranı analizleri 4 °C’de dört hafta depolanan çileklere uygulanmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde, aktif ambalajlama konsepti içinde çilekte raf ömrünü arttırmak amacıyla farklı oksijen tutma kapasitesine sahip oksijen tutucular kullanılmıştır. Oksijen tutucular ilk hafta, oksijen seviyesini hızlı bir biçimde düşürmesine rağmen, kontrol grubuna göre karbondioksit seviyesinin yükselmesine engel olarak, solunum hızının azalmasını sağlamışlardır. Ayrıca oksijen tutucular, çilekte pH, briks, elektriksel iletkenlik, renk, tekstürde meydana gelen değişimleri minimuma indirmiş, küf gelişimini ise inhibe etmişlerdir. İstatistiksel analizler neticesinde, ATCO-100 ile ATCO-210 arasında fark bulunmamış, fakat kontrol grubuna göre kalite kriterlerini daha iyi muhafaza ettiği tespit edilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, aktif ambalajlama konseptinin başka bir dalı olan iki farklı karbondioksit tutma kapasitesine sahip karbondioksit tutucu ile birinci çalışmadaki oksijen tutuculardan ATCO-210’nun çilekte kalite üzerine etkinliği araştırılmıştır. Ambalaj içindeki gaz kompozisyonu sonuçları değerlendirildiğinde, karbondioksit tutucuların, oksijen tutucuya göre solunumu daha fazla yavaşlattığı gözlenmiştir. EMCO-B karbondioksit tutucu pH ve briks içeriğinin korunmasında en etkili yöntem olarak bulunurken, tekstürel parametrelerin korunmasında ise EMCO-A ve EMCO-B arasında fark bulunamamıştır. Duyusal ve renk analiz sonuçlarına göre ise oksijen ve karbondioksit tutucular arasında fark tespit edilememiştir.

Çalışmanın birinci ve ikinci bölümü birlikte değerlendirildiğinde ise çilekte raf ömrünün arttırılmasında, düşük depolama sıcaklığıyla birlikte aktif ambalajlama teknolojilerinin başarıyla kullanılabileceği gözlenmiştir. Günümüzde aktif ambalajlama konsepti içerisinde yer alan oksijen ve karbondioksit tutucuların kullanımı; maliyet, sakat şeklinde kullanım durumunda tüketicide oluşan yapaylık hissi, etkinliğinin kısıtlı olması, çevreye etkileri ve yasal düzenlemelerin yetersizliği gibi sebeplerden ötürü sınırlıdır.

Maliyet açısından bakıldığında, oksijen tutucu yedirilen filmler, çok katmanlı filmlerde kullanılan bariyer tabakasını ortadan kaldıracığından, maliyet düşecektir.

Tüketici ve üretici açısından değerlendirildiğinde, aktif bileşenlerin sakat formundan çok ambalaj filmine yedirilerek kullanılmasının, tüketicide yapaylık hissini kaldıracığından, üreticiye ise hızlı otomasyon sağlayacağından faydalı olacağı düşünülmektedir.

Etkinlik bakımından incelendiğinde, aktif bileşenlerin etkisini maksimum göstermesi için ambalaj dizaynına önem verilmesi gerekmektedir. Ayrıca gıda ile aktif bileşen arasındaki mesafenin uygun, gıdanın solunum hızı ve miktarıyla uyumlu olması gerekmektedir. Bununla birlikte ürünün taşınması sırasında yaşayacağı sıcaklık dalgalanmalarından dolayı filmin geçirgenlik özelliği değişeceğinden, aktif bileşenin kapasitesi buna göre seçilmelidir. Bu yüzden spesifik sıcaklık ve nem altında etki gösteren değil, farklı şartlara adapte olabilme yeteneğine sahip bileşenler araştırılmalıdır.

Yönetmelikler göz önüne alındığında, gıda ile temas halindeki aktif bileşenlerin, gıdaya etkisinin iyice gözden geçirilmesi gerekmektedir. Aktif bileşen içeren filmlerin özellikleri değişeceğinden geri dönüşüm sürecinin izlenmesi ve etkilerinin belirlenmesi lazımdır. Sakat olarak kullanılması durumunda ise, tüketicuyu bilgilendirerek sakatların tüketilme ihtimalini ortadan kaldırmalıdır.

Gıdaların raf ömrünün arttırılmasında alternatif çözümlerden biri olan aktif ambalajlama konusunda yapılan patent başvuru sayısındaki artış incelendiğinde, bu sektörün gelecek potansiyelinin olduğu düşünülmekte, yukarıda sayılan hususlara dikkat edilmesi durumunda da, aktif ambalajlamanın parlak geleceğe sahip olacağı tahmin edilmektedir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, farklı konsantrasyonlarda (3 ppm, 6 ppm, 9 ppm) klordioksit kullanılmış ve çilek kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Ambalaj içi gaz

kompozisyonu değerlendirildiğinde 6 ppm uygulamasının oksijen tüketimini yavaşlattığı görülmüştür. Titrasyon asitliği, pH, briks ve renk bakımından uygulamalar açısından istatistiksel fark bulunamamış, ama tüm uygulamalar kontrol grubuna göre daha iyi sonuçlar vermiştir. FT-NIR analizi ise briks değeriyle iyi korelasyon göstererek, çilekte kimyasal değişimin hasarsız olarak tespit edilebileceğini göstermiştir.

Dördüncü bölümde, farklı ultrases gücü (30W, 60W, 90W) ve farklı maruz kalma süresinin (5 ve 10 dk) çilekte kaliteyi sürdürmedeki etkinliği araştırılmıştır. Ambalaj içi gaz kompozisyonuna bakıldığında kontrol ve 90W uygulamalarının oksijeni fazla tükettiği, 30W ve 60W uygulamalarının ise oksijen tüketimi ve karbondioksit üretimini yavaşlattığı görülmüştür. 30W ve 60W uygulamaları çilekte pH, suda çözünür kuru madde, elektrik iletkenliği, renk ve tekstür parametrelerinin korunmasında kontrol ve 90W uygulamalarına göre daha etkili bulunmuştur. Uygulama güçleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunurken, uygulama süresi arasındaki fark ise önemsizdir. Genel olarak bakıldığında ise 90W ultrases uygulamasının serbest radikallerin oluşması ve polimerizasyon / depolimerizasyon reaksiyonlarının oluşumunu artırarak çilekte negatif etki meydana getirdiği görülmüştür.

Gıdaların raf ömrünü arttırma yöntemlerinden birisi olan ultrases, gıda endüstrisinde sadece mikroorganizmaları elimine etmek amacıyla kullanılmamakta, ekstraksiyon işlemlerinde, gıda ürünlerinin işlenmesinde, kristalizasyon, emülsifikasyon, dondurma ve kurutma proseslerinde başarıyla kullanılmaktadır.

Fakat bu teknolojinin gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılması için diğer proseslerle birleştirildiğinde mikroorganizmalar üzerindeki etkisinin ayrıntılı olarak bilinmesi, etkinliğini arttıran veya azaltan proses faktörlerinin tespit edilmesi, gıda bileşenleri üzerindeki yıkıcı veya yapıcı etkisinin belirlenmesi gerekmektedir.

Diğer yeni yöntemlerden farklı olarak, tıp alanında kullanımından dolayı insanlar üzerinde olumlu bir etkiye sahip olan bu teknoloji, yüksek etkinlikte, düşük enerji ve servis maliyetine sahip jeneratörlerin geliştirilmesiyle, laboratuvar tipi uygulamalar yerine, ticari uygulamalarda kendisine yer bulacaktır. Ayrıca bu teknolojinin basınç (manoses) ve ısı (termoses) gibi diğer proseslerle birleştirildiği sistemlerin gelecekte gıda endüstrisinde güçlü bir yapıda olacağı düşünülmektedir.

Beşinci bölümde, farklı ozon konsantrasyonları (0,075 ppm, 0,15 ppm, 0,25 ppm) ve farklı uygulama süreleri çileklere uygulanmıştır. 0,075 ppm ve 0,15 ppm ozon konsantrasyonunun çilekte oksijen tüketimi ve karbondioksit üretimini azaltarak solunum hızını yavaşlattığı görülmüştür. Briks, pH, elektriksel iletkenlik, renk ve tekstürel parametrelerin korunmasında da 0,075 ppm ve 0,15 ppm konsantrasyonları iyi sonuçlar vermiştir. 0,25 ppm ozon ile kontrol grubu arasında fark bulunamamış olup, yüksek konsantrasyondaki ozonun büyük oksidasyon potansiyeli ile hücre membranına zarar verdiği tahmin edilmektedir.

Gıdaların raf ömrünü arttırmak ve kalitesini korumak amacıyla kullanılan ideal bir sanitasyon ajanı; geniş bir spektrumda etkili olmalı, çevreye zarar vermemeli, sağlık ve güvenlik açısından problem oluşturmamalı ve ekonomik olmalıdır.

Yukarıda sayılan özelliklere sahip olan klordioksit ve ozonun gıda endüstrisinde klorun yerini alabilmesi için;

- Klordioksit ve ozonun gıdalar üzerinde kullanılabileceği limitler belirlenmeli,
- Kullanılan dozun hangi gıdada ne düzeyde kalıntı bıraktığı tespit edilmeli,
- Kullanıldığı yerlerde, işçi sağlığı üzerindeki etkileri incelenmeli,
- Tüketici ve üreticiyi bilgilendirme kampanyaları yapılmalı,
- Farklı üretim metotlarındaki enerji verimliliği ve gıda üzerindeki etkinliği araştırılmalıdır.

Ancak bu noktalar incelendikten sonra, çevreye ve insan sağlığına zararı bilindiği halde, sadece düşük maliyet sebebiyle kullanılan klorun gıda sanayisindeki kullanımı azalacak ve klor kaynaklı problemler minimuma indirgenecektir.

Son bölümde ise, üçüncü (6 ppm ClO₂), dördüncü (30W) ve beşinci (0,075 ppm O₃), çalışmadaki en iyi uygulamaların çilek kalitesi üzerine etkileri karşılaştırılmıştır. Bunun yanında 6 ppm ClO₂+30W ve 0,075 ppm O₃+30W gibi kombinasyon uygulamalarının etkisi de araştırılmıştır. Sonuçlara göre, 6 ppm ClO₂+30W ve 0,075 ppm O₃+30W kombinasyon uygulamalarının; solunum hızının azaltılmasında, küf gelişiminin engellenmesinde, pH, briks, elektriksel iletkenlik, renk ve tekstürel özellikteki değişimlerin azaltılmasında olumlu etki gösterdiği görülmüştür. Klordioksit ve ozonun çilekte tek

başına giremediği kısımlara, ultrasesin kavitasyon etkisiyle daha kolay nüfuz ederek çileğin raf ömrünü arttırdığı düşünülmektedir. Tekil uygulamalar da kontrol grubuyla karşılaştırıldığında çilekte kalitenin korunmasında etkilidir. Küf gelişimi sadece kontrol grubunda gözlenmiştir.

Genel olarak tüm bölümler incelendiğinde, aktif ambalajlama ve yeni muhafaza yöntemlerinin çilekte raf ömrünü uzatmaya yardımcı olarak, ekonomik kayıpların önüne geçilmesini sağlayacağı belirlenmiştir. Fakat yeni muhafaza yöntemlerinde kullanılan kimyasal ajanların konsantrasyonlarının iyi belirlenmesi, ultrasesin ise uygun güçte kullanılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abbott J.A. ve Harker F.R., 2004. Texture. In: Gross, K.C., Wang, C.Y. ve Saltveit, M., Eds. *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks*. USDA Handbook, No. 66.
- Aday M.S. ve Caner C., 2010. Understanding the Effects of Various Edible Coatings on the Storability of Fresh Cherry. *Packag. Technol. Sci.*, 23 (8): 441-456.
- Aday M.S. ve Caner C., 2011. The Applications of Active Packaging and Chlorine Dioxide for Extended Shelf Life of Fresh Strawberries. *Packag. Technol. Sci.*, 24 (3): 123-136.
- Agravante J.U., Matsui T. ve Kitagawa H., 1990. Starch Breakdown and Changes in Amylase Activity During Ripening of Ethylene and Ethanol-Treated Bananas. *Acta Hort.*, 269 133-140.
- Aguilo-Aguayo I., Oms-Oliu G., Soliva-Fortuny R. ve Martín-Belloso O., 2009. Changes in Quality Attributes Throughout Storage of Strawberry Juice Processed by High-Intensity Pulsed Electric Fields or Heat Treatments. *LWT - Food Science and Technology*, 42 (4): 813-818.
- Ahvenainen R., 2003. *Novel Food Packaging Techniques*. CRC Press, Boca Raton. 590 p.
- Akhtar, A., 2009. Relationship of Antioxidants with Qualitative Changes in Local Cultivars of Loquat (*eriobotrya japonica lindl.*) Fruit During Storage. PhD Dissertation (Doktora Tezi). University of Arid Agriculture, Rawalpindi, Pakistan.
- Alexandre E.M.C., Santos-Pedro D.M., Brando T.R.S. ve Silva C.L.M., 2011. Influence of Aqueous Ozone, Blanching and Combined Treatments on Microbial Load of Red Bell Peppers, Strawberries and Watercress. *Journal of Food Engineering*, 105 (2): 277-282.
- Ali Z.M., Chin L.H., Marimuthu M. ve Lazan H., 2004. Low Temperature Storage and Modified Atmosphere Packaging of Carambola Fruit and Their Effects on Ripening

- Related Texture Changes, Wall Modification and Chilling Injury Symptoms. *Postharvest Biology and Technology*, 33 (2): 181-192.
- Allende A., Marín A., Buendía B., Tomás-Barberán F. ve Gil M.I., 2007. Impact of Combined Postharvest Treatments (UV-C Light, Gaseous O₃, Supercritical CO₂ and High CO₂) on Health Promoting Compounds and Shelf-Life of Strawberries. *Postharvest Biology and Technology*, 46 (3): 201-211.
- Almenar E., Hernandez-Munoz P., Lagaron J.M., Catala R. ve Gavara R., 2006. Controlled Atmosphere Storage of Wild Strawberry Fruit (*Fragaria Vesca L.*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (1): 86-91.
- Almenar E., Del Valle V., Catala R. ve Gavara R., 2007a. Active Package for Wild Strawberry Fruit (*Fragaria Vesca L.*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (6): 2240-2245.
- Almenar E., Del-Valle V., Hernandez-Munoz P., Lagaron J.M., Catala R. ve Gavara R., 2007b. Equilibrium Modified Atmosphere Packaging of Wild Strawberries. *J. Sci. Food Agric.*, 87 (10): 1931-1939.
- Almenar E., Catala R., Hernandez-Munoz P. ve Gavara R., 2009. Optimization of an Active Package for Wild Strawberries Based on the Release of 2-Nonanone. *LWT - Food Science and Technology*, 42 (2): 587-593.
- Anonim., 2011. Dünya Ve Türkiye Çilek Üretimi ve Ticareti. *Akdeniz İhracatçı Birlikleri* 1-14.
- Ares G., Barrios S., Lareo C. ve Lema P., 2009. Development of a Sensory Quality Index for Strawberries Based on Correlation Between Sensory Data and Consumer Perception. *Postharvest Biology and Technology*, 52 (1): 97-102.
- Aronsson K., Rönner U. ve Borch E., 2005. Inactivation of *Escherichia Coli*, *Listeria Innocua* and *Saccharomyces Cerevisiae* in Relation to Membrane Permeabilization and Subsequent Leakage of Intracellular Compounds Due to Pulsed Electric Field Processing. *International Journal of Food Microbiology*, 99 (1): 19-32.

- Ayyildiz O., Ileri B. ve Sanik S., 2009. Impacts of Water Organic Load on Chlorine Dioxide Disinfection Efficacy. *Journal of Hazardous Materials*, 168 (2-3): 1092-1097.
- Azoubel P.M., Baima M.d.A.M., Amorim M.d.R. ve Oliveira S.S.B., 2010. Effect of Ultrasound on Banana Cv Pacovan Drying Kinetics. *Journal of Food Engineering*, 97 (2): 194-198.
- Barnes M.F. ve Patchett B.J., 1976. Cell Wall Degrading Enzymes and the Softening of Senescent Strawberry Fruit. *Journal of Food Science*, 41 (6): 1392-1395.
- Beaudry R.M., 1999. Effect of O₂ and CO₂ Partial Pressure on Selected Phenomena Affecting Fruit and Vegetable Quality. *Postharvest Biology and Technology*, 15 (3): 293-303.
- Bhande S.D., Ravindra M.R. ve Goswami T.K., 2008. Respiration Rate of Banana Fruit Under Aerobic Conditions at Different Storage Temperatures. *Journal of Food Engineering*, 87 (1): 116-123.
- Bobelyn E., Serban A.S., Nicu M., Lammertyn J., Nicolai B.M. ve Saeys W., 2010. Postharvest Quality of Apple Predicted by NIR-Spectroscopy: Study of the Effect of Biological Variability on Spectra and Model Performance. *Postharvest Biology and Technology*, 55 (3): 133-143.
- Bodelon O.G., Blanch M., Sanchez-Ballesta M.T., Escribano M.I. ve Merodio C., 2010. The Effects of High CO₂ Levels on Anthocyanin Composition, Antioxidant Activity and Soluble Sugar Content of Strawberries Stored at Low Non-Freezing Temperature. *Food Chemistry*, 122 (3): 673-678.
- Bourne M.C., 2002. *Food Texture and Viscosity*. Academic Press, London.416 p.
- Brody L.A., Strupinsky E.R. ve Kline R.L., 2002. *Active Packaging for Food Applications*. CRC Press, Boca Raton. 224 p.
- Buning-Pfaue H., 2003. Analysis of Water in Food by Near Infrared Spectroscopy. *Food Chemistry*, 82 (1): 107-115.

- Campaniello D., Bevilacqua A., Sinigaglia M. ve Corbo M.R., 2008. Chitosan: Antimicrobial Activity and Potential Applications for Preserving Minimally Processed Strawberries. *Food Microbiology*, 25 (8): 992-1000.
- Caner C., Aday M.S. ve Demir M., 2008. Extending the Quality of Fresh Strawberries by Equilibrium Modified Atmosphere Packaging. *Europeand Food Research and Technology*, 227 (6): 1575-1583.
- Caner C. ve Aday M.S., 2009. Maintaining Quality of Fresh Strawberries Through Various Modified Atmosphere Packaging. *Packag. Technol. Sci.*, 22 (2): 115-122.
- Cao S., Hu Z., Pang B., Wang H., Xie H. ve Wu F., 2010a. Effect of Ultrasound Treatment on Fruit Decay and Quality Maintenance in Strawberry After Harvest. *Food Control*, 21 (4): 529-532.
- Cao S., Hu Z. ve Pang B., 2010b. Optimization of Postharvest Ultrasonic Treatment of Strawberry Fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 55 (3): 150-153.
- Castro I., Teixeira J.A., Salengke S., Sastry S.K. ve Vicente A.A., 2003. The Influence of Field Strength, Sugar and Solid Content on Electrical Conductivity of Strawberry Products. *Journal of Food Process Engineering*, 26 (1): 17-29.
- Castro I., Teixeira J.A., Salengke S., Sastry S.K. ve Vicente A.A., 2004. Ohmic Heating of Strawberry Products: Electrical Conductivity Measurements and Ascorbic Acid Degradation Kinetics. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 5 (1): 27-36.
- Cavaco A.M., Pinto P., Antunes M.D., Silva J.M.d. ve Guerra R., 2009. Rocha Pear Firmness Predicted by a Vis/NIR Segmented Model. *Postharvest Biology and Technology*, 51 (3): 311-319.
- Cen H. ve He Y., 2007. Theory and Application of Near Infrared Reflectance Spectroscopy in Determination of Food Quality. *Trends in Food Science & Technology*, 18 (2): 72-83.

- Cengiz, O. (2007) Erzurum Sartlarında Yetistirilen Cilegin Verim ve Kalitesinin Sezon İçerisindeki Değişimi ve Bu Özelliklerin İklim Verileri ile İlişkinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Cerezo A.B., Cuevas E., Winterhalter P., Garcia-Parrilla M.C. ve Troncoso A.M., 2010. Isolation, Identification, and Antioxidant Activity of Anthocyanin Compounds in Camarosa Strawberry. *Food Chemistry*, 123 (3): 574-582.
- Chauhan O.P., Raju P.S., Ravi N., Singh A. ve Bawa A.S., 2011. Effectiveness of Ozone in Combination with Controlled Atmosphere on Quality Characteristics Including Lignification of Carrot Sticks. *Journal of Food Engineering*, 102 (1): 43-48.
- Chemat F., Zill-e-Huma ve Khan M.K., 2011. Applications of Ultrasound in Food Technology: Processing, Preservation and Extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*, 18 (4): 813-835.
- Chen C.C. ve Paull R.E., 2001. Fruit Temperature and Crown Removal on the Occurrence of Pineapple Fruit Translucency. *Scientia Horticulturae*, 88 (2): 85-95.
- Chen Z. ve Zhu C., 2008. Combined Effects of Aqueous Chlorine Dioxide and Ultrasonic Treatments on Postharvest Storage Quality of Plum Fruit (*Prunus Salicina L.*). *Postharvest Biology and Technology*, 61 (2-3): 117-123.
- Chen Z., Zhu C. ve Han Z., 2011. Effects of Aqueous Chlorine Dioxide Treatment on Nutritional Components and Shelf-Life of Mulberry Fruit (*Morus Alba L.*). *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 111 (6): 675-681.
- Chonhenchob V., Chantarasomboon Y. ve Singh S.P., 2007. Quality Changes of Treated Fresh-Cut Tropical Fruits in Rigid Modified Atmosphere Packaging Containers. *Packag. Technol. Sci.*, 20 (1): 27-37.
- Coles R., McDowell D. ve Kirwan M.J., 2003. *Food Packaging Technology*. CRC Press, Boca Raton. 346 p.
- Cordenunsi B.R., Nascimento J.R.O. ve Lajolo F.M., 2003. Physico-Chemical Changes Related to Quality of Five Strawberry Fruit Cultivars During Cool-Storage. *Food Chemistry*, 83 (2): 167-173.

- Costell E., 2002. A Comparison of Sensory Methods in Quality Control. *Food Quality and Preference*, 13 (6): 341-353.
- Côté F., Thompson J.E. ve Willemot C., 1993. Limitation to the Use of Electrolyte Leakage for the Measurement of Chilling Injury in Tomato Fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 3 (2): 103-110.
- Cullen P.J., Valdramidis V.P., Tiwari B.K., Patil S., Bourke P. ve O'Donnell C.P., 2010. Ozone Processing for Food Preservation: An Overview on Fruit Juice Treatments. *Ozone: Science & Engineering: The Journal of the International Ozone Association*, 32 (3): 166-179.
- Curran P.J., 1989. Remote-Sensing of Foliar Chemistry. *Remote Sensing of Environment*, 30 (3): 271-278.
- Da Silva F.L., Escribano-Bailón M.T., Pérez Alonso J.J., Rivas-Gonzalo J.C. ve Santos-Buelga C., 2007. Anthocyanin Pigments in Strawberry. *LWT - Food Science and Technology*, 40 (2): 374-382.
- Dale A. ve Lubby J.J., 1990. *The strawberry into the 21st century*. Timber Press, Houston. 228 p.
- De Huidobro F.R., Miguel E., Blázquez B. ve Onega E., 2005. A Comparison Between Two Methods (Warner-Bratzler and Texture Profile Analysis) for Testing Either Raw Meat or Cooked Meat. *Meat Science*, 69 (3): 527-536.
- Del Nobile M.A., Baiano A., Benedetto A. ve Massignan L., 2006. Respiration Rate of Minimally Processed Lettuce As Affected by Packaging. *Journal of Food Engineering*, 74 (1): 60-69.
- Del-Valle V., Hernández-Muñoz P., Guarda A. ve Galotto M.J., 2005. Development of a Cactus-Mucilage Edible Coating (*Opuntia Ficus Indica*) and Its Application to Extend Strawberry (*Fragaria Ananassa*) Shelf-Life. *Food Chemistry*, 91 (4): 751-756.

- Deng Y., Wu Y. ve Li Y., 2006. Physiological Responses and Quality Attributes of Kyoho Grapes to Controlled Atmosphere Storage. *LWT - Food Science and Technology*, 39 (6): 584-590.
- Di Egidio V., Sinelli N., Limbo S., Torri L., Franzetti L. ve Casiraghi E., 2009. Evaluation of Shelf-Life of Fresh-Cut Pineapple Using FT-NIR and FT-IR Spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology*, 54 (2): 87-92.
- Fan X. ve Sokorai K.J.B., 2005. Assessment of Radiation Sensitivity of Fresh-Cut Vegetables Using Electrolyte Leakage Measurement. *Postharvest Biology and Technology*, 36 (2): 191-197.
- Fan X., Niemira B.A., Doona C.J., Feehery F.E. ve Gravani R.B., 2009. *Microbial safety of fresh produce*. Blackwell Publishing, Iowa. 446 p.
- Fan Y., Xu Y., Wang D., Zhang L., Sun J., Sun L. ve Zhang B., 2007. Effect of Alginate Coating Combined With Yeast Antagonist on Strawberry (*Fragaria × Ananassa*) Preservation Quality. *Postharvest Biology and Technology*, 53 (1-2): 84-90.
- Feng H., Canovas G.B. ve Weiss J., 2010. *Ultrasound Technologies for Food and Bioprocessing*. Springer, London. 666 p.
- Ferguson I.B., 1984. Calcium in Plant Senescence and Fruit Ripening. *Plant, Cell & Environment*, 7 (6): 477-489.
- Fernandes F.A.N., Gallão M.I. ve Rodrigues S., 2009. Effect of Osmosis and Ultrasound on Pineapple Cell Tissue Structure During Dehydration. *Journal of Food Engineering*, 90 (2): 186-190.
- Fonseca S.C., Oliveira F.A.R. ve Brecht J.K., 2002. Modelling Respiration Rate of Fresh Fruits and Vegetables for Modified Atmosphere Packages: a Review. *Journal of Food Engineering*, 52 (2): 99-119.
- Fraeye I., Knockaert G., Buggenhout S.V., Duvetter T., Hendrickx M. ve Loey A.V., 2009. Enzyme Infusion and Thermal Processing of Strawberries: Pectin Conversions Related to Firmness Evolution. *Food Chemistry*, 114 (4): 1371-1379.

- Fraeye I., Knockaert G., Van Buggenhout S., Duvetter T., Hendrickx M. ve Van Loey A., 2010. Enzyme Infusion Prior to Thermal/High Pressure Processing of Strawberries: Mechanistic Insight into Firmness Evolution. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11 (1): 23-31.
- Fu Y., Zhang K., Wang N. ve Du J., 2007. Effects of Aqueous Chlorine Dioxide Treatment on Polyphenol Oxidases From Golden Delicious Apple. *LWT - Food Science and Technology*, 40 (8): 1362-1368.
- García-Pérez J.V., Cárcel J.A., Benedito J. ve Mulet A., 2007. Power Ultrasound Mass Transfer Enhancement in Food Drying. *Food and Bioproducts Processing*, 85 (3): 247-254.
- Gómez-López V.M., Ragaert P., Jeyachchandran V., Debevere J. ve Devlieghere F., 2008. Shelf-Life of Minimally Processed Lettuce and Cabbage Treated With Gaseous Chlorine Dioxide and Cysteine. *International Journal of Food Microbiology*, 121 (1): 74-83.
- Gomez-Lopez V.M., Rajkovic A., Ragaert P., Smigic N. ve Devlieghere F., 2009. Chlorine Dioxide for Minimally Processed Produce Preservation: a Review. *Trends in Food Science & Technology*, 20 (1): 17-26.
- Gordon G. ve Rosenblatt A.A., 2005. Chlorine Dioxide: The Current State of the Art. *Ozone: Science & Engineering: The Journal of the International Ozone Association*, 27 (3): 203-207.
- Gössinger M., Moritz S., Hermes M., Wendelin S., Scherbichler H., Halbwirth H., Stich K. ve Berghofer E., 2009. Effects of Processing Parameters on Colour Stability of Strawberry Nectar From Puree. *Journal of Food Engineering*, 90 (2): 171-178.
- Guerrero S., Tognon M. ve Alzamora S.M., 2005. Response of *Saccharomyces Cerevisiae* to the Combined Action of Ultrasound and Low Weight Chitosan. *Food Control*, 16 (2): 131-139.
- Guynot M.E., Sanchis V., Ramos A.J. ve Marin S., 2003. Mold-Free Shelf-Life Extension of Bakery Products by Active Packaging. *Journal of Food Science*, 68 (8): 2547-2552.

- Guzel-Seydim Z.B., Greene A.K. ve Seydim A.C., 2004. Use of Ozone in the Food Industry. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 37 (4): 453-460.
- Habibi N.M.B. ve Haddad K.M.H., 2009. Efficacy of Ozone to Reduce Microbial Populations in Date Fruits. *Food Control*, 20 (1): 27-30.
- Hakala M., Lapveteläinen A., Huopalahti R., Kallio H. ve Tahvonen R., 2003. Effects of Varieties and Cultivation Conditions on the Composition of Strawberries. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16 (1): 67-80.
- Han J., 2005. *Innovations in Food Packaging*. Elsevier, London. 503 p.
- Harker F.R., Elgar H.J., Watkins C.B., Jackson P.J. ve Hallett I.C., 2000. Physical and Mechanical Changes in Strawberry Fruit After High Carbon Dioxide Treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 19 (2): 139-146.
- Hernández-Muñoz P., Almenar E., Valle V.D., Velez D. ve Gavara R., 2008. Effect of Chitosan Coating Combined With Postharvest Calcium Treatment on Strawberry (*Fragaria × Ananassa*) Quality During Refrigerated Storage. *Food Chemistry*, 110 (2): 428-435.
- Holcroft D.M. ve Kader A.A., 1999. Controlled Atmosphere-Induced Changes in PH and Organic Acid Metabolism May Affect Color of Stored Strawberry Fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 17 (1): 19-32.
- Huang M., Kennedy J.F., Li B., Xu X. ve Xie B.J., 2007. Characters of Rice Starch Gel Modified by Gellan, Carrageenan, and Glucomannan: A Texture Profile Analysis Study. *Carbohydrate Polymers*, 69 (3): 411-418.
- Huber D.J., 1984. Strawberry Fruit Softening: The Potential Roles of Polyuronides and Hemicelluloses. *Journal of Food Science*, 49 (5): 1310-1315.
- Jongen W., 2002. *Fruit and Vegetable Processing*. CRC Press, Boca Raton. 350 p.
- Kafkas E., Kosar M., Paydas S., Kafkas S. ve Baser K.H.C., 2007. Quality Characteristics of Strawberry Genotypes at Different Maturation Stages. *Food Chemistry*, 100 (3): 1229-1236.

- Kajuna S., Bilanski W.K. ve Mittal G.S., 1997. Textural Changes of Banana and Plantain Pulp During Ripening. *J. Sci. Food Agric.*, 75 (2): 244-250.
- Karaca H. ve Velioglu Y.S., 2007. Ozone Applications in Fruit and Vegetable Processing. *Food Reviews International*, 23 (1): 91-106.
- Kerry J.P., O'Grady M.N. ve Hogan S.A., 2006. Past, Current and Potential Utilisation of Active and Intelligent Packaging Systems for Meat and Muscle-Based Products: A Review. *Meat Science*, 74 (1): 113-130.
- Kerry J. ve Butler P., 2008. *Smart Packaging Technologies for Fast Moving Consumer Goods*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester. 340 p.
- Keutgen A.J. ve Pawelzik E., 2008. Influence of Pre-Harvest Ozone Exposure on Quality of Strawberry Fruit Under Simulated Retail Conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 49 (1): 10-18.
- Khadre M.A., Yousef A.E. ve Kim J.G., 2001. Microbiological Aspects of Ozone Applications in Food: A Review. *Journal of Food Science*, 66 (9): 1242-1252.
- Kim J.Y., Kim H.J., Lim G.O., Jang S.A. ve Song K.B., 2010. The Effects of Aqueous Chlorine Dioxide or Fumaric Acid Treatment Combined With UV-C on Postharvest Quality of Maehyang Strawberries. *Postharvest Biology and Technology*, 56 (3): 254-256.
- King A.D. ve Bolin H.R., 1989. Physiological and Microbiological Storage Stability of Minimally Processed Fruits and Vegetables. *Food Technology*, 43 (2): 132-135.
- Klaiber R.G., Baur S., Wolf G., Hammes W.P. ve Carle R., 2005. Quality of Minimally Processed Carrots As Affected by Warm Water Washing and Chlorination. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 6 (3): 351-362.
- Knee M., 2002. *Fruit Quality and its Biological Basis*. Sheffield Academic Press, UK. 279 p.
- Lara I., Garcia P. ve Vendrell M., 2004. Modifications in Cell Wall Composition After Cold Storage of Calcium-Treated Strawberry (*Fragaria* × *Ananassa Duch.*) Fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 34 (3): 331-339.

- Liu Y.D., Ying Y.B., Fu X. ve Lu H., 2007a. Experiments on Predicting Sugar Content in Apples by FT-NIR Technique. *Journal of Food Engineering*, 80 (3): 986-989.
- Liu Z., Zeng M., Dong S., Xu J., Song H. ve Zhao Y., 2007b. Effect of an Antifungal Peptide From Oyster Enzymatic Hydrolysates for Control of Gray Mold (*Botrytis Cinerea*) on Harvested Strawberries. *Postharvest Biology and Technology*, 46 (1): 95-98.
- Louw E.D. ve Theron K.I., 2010. Robust Prediction Models for Quality Parameters in Japanese Plums (*Prunus Salicina L.*) Using NIR Spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology*, 58 (3): 176-184.
- Lozano J.E., 2006. *Fruit Manufacturing - Scientific Basis, Engineering Properties, and Deteriorative Reactions of Technological Importance*. Springer , New York. 230 p.
- Luck S., Büge G., Plettenberg H. ve Hoffmann M., 2010. Near-Infrared Spectroscopy for Process Control and Optimization of Biogas Plants. *Eng. Life Sci.*, 10 (6): 537-543.
- MacDougall D.B., 2002. *Colour in food*. CRC Press, Boca Raton. 378 p.
- Mahapatra A.K., Muthukumarappan K. ve Julson J.L., 2005. Applications of Ozone, Bacteriocins and Irradiation in Food Processing: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45 (6): 447-461.
- Mahmoud B.S.M., Bhagat A.R. ve Linton R.H., 2010. Inactivation Kinetics of Inoculated *Escherichia Coli* O157:H7, *Listeria Monocytogenes* and *Salmonella Enterica* on Strawberries by Chlorine Dioxide Gas. *Food Microbiology*, 24 (7-8): 736-744.
- Martinez-Ferrer M., Harper C., Perez-Munoz F. ve Chaparro M., 2002. Modified Atmosphere Packaging of Minimally Processed Mango and Pineapple Fruits. *Journal of Food Science*, 67 (9): 3365-3371.
- Martínez G.A. ve Civello P.M., 2008. Effect of Heat Treatments on Gene Expression and Enzyme Activities Associated to Cell Wall Degradation in Strawberry Fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 49 (1): 38-45.
- Maslak D. ve Weuster-Botz D., 2011. Combination of Hydrodynamic Cavitation and Chlorine Dioxide for Disinfection of Water. *Eng. Life Sci.* n/a.

- Mazliak P., 1987. Membrane changes and consequences for the postharvest period. In: Weichman, J., Eds. *Postharvest Physiology of Vegetables*. Marcel Dekker, New York. 95-111.
- Mexis S.F., Chouliara E. ve Kontominas M.G., 2009. Combined Effect of an O₂ Absorber and Oregano Essential Oil on Shelf-Life Extension of Greek Cod Roe Paste (Tarama Salad) Stored at 4 °C. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10 (4): 572-579.
- Mexis S.F. ve Kontominas M.G., 2010. Effect of Oxygen Absorber, Nitrogen Flushing, Packaging Material Oxygen Transmission Rate and Storage Conditions on Quality Retention of Raw Whole Unpeeled Almond Kernels (*Prunus Dulcis*). *LWT - Food Science and Technology*, 43 (1): 1-11.
- Min S., Sastry S.K. ve Balasubramaniam V.M., 2007. In Situ Electrical Conductivity Measurement of Select Liquid Foods Under Hydrostatic Pressure to 800 MPa. *Journal of Food Engineering*, 82 (4): 489-497.
- Mohan C.O., Ravishankar C.N., Srinivasa Gopal T.K., Ashok Kumar K. ve Lalitha K.V., 2009. Biogenic Amines Formation in Seer Fish (*Scomberomorus Commerson*) Steaks Packed With O₂ Scavenger During Chilled Storage. *Food Research International*, 42 (3): 411-416.
- Montero-Calderón M., Rojas-Graü M.A. ve Martín-Belloso O., 2008. Effect of Packaging Conditions on Quality and Shelf-Life of Fresh-Cut Pineapple (*Ananas Comosus*). *Postharvest Biology and Technology*, 50 (2-3): 182-189.
- Montero-Prado P., Rodriguez-Lafuente A. ve Nerin C., 2011. Active Label-Based Packaging to Extend the Shelf-Life of "Calanda" Peach Fruit: Changes in Fruit Quality and Enzymatic Activity. *Postharvest Biology and Technology*, 60 (3): 211-219.
- Nadas A., Olmo M. ve Garcia J.M., 2003. Growth of *Botrytis Cinerea* and Strawberry Quality in Ozone-Enriched Atmospheres. *Journal of Food Science*, 68 (5): 1798-1802.

- Naito S. ve Takahara H., 2006. Ozone Contribution in Food Industry in Japan. *Ozone: Science & Engineering: The Journal of the International Ozone Association*, 28 (6): 425-429.
- Nicolai B.M., Beullens K., Bobelyn E., Peirs A., Saeys W., Theron K.I. ve Lammertyn J., 2007. Nondestructive Measurement of Fruit and Vegetable Quality by Means of NIR Spectroscopy: A Review. *Postharvest Biology and Technology*, 46 (2): 99-118.
- Nunes M.C., Brecht J.K., Morais A. ve Sargent S.A., 2005. Possible Influences of Water Loss and Polyphenol Oxidase Activity on Anthocyanin Content and Discoloration in Fresh Ripe Strawberry (Cv. Oso Grande) During Storage at 1 °C. *Journal of Food Science*, 70 (1): S79-S84.
- Odriozola-Serrano I., Soliva-Fortuny R. ve Martín-Belloso O., 2009. Impact of High-Intensity Pulsed Electric Fields Variables on Vitamin C, Anthocyanins and Antioxidant Capacity of Strawberry Juice. *LWT - Food Science and Technology*, 42 (1): 93-100.
- Odriozola-Serrano I., Soliva-Fortuny R. ve Martín-Belloso O., 2010. Changes in Bioactive Composition of Fresh-Cut Strawberries Stored Under Superatmospheric Oxygen, Low-Oxygen or Passive Atmospheres. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23 (1): 37-43.
- Ölmez H. ve Akbas M.Y., 2009. Optimization of Ozone Treatment of Fresh-Cut Green Leaf Lettuce. *Journal of Food Engineering*, 90 (4): 487-494.
- Pedro A.M.K. ve Ferreira M.M.C., 2005. Nondestructive Determination of Solids and Carotenoids in Tomato Products by Near-Infrared Spectroscopy and Multivariate Calibration. *Analytical Chemistry*, 77 (8): 2505-2511.
- Perez A.G., Sanz C., Rios J.J., Olias R. ve Olias J.M., 1999. Effects of Ozone Treatment on Postharvest Strawberry Quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (4): 1652-1656.

- Piyasena P., Mohareb E. ve McKellar R.C., 2003. Inactivation of Microbes Using Ultrasound: a Review. *International Journal of Food Microbiology*, 87 (3): 207-216.
- Pombo M.A., Martínez G.A. ve Civello P.M., 2011. Cloning of FaPAL6 Gene From Strawberry Fruit and Characterization of Its Expression and Enzymatic Activity in Two Cultivars With Different Anthocyanin Accumulation. *Plant Science*, 181 (2): 111-118.
- Rahman M.S. ve Al-Farsi S.A., 2005. Instrumental Texture Profile Analysis (TPA) of Date Flesh As a Function of Moisture Content. *Journal of Food Engineering*, 66 (4): 505-511.
- Rao M.A. ve Steffe J.F., 1992. *Viscoelastic Properties of Foods*. Elsevier, New York. 444 p.
- Redgwell R.J., MacRae E., Hallett I., Fischer M., Perry J. ve Harker R., 1997. In Vivo and in Vitro Swelling of Cell Walls During Fruit Ripening. *Planta*, 203 (2): 162-173.
- Restuccia D., Spizzirri U.G., Parisi O.I., Cirillo G., Curcio M., Iemma F., Puoci F., Vinci G. ve Picci N., 2010. New EU Regulation Aspects and Global Market of Active and Intelligent Packaging for Food Industry Applications. *Food Control*, 21 (11): 1425-1435.
- Rodrigo D., Van Loey A. ve Hendrickx M., 2007. Combined Thermal and High Pressure Colour Degradation of Tomato Puree and Strawberry Juice. *Journal of Food Engineering*, 79 (2): 553-560.
- Rooney M.L., 1995. *Active Food Packaging*. Springer, New York. 260 p.
- Sarang S., Sastry S.K. ve Knipe L., 2008. Electrical Conductivity of Fruits and Meats During Ohmic Heating. *Journal of Food Engineering*, 87 (3): 351-356.
- Sarıllı, M. (2010) Silifke Yoresi Acıkta Cilek Yetistiriciliginde Mekanizasyon Girdileri ve Maliyet. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.
- Singh N., Singh R.K., Bhunia A.K. ve Stroshine R.L., 2002. Efficacy of Chlorine Dioxide, Ozone, and Thyme Essential Oil or a Sequential Washing in Killing *Escherichia*

Coli O157:H7 on Lettuce and Baby Carrots. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 35 (8): 720-729.

- Singh N.P., 2007. *Fruit and Vegetable Preservation*. Oxford Book Company, Delli. 351 p.
- Singh R., Sharma R.R. ve Tyagi S.K., 2007. Pre-Harvest Foliar Application of Calcium and Boron Influences Physiological Disorders, Fruit Yield and Quality of Strawberry (*Fragaria* × *Ananassa* Duch.). *Scientia Horticulturae*, 112 (2): 215-220.
- Soria A.C. ve Villamiel M., 2010. Effect of Ultrasound on the Technological Properties and Bioactivity of Food: a Review. *Trends in Food Science & Technology*, 21 (7): 323-331.
- Spaziani M., Torre M.D. ve Stecchini M.L., 2009. Changes of Physicochemical, Microbiological, and Textural Properties During Ripening of Italian Low-Acid Sausages. Proteolysis, Sensory and Volatile Profiles. *Meat Science*, 81 (1): 77-85.
- Suppakul P., Miltz J., Sonneveld K. ve Bigger S.W., 2003. Active Packaging Technologies With an Emphasis on Antimicrobial Packaging and Its Applications. *Journal of Food Science*, 68 (2): 408-420.
- Szczesniak A., Brandt M.A. ve Friedman H.H., 1963. Development of Standard Rating Scales for Mechanical Parameters of Texture and Correlation Between the Objective and the Sensory Methods of Texture Evaluation. *Journal of Food Science*, 29 397-403.
- Tarr C.R. ve Clingeleffer P.R., 2005. Use of an Oxygen Absorber for Disinfestation of Consumer Packages of Dried Vine Fruit and Its Effect on Fruit Colour. *Journal of Stored Products Research*, 41 (1): 77-89.
- Terry L.A., Ilkenhans T., Poulston S., Rowsell L. ve Smith A.W.J., 2007. Development of New Palladium-Promoted Ethylene Scavenger. *Postharvest Biology and Technology*, 45 (2): 214-220.
- Thrimawithana T.R., Young S., Dunstan D.E. ve Alany R.G., 2010. Texture and Rheological Characterization of Kappa and Iota Carrageenan in the Presence of Counter Ions. *Carbohydrate Polymers*, 82 (1): 69-77.

- Tiwari B.K., Muthukumarappan K., O' Donnell C.P. ve Cullen P.J., 2008. Modelling Colour Degradation of Orange Juice by Ozone Treatment Using Response Surface Methodology. *Journal of Food Engineering*, 88 (4): 553-560.
- Tiwari B.K., Muthukumarappan K., O'Donnell C.P. ve Cullen P.J., 2009a. Inactivation Kinetics of Pectin Methylesterase and Cloud Retention in Sonicated Orange Juice. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10 (2): 166-171.
- Tiwari B.K., O' Donnell C.P., Muthukumarappan K. ve Cullen P.J., 2009b. Ascorbic Acid Degradation Kinetics of Sonicated Orange Juice During Storage and Comparison With Thermally Pasteurised Juice. *LWT - Food Science and Technology*, 42 (3): 700-704.
- Tiwari B.K., O'Donnell C.P. ve Cullen P.J., 2009c. Effect of Sonication on Retention of Anthocyanins in Blackberry Juice. *Journal of Food Engineering*, 93 (2): 166-171.
- Tiwari B.K., O'Donnell C.P., Patras A., Brunton N. ve Cullen P.J., 2009d. Effect of Ozone Processing on Anthocyanins and Ascorbic Acid Degradation of Strawberry Juice. *Food Chemistry*, 113 (4): 1119-1126.
- Tiwari B.K., Patras A., Brunton N., Cullen P.J. ve O'Donnell C.P., 2010. Effect of Ultrasound Processing on Anthocyanins and Color of Red Grape Juice. *Ultrasonics Sonochemistry*, 17 (3): 598-604.
- Toivonen P.M.A. ve Brummell D.A., 2008. Biochemical Bases of Appearance and Texture Changes in Fresh-Cut Fruit and Vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 48 (1): 1-14.
- Torrieri E., Perone N., Cavella S. ve Masi P., 2010. Modelling the Respiration Rate of Minimally Processed Broccoli (*Brassica Rapa Var. Sylvestris*) for Modified Atmosphere Package Design. *International Journal of Food Science & Technology*, 45 (10): 2186-2193.
- Tzortzakis N., Borland A., Singleton I. ve Barnes J., 2007. Impact of Atmospheric Ozone-Enrichment on Quality-Related Attributes of Tomato Fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 45 (3): 317-325.

- Vaid R., Linton R.H. ve Morgan M.T., 2010. Comparison of Inactivation of *Listeria Monocytogenes* Within a Biofilm Matrix Using Chlorine Dioxide Gas, Aqueous Chlorine Dioxide and Sodium Hypochlorite Treatments. *Food Microbiology*, 27 (8): 979-984.
- Van der Steen C., Jacxsens L., Devlieghere F. ve Debevere J., 2002. Combining High Oxygen Atmospheres With Low Oxygen Modified Atmosphere Packaging to Improve the Keeping Quality of Strawberries and Raspberries. *Postharvest Biology and Technology*, 26 (1): 49-58.
- Verbeyst L., Oey I., Van der Plancken I., Hendrickx M. ve Van Loey A., 2010. Kinetic Study on the Thermal and Pressure Degradation of Anthocyanins in Strawberries. *Food Chemistry*, 123 (2): 269-274.
- Vermeiren L., Devlieghere F., Van Beest M., De Kruijf N. ve Debevere J., 1999. Developments in the Active Packaging of Foods. *Trends in Food Science & Technology*, 10 (3): 77-86.
- Vicente A.R., Ortugno C., Powell A.L.T., Greve L.C. ve Labavitch J.M., 2007. Temporal Sequence of Cell Wall Disassembly Events in Developing Fruits. 1. Analysis of Raspberry (*Rubus Idaeus*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (10): 4119-4124.
- Vu K.D., Hollingsworth R.G., Leroux E., Salmieri S. ve Lacroix M., 2011. Development of Edible Bioactive Coating Based on Modified Chitosan for Increasing the Shelf Life of Strawberries. *Food Research International*, 44 (1): 198-203.
- Waldron K.W., Parker M.L. ve Smith A.C., 2003. Plant Cell Walls and Food Quality. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2 (4): 128-146.
- Wang H., Feng H. ve Luo Y., 2004. Microbial Reduction and Storage Quality of Fresh-Cut Cilantro Washed with Acidic Electrolyzed Water and Aqueous Ozone. *Food Research International*, 37 (10): 949-956.
- Wedding B.B., White R.D., Grauf S., Wright C., Tilse B., Hofman P. ve Gadek P.A., 2011. Non-Destructive Prediction of Hassâ Avocado Dry Matter via FT-NIR Spectroscopy. *J. Sci. Food Agric.*, 91 (2): 233-238.

- Whangchai K., Saengnil K. ve Uthaibutra J., 2006. Effect of Ozone in Combination With Some Organic Acids on the Control of Postharvest Decay and Pericarp Browning of Longan Fruit. *Crop Protection*, 25 (8): 821-825.
- Whangchai K., Saengnil K., Singkamanee C. ve Uthaibutra J., 2010. Effect of Electrolyzed Oxidizing Water and Continuous Ozone Exposure on the Control of *Penicillium Digitatum* on Tangerine Cv. Sai Nam Pung During Storage. *Crop Protection*, 29 (4): 386-389.
- Wiese C.B. ve Pell E.J., 2003. Oxidative Modification of the Cell Wall in Tomato Plants Exposed to Ozone. *Plant Physiology and Biochemistry*, 41 (4): 375-382.
- Wilson C.L., 2007. *Intelligent and Active Packaging for Fruits and Vegetables*. CRC Press, Boca Raton. 336 p.
- Wu V.C.H. ve Kim B., 2010. Effect of a Simple Chlorine Dioxide Method for Controlling Five Foodborne Pathogens, Yeasts and Molds on Blueberries. *Food Microbiology*, 24 (7-8): 794-800.
- Xie L., Ye X., Liu D. ve Ying Y., 2009. Quantification of Glucose, Fructose and Sucrose in Bayberry Juice by NIR and PLS. *Food Chemistry*, 114 (3): 1135-1140.
- Yang F.M., Li H.M., Li F., Xin Z.H., Zhao L.Y., Zheng Y.H. ve Hu Q.H., 2010. Effect of Nano-Packing on Preservation Quality of Fresh Strawberry (*Fragaria Ananassaâ, Duch. Cv Fengxiang*) During Storage at 4 °C. *Journal of Food Science*, 75 (3): C236-C240.
- Yang H.S., Choi S.G., Jeon J.T., Park G.B. ve Joo S.T., 2007a. Textural and Sensory Properties of Low Fat Pork Sausages With Added Hydrated Oatmeal and Tofu As Texture-Modifying Agents. *Meat Science*, 75 (2): 283-289.
- Yang Z., Zheng Y., Cao S., Tang S., Ma S. ve Li N.A., 2007b. Effects of Storage Temperature on Textural Properties of Chinese Bayberry Fruit. *Journal of Texture Studies*, 38 (1): 166-177.

- Yavari A., Heshmati A., Hamed M. ve Haghbin S., 2011. VIS/NIR Hyper-Spectroscopy Technique for the Measurement of Moisture and Fat Contents of Breaded-Fried Chicken Nuggets. *Food Chemistry*, 127 (2): 645-650.
- Zambre S.S., Venkatesh K.V. ve Shah N.G., 2010. Tomato Redness for Assessing Ozone Treatment to Extend the Shelf Life. *Journal of Food Engineering*, 96 (3): 463-468.
- Zeuthen P. ve Sorensen L.B., 2003. *Food Preservation Techniques*. CRS Press, Boca Raton. 400 p.
- Zhang H., Wang L., Dong Y., Jiang S., Cao J. ve Meng R., 2007. Postharvest Biological Control of Gray Mold Decay of Strawberry with *Rhodotorula Glutinis*. *Biological Control*, 40 (2): 287-292.
- Zhang H., Ma L., Jiang S., Lin H., Zhang X., Ge L. ve Xu Z., 2010. Enhancement of Biocontrol Efficacy of *Rhodotorula Glutinis* by Salicylic Acid Against Gray Mold Spoilage of Strawberries. *International Journal of Food Microbiology*, 141 (1-2): 122-125.
- Zhao Y., 2007. *Berry fruit : Value-added Products for Health Promotion*. CRC Press, Boca Raton. 430 p.
- Zhao Y., Feng Z. ve Li X., 2007. Effect of Ultrasonic and MA Packaging Method on Quality and Some Physiological Changes of Fragrant Pear. *J. Xinjiang Agric. Univ.*, 30 61-63.
- Zheng Y., Wang C.Y., Wang S.Y. ve Zheng W., 2003. Effect of High-Oxygen Atmospheres on Blueberry Phenolics, Anthocyanins, and Antioxidant Capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (24): 7162-7169.
- Zhou R., Mo Y., Li Y., Zhao Y., Zhang G. ve Hu Y., 2008. Quality and Internal Characteristics of Huanghua Pears (*Pyrus Pyrifolia Nakai*, Cv. *Huanghua*) Treated With Different Kinds of Coatings During Storage. *Postharvest Biology and Technology*, 49 (1): 171-179.

ÇİZELGELER

	Sayfa No
Çizelge 1. Meyvelerin solunum oranlarına göre sınıflandırılması	2
Çizelge 2. Çileğin kimyasal bileşimi	3
Çizelge 3. Dünya’da farklı bölgelerin çilek üretim alanları ve çilek üretim miktarları	4
Çizelge 4. Ülkemizde 1988-2008 yılları arasındaki çilek üretim miktarı	5
Çizelge 5. Aktif ambalajlama teknolojisinin uygulama alanları ve bu konseptte kullanılan bileşenler	11
Çizelge 4.1.1. Farklı oksijen tutucuların pH üzerine etkisi.	38
Çizelge 4.1.2. Farklı oksijen tutucuların suda çözünür kuru madde üzerine etkisi.	39
Çizelge 4.1.3. Farklı oksijen tutucuların L değeri üzerine etkisi.	41
Çizelge 4.1.4. Farklı oksijen tutucuların ‘a’ değerine etkisi.	41
Çizelge 4.2.1. Farklı karbondioksit ve oksijen tutucuların pH üzerine etkisi.	50
Çizelge 4.2.2. Farklı karbondioksit ve oksijen tutucuların suda çözünür kuru madde üzerine etkisi.	51
Çizelge 4.2.3. Farklı karbondioksit ve oksijen tutucuların elektrik iletkenliğine etkisi.	52
Çizelge 4.2.4. Farklı karbondioksit ve oksijen tutucuların L değeri üzerine etkisi.	53
Çizelge 4.2.6. Farklı karbondioksit ve oksijen tutucuların duyu skorlar üzerine etkisi.	55
Çizelge 4.3.1. Farklı klordioksit konsantrasyonlarının titrasyon asitliği üzerine etkisi.	62
Çizelge 4.3.2. Farklı klordioksit konsantrasyonlarının pH üzerine etkisi.	63
Çizelge 4.3.3. Farklı klordioksit konsantrasyonlarının suda çözünür kuru madde üzerine etkisi.	64
Çizelge 4.3.4. Farklı klordioksit konsantrasyonlarının L parametresi üzerine etkisi.	66
Çizelge 4.3.5. Farklı klordioksit konsantrasyonlarının a parametresi üzerine etkisi.	66

Çizelge 4.4.1. Farklı ultrases uygulamalarının pH üzerine etkisine ait tanıtıcı istatistikler	75
Çizelge 4.4.1.1. Farklı ultrases uygulama güçlerinin pH üzerine etkisi	75
Çizelge 4.4.1.2. Farklı ultrases uygulama sürelerinin pH üzerine etkisi	76
Çizelge 4.4.2. Farklı ultrases uygulamalarının suda çözünür kuru madde üzerine etkisine ait tanıtıcı istatistikler.....	77
Çizelge 4.4.2.1. Farklı depolama sürelerinin suda çözünür kuru madde üzerine etkisi	77
Çizelge 4.4.2.2. Farklı ultrases uygulama gücünün suda çözünür kuru madde üzerine etkisi	77
Çizelge 4.4.3. Farklı ultrases uygulamalarının L parametresi üzerine etkisine ait tanıtıcı istatistikler.....	80
Çizelge 4.4.3.1. Farklı depolama sürelerinin L parametresi üzerine etkisi	80
Çizelge 4.4.3.2. Farklı ultrases uygulama gücünün L parametresi üzerine etkisi	80
Çizelge 4.4.4. Farklı ultrases uygulamalarının a parametresi üzerine etkisine ait tanıtıcı istatistikler.....	81
Çizelge 4.4.4.1. Farklı depolama sürelerinin a parametresi üzerine etkisi	81
Çizelge 4.4.4.2. Farklı ultrases uygulama gücünün L parametresi üzerine etkisi	81
Çizelge 4.5.1. Farklı ozon konsantrasyonlarının pH üzerine etkisine ait tanıtıcı istatistikler	91
Çizelge 4.5.1.1. Farklı ozon konsantrasyonlarının pH üzerine etkisi	91
Çizelge 4.5.2. Farklı ozon konsantrasyonlarının suda çözünür kuru madde üzerine etkisine ait tanıtıcı istatistikler.....	93
Çizelge 4.5.2.1. Farklı ozon konsantrasyonlarının suda çözünür kuru madde üzerine etkisi	93
Çizelge 4.5.3. Farklı ozon konsantrasyonlarının L değeri üzerine etkisine ait tanıtıcı istatistikler.....	96

Çizelge 4.5.3.1. Farklı ozon konsantrasyonlarının L değeri üzerine etkisi	96
Çizelge 4.5.4. Farklı ozon konsantrasyonlarının a değeri üzerine etkisine ait tanıtıcı istatistikler.....	98
Çizelge 4.5.4.1. Farklı depolama sürelerinin L değeri üzerine etkisi	98
Çizelge 4.5.4.2. Farklı ozon konsantrasyonlarının L değeri üzerine etkisi	98
Çizelge 4.6.1. Tekil ve birleşik US, ClO ₂ ve O ₃ uygulamalarının pH üzerine etkisi.	106
Çizelge 4.6.2. Tekil ve birleşik US, ClO ₂ ve O ₃ uygulamalarının suda çözünür kuru madde üzerine etkisi.....	107
Çizelge 4.6.3. Tekil ve birleşik US, ClO ₂ ve O ₃ uygulamalarının elektrik iletkenliğine etkisi.....	108
Çizelge 4.6.4. Tekil ve birleşik US, ClO ₂ ve O ₃ uygulamalarının L değeri üzerine etkisi.	109
Çizelge 4.6.5. Tekil ve birleşik US, ClO ₂ ve O ₃ uygulamalarının a değeri üzerine etkisi.	110

ŞEKİLLER

	Sayfa No
Şekil 3.1. TPA analizi sonucunda elde edilen grafik.....	35
Şekil 4.1.1. Farklı oksijen tutucuların ambalaj içi gaz kompozisyonuna etkisi A) O ₂ ve B) CO ₂	37
Şekil 4.1.2. Farklı oksijen tutucuların elektrik iletkenliğine etkisi.....	40
Şekil 4.1.3. Farklı oksijen tutucuların tekstür profil parametreleri üzerine etkisi	45
Şekil 4.1.4. Farklı oksijen tutucuların FT-NIR iletim spektrası üzerine etkisi.....	47
Şekil 4.1.5. Farklı oksijen tutucuların FT-NIR yansıma spektrası üzerine etkisi.....	47
Şekil 4.2.1. Farklı karbondioksit ve oksijen tutucuların ambalaj içi gaz kompozisyonuna etkisi A) O ₂ ve B) CO ₂	49
Şekil 4.2.2. Farklı karbondioksit ve oksijen tutucuların tekstür profil parametrelerine etkisi	57
Şekil 4.2.3. Farklı karbondioksit ve oksijen tutucuların FT-NIR iletim spektrası üzerine etkisi.....	59
Şekil 4.2.4. Farklı karbondioksit ve oksijen tutucuların FT-NIR yansıma spektrası üzerine etkisi.....	59
Şekil 4.3.1. Farklı dozlarda klordioksit uygulamalarının ambalaj içi gaz kompozisyonuna etkisi A) O ₂ ve B) CO ₂	61
Şekil 4.3.2. Farklı dozlarda klordioksit uygulamalarının elektrik iletkenliğine etkisi	65
Şekil 4.3.3. Farklı dozlarda klordioksit uygulamalarının tekstür profil parametrelerine etkisi.....	69
Şekil 4.2.3. Farklı dozlarda klordioksit uygulamalarının FT-NIR iletim spektrası üzerine etkisi.....	71
Şekil 4.2.3. Farklı dozlarda klordioksit uygulamalarının FT-NIR yansıma spektrası üzerine etkisi.....	71

Şekil 4.4.1. Farklı ultrases uygulamalarının ambalaj içi gaz kompozisyonuna etkisi A) O ₂ ve B) CO ₂	73
Şekil 4.4.2. Farklı ultrases uygulamalarının elektrik iletkenliğine etkisi	78
Şekil 4.4.3. Farklı ultrases uygulamalarının küf gelişimi üzerine etkisi.....	82
Şekil 4.4.4. Farklı ultrases uygulamalarının tekstür profil parametrelerine etkisi.....	85
Şekil 4.4.5. Farklı ultrases uygulamalarının FT-NIR yansıma spektrası üzerine etkisi	87
Şekil 4.4.6. Farklı ultrases uygulamalarının FT-NIR iletim spektrası üzerine etkisi	87
Şekil 4.5.1. Farklı ozon konsantrasyonlarının ambalaj içi gaz kompozisyonuna etkisi A) O ₂ ve B) CO ₂	89
Şekil 4.5.2. Farklı ozon konsantrasyonlarının elektrik iletkenliğine etkisi	94
Şekil 4.5.3. Farklı ozon konsantrasyonlarının tekstür profil parametreleri üzerine etkisi .	101
Şekil 4.5.4. Farklı ozon konsantrasyonlarının FT-NIR yansıma spektrası üzerine etkisi .	103
Şekil 4.5.5. Farklı ozon konsantrasyonlarının FT-NIR iletim spektrası üzerine etkisi	103
Şekil 4.6.1. Tekil ve birleşik US, ClO ₂ ve O ₃ uygulamalarının ambalaj içi gaz kompozisyonuna etkisi A) O ₂ ve B) CO ₂	105
Şekil 4.6.2. Tekil ve birleşik US, ClO ₂ ve O ₃ uygulamalarının tekstür profil parametreleri üzerine etkisi	113
Şekil 4.6.3. Tekil ve birleşik US, ClO ₂ ve O ₃ uygulamalarının FT-NIR iletim spektrası üzerine etkisi	115
Şekil 4.6.4. Tekil ve birleşik US, ClO ₂ ve O ₃ uygulamalarının FT-NIR yansıma spektrası üzerine etkisi	115

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Mehmet Seçkin ADAY

Doğum Yeri ve Tarihi: Ankara / 30.11.1982

Uyruğu: T.C

Anadili: Türkçe

Cinsiyet: Bay

Ev Tel: 0 286 2183682

İş Tel: 0 286 2180018/2202

Cep Tel: 0 505 6581732

Adres: Beldemiz Sitesi, 9. Blok, Daire:3, Çanakkale

e-posta:mseckinaday@comu.edu.tr

Kadrosunun Bağlı Bulunduğu Birim: Mühendislik Fakültesi/Gıda Mühendisliği Bölümü

ÖĞRENİM DURUMU

İlköğretim: Nurettin Ersin İlköğretim Okulu, Etimesgut/ANKARA

Lise: Ankara Ayrancı Lisesi (Yabancı Dil Ağırlıklı), Ayrancı/ANKARA

Üniversite (LİSANS):

- 1- Anadolu Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü (2010)
- 2- Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Gıda Mühendisliği (2005)

YÜKSEK LİSANS:

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Gıda Mühendisliği ABD (2008)

Tez Başlığı: Farklı Kaplama Materyallerinin Kiraz Kalitesi ve Tüketici İstekleri Üzerine Etkisinin Kinetik Modellemeye Dayanarak Değerlendirilmesi

DOKTORA:

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Gıda Mühendisliği ABD (2011)

Tez Başlığı: Aktif Ambalajlama Ve Yeni Muhafaza Yöntemleri İle Çileğin Raf Ömrünün Arttırılması

BİLDİĞİ DİLLER:

İngilizce

DİL SINAV SONUÇLARI:

ÜDS: 75/100 (2009), KPDS: 80/100 (2009)

AKADEMİK UNVAN:

Arş. Gör. 2005-2011

Arş. Gör. Dr. 2011-

ÜYESİ OLDUĞU MESLEKİ KURULUŞLAR:

Ambalaj Sanayicileri Derneği: 2006-

Gıda Mühendisleri Odası: 2003-

MAKALELER

SCI (Science Citation Index), SSCI (Social Science Citation Index), AHCI (Arts and Humanities Citation Index) tarafından taranan dergilerde yayımlanan teknik not, editöre mektup, tartışma, vaka takdimi ve özet türünden yayınlar dışındaki makaleler

- 1- Aday, M.S., Caner, C. 2011. Comparison of Two Different Oxygen Absorbers on Quality of Strawberry. Postharvest Biology and Technology (Düzeltilme Aşamasında).
- 2- Aday, M.S., Buyukcan M.B., Caner, C. 2011. Maintaining the quality of strawberries by combined effect of aqueous chlorine dioxide with equilibrium modified atmosphere packaging. Journal of Food Processing and Preservation

(Sunuldu).

- 3- Aday, M.S., Caner, C., Rahvalı, F. 2011. Effect of oxygen and carbon dioxide absorbers on strawberry quality. *Postharvest Biology and Technology*, 62 (2): 179-187.
- 4- Aday, M.S., Caner, C. 2011. The Applications of 'active packaging and chlorine dioxide' for extended shelf life of fresh strawberries. *Packaging Technology and Science*, 24 (3): 123-136.
- 5- Aday, M.S., Caner, C. 2010. Understanding the effects of various edible coatings on the storability of fresh cherry. *Packaging Technology and Science*, 23 (8): 441-456.
- 6- Caner, C., Aday, M.S. 2009. Maintaining quality of fresh strawberries through various modified atmosphere packaging. *Packaging Technology and Science*, 22 (2): 115-122.
- 7- Yılmaz, E., Tekin, L., Aday, M.S. 2009. Physicochemical Changes in Hazelnut, Olive Pomace, Grapeseed and Sunflower Oils Heated at Frying Temperatures. *Food Science and Technology Research*, 15(5): 519-524.
- 8- Caner, C., Aday, M.S., Demir, M. 2008. Extending the quality of fresh strawberries by equilibrium modified atmosphere packaging. *European Food Research and Technology*, 227(6): 1575-1583.

Ulusal Hakemli Dergilerde Yayımlanan Teknik Not, Editöre Mektup, Tartışma, Vaka Takdimi Ve Özet Türünden Yayınlar Dışındaki Makaleler

- 1- Turkyılmaz, İ., Aday, M.S., Kaçan, K. 2011. Bilgisayarla Görme Yardımıyla Gıda Endüstrisinde Kalite Kontrol. *Akademik Gıda*, 9(1): 49-54.
- 2- Yılmaz, E., Aday, M.S. 2011. Depolanmış Zeytinyağı ve Farklı Pirina Yağlarının Kimyasal ve Optik Özelliklerindeki Değişmeler. *Akademik Gıda*, 9(1): 6-11.
- 3- Aday, M.S., Caner, C. 2010. Zeytinyağının Ambalajlanması ve zeytinyağı için uygun ambalaj materyalinin seçimi. 25: 26-31.
- 4- Aday, M.S., Caner, C., Yüceer, Y.K. 2010. Instrumental and Sensory Measurements of Ezine Cheese Texture. *Akademik Gıda*, 8(3): 6-10.

- 5- Kartal, S., Aday, M.S., Caner, C. 2010. Meyve ve Sebzelerde Denge Modifiye Atmosfer Ambalajlamaya Etki Eden Faktörler. Akademik Gıda, 8(6): 29-34.
- 6- Kartal, S., Aday, M.S., Caner, C. 2010. Ambalajlama ve Bariyer Teknolojisi. Ambalaj Plastik, 6 (37): 66-69.
- 7- Aday, M.S., Caner, C. 2010. Akıllı Ambalajlama Teknolojileri. Ambalaj Plastik, 6 (37): 52-55.
- 8- Aday, M.S., Caner, C. 2010. Ambalajlamada Yeni Teknolojiler: Akıllı Gıda Ambalajları. Bilim ve Teknik, 43: 86-95.
- 9- Daştan, H., Aday, M.S., Yılmaz, E. 2009. Edible fats/oils consumption patterns of Turkish families. Akademik Gıda, 7(4): 6-13.
- 10-Caner, C., Aday, M.S. 2008. Gıdalarda Tekstür Ve Enstrümantal Tekstür Analizi. Akademik Gıda. 6(5): 26-35.
- 11-Aday, M.S., Caner, C. 2008. İzlenebilirlik ve RFID Sistemi. Gıda Teknolojisi. 12(6): 77-80.
- 12-Aday, M.S., Caner, C. 2008. Biodegradable Poymers. 4(21): 80-84.
- 13-Aday, M.S., Caner, C. 2007. Gıdalarda Tekstür ve Etki Eden Etmenler. Akademik Gıda, 5(25): 28-33.
- 14-Caner, C., Aday, M.S. 2007. Geleceğin Gıda Ambalaj Teknolojisindeki Anahtar Yenilikler. Gıda Teknolojisi, 11(10): 50-54.
- 15-Aday, M.S., Caner, C. 2006. Gıda Ambalaj Materyallerinde Migrasyon ve Kaynakları. Akademik Gıda, 4(19): 43-47.

Ulusal diğer bilimsel dergilerde yayımlanan makaleler, teknik not, editöre mektup, tartışma, vaka takdimi ve özet türünden yayınlar

- 1- Aday, M.S., Caner, C. 2010. Çay ve Kahve Ambalajlarında Yeni Trendler. Ambalaj Bülteni, 6(37): 52-55.

BİLDİRİLER

Uluslararası kongre, sempozyum, panel gibi bilimsel toplantılarda sunulacak, programda yer alan tam metin olarak yayımlanan bildiri

- 1- Aday, M.S., Caner, C. 2010. Combined effect of oxygen absorber and equilibrium modified atmosphere on quality extention of strawberry. VI. Uluslararası ambalaj kongresi. 63-68.
- 2- Aday, M.S., Caner, C., Rahvalı, F. 2010. Application of CO₂ Absorber and Equilibrium modified Atmosphere for Enhancing Quality of Strawberries. VI. Uluslararası ambalaj kongresi.181-187.
- 3- Aday, M.S., Kartal, S., Caner, C. 2010. Combined effect of aqueous chlorine dioxide and modified atmosphere packaging on fresh strawberries. VI. Uluslararası ambalaj kongresi. 201-207.
- 4- Aday, M.S., Caner, C. 2010. The Role of Packaging and Labelling on Consumer Percetion. Tüketici tercihinde ambalajlama ve etiketlemenin önemi. VI. Uluslararası ambalaj kongresi. 227-231.
- 5- Kartal, S., Aday, M.S., Caner, C. 2010. Use of equilibrium modified atmosphere packaging with mciroperforeated films. VI. Uluslararası ambalaj kongresi. 25-36.

Uluslararası kongre, sempozyum, panel gibi bilimsel toplantılarda sunulacak, programda yer alan özet metin olarak yayımlanan bildiri ya da poster veya gösteri

- 1- Aday, M.S., Caner, C. 2007. Biodegradable materials for food packaging. V. Uluslararası Ambalaj Kongresi, 1109-1111.
- 2- Caner, C., Güneser, O., Aday, M.S. 2007. Consumer complaints and accidents related to foods and drinks packaging. V. Uluslararası Ambalaj Kongresi, 1117-1120.
- 3- Tunca, T., Caner, C., Demir, M., Aday, M.S., Özcan, E. 2007. The effect of various modified atmosphere packaging on strawberry shelf life and quality. V. Uluslararası Ambalaj Kongresi, 1105- 1107.
- 4- Tunca, T., Demir, M., Caner, C., Aday M.S., Özcan, E. 2007. Effect of equilibrium modified atmosphere packaging on strawberry shelf life. V. Uluslararası Ambalaj Kongresi, 879-882.

- 5- Aday, M.S., Caner, C., Kızılkaya, K. 2007. Improving the anthocyanins, ascorbic acid and color content with various edible coatings. V. Uluslararası Ambalaj Kongresi, 1113-1116.
- 6- Çalıkoğlu, E., Kıralan, M., Bayrak, A., Caner, C., Aday, M.S. 2007. The Application Of The Essential Oil Added Edible Coatings On The Roasted Hazelnut. V. Uluslararası Ambalaj Kongresi

Ulusal kongre, sempozyum, panel gibi bilimsel toplantılarda sunularak, programda yer alan tam metin olarak yayımlanan bildiri

- 1- Kartal, S., Aday, M.S., Caner, C. 2009. Taze Meyve ve Sebzelerde Ambalaj Çözümü: Mikroperfore Filmler. Ambalaj 2009 Sempozyumu, 259-263.
- 2- Aday, M.S., Büyükcan, B., Caner, C. 2009. Ultrases Uygulamalarının Taze Çileğın Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi. VI. Gıda Mühendisliği Kongresi, 555-557.
- 3- Aday, M.S., Zorba, M. 2007. Bilgisayar vizyonu ve gıda endüstrisinde kullanımı, V. Gıda Mühendisliği Kongresi, 581-583.
- 4- Aday, M.S., Caner, C. 2007. Kitosan kaplama materyalinin kirazın tekstür muhafazasına etkisi. V. Gıda Mühendisliği Kongresi, 141-143.
- 5- Aday, M.S., Kızılkaya, K., Caner, C. 2007. Kirazın raf ömrü arttırmada kitosan kaplama materyalinin etkinliği. V. Gıda Mühendisliği Kongresi, 137-139.

Ulusal kongre, sempozyum, panel gibi bilimsel toplantılarda sunularak, programda yer alan özet metin olarak yayımlanan bildiri ya da poster veya gösteri

- 1- Aday, M.S., Cansız, Ö., Caner, C. 2006. Meyve ve sebzelerin raf ömrünü arttırmada ozonlamanın etkinliği. Türkiye IX. Gıda Kongresi, 879-880.
- 2- Cansız, Ö., Aday, M.S., Caner, C. 2006. Kitosan kaplama materyalinin yumurtanın kabuk mukavemetini geliştirmede etkinliği. Türkiye IX. Gıda Kongresi, 875.

Araştırma Projeleri ve Raporlar

- 1- Aktif Ambalajlama Ve Yeni Muhafaza Yöntemleri İle Çileğın Raf Ömrünün Arttırılması, BAP 2010/151
- 2- Modifiye Atmosfer Uygulamalarının Çileğın Raf Ömrüne Etkisi, BAP 2008/70
- 3- Farklı Kaplama Materyallerinin Kiraz Kalitesi ve Tüketici İstekleri Üzerine Etkisinin Kinetik Modellemeye Dayanarak Değerlendirilmesi, TOVAG 106 O 258

4- Yaş, süt verimi, süt bileşenleri ve mera kompozisyonundaki değişimlerin Türk Saanen keçilerinde süt konjuge linoleik asit miktarına etkilerinin incelenmesi, TOVAG 105 0 697

5- Ezine Peynirinin Duyusal ve Kimyasal Aroma Profilinin Belirlenmesi, DPT 2005

Kazanılan Burslar

1- Tubitak 2211 Yurt İçi Doktora Bursu (2008)

Katılan Seminerler

1- Gıdalarda Tekstür Analizleri (2009)

2- Araştırma Yöntemleri ve İstatistiksel Analiz Kursu (2008)

3- ISO:22000 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi (2006)

4- ISO:9001-2000 KYS Temel Eğitim (2006)

5- ISO:9001-2000 KYS Temel Eğitim (2005)

6- Gıda İşletmelerinde HACCP Eğitimi (2005)

Diğer Akademik Etkinlikler

1- Yeni Ürün Geliştirme Ulusal Öğrenci Yarışması Kongre Sekreteri (2007)

2- Gıda Mühendisliği Web Sitesi Yöneticisi (2006-)