



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**TAZE KAYISILARIN KALİTE ÖZELLİKLERİNİN TERMAL
OLMAYAN TEKNİKLERLE MUHAFAZASI VE SAYISAL
GÖRÜNTÜLEME İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Mehmet Burak BÜYÜKCAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

T.C.
ANAkkALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZİ

**TAZE KAYISILARIN KALİTE ÖZELLİKLERİNİN TERMAL
OLMAYAN TEKNİKLERLE MUHAFAZASI VE SAYISAL
GÖRÜNTÜLEME İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Mehmet Burak BÜYÜKCAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 13/05/2016

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Cengiz CANER

ANAkkALE

Mehmet Burak BÜYÜKCAN tarafından Prof. Dr. Cengiz CANER yönetiminde hazırlanan ve **13/05/2016** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Taze Kayısların Kalite Özelliklerinin Termal Olmayan Tekniklerle Muhafazası Ve Sayısal Görüntüleme İle Değerlendirilmesi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **DOKTORA TEZİ** olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Prof. Dr. Cengiz CANER

.....

Başkan

Prof. Dr. İsmail KAVDIR

.....

Üye

Prof. Dr. İbrahim YALÇIN

.....

Üye

Doç.Dr. İbrahim TÜRKYILMAZ

.....

Üye

Yrd.Doç.Dr. Mahmut SİNECEN

.....

Üye

Prof.Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:.....

Bu tez çalışmasının bir kısmı, Ç.O.M.Ü. BAP tarafından FDK-2015-444 numaralı projeden 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 Burak BÜYÜKCAN

TEŞEKKÜR

Bana gerçek ve akademik hayatta zorlukların üstesinden nasıl gelinebileceğini gösteren, doktoramı yanında yapma şansı veren, her zaman büyük bir gururla öğrencisi olacağım sayın hocam Prof. Dr. Cengiz CANER'e;

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesine adım attığım günden beri öğrencisi olduğum ve olacağım, akademik hayatımın temellerini atan ve sürekli yanımda ve destek olan sayın hocam Prof. Dr. İsmail KAVDIR'a;

İyi ve kötü günlerimde yanımda olan, doktora tez çalışmamda canla başla bana yardım eden ve daha da edecek olan can dostlarım sayın Doç. Dr. Mehmet Seçkin ADAY, Yrd.Doç.Dr. Muhammed YÜCEER ve Arş.Gör. Rıza TEMİZKAN'a;

Çalışmamın görüntü işleme kısmında ki tüm bilgisini bana aktaran sayın hocam Yrd.Doç.Dr. Mahmut SİNECEN'e;

Akademik hayatım ve doktora çalışmam boyunca beni sürekli destekleyen ve yol gösteren Tarım Makinaları ve Teknolojileri Bölümü'ndeki sayın hocalarıma;

Doktoraya başladığım ilk günden beri beni aralarına alan ve destekleyen Gıda Mühendisliği Bölümü'nde ki sayın hocalarıma;

Doğduğum günden beri sürekli yanımda olan, maddi ve manevi hep yanımda olan, doğru görüş ve fikirleriyle beni yönlendiren ve destekleyen Babam Ali Ergun BÜYÜKCAN, Annem Melek BÜYÜKCAN ve Kardeşim Elif Merve BÜYÜKCAN'a;

Hayatım neredeyse yarısını beraber geçirdiğim, her zaman yanımda ve destekçim olan, hoşgörülü ve sabırla bana katlanan değerli eşim Burcu BÜYÜKCAN ve hayatımda çok büyük yerleri olan ve daima olacak olan can kızlarım Defne-Duru BÜYÜKCAN'a;

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mehmet Burak BÜYÜKCAN

Çanakkale, Mayıs, 2016

SİMGELER VE KISALTMALAR

g	gram
mg	Mili gram
SÇKM	Suda Çözülebilir Kuru Madde
FT-NIR	Fourier Transform Near İnfrared
%	Yüzde oranı
PASI	Peynir Altı Suyu İsolat
PASK	Peynir Altı Suyu Konsantrat
MAP	Modifiye Atmosfer Paketleme
CV	Computer Vision (Bilgisayarlı Görme)
NIR	Yakın KızılÖtesi
VIS	Visible (Görünür)
WPI	When Protein Isolate
WPC	Whey Protein Consantrate

ÖZET

TAZE KAYISILARIN KALİTE ÖZELLİKLERİNİN TERMAL OLMAYAN TEKNİKLERLE MUHAFAZASI VE SAYISAL GÖRÜNTÜLEME İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Mehmet Burak BÜYÜKCAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışman : Prof. Dr. Cengiz CANER

13/05/2016, 91

Bu araştırma kapsamında ısılmayan yeni muhafaza yöntemleri ile taze kayısının raf ömrünün artırılması hedeflenmiştir. Beş hafta boyunca +4 °C'de depolanan kayıslarda; kalite kriter, görüntü işleme ve FT-NIR analizleri düzenli olarak gerçekleştirilmiştir. Bu doktora tezi üç ana bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde farklı yenilebilir kaplamalar kullanılarak taze kayıslar kaplanmış ve bu uygulamaların ürünler üzerinde ki kalite kriterlerine olan etkileri incelenmiştir. Yapılan analiz değerlerinde yenilebilir film kaplamalar kontrol grubuna göre istatistiksel olarak fark önemli bulunmuştur. Yenilebilir film kaplamalarda ise PASI ve kitosan grupları arasında ki fark önemsiz çıkarken şellak ile kaplanmış kayıslar raf ömrünü uzatmada en iyi sonuçları verdiği gözlenmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde protein (süt) bazlı yenilebilir kaplamalar kayısların kaliteleri üzerine etkileri incelenmiştir. Kontrol grubu kaplama gruplarına göre tüm analizlerde istatistiksel olarak farkı önemli bulunurken kaplama grupları arasında ki fark önemsiz bulunmuştur. Protein bazlı kaplamalar kayısının kalite kriterlerini muhafaza ederek, raf ömrünü arttırmada etkili olmuştur.

Çalışmanın üçüncü bölümünde farklı ozon uygulamaları taze kayıslar üzerine uygulanmıştır. Yapılan pH, suda çözünür kuru madde, görüntü analizleri neticesinde düşük doz ozon uygulamalarının (1 ppm ve 5 ppm) daha iyi sonuçlar verdiği ortaya konmuştur. Yüksek ozon uygulamaları ürünlerin yapılarına olumsuz yönde etki ettiğinden raf ömürlerini azaltıcı yönde etki göstermektedir.

Görüntü analizleri ve FT-NIR spektrum analizleri de olumlu sonuçlar elde edildiğini göstermektedir. Bu tip yeni yöntemlerin gıdaların kalite kriterlerini hasarsız bir şekilde belirlemek amacıyla kullanılması ekonomiklik ve zaman açısından oldukça önemlidir.

Anahtar sözcükler: Kayısı, Yenilebilir Film Kaplamalar, FT-NIR, Görüntü İşleme, Raf Ömrü



ABSTRACT

ASSESSING AND MAINTAINING QUALITY FEATURES OF FRESH APRICOTS WITH NON-THERMAL METHODS AND PROCESSING WITH DIGITAL IMAGING

Mehmet Burak BÜYÜKCAN

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Doctoral Dissertation in Food Engineering

Advisor : Prof. Dr. Cengiz CANER

13/05/2016, 91

This research aimed to increase the shelf life of fresh apricots by using non-thermal preservation methods. The quality criterias were examined by measuring quality, image and FT-NIR analysis on fresh apricots stored at +4 °C during five weeks to evaluate effects of the methods. This doctoral thesis consists of three main sections.

First part; fresh apricots were coated by using various edible coatings and effects of these coatings on quality criterias on the products. The coated apricots were significant differences observed compared to the control group in terms of all analyses. Among the coating, shellac gave the best results in terms of extending the shelf life, while WPI and chitosan groups had insignificant difference.

Second part of the study, effects of protein based edible coatings on the quality of fresh apricots were examined. While control group showed considerable difference in all statistical analysis compared to all coated groups, difference among coated groups were insignificant. Protein coatings have provided positive effects on increasing the shelf life.

Third part of the study, different ozone were applied on fresh apricots. As a result of pH, soluble solids, the image analysis of the application, low doses of ozone (1 ppm and 5 ppm) were found to give better results. Ozone application on high concentration reduced the shelf life as it had negative impacts to the structures of the apricots.

Image analysis and FT-NIR spectral analysis shows that to obtain positive results. These types of new methods are important in terms of being economical and saving time when determining the quality criterias of food without errors.

Keywords: Apricot, Edible Coating Films, FT-NIR, Computer Vision, Shelf life

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
1.1. Kayısı Üretiminde Türkiye ve Dünya Üretim Verileri	1
1.2. Kayısının Kimyasal İçeriği	2
1.3. Hasarsız Teknolojilerin Gıdalarda Kullanımı	4
1.4. Gıdaların Muhafazasında Yenilebilir Kaplamalar	6
1.4.1. Yaygın olarak Kullanılan Yenilebilir Kaplamalar	7
1.4.1.1. Protein Kaynaklı Kaplamalar:	7
1.4.1.2. Polisakkarit Kaynaklı Kaplamalar.....	8
1.4.1.3. Lipid Kaynaklı Kaplamalar	8
1.5. Depolama Sonrası Yaşanan Değişimler.....	8
1.6. Gıdalarda Ozon Kullanımı	9
BÖLÜM 2	13
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	13
BÖLÜM 3	21
MATERYAL VE METOT	21
3.1. Materyal	21
3.1.1. Kayısı.....	21
3.1.2. Ambalaj Materyali	21
3.1.3. Ozon	21
3.1.4. Kaplama Materyalleri.....	21
3.1.4.1. Kitosan.....	21
3.1.4.2. Şellak	22
3.1.4.3. Peynir Altı Suyu	22
3.1.4.4. Simplese.....	22
3.2. Yöntemler.....	22

3.2.1. Yöntem 1	22
3.2.2. Yöntem 2	23
3.2.3. Yöntem 3	23
3.3. Analizler.....	23
3.3.1. CO ₂ ve O ₂ Gaz Ölçümleri.....	23
3.3.2. FT-NIR Ölçüm Yöntemi ve Sistemi.....	24
3.3.3. Görüntü İşleme Düzenegi ve Görüntü Analiz Basamakları	24
3.3.3.1. Görüntü İşleme Aşaması	25
3.3.4. Kabuk Yüzey Rengi	27
3.3.5. Tekstür Profil Analizi	27
3.3.6. pH Ölçümü	28
3.3.7. Suda Çözünür Kuru Madde	28
3.3.8. Ağırlık Kaybı Analizleri.....	28
3.3.9. İstatistiksel Analiz	28
BÖLÜM 4	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	29
4.1. Farklı Yenilebilir Kaplama Maddelerinin Kayıslar Üzerinde ki Etkisi	29
4.1.1. pH	29
4.1.2. Suda Çözünür Kuru Madde	31
4.1.3. Ambalaj İçi Gaz Konsantrasyon Değişimleri.....	31
4.1.4. Ağırlık Kaybı.....	33
4.1.5. Görüntü analizleri.....	34
4.1.6. FT-NIR Spektral Ölçümleri.....	35
4.1.7. Renk.....	36
4.1.8. Tekstür Değerleri.....	38
4.2. Protein Bazlı Farklı Yenilebilir Kaplama Maddelerinin Kayıslar Üzerinde ki Etkisi-2	41
4.2.1.pH	41
4.2.2. Suda Çözünür Kuru Madde	42
4.2.3. Ambalaj İçi Gaz Konsantrasyonlarında ki Değişimler.....	42
4.2.4. Ağırlık Kaybı.....	44
4.2.5. FT-NIR Ölçümleri	45
4.2.6. Görüntü Analizleri.....	46
4.2.7. Renk.....	48
4.2.8. Tekstür Analizleri	49

4.3. Farklı Ozon Konsantrasyonlarının Kayıslar Üzerine Etkisi	53
4.3.1. pH	53
4.3.2. Suda Çözünür Kuru Madde	56
4.3.3. Görüntü analizleri.....	59
4.3.4. Tekstür Değerleri.....	64
4.3.5. Renk Değerleri.....	68
4.3.6. FT-NIR Analizleri	72
BÖLÜM 5	74
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	74
KAYNAKLAR	77
ÖZGEÇMİŞ	I



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. 2013 yılı dünya kayısı üretim, verimi ve alan miktarları	2
Şekil 1.2. Elektromanyetik spektrum bölgeleri	5
Şekil 1.3. Korono deşarj metodu ile ozon gazı üretim şeması.....	10
Şekil 3.1. Tasarlanan görüntü işleme düzeneği	24
Şekil 3.2. Görüntü işleme işlem basamakları	26
Şekil 3.3. TPA analizi sonucunda elde edilen örnek grafik.....	28
Şekil 4.1. Farklı yenilebilir kaplama materyallerinin ambalaj içi gaz konsantrasyonlarında (a) CO ₂ ve (b) O ₂) ki değişimleri	33
Şekil 4.2. Yenilebilir filmlerle kaplanmış kayısıların depolama boyunca (a) alan ve (b) çevre değişimleri	35
Şekil 4.3. Yenilebilir filmler ile kaplanmış kayısıların depolama süresince değişen FT-NIR grafığı	36
Şekil 4.4. Çeşitli yenilebilir filmler ile kaplanmış kayısıların tekstür değerleri ((a) Sertlik, (b) Elastikiyet, (c) İç Yapışkanlık, (d) Sakızımsılık, (e) Çiğnenebilirlik).....	41
Şekil 4.5. Farklı yenilebilir kaplama materyallerinin ambalaj içi gaz konsantrasyonlarında (a)CO ₂ ve (b)O ₂) ki değişimleri	44
Şekil 4.6. Yenilebilir filmlerle kaplanmış kayısıların depolama boyunca (a) alan ve (b) çevre değişimleri	47
Şekil 4.7. Farklı yenilebilir filmler ile kaplanmış kayısıların tekstür değerleri ((a) Sertlik, (b) Elastikiyet, (c) İç Yapışkanlık, (d) Sakızımsılık, (e) Çiğnenebilirlik).....	52
Şekil 4.8. Farklı ozon konsantrasyonlarının tekstür değerleri üzerine etkileri ((a) Sertlik, (b) Elastikiyet, (c) İç Yapışkanlık, (d) Sakızımsılık, (e) Çiğnenebilirlik)	67
Şekil 4.9. Depolama süresince farklı ozon dozları uygulanmış kayıslara ait FT-NIR grafikleri.....	73

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. 100 g yaş kayısı meyvesindeki bazı besin elementleri (Cengiz, 2011)	3
Çizelge.3.1. Kayısı örneklerinin Nikon D7100 fotoğraf makinası ile çekimi sırasında ki kontrol ayarları	25
Çizelge 4.1. Yenilebilir film kaplamaların pH üzerine etkisi	30
Çizelge 4.2. Çeşitli yenilebilir film kaplamaların suda çözünür kuru madde üzerine etkisi	31
Çizelge 4.3. Yenilebilir film ile kaplanmış kayısıların depolama boyunca ağırlık kaybı değişimi	34
Çizelge 4.4. Yenilebilir film ile kaplanmış kayısıların depolama süresi boyunca b değişimi	37
Çizelge 4.5. Yenilebilir film ile kaplanmış kayısıların depolama süresi boyunca L değişimi	37
Çizelge 4.6. Çeşitli kaplamaların pH üzerine etkisi	42
Çizelge 4.7. Çeşitli yenilebilir film kaplamaların suda çözünür kuru madde üzerine etkisi	42
Çizelge 4.8. Yenilebilir film ile kaplanmış kayısıların depolama boyunca ağırlık kaybı değişimi	44
Çizelge 4.9. Depolama süresi boyunca b değişimi	48
Çizelge 4.10. Depolama süresi boyunca L değişimi	49
Çizelge 4.11. Farklı ozon konsantrasyonlarının pH değerine ait tanıtıcı istatistikler	54
Çizelge 4.12. Farklı ozon konsantrasyonlarının pH değeri üzerine etkisi	54
Çizelge 4.13. Farklı depolama sürelerinin pH değeri üzerine etkisi	55
Çizelge 4.14. Farklı ozonlama sürelerinin pH değeri Üzerine Etkisi	55
Çizelge 4.15. Farklı ozon konsantrasyonlarının suda çözünür kuru madde değerine ait tanıtıcı istatistikler	57
Çizelge 4.16. Farklı depolama sürelerinin suda çözünür kuru madde üzerine etkisi	57
Çizelge 4.17. Farklı ozonlama sürelerinin suda çözünür kuru madde üzerine etkisi	58
Çizelge 4.18. Farklı ozon konsantrasyonlarının suda çözünür kuru madde değeri üzerine etkisi	58
Çizelge 4.19. Farklı ozon konsantrasyonlarının çevre değerine ait tanıtıcı istatistikler	60
Çizelge 4.20. Farklı ozonlama dozlarının çevre değeri üzerine etkisi	60
Çizelge 4.21. Farklı depolama sürelerinin çevre değeri üzerine etkisi	61
Çizelge 4.22. Farklı ozonlama sürelerinin çevre değerleri üzerine etkisi	61
Çizelge 4.23. Farklı ozon konsantrasyonlarının alan değerine ait tanıtıcı istatistikler	62
Çizelge 4.24. Farklı ozonlama dozlarının alan üzerine etkisi	62

Çizelge 4.25. Farklı depolama sürelerinin alan değeri üzerine etkisi.....	63
Çizelge 4.26. Farklı ozonlama sürelerinin alan değerleri üzerine etkisi.....	63
Çizelge 4.27. Farklı ozon konsantrasyonlarının L değerine ait tanıtıcı istatistikler	69
Çizelge 4.28. Farklı depolama sürelerinin L değeri üzerine etkisi	69
Çizelge 4.29.Farklı ozon konstanrasyonlarının L değeri üzerine etkisi	69
Çizelge 4.30.Farklı ozonlama sürelerinin L değeri Üzerine Etkisi.....	70
Çizelge 4.31. Farklı ozon konsantrasyonlarının b değerine ait tanıtıcı istatistikler.....	70
Çizelge 4.32. Farklı depolama sürelerinin b değeri üzerine etkisi.....	70
Çizelge 4.33.Farklı ozon konstanrasyonlarının b değeri üzerine etkisi.....	71
Çizelge 4.34.Farklı ozonlama sürelerinin b değeri üzerine etkisi.....	71



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Ülkemiz, içinde bulunduğu coğrafik konumundan dolayı her tür ve çeşitte meyve ve sebze üretimi için uygun koşullara sahiptir. Bundan dolayı birçok meyve ve sebze üretiminde dünyada lider ülke konumunda bulunmaktadır (Özdoğru, 2014). Kayısı; bu tür meyveler arasında renk, tat ve aroma bakımından hoş a giden meyvelerin başında gelmektedir (Botondi ve ark., 2003). Kayısı, Prunus armeniaca L. olarak bilinen botanik adıyla Rosaceae familyasının Prunaidea alt familyasının Prunus türü altında sınıflandırılan olup sert çekirdekli meyveler grubuna dâhil klimakterik bir meyve türüdür (Gezer v ark., 2002). Meyve fiziksel görünüş olarak sırt, karın, uç ve sap kısımlarından ve anatomik yapı olarak da en dış kısmında kabuk, meyve eti, çekirdek boşluğu ve çekirdekten oluşmaktadır. Kayısı; açık sarıdan turuncu renge kadar değişen geniş bir renk aralığına sahiptir. Meyve oval, yuvarlak, eliptik, kalp veya oblong şekilli olup meyve ağırlığı yaklaşık 20-80 g civarındadır (Cengiz , 2011).

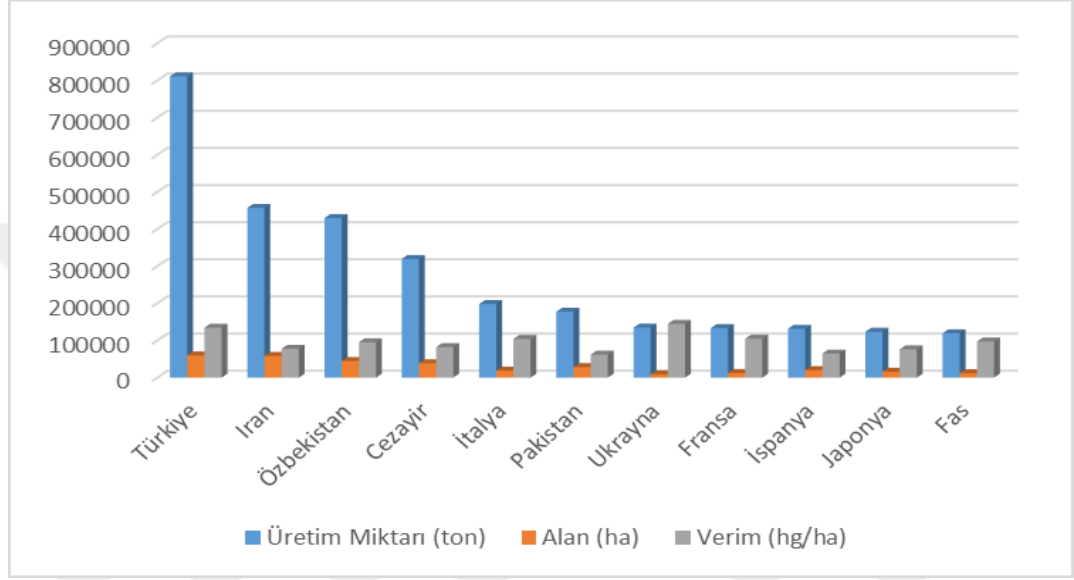
Ülkemizin kuru kayısı ihracat ve üretiminde dünyada lider konumda olduğu görülürken yaş kayısı ihracatında ise 4. sırada kalarak yeterli başarıyı gösterememektedir (Çalhan, 2010). Bunun sebepleri arasında; meyve hasat döneminin 2-2,5 ay ile sınırlı olması, meyve solunumunun orta düzeyde olması, meyvelerin uygun depolama koşullarında en fazla 1 ile 4 haftalık bir zaman diliminde depolanabilmesi, meyvelerin dayanıksız ve kolay bozulabilir olmasıdır. Tüm sayılan bu olumsuzluklar sofralık kayısıların hasattan tüketiciye kadar gelme süresini hızlandırılmasını gerektirmekte böylece taşıma ve iletim maliyetlerinde bir artışın olmasına neden olmakta ve kayısı meyvesinin tüketiminin diğer meyve türlerine göre daha az talep görmesine yol açmaktadır (Karaçalı, 2006, Asma ve ark., 2007).

Kayısı, coğrafik olarak dünyanın çeşitli bölgelerinde yetiştiriciliği yapılsa da daha çok Akdeniz'e yakın olan ülkelerde, Kuzey Afrika, Orta Asya, Amerika ve Avrupa kıtalarına yayılmış ve buralarda iklim isteklerinin elverişli olduğu bölgelerde yetişme alanları bulmuştur. 2008 FAO verilerine göre Asya, Afrika ve Avrupa kıtaları dünya kayısı üretiminin yaklaşık % 96'sını gerçekleştirmektedir (Topcu ve Uzundumlu, 2010).

1.1. Kayısı Üretiminde Türkiye ve Dünya Üretim Verileri

FAO 2013 yılı verilerine göre dünyada yıllık 4.111.076 bin ton kayısı üretimi gerçekleşmiş olup bu üretim miktarının yaklaşık yaklaşık 811 bin ton'u Türkiye'de üretilmiştir (Şekil 1.1). Türkiye bu üretim miktarıyla dünyada ülkeler bazında ilk sırada yer

almaktadır. Türkiye'yi yıllık üretim miktarına göre İran (457 bin ton) ve Özbekistan (430 bin ton) izlemektedir. Kayısı ağaçlarının dikili alanı bakımından Türkiye, İran ve Özbekistan ilk üç sırayı paylaşmaktadır. Ağaçlardan elde edilen verim açısından bakıldığında ise Ukrayna, Türkiye ve Fransa'nın önemli ülkelerden olduğu görülmektedir. Genel olarak istatistiklerden de anlaşılacağı üzere ülkemiz dünya kayısı üretimi, verimi ve ekili alanı bakımından söz sahibi konumundadır (FAO, 2015).



Şekil 1.1. 2013 yılı dünya kayısı üretim, verimi ve alan miktarları

Ülkemizde başta Malatya ili olmak üzere Doğu Anadolu, Akdeniz, Marmara, Ege ve İç Anadolu Bölgelerinde yetiştiriciliği gerçekleştirilmektedir. Ayrıca ülkemizde yaklaşık 1 milyon 140 bin dekar alanda 16.663 bin adet kayısı ağacı bulunmaktadır (TUİK, 2013a). Kayısı, kurutmalık ve sofralık olarak çeşitlere ayrılmakta ve yaklaşık 26 çeşidin yetiştiriciliği ülkemizde yapılmaktadır (Anonim, 2015a). Çanakkale ilinde 2012 yılı verilerine göre 4.354 bin ton taze kayısı üretimi gerçekleşmiştir ve bu üretim 3500 dekar ekili alandan elde edilmektedir (TUİK, 2013b).

1.2. Kayısının Kimyasal İçeriği

Kayısı meyvesi; diğer meyvelere oranla daha az enerji ve protein içermekle birlikte insan sağlığı açısından önemli bir yere sahiptir. Yapısının büyük bir bölümü su içermektedir. Meyveler olgunlaştıkça asit miktarlarında azalma, şeker miktarlarında ise bir artış görülmektedir. Glukoz, fruktoz gibi kolayca metabolize edilen şekerlerle, pentozlar ve pektinler gibi karbonhidrat bileşikleri kayısı meyvesinin içeriğinde bulunmaktadır. Kayısıda

ki serbest amino asitler protein içeriklerinin % 60'ını oluşturmaktadır (Cengiz , 2011). Ayrıca yeterli miktarda A, C, E vitamini içerirken fenolik maddeler bakımından da oldukça zengindir. Önemli bir A vitamini ve beta karoten kaynağı olarak bilinmektedir. Yaş kaysı yaklaşık % 85 dolaylarında su içermekte ve meyve kurutulduğu takdirde su oranı yaklaşık % 20-25 seviyelerine kadar düşmektedir. Yaş meyvedeki şeker oranı 11-12 g/100g meyve, vitamin A 2616 IU/ 100g, ham selüloz 1,2 g/100 g, potasyum 290 mg 10 /100g, sodyum 1,3 mg/ 100g içermektedir. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM) % 10-28 oranında, pH 3-5, asitlik % 0, 20 - % 1,5 arasında değişim gösterebilmektedir (Cengiz., 2011). Şekil 1.2'de 100 g yaş kaysıda bulunan bazı besin elementlerinin değerleri bulunmaktadır.

Çizelge 1.1. 100 g yaş kaysı meyvesindeki bazı besin elementleri (Cengiz, 2011)

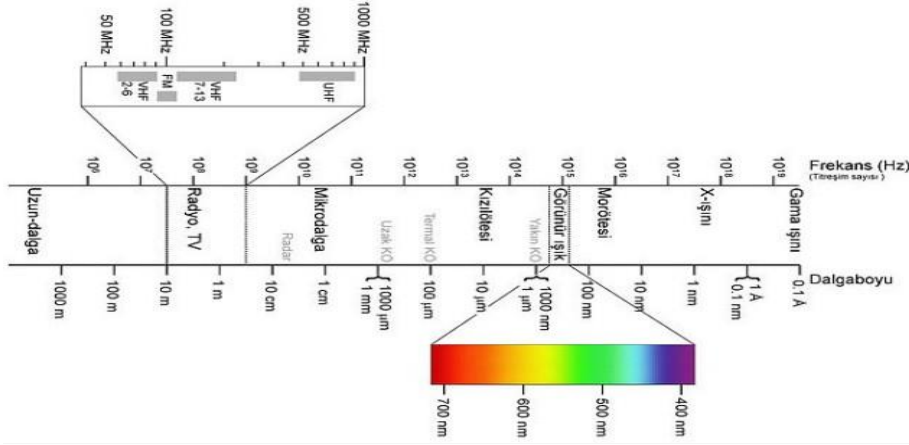
	Besinler	Yaş Kayısı
Ana Bileşenler	Su (%)	84,33±1,56
	Enerji (kcal)	61,14±10,30
	Protein (g)	0,78±0,16
	Yağ (g)	0,38±0,14
	Karbonhidrat (g)	14,9±2,23
	Posa (g)	0,65±0,20
	Kül (g)	0,70±0,075
	Selüloz (g)	1,28±0,14
	Total asitlik (g)	0,47±0,06
	Mineraller	Demir (mg)
Bakır (mg)		0,35±0,046
Çinko (mg)		0,31±0,08
Kalsiyum (mg)		12,5±3,0
Magnezyum (mg)		9,80±1,20
Potasyum (mg)		267±32
Sodyum (mg)		1,60±0,15
Fosfor (mg)		24±3,60
Vitaminler	B-Karoten (IU)	2600±110
	B1 Vitamini (mg)	0,03±0,002
	B2 Vitamini (mg)	0,04±0,003
	B3 Vitamini (mg)	0,58±0,16
	C Vitamini (mg)	8,40±3,30

1.3. Hasarsız Teknolojilerin Gıdalarda Kullanımı

Gıda sektöründeki artan beklentilerin sebepleri olarak gıda ürünlerinde ki kalite ve güvenlik unsurlarının önemli derecede yüksek olması olarak gösterilmektedir. Bundan dolayı ürünlerin kalitelerinin kontrol edilmesinde ve paketlenmeden önce sınıflandırılmasında hızlı, güvenilir ve hasarsız tekniklere başvurulmaktadır. Spektroskopik yöntemler ve görüntü işleme sistemleri, kullanılabilirlik ve güvenilirlik açısından önemli yöntemler arasında yer almaktadır. Üreticiler, ürünlerini yalnızca dış görünüşleri ya da görünen ve hissedilen fiziksel özellikleri ile pazara sunmak durumundadırlar. Ancak, giderek bilinçlenen ve beklentisi artan tüketici karşısında tarımsal ürünlerin içsel özelliklerinin de kullanılması hem ürünlerin optimum bir şekilde değerlendirilmesi hem de tüketici taleplerindeki çeşitliliğe daha uyumlu olunması bakımından oldukça önemli ve yeni bir konudur. Diğer taraftan, meyve ve sebzelerin hasat sonrası dış görünüş kalitesi bakımından olan ömürlerinin, ürünlerin yüksek kalitelerinin muhafazasına dayalı hasat sonrası ömürlerine göre genellikle daha uzun olduğu bildirilmektedir (Kader, 2002). Ayrıca, aynı kaynak tarafından, meyve ve sebzelerde iyi ve çekici bir dış görünüşün, söz konusu ürünlerin her zaman iyi tat ve besin değerine sahip olduğu anlamına gelmediği de bildirilmektedir. Buradan da anlaşılmaktadır ki, tarımsal ürünlerin iç kalitesi en az dış kalitesi kadar önemlidir ve ürünlerin içsel kalitelerine ait bilgiler, pazarlamada kullanıldığında hem tüketici hem de üretici (ya da ürünü değerlendirecek ara kuruluşlar) bakımından oldukça önemli avantajlar sağlamaktadır.

Meyveler şekillerine, renklerine veya yüzey deformasyonlarına göre elle ya da otomatik olarak sınıflandırılmaktadır. Buna rağmen, meyvelerin kuru madde içeriği, toplam çözülebilir kuru madde içeriği, meyve suyu asitliği ve sertlik gibi önemli içsel kalite özellikleri bulunmaktadır (Lammertyn ve ark., 1998). Ürünlerin içsel kalitelerinin sınıflama hatlarında otomatik olarak algılanmasına henüz geçilmiş olup, bu konu halen araştırma aşamasındadır.

Elektromanyetik spektrumun dalga boyu 770 -2500 nm (13000-4000 cm^{-1}) (Şekil 1.2.) arasında olduğu bölgeye yakın kızıl ötesi bölgesi denir. Yakın kızıl ötesi spektroskopisi (FT-NIR) kimyasal içerikli spesifik fonksiyonel gruplardaki kombinasyon ve tonlarına bağlı hızlı, hasarsız ve doğruluk derecesi yüksek bir ölçüm sistemidir (Rodriguez-Saona ve ark., 2001). FT-NIR sistemleri O-H, C-H, C-O ve N-H organik moleküllerinin bağlarında oluşan titreşim hareketlerine göre tepkiler vermektedir (Scotter, 1997).



Şekil 1.2. Elektromanyetik spektrum bölgeleri (Anonim, 2016)

Yukarıda bahsedilen bölgeler arasında analiz edilecek olan örnekler, yakın kızılötesi ışınlarla tabii tutulduğunda ürün içerisindeki kimyasal bağlar birbirleri ile etkileşime girmekte ve kendi aralarında titreşim hareketi oluşturmaktadırlar. Böylelikle kimyasal bağlardaki moleküllerin titreşimi ile NIR bölgesinde ki (770-2500 nm) organik moleküllerin enerji absorpsiyonları ortaya çıkmaktadır (Ertugay ve Başlar, 2011).

Bu sistemlerin avantajları;

- Örneklerin ölçümleri ve alınan sonuçlar oldukça hızlı bir şekilde yapılabilmektedir.
- Örnekler FT-NIR analizleri sırasında herhangi bir zarar verilmediğinden dolayı kimyasal analizlerinin (protein, yağ, nem...) yanında duyu ve kalite analizleride yapılabilmektedir.
- FT-NIR analizleri için yüksek miktarda örnek hacmine gerek duyulmamaktadır.
- Analizler sırasında herhangi bir kimyasal kullanılmadığı için hem ekonomik hemde çevre dostu bir teknolojidir.
- Kullanım maliyetleri diğer kimyasal analiz maliyetlerine göre oldukça ucuzdur (Ertugay ve Başlar, 2011).

Görüntü işleme sistemlerinin ziraat ve gıda alanında ki kullanımı son yıllarda artış göstermektedir. Özellikle ürünlerin renk, şekil ve ağırlık özelliklerine göre sınıflandırılmasını sağlayan sistemler kullanılması artmaktadır. Şekil parametreleri ürünlerin kalite özelliklerinin başında gelmektedir. Bu sistemler yardımıyla alan, çevre ve çap gibi şekilsel özellikler belirlenebilmektedir (Blasco ve ark., 2003). Görüntü işleme sistemlerinin uygulamaları hızlı, hasarsız ve tutarlı sonuçlar verdiği için endüstride kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. Bu tip sistemlerin endüstri alanında kullanılması neticesinde üretim maliyetleri ve işçi giderlerinde azalma sağlamakta fabrikasyon hattında

çalışan işçilerin işlerini daha kolay ve güvenilir bir şekilde yapmasına olanak sağlamaktadır.

Gıda ürünlerinde kalite ve güvenlik konularında ki beklentilerin artmasıyla; teknolojik gelişmelerden faydalanılarak daha hızlı, daha az maliyetli ve ürünler hakkında daha kesin bilgilere ulaşılmaktadır. Özellikle bilgisayar alanında ki hızlı gelişmeler gıda endüstrisi bakımından son derece faydalı olmaktadır. Görüntü işleme olarak kullandığımız teknoloji yukarıda bahsedilen avantajların hepsini bünyesinde toplamaktadır. Bundan dolayı hem üretici bakımından daha az maliyetli olmakta hem de tüketici açısından daha kaliteli ürünler temin edilebilmektedir. Ayrıca ürünlerin sınıflandırmalarında da görüntü işleme teknikleri kullanılmaktadır.

Genel olarak gıda ve tarımsal ürünlerde kullanılan görüntü işleme tekniklerinde kamera ve bilgisayar teknolojisi ön plana çıkmaktadır. Görüntü işleme tekniği donanım ve görüntü işleme analizi olarak iki bileşenden oluşmaktadır. Donanımsal olarak 5 ana parçadan oluşmaktadır; aydınlatma düzeneği, kamera, görüntü yakalama kartı, bilgisayar ve kendi özgü yazılım programı. Burada önemli olan iyi bir aydınlatma düzeneğinin olmasıdır. Düzenek tam bir aydınlatma sağladığı takdirde ürün üzerinden yansıma artmakta, gölgeler oluşmamakta ve ürüne doğrultulmuş kamera tüm görüntüleri net bir şekilde yakalayabilmektedir. Ayrıca aydınlatma düzeneğinin yeri, ampul gücü ve renk kalitesi elde edilen görüntünün kalitesini etkileyebilmektedir. Aydınlatma ampulleri olarak floresan lambalar, laserler, X-ray tüpleri, kızıl ötesi lambalar, kameralar da ise dakikada 2000 görüntü çekebilen özel CCD (Charged Coupled Device) kameralar kullanılmaktadır (Wallin ve Haycock, 1998).

Işık kaynağından ürün üzerine gönderilen ışınların bir bölümü ürün yüzeyi tarafından emilmekte bir bölümü ise yansımaktadır. Yansıyan ışınlar CCD kameralar veya fotoğraf kameraları tarafından kaydedilerek bilgisayar ortamına aktarmaktadırlar. Aktarılan görüntü sayısal veri şeklinde değerlendirilip bilgisayar ortamında pixel dediğimiz satır ve sütunlardan oluşan resim boyutlarına dönüşmektedir. Çeşitli renk formatlarını kullanarak ürünler üzerinde bulunan istenmeyen özellikler (çürüklük, hasar, zararlılar...) tanımlanabilmektedir (Pedreschi ve ark., 2006).

1.4. Gıdaların Muhafazasında Yenilebilir Kaplamalar

Yenilebilir film ve kaplamalar; gıda ambalajlama teknikleridir. Gıdaların üzerine ince bir tabaka (zar) şeklinde uygulanarak kütle transferini engellemekte ve ürünlerin raf ömrünü artırmayı sağlayarak fiziksel direnç sağlayabilen ambalajlama tekniğidir. Gıdaların taşınmasını kolaylaştırmak ve raf ömürlerini arttırmak amacıyla ambalaj materyalleri

kullanılmaktadır. Aynı zamanda gıdanın çevresel etkilerden etkilenmemesini sağlayarak ürünün hasat edildiği günkü halinde kalmasına yardımcı olabilmektedir (Ayana, 2007).

Günümüzde gıda endüstrisinin ürünün kalitesinin muhafazası açısından minimum işlenmiş olan ürünlere olan ilgisi artmaktadır. Bu açıdan yeni ambalajlama teknikleri arasında gıdaların yenilebilir film ve kaplamalar ile aktif ve antimikrobiyel ambalajlama önemli bir yer tutmaktadır.

Yenilebilir kaplama materyalleri ile gıdaların muhafazası, çevresel etkilerden muhafaza eden ve raf ömrünün uzatılması amacıyla gıda yüzeyinde oluşturulan ince yapıda, gıda ile birlikte tüketilebilen ve doğal yenilebilir kaynaklardan temin edilen, gıda ile ambalaj ara yüzeyinde nem, gaz ve katı madde hareketliliğinin kontrolünü düzenleyebilen yenilebilir ambalaj materyalleridir (Işık ve ark., 2013).

Yenilebilir kaplama ve filmler arasındaki temel ayrım; yenilebilir kaplamalar ince bir zar şeklinde ürün üzerini sarması olurken, filmin ayrı bir şekilde bağımsız olarak durabilen bir yapıda olmasıdır. Kaplamanın ve filmin yapısı; kaplama ve filmi oluşturan bileşenler ile tek başına veya değişik oranlarda birlikte kullanılabilen (protein, karbonhidrat, reçine, lipit veya bunların karışımı) kaynaklar ve katkı maddeleri (plastikleştiriciler, enzimler) eklenerek hazırlanan solüsyona bağlı olmaktadır (Duran, 2013; Temiz ve Yeşilsu, 2006).

Yenilebilir kaplamaların belirgin bir su ve gaz geçirgenliği düzeyine sahip olmaları onları uygulandıkları gıda maddesinde oksijen kaybını önleyerek su kaybının azaltılması ve bunun sonucunda mikrobiyolojik bozulma ve kimyasal değişikliklere karşı gıdayı korumasıdır. Bununla birlikte kaplamalar kullandıkları gıdaların yüzeyindeki pürüzleri doldurarak daha pürüzsüz bir yüzeyin oluşmasını sağlamakta ve gıdanın duyuşal özelliklerini düzenlemektedirler (Mehmetoğlu, 2010). Bu nedenle kullanılacak kaplamanın seçiminde gıdanın özelliği, uygulama amacı ve kaplamadan beklenen fonksiyona göre değişiklik göstermektedir (Ayana, 2007). Kaplamaların gıdaların ve özellikle de meyve ve sebzelere uygulanması üzerine birçok çalışmaya rastlanılmıştır (Olivas ve ark., 2008).

1.4.1. Yaygın olarak Kullanılan Yenilebilir Kaplamalar

1.4.1.1. Protein Kaynaklı Kaplamalar: Protein orijinli kaplamalar genelde hidrofobik yapıda, nem absorpsiyona ve sıcaklığa karşı çok hassas oldukları yani etkili nem bariyeri olmadıkları için diğer kaplama malzemelerine göre daha az geliştirilmiş ve meyve-sebzelerde yaygın bir şekilde uygulanamamıştır (Işık ve ark., 2013; Temiz ve Yeşilsu, 2006; Yılmaz ve ark., 2007). Protein esaslı kaplamalar, hayvansal veya bitkisel kaynaklardan elde edilebilmektedir. Hayvansal kaynaklı olan kaplamalar arasında; jelatin, kollajen, balık

miyofibril proteini, , peynir altı suyu proteini, kazein, kreatin ve yumurta albümini verilirken, bitkisel kaynaklı olan kaplamalar ise; yerfıstığı proteini, mısır zeini, çiğit proteini, soya proteini, buğday gluteni ve pamuk çekirdeği proteini yer almaktadır. Mısır'dan elde edilen zein proteini, hidrofobik yapıda ve su absorpsiyon özelliği ürünün su aktivitesine bağlı olan, kullanıldığı ürünlerde sert ve parlak bir tabaka sağlamaktadır (Dursun ve Erkan, 2009).

1.4.1.2. Polisakkarit Kaynaklı Kaplamalar: Polisakkarit kaynaklı kaplamalar gaz geçirgenliği az olan, selüloz, kitin, nişasta, yosun ve gam gibi maddelerden elde edilmekte olup, su buharına karış iyi bir bariyer olmaları kullanım alanlarını arttırmıştır (Işık ve ark., 2013). Polisakkarit kaynaklı kaplamalar nişasta (patates, mısır, buğday, pirinç vd.), selüloz (pamuk vd.), gumlar (guar, lokust bean, aljinat, karragenan, pektin, vd.) ve kitin/kitosan olarak kendi içerisinde sınıflandırılmaktadır (Delikanlı ve Özcan, 2014). Özellikle polisakkarit orjinli olan kitosanın meyve ve sebzelerde mikrobiyal gelişimi inhibe ettiği belirtilmektedir (Duran, 2013). Kitosan, kitinin deasetilasyonu ile elde edilen, mükemmel bir oksijen bariyerine sahip olan çevre dostu doğal bir polimer olup, polikatyonik özelliği nedeniyle antimikrobiyal etkiye sahiptir (İnanlı ve Kuzgun, 2012).

1.4.1.3. Lipid Kaynaklı Kaplamalar: Lipid kaynaklı kaplamaların nem kaybına karşı çok iyi bir bariyer sağlamaları, onların kullanımında etkili olmaktadır. Mum ve yağ orjinli kaplamalar arasında; parafin mum, candelilla mum, balmumu, carauba mum, polietilen mum ve mineral yağlar yer almaktadır (Işık ve ark., 2013).

1.5. Depolama Sonrası Yaşanan Değişimler

Meyve ve sebzelerde hasat sonrasında meydana gelen değişimler, tüketicinin ürün kabulünde büyük rol oynamaktadır. Bu değişimlere sebep olan proseslerin anlaşılması ile kayıplar minimuma indirgenebilecek, kalite korunacak ve tüketicie daha uzun raf ömürlü ürün sunumu gerçekleştirilebilecektir (Toivonen ve Brummell, 2008).

Sert çekirdekli meyvelerden olan kayısı, hasat zamanına bağlı olarak sadece belirli dönemlerde pazarda bulunabilmektedir. Fakat tüketiciler istedikleri meyveye her zaman ulaşmak istediklerinden, meyvelerin depolanması gerekmektedir. Fakat kayısının meyve etinin narin olması, solunum hızının nispeten yüksek olması, çürüme ve bozulmanın kolay gerçekleşmesi pazardaki sürekliliğini sınırlamaktadır (Özdoğru ve ark, 2015). Kayıslarda depolama süresince ağırlık kaybı gerçekleşmekte olup, kayıp oranını yüzey/hacim oranı ve kabuk yapısı etkilemektedir (Karaçalı, 2012). Ayrıca kullanılan ambalaj malzemesi de meyvenin su kaybını etkileyen faktörlerdendir (Zotfoli ve ark, 2009). Kayıslarda depolama

süresinin artmasıyla birlikte meyvenin olgunluğuna bağlı olarak hücre duvarındaki pektin ve hemiselülozun parçalanması nedeniyle meyve yumuşamaya başlamaktadır. (Karaçalı, 2012). Bazı türlerde depolama süresince kırmızılığın artması (a parametresinin yükselmesi), klorofillerin parçalanarak, karatenoidlerin baskın konuma geldiğinin göstergesidir (Özdoğru ve ark., 2015). Kayıslarda depolama süresince suda çözünür kuru madde içeriğinin değişmesi, kayısı çeşidinin yanında, kaybedilen su miktarı ve hasat olgunluğuna bağlıdır. (Kader, 2002). Titrasyon asitliğinde meydana gelen azalış ise solunumda organik asitlerin kullanılması ve pektinlerin parçalanması neticesinde ortaya çıkan katyonlarla nötrleşme reaksiyonu nedeniyle (Wills ve ark, 1998). Kayıslarda depolama sıcaklığının çok düşük tutulması neticesinde ise soğuk zararı meydana gelebilmekte ve çekirdek kısmına yakın bölgelerde jel benzeri bölgeler oluşabilmektedir. Bununla birlikte depolama süresince etilen oluşu artmakta ve bu nedenle de kayısıda kalite kayıpları gözlenebilmektedir (Saba ve ark., 2012). Olgunlaşmayla birlikte kayısıda uçucu bileşenler artmakta ve γ -octalactone, γ -hexalactone, γ -decalactone, γ -jasmolactone, γ -nonalactone, (Z)-7-decen-5-olide, ve δ -decalactone gibi bileşenler kayısının aromasını oluşurmaktadır (Aubert ve Chanforan, 2007).

1.6. Gıdalarda Ozon Kullanımı

Günümüzde tüketicilerin ilgisi “doğal ve güvenli gıdalar” yönünde ilerlemektedir. Bu nedenle kimyasal koruyucu içermeyen, hiç işlem görmemiş ya da çok az işlem görmüş olan gıdalara olan talep her geçen gün artmaktadır (Khadre ve ark., 2001; Savaş ve ark., 2014).

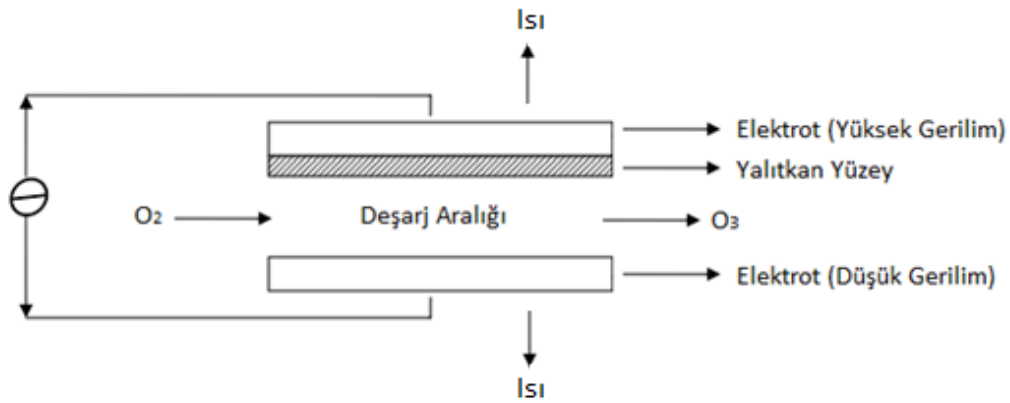
Tüketicinin bu talepleri doğrultusunda koruyucu veya dezenfektan kullanılarak hijyenik ve güvenli hale getirilen gıdalarda yenilikçi gıda muhafaza prosesi arayışları hız kazanmıştır. Sürece katkısı bulunan bazı yasal düzenlemeler ve araştırma çalışmaları kaliteli, hijyenik, sağlıklı ve güvenli gıda üretiminde minimal proses yaklaşımlarına ilaveten alternatif muhafaza yöntemleri arayışını da beraberinde getirmiştir (Savaş ve ark., 2014).

Son yıllarda taze gıdaların özellikle meyve sebzelerin mikroorganizma yükünün azaltılması ve raf ömürlerinin artırılmasında araştırılan ve uygulanan alternatif gıda muhafaza yöntemlerinin başında ozon uygulaması gelmektedir. Ozon, gelişmiş ülkelerde uzun yıllardır araştırılan ve uygulanan güçlü bir oksidan ve dezenfeksiyon ajanıdır. GRAS (Generally Recognized As Safe - genel olarak güvenli kabul edilir) statüsünde olan ve gıda endüstrisinde kullanımının güvenli olduğu belirtilen ozon gazının, gıdalar üzerindeki mikrobiyal etkisinin, gıda bileşenleri üzerindeki etkisinin, sağlık üzerindeki etkisinin ve kullanım olanaklarının araştırılmasına olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır (Karaca ve

Velioğlu, 2007).

Ozon (O_3); üç oksijen atomundan doğal olarak meydana gelen, çok yüksek reaksiyon yeteneğine sahip ve karakteristik kokuya sahip bir oksijen formudur (Khadre ve ark., 2001; Ekici ve ark., 2006). Ozon gazının yararları ilk kez Alman Christian Fredrick Schönbein tarafından 1840 yılında İsviçre’de keşfedilmiştir. 1900’lerin başlarında bitkiler için su arıtımı amacıyla kullanılmış ve 1940’larda ise içme suyu arıtımında kullanılmaya başlanmıştır. Gelişen teknoloji neticesinde 1980’li yıllarda ozon üretiminin daha kolay ve ucuz hale gelmesiyle birlikte kullanım alanları artış göstermiştir (Ekici ve ark., 2006). Günümüzde ozon, atık suların dezenfeksiyonu işleminde, fenolik bileşenlerin atık sulardan uzaklaştırılmasında, içme sularının sterilizasyonunda, birçok gıda endüstrisinde (meyve sebze, et, kurutulmuş ürünler) mikroorganizmaları inaktive etme ve raf ömrünü artırma amacıyla ve gıda üretiminde kullanılan makine-teçhizatların hijyeninde kullanılmaktadır (Ekici ve ark., 2006; Çatal ve İbanoğlu, 2010).

Ozon (O_3) gazı; yüksek bir enerjili bir ortamda havadaki oksijen molekülünün (O_2) atomlarına ayrışması (O) ve bu kararsız atomların bir başka oksijen molekülü ile birleşmesi sonucu oluşmaktadır. Doğada ozon gazı oluşumu için gerekli yüksek enerji güneşten gelen 188 nm dalga boyundaki UV ışınlarından veya şimşeklerden sağlanmaktadır. Endüstriyel ozon gazı üretimi ise düşük dozlar için doğadaki oluşumdan esinlenerek UV lambalar kullanılarak gerçekleştirilebilir de yüksek dozlar için daha çok “Korona Deşarj Metodu” kullanılmaktadır (Şekil 1.3) (Rice ve ark., 1981; Karaca ve Velioğlu, 2007; Alexandre ve ark., 2012; Tapp ve Rice, 2012).



Şekil 1.3. Korono deşarj metodu ile ozon gazı üretim şeması (Rice ve ark., 1981)

Korona deşarj yönteminde biri yüksek gerilim diğeri ise düşük gerilim olmak üzere iki adet elektrot bulunmaktadır. Bu elektrotlar birbirinden yalıtkan olan seramik dielektrik bir yüzey ve dar bir deşarj aralığı ile ayrılmışlardır. Yüksek voltajlı alternatif akım sayesinde elektrotlar oksijen molekülünü ayrıştırır ve her bir oksijen atomu bir başka oksijen molekülü ile birleşerek bir ozon molekülü oluşur. Ozon gazı, kısa bir süre içerisinde kendiliğinden tekrar oksijen atomlarına parçalandığından dolayı depolanamamakta ve kullanılmadan hemen önce üretilmesi gerekmektedir (Kim ve ark., 2003; Guzel-Seydim ve ark., 2004; Tapp ve Rice, 2012).

Ozon, yüksek oksidasyon kapasitesi sayesinde organik ve inorganik maddeleri okside etmekte ve bakteri, maya, küf, patojen mikroorganizmalar ve sporlarını diğeri muhafaza metotlarına kıyasla daha hızlı öldürmektedir (Khadre ve ark., 2001). Mikroorganizmalar üzerindeki inhibe edici etkisi önemli hücresel bileşenlerini ileri derecede oksidasyona uğratması yoluyla gerçekleşmektedir. Ozonun birincil hedefi mikroorganizmaların hücre yüzeyleridir. Mikroorganizmaların ozonla inaktive edilmesinde iki temel mekanizma olduğu düşünülmektedir. Birinci mekanizma; protein, peptit ve enzimlerin aminoasit ve sülfidril gruplarının oksidasyonu sonucu kısa peptitlerin oluşmasıdır. İkinci mekanizma ise; çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu asit peroksitlerinin oluşmasıdır. Ozon, hücre yüzeyindeki doymamış yağların etrafını sararak hücre yapısını bozmakta ve hücreli bileşiklerin hücre dışına çıkmasına neden olmaktadır. Ayrıca, hücre içi proteinlere, nükleik asitlere ve enzimlere, hücre zarındaki doymamış yağlara, Gram (-) bakterilerin lipopolisakkarit tabakalarına ve mikrobiyal genetik materyale zarar vererek inaktivasyonu sağladığı düşünülmektedir (Kim ve ark., 2003; Guzel-Seydim ve ark., 2004).

Ozonun mikroorganizmalar üzerine olan etkisi; mikroorganizma suşu, yaşı ve konsantrasyonu, ortamdaki organik madde yoğunluğu ve diğeri maddelerin (metaller ve inorganik maddeler) varlığı, uygulanan ozon konsantrasyonu, uygulama süresi, uygulama yöntemi ve üretim yöntemi gibi birçok sebebe bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Kim ve ark., 1999; Horvitz ve Cantalejo, 2014). Ozon uygulamasının en önemli avantajı parçalandığında geriye kalıntı bırakmamasıdır (Karaca ve Velioğlu, 2007).

Ozonun genel olarak gıdalar üzerindeki olumlu etkilerine karşılık yüksek oksidasyon kapasitesiyle bazı gıda bileşenlerine zarar verme durumu da söz konusu olabilmektedir. Böylece gıda ürünlerinde kalite kayıplarının oluşması ve tüketici tarafından tercih edilmemesiyle sonuçlanmaktadır. Bu durum; yapılan ve yapılacak olan çalışmalarda, her gıda ürünü ve her uygulama koşulu için ayrı ayrı optimizasyon (maksimum mikroorganizma inaktivasyonu - minimum kalite kaybı) yapılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır

(Karaca ve Velioglu, 2007).

Bu çalışmanın amacı; yenilebilir kaplamalar (Kitosan, Şellak, PASI, PASK, Simplese) ve ısısal olmayan muhafaza yöntemlerinden ozon uygulaması ile taze kayisuların raf ömürlerinin arttırılması ve depolama süresince kalite özelliklerindeki değişimlerinin FT-NIR ve Görüntü işleme sistemiyle tespit edilmesidir. pH, renk, suda çözüner kuru madde, ağırlık kaybı, ambalaj içi gaz kompozisyonu, tekstür analizleri +4 °C'de 5 hafta depolama boyunca kayisularda düzenli olarak gerçekleştirilmiştir.



BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Taze kayısının kalitesinin uzun süre korunabilmesi normal koşullarda oldukça zordur. Bunun için kayısının yenilebilir filmler ile kaplanarak, modifiye atmosfer paketleme (MAP) altında tutulduğu kombine sistemler ile daha uzun süre korunabilmesi mümkündür. MAP ile soğukta muhafaza, hasat sonrası kayısının raf ömrünün artırılması için kullanılan bir depolama yöntemidir. MAP'nin raf ömrü üzerindeki etkisi kayısının hasat olgunluğuna, ambalaj içi gaz karışımına, depolama sıcaklığına ve paketleme materyalinin bariyer özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Raf ömrü uzatılan pek çok meyve ve sebze üzerine MAP'ın yararları araştırılmıştır (Lee ve ark. 1995; Chonhenchob ve ark. 2007). Ambalajsız kayısılar depolamanın 28. günü içinde taze kütlelerinin yaklaşık olarak %50'sini kaybederken, modifiye atmosfer yöntemi kullanılarak bu kayıpların daha az seviyelerde kalmasını sağlamışlardır (Damarlı, 1995; Pretel, 2000).

Yenilebilir filmlerin aktif ambalajlamada kullanımı gıda güvenliğinde yeni bir yaklaşımdır. Yenilebilir film ve kaplamalar doğal polimerler olarak sınıflandırılmaktadır. Yenilebilir film ve kaplamalar, meyve ve sebzelerin korunmasında su (nem), gaz (O₂ ve CO₂) geçişine kısmi bir bariyer sağlayarak hizmet etmektedir. Yenilebilir film ve kaplamalar renk değişimini engellemek, gaz ve nem bariyeri sağlamak için kullanılmaktadır. Bu fonksiyonel özellikler, filmi oluşturan polimerlerin yapısına ve filmin kompozisyonuna bağlıdır (Guilbert ve ark., 1995; Guilbert ve ark., 1996; Miller ve Krochta, 1997; Tharanathan, 2003). Birçok avantaja ve uygulamalara sahip olan yenilebilir kaplamalar ve filmlere olan ilgi ve bu konuda yapılan çalışmalar da son zamanlarda giderek artış göstermektedir.

Kitosanın mükemmel bir gaz bariyeri olduğu; biber, hıyar, domates, elma ve armutta su kaybını, solunumu ve fungal enfeksiyonu azalttığı bildirilmektedir (Sandford, 1989). Kitosan meyve ve sebzelerde seçici geçirgen kaplama materyali olarak kullanılmaktadır. Kaplama olarak kullanıldığında iç atmosferi modifiye eder ve solunum hızını azaltarak raf ömrünü başarıyla uzatmaktadır (Sandford, 1989; Shahidi ve ark., 1999). Kayısı üretim ve ihracat artışı nedeniyle, ambalajlama ve kaplama pratik bir yöntem olarak kayısı hasat sonrası kalitesinin artırılmasında kullanılabilir (Olivas ve Barbosa-Cánovas, 2005; Ghasemnezhad ve ark., 2010). Mate ve Krochta (1996), kavrulmuş ve kavrulmamış fıstık içi ve ceviz örneklerini peynir altı suyu proteinleri ile kaplandığında oksijen girişi engellenerek acılaşıma geciktirilmiştir.

Taze meyvelerde lipid kökenli “vakslar”, su kaybını önlemek için ya da meyve ve sebze parlaklık vermek için ağırlıklı olarak kullanılmaktadır (Hagenmeier ve Shaw, 1990; Mannapperuma ve ark., 1989; Cisneros ve Krochta, 2003). Suda çözülebilen şellak kaplamalar alkolde çözülebilir şellak kaplamalara göre daha fazla oksijen, karbon dioksit ve su buharı geçirgenliği sağlayabilmektedir. Suda çözülebilen şellakların kullanılması meyve sebzelerin solunumu için daha uygun olabilmektedir (Baldwin ve ark., 2011). Şellak ile kaplanmış domates ve elma dilimlerinin diğer kaplama ve kontrol gruplarına göre solunum hızını düşürdüğü böylece mikrobiyal gelişimin yavaşlamasıyla ürünlerin raf ömürlerinin arttığı belirtilmektedir (Chauhan ve ark., 2013, Chauhan ve ark.,2011).

Kayısının tazeliğinin korunmasında uygulanan farklı yenilebilir kaplamalar (kitosan, pası ve şellak) ve pasif modifiye atmosfer uygulamaları ile kalite kriteri artırılabilir. Genel olarak, meyvenin kalite kriterleri; dış et rengi, pH, meyve eti sertliği ve briks tarafından belirlenir (Müftüoğlu ve ark., 2012). Günümüzdeki bu kalite kriterlerinin belirlenme yöntemleri tahripli yöntemlerdir. Ancak ürünlerin içsel kalite özelliklerinin hasarsız olarak ölçülüp kalitelerinin belirlenmesi son derece önemlidir. Ürünlerin içsel kalite özelliklerini tahmin etmek, ancak hasarsız ölçüm yöntemleri ile mümkündür.

Ülkemiz sert çekirdekli meyve türü olan kayısıda (*Armeniaca vulgaris Lam.*) diğer üretim alanlarına göre en yaygın yetiştiriciliğe sahip olan ve üretiminde dünyada birinci olduğumuz bir meyvedir (Kola, 2013). Kayısı meyvesinde yaygın olarak uygulanan kurutma işleminde oluşan kararmanın önlenmesi için yaş meyve aşamasında kükürtleme işlemi uygulanmaktadır (Çelebi ve Türkoğrul, 2015). Kaplama uygulaması ile kayısı meyvesinde kurumunun önlenileceği düşünülmektedir. Kayısının 20 C’de muhafazasında 4-6 mL etilen g⁻¹ saat⁻¹ ve 30-50 mg CO₂ kg⁻¹ saat⁻¹ (Crisosto & Kader, 2002). Ayrıca salınımlı antimikrobiyal filmlerin kuru kayısıların aktif ambalajlama ile muhafaza tekniğinde kullanıldığı belirtilmektedir (Özdemir ve Floros, 2004).

Yapılan bir çalışmada; %0,25; %0,5 ve %0,75 oranlarında kitosan kaplanan ve 0 °C ve 80 nisbi rutubette 25 gün muhafaza edilen kayısılarda yapılan suda çözümlü kuru madde, pH, Vitamin C ve titrasyon asitliği değerlerinde önemli farklılık gözlenmediği ifade edilmiştir. Ayrıca kitosan ile kaplanan ve özellikle % 0,5 kitosan ile kaplanan kayısıların toplam fenol içeriğinin 82,65 mg GAE/100 g olduğu ifade edilmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda kitosan kaplamanın antioksidan kapasitesi ve fenolik içeriğin muhafazasında önemli olduğu belirtilmiştir (Ghasemnezhad ve ark., 2010).

Kurutulmuş kayısıların farklı mısır-zein film formülasyonları içeren çözeltiye daldırılarak 10 ay süresince 5 ve 20 °C’de muhafaza edildiği bir çalışmada ise, renk değişiminin kaplama ile önemli ölçüde azaldığı, artan depolama sıcaklığı ile kayıslarda ağırlık kaybının arttığı ve kaplamanın etkisinin önemli olduğu belirtilmiştir (Baysal ve ark., 2010). Gün kurusu kayısılarının 4, 10, 20 ve 30 °C’de 8 ay boyunca muhafazasının renk değişimleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada 20 °C ve özellikle de 30 °C’de muhafaza edilen kayısıların renk değerlerinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Buna göre L* değeri 20 °C’de muhafazada 3,3 ve 30 °C’de ise 6,2 birim azalmış, a* ve b* değerleri de sırası ile 20 C’de 2,6 ve 4,5; 30 °C’de ise 5,6 ve 7,9 birim azaldığı belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca 4 ve 10 °C’de muhafaza edilen kayısıların renk değerlerinde önemli bir değişikliğin gözlenmediği ifade edilmiştir (Alagöz ve Özkan, 2013).

Metil selüloz ile kaplanan kayısıların kaplanmayan örneklere göre daha az ağırlık kaybı söz konusu olduğu ifade edilmiştir (Chlebowska-Śmigiel ve ark., 2007). Yine yenilebilir kaplama olan metil selüloz’un antioksidan olarak sitrik asit ve askorbik asit ile kombine edilerek kaplanan kayısıların depolama süresince vitamin C ve askorbik asit kaybını sınırladığı belirtilmiş, stearik asit ile kombine edilen kaplamalarda ise ağırlık kaybını sınırladığı ifade edilmiştir (Ayrancı ve Tunc, 2004; Galgano ve ark., 2015). Ayrıca laktik asit ile muamele edilen kazein filmleri ile kuru kayısıların mikrobiyal kaliteleri daha uzun süre muhafaza edilmiştir (Baldwin, 1999).

Makine yardımıyla görme, bilgisayar yardımı ile nesnelere "görmek" için geliştirilmiş bir teknolojidir. Ürün kalite kriterlerinin ve güvenliğinin doğru, hızlı ve objektif belirlenmesine üzerine çalışmalar artarak devam etmektedir. Gıda sektöründe kullanılan kalite ve güvence yöntemleri, geleneksel insan kaynaklı görsel denetim sistemleri kullanılarak uygulanmaktadır. Bu tür yöntemler, yorucu, zahmetli, zaman alıcı, tutarsız ve masraflıdır. Kalite kriterini değerlendirme işleminin tahripsiz olması, üretimin hızlı ve verimli olmasını sağlarken, artan değerlendirme doğruluğuna ilave olarak üretim maliyetlerini de azaltır (Elmasry ve Sun, 2010). Meyve ve gıda maddelerinin fiziksel özelliklerini ölçmek her zaman gıda sektöründe önemli ve giderek artan bir ilgiye sahip olmuştur.

Bilgisayarlı görme (CV, computer vision), gıdanın özelliklerinin belirlenmesi için otomatik, tahribatsız olan bir yöntem sağlamakta olup gıda endüstrisinde farklı uygulamalar bulmuştur. Görüntü analizi ve işleme dayalı yapay zeka, insan düşünme sürecini taklit eden doğru, hızlı ve çok tutarlı testler yapmamıza yardımcı olmaktadır. Konvansiyonel CV sistemleri birçok gıda gruplarında sıralama işlemleri için yararlı olabilir, ancak diğer dalga

bantlarıyla RGB daha duyarlı yüzey özellikleri zayıf tanımlayıcıları olma eğilimindedirler. Bunu aşmak için, spektral görüntüleme sistemleri, (yani multispektral, hiperspektral ve ultraspektral) nesne özelliklerine duyarlı dar dalga bantlarıyla bir dizi elde edilen görüntüyü birleştirmek için geliştirilmiştir. Özellikle, görünür (VIS) ve yakın kızılötesi (NIR) spektroskopisi gıdaların kimyasal bileşiminin tespitinde kullanılabilir.

Son yıllarda görüntü analizi ile hedef tespiti, gıda güvenliği ve kalitesi, adli tıp, tıbbi teşhis, astronomi ve maden arama ilgili pek çok sorunların çözülebileceği öne sürülmüştür. Nispeten geniş bir dalga boyu bandındaki görüntüler küçük bir sayı üreten multi-spektral görüntülemenin aksine, hiperspektral görüntüleme dar ve bitişik bantlarda yüzlerce görüntü üretme yeteneğine sahiptir. Hiperspektral görüntü, elektromanyetik spektrumda görünür bölgeden orta-kızılötesi dalga boyuna kadar olan aralıkta yüzlerce spektral banttandır. Hiperspektral sistemlerde tanıma ve sınıflandırma, malzemelerin spektral yansıma karakteristiğine göre gerçekleştirilir. Hiperspektral verilerin boyutlarından ve spektral imzalarının uzaysal değişkenliğinden dolayı, sınıflandırılması ve bölümlenmesi zor olabilmektedir. Bundan dolayı gıda ürünlerinin sınıflandırılmasında ve kalitelerinin kontrollerinin tespitinde hızlı, güvenilir, hasarsız yöntemlerin geliştirilmesi ve kullanılması araştırılmaktadır. Herhangi bir kimyasal hazırlık ve analiz işlemleri olmadan, analiz edilecek ürüne hasar vermeden içsel ve dışsal özelliklerini belirleyebilen bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Farklı gıda ürünlerinin (unlu mamuller, et ve balık, sebze, meyve, hazır gıdalar) kalite kontrollü bilgisayar görme teknikleri temel alınmış ve araştırılmıştır (Brosnan ve Sun, 2004).

Çilekler üzerinde yapılan bir çalışmada görüntü işleme sistemi kullanılarak olgunluk derecelerinin ve hasarlık derecelerinin tahminine bakılmıştır. Sağlam çileklere 25 mm çapında ki prop ile baskı uygulanarak hasar verilmiştir. Yapılan analizler doğrultusunda olgunluk dereceleri arasındaki farklılığın en iyi 675 nm'de ve yapılan baskı neticesinde oluşan hasarlılığın ise 980 nm'de görüldüğü tespit edilmiştir (Nagata ve ark., 2005). Hiperspektral görüntü işleme yöntemi ile elmalardaki çürüklüklerin 1000 nm ile 1340 nm arasında ki spektral aralıklarda % 88 ile % 94 başarıyla tespiti sağlanmıştır (Lu, 2003).

Ürünlerin raf ömürlerini çürüklükler, taşıma sırasında oluşan izler ya da kesiklikler, kurt delikleri gibi birçok etken azaltmaktadır. Çekirdekli meyvelerden olan şeftaliler üzerinde yapılan bir çalışmada ürünlerin taşınması sırasında oluşabilen çürüklük ve izlerin alansal bakımdan görüntü işleme yöntemi kullanılarak tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Şeftalilerin üzerindeki çürüklüklerin ve izlerin görüntü işleme yöntemiyle alanları hesaplanmış ve normal alan ölçümleriyle karşılaştırılmıştır. İzsel ($R^2 = 0,72$) ve çürüklük

($R^2=0,75$) tahminlerinin istatistiksel olarak korelasyon katsayı değerleri yüksek çıkmış ve seftalilerde oluşan hasarların görüntü işleme yöntemiyle tespit edilebildiği belirlenmiştir (Singh ve Delwiche, 1994; Heinemann ve ark., 1994). Siyah-beyaz bir kamera kullanarak mantarların belirli özelliklerine göre (büyüklüğü açısından, şekil, renk, peçe açma ve kök kesme) sınıflandırma potansiyelini araştırmıştır. İnsan denetimi ile karşılaştırıldığında, ortalama %20 yanlış sınıflandırma oranı ile insana göre daha az hata ile ürünleri sınıflandırdığı bildirilmiştir.

Yeşil biberlerin kalite kriteri olarak geometrik şekilleri ve uzunlukları ön plana çıkmaktadır. Görüntü işleme sistemi ile otomasyon yapılarak biberler büyük, orta, küçük ve eğikliğine göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma sırasında uzunluk ve esneklik kriter olarak sisteme tanıtılmıştır. Sınıflandırma gruplarında küçük ürünler % 90,6 başarı oranıyla ayrılabilir. Ayrıca görüntü işleme sistemiyle tahmin edilen kıvrımlı uzunluğunu $R^2=0,92$ gibi yüksek bir oranda tanımlandığı görülmektedir. Sistem 121 Kg/h ile normal sınıflandırma sistemine göre 5 kat daha hızlı sınıflandırma yeteneğine sahiptir (Cho ve ark., 2007).

Felföldi ve Szepes (2002) yapmış oldukları çalışmalarında olgun ve olgun olmayan kayısılarda rengine göre sınıflandırma tespitine bakmışlardır. Kayısıların en yeşil ve en kırmızı bölgelerinden olmak üzere 2 görüntü alınmıştır. Alınan görüntüler RGB sistemiyle kaydedilmiş daha sonra analiz edilmek amacıyla L, a ve b renk sistemine çevrilmiştir. Sonuçlara bakıldığında çeşitli olgunluk derecelerinde ölçülen kayısılarda b değerinin sabit olduğu görülürken, a değerinde artış olduğu belirlenmiştir. Olgunluk artışıyla birlikte a değerinin de arttığı görüntü işleme yöntemiyle tespit edilmiştir.

Mısır tanelerinin otomatik olarak muayenesi için bir makine görme sistemi, Ni ve arkadaşları (1997) tarafından tasarlanmış ve inşa edilmiştir. Tam ve kırık mısır tanelerinin on-line olarak sınıflandırılması için geliştirilen bir sınıflandırma algoritması test edilmiştir. Bu sistem sırasıyla %91 ve %94 doğruluk ile tam ve kırık mısır danelerinin sınıflandırılmasını başarmıştır.

Ayçiçeği tohumlarında, nem içeriği, yağ ve ham protein içeriği Fassio ve Cozzolino (2004) tarafından NIRS kullanılarak incelenmiştir. Antihus ve ark. (2006) satsuma mandalinasının kalite özelliklerini ölçmek için NIR/VIS spektrumları benimseyerek, kullanım olanaklarını araştırmış ve meyve sertliği, suda çözünebilir kuru madde içeriği ve asit gibi VIS / NIR spektral ölçümler ile fizyolojik özellikler arasında bir ilişki tesbit etmiştir.

Çalışma sonucunda 400-2350 nm spektral aralıkta mandalinaların kalite özelliklerinin değerlendirmesinde büyük potansiyeller olduğunu sonucuna varmıştır. Giangiacomo (2006) 1100-2400 nm yakın kızılötesi spektroskopi tekniğini, glikoz, fruktoz, ve sakkaroz konsantrasyonlarını belirlemede kullanmıştır. Artan şeker konsantrasyonu ile su bandının daha simetrik olduğu ve maksimum emilimin uzun dalga boylarına doğru bir kayma gösterdiği belirlenmiştir. Toplam katı ve çözünür katı madde içeriği, Slaughter ve ark. (2003) tarafından tüm taze erik için tahribatsız bir optik yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. 700 ile 1100 nm optik absorbans spektrumu ile kızılötesi spektroskopik teknikleri $R^2 = 0.98$ parametresiyle toplam katı madde miktarını tahmin etmede olumlu sonuçlar elde etmişlerdir.

Kawano ve ark. (1995) örnek sıcaklık değişimi de dahil olmak üzere sağlam şeftalide briks değerini bulmak için bir kalibrasyon denklemi geliştirmiş ve numunedeki sıcaklık arttıkça 841 ve 966 nm aralığında daha güçlü absorpsiyonlar bulmuştur.

Lu (2004) multispektral görüntüleme ile elma da meyve sıklığı ve suda çözünabilir kuru madde içeriğini araştırmıştır. Kırmızı elma değerlendirilmesinde (680-1060 nm spektral aralık), 880, 905 ve 940 nm dalga boylarındaki spektral yanıtları $R^2 = 0.77$ ve SEP = %0.78 ile çözünen katı içeriğinin tahmin edilmesi için kullanılır olabileceğini belirtmiştir. Hiperspektral bir görüntüleme sistemi ve çeşitli görüntü analiz yöntemleri ile Red Delicious, Golden Delicious, Gala ve Fuji elmalarında çürükler, ezikler, küfler, mantar hastalıkları, yüzeylere toprak bulaşması gibi kusurların tespiti ve karşılaştırılması yapılmıştır (Patrick ve ark., 2004).

Görüntü işleme tekniğinin yüksek hızlı bilgisayarlar, görüntü elde etme sistemi ve gelişmiş işleme teknikleri kullanması sebebiyle, gıda endüstrisinde kaliteye dayalı, daha güvenli bir son ürün sınıflandırma ve otomasyon sağlamak için çok büyük bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir.

Lu ve ark., (2010) tarafından Saimaiti cinsi kayısılarda depolama boyunca tazeliğin korunması amacıyla ozon uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada; kontrol, 100 mg/m³, 200 mg/ m³ ve 300 mg/ m³ ozon uygulaması deneme gruplarından en etkili olanın 200 mg/ m³ ozon uygulaması grubu olduğu belirlenmiştir. Uygun ozon konsantrasyonu uygulanması sayesinde kayısılarda bozulma/çürüme oranının azaldığı, fakat yüksek ozon konsantrasyonunun hücre membran geçirgenliğini etkileyerek esmerleşmeyi hızlandırdığı belirtilmiştir.

Ozon konsantrasyonu ve uygulama süresinin çileklerin raf ömrünü artırmadaki etkinliğinin belirlenmesi amacıyla üç farklı konsantrasyon (0,075 ppm, 0,15 ppm, 0,25 ppm) ve iki farklı süre (2 ve 5 dk) uygulanmıştır. 0,075 ppm ve 0,15 ppm ozon konsantrasyonunun depolama boyunca pH, toplam suda çözünür kurumadde, sertlik ve elektriksel iletkenlik değişimlerini azalttığı; 0,25 ppm ozon konsantrasyonunun ise çileklerde yüksek konsantrasyon sebebi ile kalite kaybına neden olduğu belirlenmiştir (Aday ve ark., 2014).

Ali ve ark., (2014) papaya meyvesinin kalitesi ve antioksidan kapasitesi üzerinde ozonun etkisini belirlemek amacıyla 1,5 ppm, 2,5 ppm, 3,5 ppm ve 5 ppm konsantrasyonlarında 96 saat süreyle ozon uygulamasını gerçekleştirmişlerdir. 2,5 ppm ozon uygulaması toplam çözünür kurumadde, askorbik asit içeriği, β -karoten içeriği, likopen içeriği ve antioksidan aktivitesi bakımından en yüksek değerlere sahip olurken, ağırlık kaybı bakımından en düşük değerlere sahiptir. Ayrıca, duyu parametreler (tatlılık ve genel kabul edilebilirlik) bakımından da en iyi grubun 2,5 ppm olduğu belirlenmiştir.

Rodoni ve ark., (2010) tarafından yapılan çalışmada, domateste kısa süreli ozon uygulamasının (10 μ l/l; 10 dk) meyve kalitesi ve hücre duvarı üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Ozon uygulaması; meyve rengi, şeker içeriği, asitliği ve antioksidan kapasitesinde herhangi bir değişikliğe neden olmazken meyve hasarını ve ağırlık kaybını azaltmış ve yumuşamayı da geciktirmiştir. Meyve yumuşaması üzerindeki etkinin pektik polisakkaritlerin parçalanmasının (çözündürme ve depolimerizasyon) azaltılması ile ilgili olabileceği belirtilmiştir. Sonuç olarak, kısa süreli ozon uygulamasının diğer kalite kriterlerini olumsuz etkilemeden meyve hasarını ve aşırı yumuşamayı azaltmada kullanılabileceği belirtilmiştir.

Yüksek doz - kısa süreli ozon uygulamasının mandalina meyvesinin antioksidan enzim aktivitesi ve yeşil küfler üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmada 200 μ l/l konsantrasyonda 0 (kontrol), 2, 4 ve 6 saat süreyle ozon uygulanmıştır. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizi sonuçları 4 ve 6 saat ozon uygulamalarının meyve kabuğundaki küf gelişimini azalttığını göstermektedir. Ozon uygulanan grupların antioksidan enzim aktivitesinin kontrol grubundan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, meyve kalitesinin yüksek doz ozon uygulamalarından etkilenmediği ve herhangi bir fitotoksik etkinin görülmediği saptanmıştır (Boonkorn ve ark., 2012).

Ozonun gaz formda kayısı, çilek ve üzüm üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, düşük konsantrasyonlarda bile ozonun küflere karşı etkili olduğu ve ürüne herhangi bir zarar vermediği rapor edilmiştir (Chilosi ve ark., 2015).

Ozonun 0.3 ppm konsantrasyonda şeftali ve üzüm üzerindeki etkinliğinin incelendiği bir çalışmada, ozonun şeftalide solunum hızı ve etilen üretimini etkilemediği, fitotoksik hasarların meyve dokusunda oluşmadığı görülmüştür (Palou ve ark, 2002).

Botrytis cinerea inoküle edilmiş domates, çilek, üzüm ve erik üzerine ozonun etkisinin incelendiği bir çalışmada, ozonun spor üretimini azalttığı ve küflerin oluşturduğu görünür lezyonların meyve üzerinde azaldığı belirlenmiştir (Tzortzakis ve ark., 2007).

Koyuncu ve ark., (2008) tarafından yapılan çalışmada, ozonlu suyun depolama süresince kirazın sertliğini arttırdığı ve titrasyon asitliğinin ise kontrol grubuna göre daha düşük olduğu bulunmuştur.

Hurmaların kalitesine ozonun etkisinin araştırıldığı çalışmada, ozonun 10 g/s 3 saat uygulandığı konsantrasyonun küf ve maya sayısını %46, bakteri sayısını ise % 74.7 azalttığı rapor edilmiştir (Farajzadeh ve ark., 2013).

Aday ve ark., (2014) tarafından çilek üzerinde yapılan çalışmada, ozonun çileğin kalitesini 3 haftaya kadar koruduğu ve küf gelişimini azalttığı belirlenmiştir.

Ozonun armutlar üzerine uygulandığı çalışmada, ozonun kalitedeki kayıpları depolama süresince azalttığı, antioksidant kapasitesini ve sertliğini koruduğu tespit edilmiştir (Zhao ve ark., 2013).

Ozonun domatesin kalitesi üzerine etkisinin etkilendiği bir çalışmada, ozonun depolama süresince renkteki kayıpları azalttığı, çürümeyi yavaşlattığı ve raf ömrünü 12 gün uzattığı tespit edilmiştir (Zambre ve ark., 2010).

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Kayısı

Kayısılar Çanakkale bölgesinde yetişen “Macar” ve “Hasanbey” çeşitlerinden seçilerek ağaçlardan dikkatli bir şekilde toplanmış ve hasat edildiği gün içerisinde laboratuvar ortamına getirilmiştir. Kayısılar görsel olarak renk, boyut, olgunluk derecesi, çürük ve hasar durumuna göre elemine edilerek daha önceden ayarlanmış ortam koşullarında (+4 °C) depolanmışlardır. Üçüncü bölümde macar çeşit kayısılar denemelerin yapılacağı yıl iklim sebeplerinden dolayı çalışmaya dahil edilmiştir.

3.1.2. Ambalaj Materyali

Polilaktik asitten (PLA) yapılmış ambalaj kutularına (Huhtamaki, İstanbul, Türkiye) yaklaşık olarak 200 g kayısı (her bir kutuya 4 adet) olacak şekilde konularak normal atmosfer koşullarındaki (% 21 O₂ ve % 0,03 CO₂) gaz bileşiminde kapatılmıştır.

3.1.3. Ozon

Ozon gazı, TKZ-6G model plakalı ve hava soğutmalı ozon jeneratörü ile (Teknozone, İzmir, Türkiye) elde edilmiştir. Elde edilen ozon gazı difüzör yardımıyla homojen bir şekilde havada dağılarak özel hava almayan kapalı haznesi içine verilmiş ve burada bulunan kayısı örneklerine homojen bir şekilde etki etmesi sağlanmıştır.

3.1.4. Kaplama Materyalleri

3.1.4.1. Kitosan

Kitin maddesinden üretilmiş, deasetilasyon derecesi %89,9, tatsız ve kokusuz kitosan (France Chitine Chemin de Porte Claire- 84100 Orange FA) maddesi kullanılmıştır. Kitosan solüsyonu Caner (2005)'e göre; 500 mL saf suya 10 g kitosan maddesi eklenerek manyetik karıştırıcıda 50°C'de karıştırılmış çözeltiliye film oluşturma özelliğini veren 50 mL %1'lik asetik asit eklenerek hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltiliye daha sonra plastikleştirici özelliğini kazandıran gliserol (0.25 ml gliserol/g kitosan) eklenmiştir. Manyetik karıştırıcıda 60 dakika kadar karıştırılan homojen kitosan çözeltisi daha temiz bir film kaplaması yapabilmek için filtreden geçirilmiş ve kitosan kaplama çözeltisi hazırlanmıştır.

3.1.4.2. Şellak

Şellak materyali Mantrose-Haeuser Co., Westport, CT, ABD firmasından temin edilmiştir. Granül yapıda bulunan şellak; 40 °C’de %10’luk çözelti hazırlanması için manyetik karıştırıcı yardımıyla % 90’lık etanolde çözündürüldükten sonra plastikleştirici olarak 2,5:1 gliserol (v/v Protien: Gliserol) ilave edilerek hazırlanmıştır (Caner ve Yüceer, 2015).

3.1.4.3. Peynir Altı Suyu

Peynir altı suyu Davisco Foods International, Inc. Eden Prairie, MN, ABD’den temin edilmiştir. Peynir altı suyu izolatu (PASI) Caner (2005)’e göre, izolat proteini kullanılarak kayısıların kaplanmasında kullanılmak üzere (% 10 g/g) laboratuvar ortamında hazırlanmıştır. PASI çözeltisi 1000 mL’lik beherlere saf su konularak 80°C’de tamamen çözünene dek bekletilmiş ve 2,5:1 (v/v Protien: Gliserol) gliserol oranına sahip plastikleştirici eklenerek yaklaşık bir saat homojen bir karışım sağlanması amacıyla manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır.

Peynir altı suyu konsantrat (PASK) yenilebilir kaplama çözeltisi % 10 protein içermektedir. Çözelti 1000 mL’lik beherlerde 80 °C’de manyetik karıştırıcı kullanılarak homojenize edilmiştir. Homojen bir yapıya bürünen çözeltiye daha sonra gliserol 2.5:1 (v/v Protein:Gliserol) plastikleştirici eklenerek tekrar 80°C’de homojenize olacak şekilde yaklaşık bir saat manyetik karıştırıcı yardımıyla karıştırılmıştır. Plastikleştirici eklenen çözelti tam bir homojen yapıya ulaştınca oda sıcaklığında (25 °C) soğutulmaya bırakılmıştır.

3.1.4.4. Simplese

Simplese çözeltisi 1000 mL’lik beherlere saf su konularak 80 °C’de tamamen çözünmesi sağlanmış ve 2,5:1 (v/v Protien: Gliserol) gliserol oranına sahip plastikleştirici eklenerek yaklaşık bir saat homojen bir karışım sağlanması amacıyla manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır.

3.2. Yöntemler

3.2.1. Yöntem 1

Taze kayısılar kontrol, kitosan, şellak ve PASI (%10) olmak üzere 4 grubu rastgele olarak ayrılmıştır. Daha önceden hazırlanan kaplama solüsyonlarına daldırılan taze kayısılar yaklaşık 1 dakika solüsyonlarda bekletilmiş ve daha sonra belli bir doygunluğa ulaşana kadar dışarıda bekletilmiştir. Doygunluğa ulaşan kayısılar daha sonra her kutuya 4 adet kayısı

gelecek şekilde paketlenmiştir. Paketlenen kayısılar soğuk hava depolarında uygun koşullarda bekletilmiştir.

3.2.2. Yöntem 2

Taze kayısılar kontrol, Simplese (%8), PASK (%8) ve PASI (%8) olmak üzere 4 grubu rastgele olarak ayrılmıştır. Daha önceden hazırlanan kaplama solüsyonlarına daldırılan taze kayısılar yaklaşık 1 dakika solüsyonlarda bekletilmiş ve daha sonra belli bir doyumluğa ulaşana kadar dışarıda bekletilmiştir. Doyumluğa ulaşan kayısılar daha sonra her kutuya 4 adet kayısı gelecek şekilde paketlenmiştir. Paketlenen kayısılar soğuk hava depolarında uygun koşullarda bekletilmiştir.

3.2.3. Yöntem 3

Kayısı örnekleri rastgele farklı gruplara ayrılmış, kontrol grubu hariç diğer gruplardaki kayıslara farklı doz (1, 5, 10 ve 20 ppm) ve sürelerde (5 ve 10 dk) ozon uygulaması yapılmıştır.

- a) Kontrol – 5 dk
- b) Kontrol – 10 dk
- c) 1 ppm, 5 dk ozon uygulaması,
- d) 1 ppm, 10 dk ozon uygulaması,
- e) 5 ppm, 5 dk ozon uygulaması,
- f) 5 ppm, 10 dk ozon uygulaması,
- g) 10 ppm, 5 dk ozon uygulaması,
- h) 10 ppm, 10 dk ozon uygulaması
- i) 20 ppm, 5 dk ozon uygulaması
- j) 20 ppm, 10 dk ozon uygulaması

Ozon uygulanan kayısılar +4 °C'de soğuk hava depolarında saklanmışlardır.

3.3. Analizler

3.3.1. CO₂ ve O₂ Gaz Ölçümleri

Gaz ölçümlerinde ambalaj materyalinin üstüne yapışkan kauçuk parçası konularak ambalaj filminde yırtılma olması engellenmiş ve bu noktaya ölçüm cihazının iğnesi batırılarak ölçümler alınmıştır. Uygulamalardaki karbondioksit ve oksijen ölçümleric gaz ölçüm cihazı (OxyBaby, HTK, Hamburg, Germany) kullanılarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar v/v olarak elde edilmiştir.

3.3.2. FT-NIR Ölçüm Yöntemi ve Sistemi

Kayısı örneklerinin spektral ölçümleri Büyükcan (2008)'e göre; Bruker marka MPA (Multi-Purpose Analyzer) model FT-NIR spektrometre (Bruker Optik, GmbH, Ettlingen, Almanya) cihazı ile buna bağlı InGaAs ışık dedektörü ve yüksek yoğunluklu tungsten-halogen NIR ışık kaynağı (20 watts) kullanılarak yapılmıştır. Yansıma spektrumu her bir örnek için hem referanstan (Spectralan[®]) ve ardından da kayısı örneğinden olmak üzere iki ölçümle gerçekleştirilmiştir. Ölçümler sırasında fiber optik algılayıcı, kayısı örneklerinin, daha sonra fiziksel ölçümlerin (renk, sertlik, suda çözülebilir katı madde oranı) de gerçekleştirildiği kısmın ortasına temas ettirilmiştir. Fiber optik algılayıcının ucunda, ışık kaynağından gelen ve dedektöre giden fiberler bir karışım halinde bulunmaktadır. Ölçüm sırasında fiber optik algılayıcının ölçümü gerçekleştiren ucunda kaynak ve dedektör fiberler rastgele bir karışım halinde bulunarak yaklaşık 11,7 mm²'lik bir ölçüm alanı oluşturmaktadır. Spektrometrenin kontrolü ve spektrum analizleri OPUS yazılımının (Bruker Optik, GmbH, Ettlingen, Almanya) kullanılması ile gerçekleştirilmiştir.

3.3.3. Görüntü İşleme Düzenegi ve Görüntü Analiz Basamakları

Kayısı görüntüleri, alttan ve üstten 6500K led paneller (Vestel, Türkiye) ile donatılmış ve gelişmiş bir kameraya sahip kapalı olarak tasarlanmış bir görüntü işleme düzeneginde (lightbox) alınmıştır (Şekil 3.1). Görüntü işleme sistemi 60x60x100 cm boyutlarında tasarlanmış ve içerisine ışık girmeyen, iç yüzeyi ışığı yansıtmayan özellikte alüminyum kompozit materyalden yapılmıştır.



Şekil 3.1. Tasarlanan görüntü işleme düzenegi

Kayısı örneklerine ait resim çekimleri Nikon D7100 (Nikon Corp., Tokyo, Japonya) dijital SLR fotoğraf makinası ile yapılmıştır. Çekimler makine üzerinde bulunan AF-S DX NIKKOR 18-105mm VR lens ile yapılmıştır. Çizelge 3.1’de kayısı örneklerinin çekim özellikleri verilmiştir.


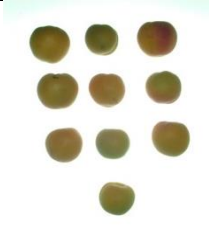

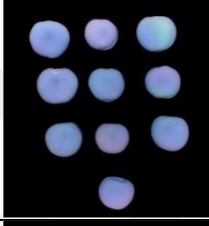
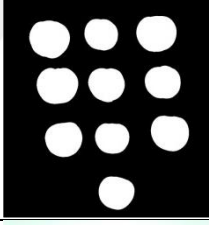
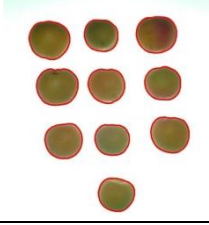

Çizelge.3.1. Kayısı örneklerinin Nikon D7100 fotoğraf makinası ile çekimi sırasında ki kontrol ayarları

Pozlama Modu	Manuel
ISO	800
Odak Uzaklığı	21 mm
Pozlama Süresi	0,005 s
Diyafram Açıklığı	f/4,63

Görüntü alımı, fotoğraf makinesine kesinlikle el ile müdahale yapılmadan gerçekleştirilmiş olup makinanın kontrolü Nikon Camera Control Pro 2.0 programı ile bilgisayardan sağlanmıştır. Kayısların üstten görüntüleri depolama boyunca tek tek çekilmiştir. Elde edilen görüntüler LensEye (Engineering & Cyber Solutions, Gainesville, Fla., USA) ve MATLAB programlarında değerlendirilerek kayısların çevresel özellikleri tespit edilmiştir.

3.3.3.1. Görüntü İşleme Aşaması

Resimleri çekilen değişik gruptaki kayısı örnekleri MATLAB programında hazırlanan yazılım kullanılarak yapılacak olan analizlerinden önce resimde bulunan istemeyen kısımları elemine etmek amacıyla kesilmiştir. Daha önceden çekilmiş arka plan resmi orijinal resimden çıkartılarak kayıslar görüntüden segmente edilmiştir. Arka planı çıkarılmış görüntü gri görüntü düzeyine çevrilmiştir. Gri görüntüden ikili görüntü elde etmek için belirlenen eşik değerinden geçirilmiştir. Görüntü eleme işlemi uygulandıktan sonra, ikili görüntü resmine etiketleme işlemi yapılarak kayıslar bireysel olarak segmente edilmiştir.

	Orijinal Resim
	Kesilen Görüntü
	ArkaPlan Resmi
	Kesilen görüntüden arka plan çıkmış resmi
	Eşik ve gürültü eleme işlemi yapılmış resim
	Etiketlenmiş resim
	Sonuç Resmi

Şekil 3.2. Görüntü işleme işlem basamakları

Herbir kayısı örneği bireysel olarak segmente edildikten sonra fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla MATLAB ve LensEye programlarından yararlanılmıştır. Fiziksel özelliklerinin (alan, çevre) belirlenmesinde 4x4 cm boyutunda bir cisim referans olarak

kullanılmıştır. Gerekli kodlar uygulanarak istenilen bu parametreler belirlenmiş ve sonrasında istatistikler paket programlar kullanılarak gruplar arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur.

3.3.4. Kabuk Yüzey Rengi

Kabuk yüzey renk ölçümleri Minolta CR-400 Kolorimetreye (Konica Minolta Sensing, Osaka, Japonya) elde edilmiştir (Aday ve Caner, 2011). Munsell renk sistemi üzerine kurulu olan CIE L a b renk uzayı'na göre ölçümler her bir meyvenin ekvator düzlemi üzerinden alınmıştır.

3.3.5. Tekstür Profil Analizi

Tekstür Doku Profil Analizi (TPA) TA-XT Plus tekstür cihazı ile (Stable Micro Systems Ltd., UK) temas yüzey alanı 1017 mm² olan ve 36 mm çaplı P/36R alüminyum prop kullanılarak tekstür verileri alınmıştır. Analiz aşamasında kullanılan parametreler; ön test hızı: 5.0 mm/s, test hızı 0.5 mm/s; delme mesafesi 4 mm ve her iki dönüş arasında durma süresi 10 s; trigger kuvveti 3 g olarak belirlenmiştir TPA analizi sonucu elde edilen grafik şekil 3.3'te gösterilmiştir. Bu grafikten elde edilen parametreler ve elde edilmiş yöntemi aşağıda gösterilmiştir;

Sertlik: İlk pikin en yüksek noktası (g)

Dış Yapışkanlık: Alan 3 (g.s)

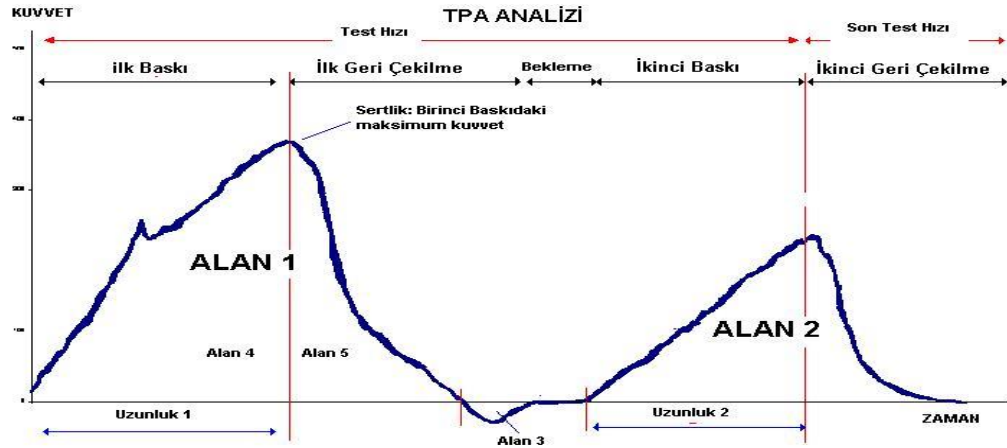
Elastikiyet: Uzunluk 2 / Uzunluk 1 (birimsiz)

İç Yapışkanlık: Alan 2 / Alan 1 (birimsiz)

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

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

Esnelik: Alan 5 / Alan 4 (birimsiz)



Şekil 3.3. TPA analizi sonucunda elde edilen örnek grafik

3.3.6. pH Ölçümü

Kayısılar teker teker katı meyve sıkacağından geçirilerek meyve suları çıkartılmış ve PP 50 Sartorius (Sartorius PP-50, Goettingen, Almanya) model pH metre probu daldırılarak analiz gerçekleştirilmiştir.

3.3.7. Suda Çözünür Kuru Madde

Kayısılar katı meyve sıkacağından sıkılarak meyve suları çıkartılmış ve Atago Pal-1 refraktometreyle (Atago Co. Ltd, Tokyo, Japonya) ölçümler gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar briks olarak ifade edilmiştir.

3.3.8. Ağırlık Kaybı Analizleri

Tüm kayısılar tek tek 0,001 g duyarlılığa sahip hassas terazide her analiz haftasında ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

3.3.9. İstatistiksel Analiz

Araştırma sonunda tespit edilen kalite kriterlerine, söz konusu faktörlerin etkinliklerinin araştırılmasında varyans analizi tekniği kullanılmıştır. Tezin birinci ve ikinci bölümlerinde iki faktörlü (gün ve uygulama), üçüncü bölümünde ise üç faktörlü (gün, uygulanan ozon miktarı ve uygulama süresi) varyans analizi kullanılmıştır. İnteraksiyonların önemli olmadığı durumlarda, tablolarda genel değerler göz önüne alınmıştır. Farklılıkların belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır. Hesaplamalar, SAS 9.1 (2003) istatistiksel paket programlarından yararlanılarak yapılmıştır.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Farklı Yenilebilir Kaplama Maddelerinin Kayıslar Üzerinde ki Etkisi

4.1.1. pH

Kayıslarda farklı kaplama uygulamalarına ait pH sonuçları çizelge 4.1' de gösterilmektedir. Çalışmamızda pH değerlerinde depolama boyunca bir artışın olduğu gözlemlenmiştir. Meyvelerde pH değişimi, ürünün yaşlanmasına ait bir gösterge olup, depolama süresince artmasının sebebi solunum sırasında organik asitlerinin kullanılmasıdır (Martínez-Ferrer., 2002). Kontrol grubu pH değeri bakımından en yüksek artışı gösterirken, şellak uygulaması en az değişimin olduğu grup olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, kaplanmış kayıslarda ki değişim oranı kaplanmamış olanlara göre daha düşüktür. Depolama süresinin pH üzerindeki değişimi, tüm gruplarda istatistiksel olarak önemli düzeydedir. Kitosan ve PASI kaplı örneklerdeki pH değişimi istatistiksel olarak önemsiz olup, şellak kaplama ise bu iki kaplamaya göre istatistiksel olarak daha olumlu sonuç vermiştir. Tüm kaplama uygulamaları kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, kayısıda ki pH değişimini daha azalttığı görülmektedir. Şellak kaplamanın, solunumu daha fazla yavaşlatarak, enzimatik reaksiyonlarda substrat olarak kullanılan organik asitlerin harcanmasını azalttığı düşünülmektedir (Aday ve Caner, 2010). Genel anlamda ise tüm kaplama uygulamaları meyvelerin CO₂ ve O₂ alışverişini yani solunumunu yavaşlatarak olgunlaştırmasını geciktirmekte ve metabolik değişim daha düşük düzeyde gerçekleşmektedir (Ghasemnezhad ve ark., 2010, Certel ve ark., 2004).

Çizelge 4.1. Yenilebilir film kaplamaların pH üzerine etkisi

UYGULAMA	Depolama Süresi (Hafta) / pH Değeri					
	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta
KONTROL	2,99±0,04 Aa	3,41±0,05 Ab	3,48±0,01 Abc	3,58±0,01 Ac	3,73±0,01 Ad	3,94±0,01 Ae
KİTOSAN	2,99±0,04 Aa	3,24±0,02 BCb	3,33±0,02 Bb	3,45±0,01 Bc	3,57±0,01 Bd	3,73±0,01 Be
PASI %10	2,99±0,04 Aa	3,26±0,01 Bb	3,32±0,01 Bb	3,46±0,02 Bc	3,61±0,01 Bd	3,66±0,01 Bd
ŞELLAK	2,99±0,04 Aa	3,15±0,01 Cb	3,16±0,01 Cb	3,38±0,04 Bc	3,44±0,02 Ccd	3,53±0,01 Cd

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

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

4.1.2. Suda Çözünür Kuru Madde

Çözülebilir kuru madde, tüketicilerin taze meyveleri seçmesinde ve almasında etkili kalite kriterlerinden biridir (Wang ve ark., 2015). Çizelge 4.2’de suda çözülebilir kuru madde değerlerinde oluşan değişim görülmektedir. Yenilebilir filmler ile kaplanmış kayıslarda ve kontrol grubunda depolama boyunca suda çözülebilir kuru madde değerinde artışın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Çalışma sonuçlarına göre, uygulama x depolama süresi interaksyonu önemsiz olup, bu faktörlerin etkisi ayrı ayrı önemlidir. Suda çözünür kuru madde bakımından kontrol ve uygulama grupları arasında ki fark önemli bulunmuştur. Depolama boyunca kontrol grubu en çok değişimi göstermiştir. Kitosan uygulaması ile şellak ve PASI uygulamaları arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Şellak ve PASI uygulaması arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemlidir. Kontrol grubundaki artışın, uygulama gruplarına göre daha yüksek olması, su kaybının kontrol grubunda daha fazla gerçekleşmesinden dolayıdır (Çölgeçen ve Aday, 2015). Kaplamalar ise kayısının üzerinde su kaybına karşı yarı geçirgen bir görev üstlendiklerinden, suda çözünebilir kuru maddenin daha iyi korunmasını sağlamaktadır (Tapia ve ark., 2008).

Çizelge 4.2. Çeşitli yenilebilir film kaplamaların suda çözünür kuru madde üzerine etkisi

UYGULAMA	Depolama Süresi (Hafta) / Suda Çözünür Kuru Madde Değeri						GENEL
	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	
KONTROL	11,65±0,98	12,5±0,60	13,17±0,49	13,44±0,05	13,97±0,03	14,08±0,26	13,13±0,96 A
KİTOSAN	11,65±0,98	12,13±0,08	12,27±0,14	12,76±0,02	12,87±0,07	13,15±0,07	12,47±0,61 BC
PASI %10	11,65±0,98	12,13±0,40	12,52±0,07	12,91±0,05	12,90±0,03	13,30±0,07	12,57±0,65 B
ŞELLAK	11,65±0,98	11,71±0,08	11,92±0,24	11,92±0,03	12,33±0,30	12,56±0,37	12,08±0,48 C
GENEL	11,65±0,75 a	12,12±0,40 ab	12,47±0,53 bc	12,76±0,58 bcd	13,02±0,64 cd	13,27±0,60 d	

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

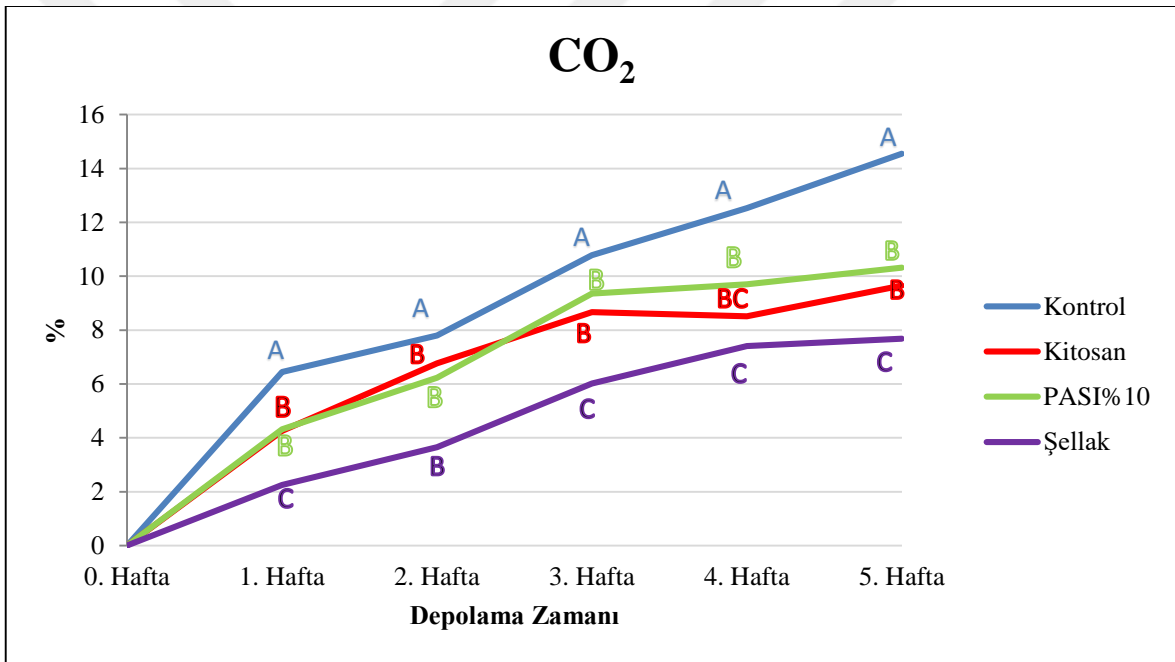
^{a-d} Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

4.1.3. Ambalaj İçi Gaz Konsantrasyon Değişimleri

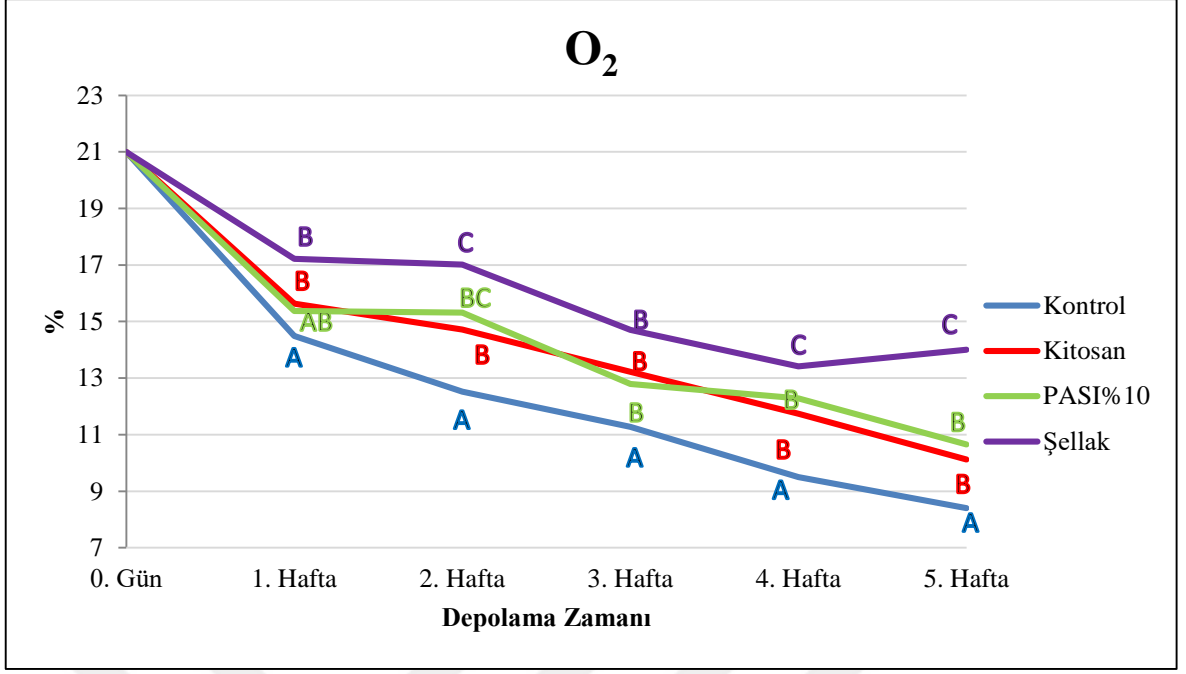
Hasat sonrasında meyveler etrafındaki atmosferik koşullardaki değişimler meyvelerin raf ömürlerini etkilemektedir. Ambalaj paketleri içerisinde meyvelerin solunumu sonucu CO₂ oranında artış ve O₂ oranında azalış meydana gelmektedir. Yarı geçirgen filmler ürünlerin solunumunu etkilediği gibi paket içerisindeki atmosferik koşulları da değiştirmektedir (Pretel ve ark., 2000). Şekil 4.1’de farklı yenilebilir kaplamalar ile kaplanmış kayısların ambalaj paketlerinde ki gaz solunuma bağlı gaz değişimleri verilmektedir. Beklenildiği üzere ambalaj içi CO₂ miktarı artarken buna bağlı olarak O₂’nin azaldığı görülmektedir. Farklı yenilebilir filmler ile kaplanan kayıslarda CO₂ seviyesinde

kontrol grubu en yüksek artışı gösterirken en az değişim ise şellak grubunda görülmektedir. Tüm uygulama gruplarındaki CO₂ seviyesi, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak daha düşük seviyelerdedir. Literatür bilgilerinde saptanan ve şellak kaplamanın gaz bariyer özelliğinin, PASI kaplamaya göre daha iyi olması çalışma sonuçlarına benzerlik göstermektedir (Aday ve Caner, 2010).

Ambalaj içi O₂ miktarında, kontrol grubunda büyük oranda düşüş olduğu görülürken şellak grubunda en az değişimin olduğu saptanmıştır. Kitosan ve PASI grupları istatistiksel olarak benzerlik gösterirken, şellak kaplamada ise farklıdır. Tüm uygulama gruplarındaki O₂ seviyesi, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak daha yüksek seviyelerdedir. Genel olarak değerlendirildiğinde tüm kaplama uygulamaları, bariyer özelliklerinden dolayı meyve üzerindeki porları kapatarak solunum hızını azaltmaktadır (Hagenmaier, 2005).



(a)



(b)

Şekil 4.1. Farklı yenilebilir kaplama materyallerinin ambalaj içi gaz konsantrasyonlarında ((a) CO₂ ve (b) O₂) ki değişimleri

4.1.4. Ağırlık Kaybı

Depolama süresi boyunca kaplanmış ve kaplanmamış kayıslara ait ağırlık kayıpları çizelge 4.3'de verilmiştir. İstatistiksel olarak uygulama x depolama süresi interaksyonu önemsiz bulunmuş olup, bu iki faktörün etkisi ayrı ayrı önemlidir. Kaplanmamış kayıslarda ağırlık kaybı en yüksek düzeyde gerçekleşirken, en düşük ağırlık kaybı ise şellak ile kaplanan örneklerde gözlenmiştir. Şellak kaplamanın, su buharı bariyer özelliğinin ($1.46 \times 10^{-12} \text{ g m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$) diğer kaplama gruplarına göre (kitosan= $490 \times 10^{-12} \text{ g m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$ ve PAS= $616 \times 10^{-12} \text{ g m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$) nispeten daha yüksek olması bu sonuçlara ulaşmamızı sağlamıştır (Baldwin ve ark., 2011). Tüm uygulamalar ise kontrol grubuna göre istatistiksel olarak daha iyi sonuçlar vermiştir.

Çizelge 4.3. Yenilebilir film ile kaplanmış kayısıların depolama boyunca ağırlık kaybı değişimi

Depolama Süresi (Hafta) / Ağırlık Kaybı						
UYGULAMA	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	GENEL
KONTROL	17,03±0,17	28,75±0,35	44,96±9,42	47,86±1,03	50,22±1,05	37,77±13,86 A
Kitosan	10,98±0,04	21,76±0,08	31,23±1,05	34,85±3,70	42,19±0,89	28,20±11,50 B
PASI %10	10,97±0,15	21,15±0,57	30,34±0,75	38,88±0,80	41,21±0,83	28,51±11,88 B
Şellak	8,55±0,03	16,62±0,2	24,10±0,66	31,50±1,49	34,46±0,44	23,05±10,06 C
GENEL	11,88±3,35 a	22,07±4,64 b	32,66±8,90 c	38,27±6,73 d	42,02±6,01 e	

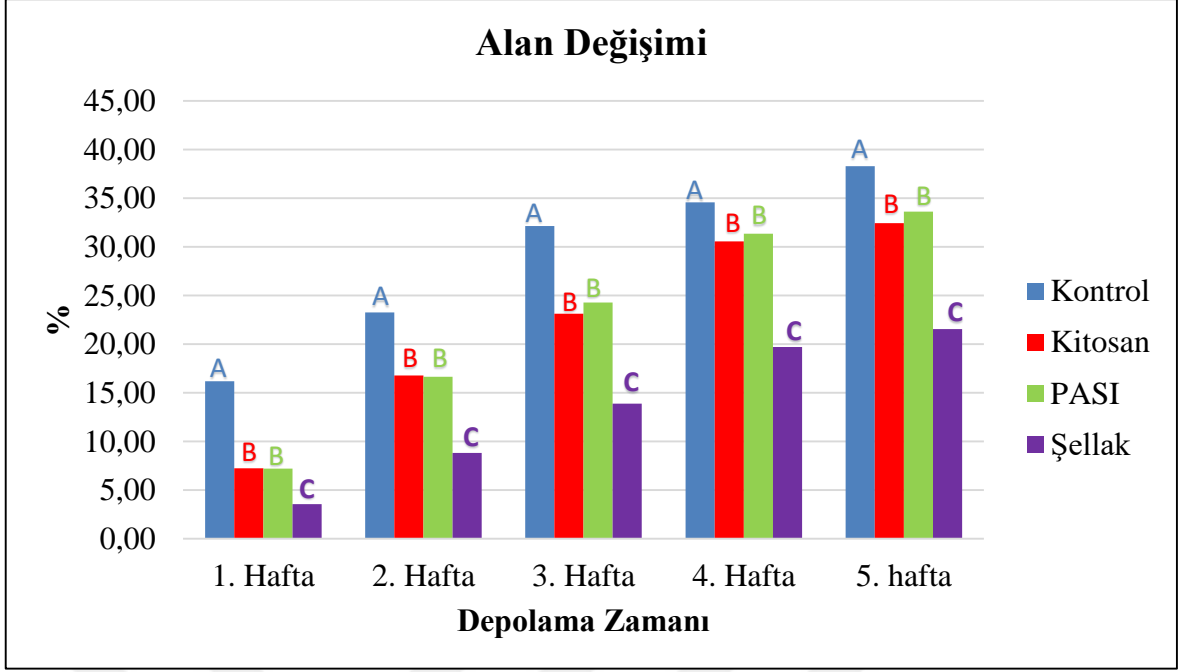
^{A-C} Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır ($p < 0.05$).

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

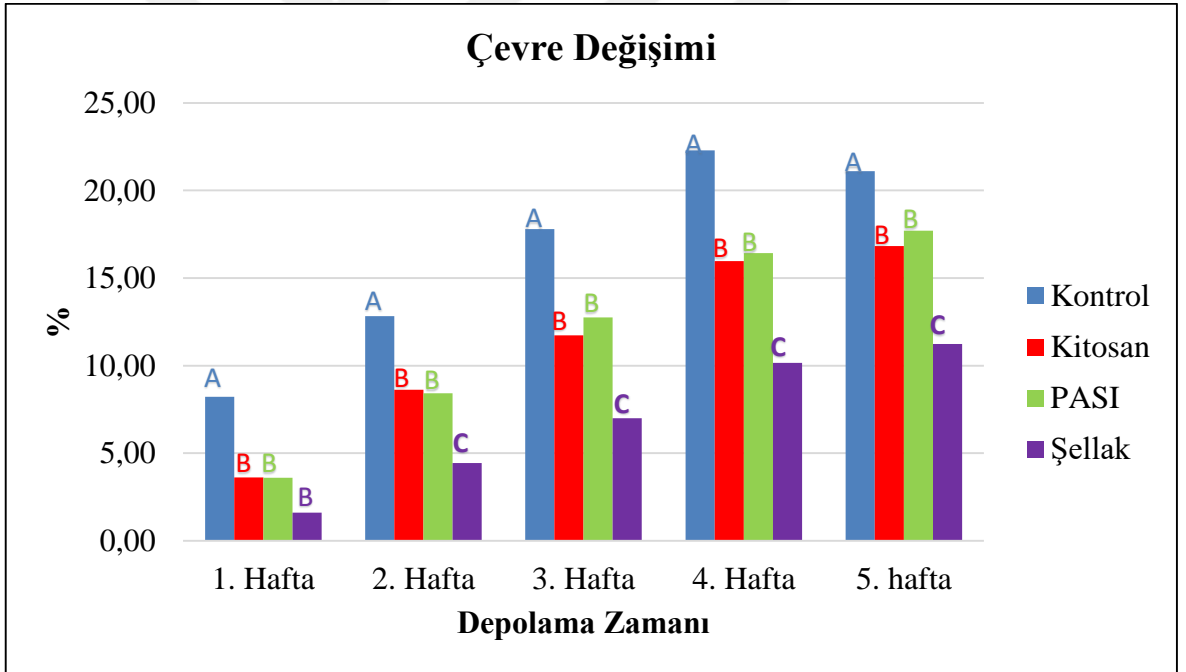
4.1.5. Görüntü analizleri

Meyvelerin sınıflandırılmasında ve ürünlerin kalite özelliklerinin belirlenmesinde fiziksel özelliklerin yeri oldukça büyüktür (Du ve Sun, 2004). Fakat ürünler taşınması sırasında özellikle mekaniksel etkilere maruz kaldığından dolayı fiziksel boyutlarında değişimler olabilmekte ve bu durum ürünlerin kimyasal değişimlerine neden olarak bozulmalarına kadar varabilmektedir.

Şekil 4.2’de yenilebilir filmler ile kaplanan kayısıların fiziksel özelliklerinin depolama boyunca değişimleri yer almaktadır. 5 haftalık depolama boyunca kitosan ve PASI kaplanmış kayısılardaki fiziksel değişimlerin (alan ve çevre) birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. Kontrol grubundaki değişim ise en fazla olarak tespit edilmiştir. Depolama sonunda ürünlerin alan değişimlerinde şellak %20 ile en düşük değişime sahip olurken, yaklaşık % 35 ile kontrol en fazla alansal değişime uğradığı gözlemlenmiştir. Çevre değişimlerinde de şellak % 13’lük azalma eğilimine sahip olurken, kontrolde yaklaşık %20’lik azalış vardır. Fiziksel değişimlerden çevre ve alan ürünün su kaybetmesine bağlı olarak küçülmesinin göstergesi olup, sonuçlar ağırlık kaybındaki verileri desteklemektedir. Kaplamalar, kayısı yüzeyinde ince bir film tabakası gibi davranmakta ve böylelikle su ve gazların transferini engelleyerek, fiziksel değişimlerin minimum düzeyde gerçekleşmesini sağlamaktadır (Roller, 2003).



(a)



(b)

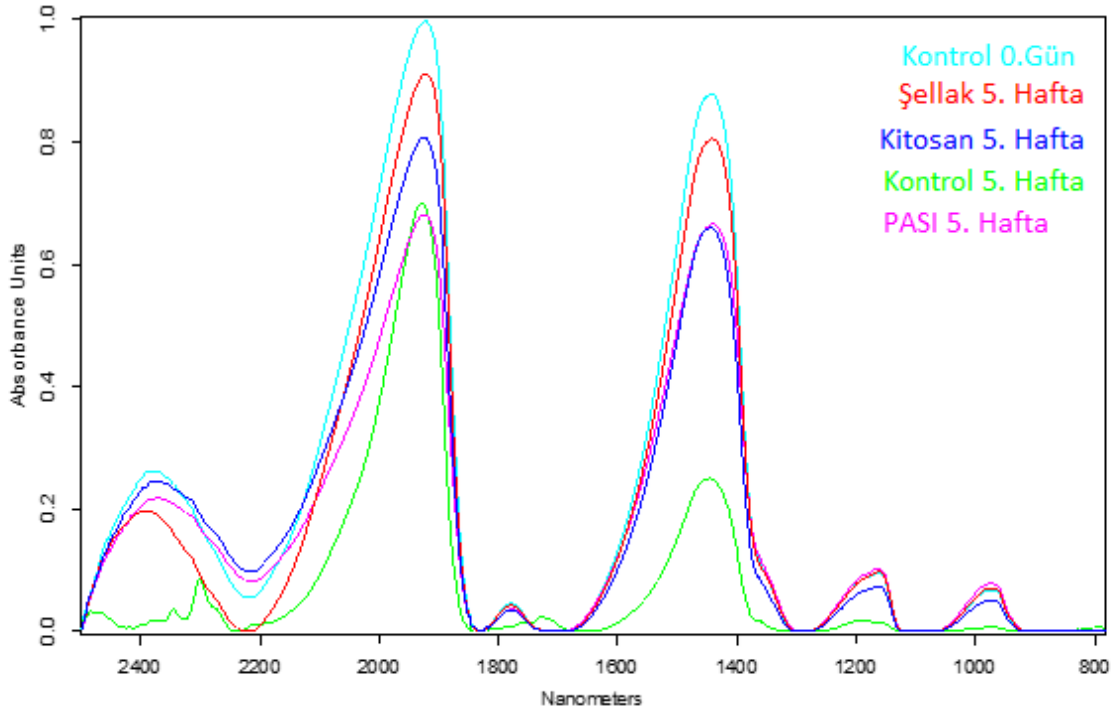
Şekil 4.2. Yenilebilir filmlerle kaplanmış kayısıların depolama boyunca (a) alan ve (b) çevre değişimleri

4.1.6. FT-NIR Spektral Ölçümleri

FT-NIR spektroskopisi meyvelerde belirli kalite özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan hasarsız tespit tekniklerinin başında gelmektedir. Bu teknik özellikle ürünlerin 780-2500 nm değerleri arasında ki kimyasal içeriklerini yani içsel kalite özellikleri hakkında

ki bilgileri ürüne hasar vermeden, ekonomik ve hızlı bir şekilde verebildiğinden dolayı en çok tercih sebepleri arasında yer almaktadır (Wedding ve ark., 2011).

Kaplanmış ve kaplanmamış kayısıların FT-NIR spektral grafikleri Şekil 4.3' de gösterilmektedir. Grafiklerde 0. gün taze kayısı örneği ve 5 hafta boyunca depolanan kaplanmış ve kaplanmamış kayısıların değişimleri yer almaktadır. Spektrallarda 760, 970, 1170 ve 1450 nm'deki piklerin suyu ve 980 nm'deki piklerin ise karbonhidrat içeriğini temsil ettiği düşünülmektedir (Bobelyn ve ark., 2010). Depolama sonunda, söz konusu piklere bakıldığında en düşük absorbands kontrol grubuna ait olup, kaplamaların absorbandsları daha yüksektir. Bu sonucun, kontrol grubundaki su kaybının fazla olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Aynı zamanda kontrol gruplarındaki yüksek solunum aktivitesinin hücre duvarındaki pektinin parçalanmasını arttırdığı (Castro ve ark., 2003) ve bu nedenle 980 nm'de karbonhidrat pikinin kontrol grubunda en düşük olmasını sağladığı düşünülmektedir.



Şekil 4.3. Yenilebilir filmler ile kaplanmış kayısıların depolama süresince değişen FT-NIR grafiği

4.1.7. Renk

Meyve ve sebzelerdeki görünüş farklılıklarını ortaya çıkaran en önemli kriter renktir (Rodrigo ve ark., 2007). Renk değerlerindeki istatistiksel değişimler çizelge 4.4 ve çizelge

4.5’de gösterilmektedir. Renk parametrelerinden olan b ve L değeri gıdanın içerisindeki renk bileşenleri ve miktarına bağlı olarak değişmektedir (Akin ve ark., 2009). Sarılık parametresini ifade eden b değeri ve esmerleşmeyi ifade eden L değeri depolama boyunca azalmakta olup, en fazla değişim kontrol grubunda gözlenmektedir. b değerlerine bakıldığında kitosan ve PASI gruplarının depolama süresi boyunca istatistiksel olarak benzerlik gösterdiği ortaya çıkmıştır. En düşük değerler ise kontrol grubunda belirlenmiştir. Karoten içeriğiyle ilişkili olan b değerinin (Akin ve ark., 2008) kontrol grubunda düşük olmasının sebebi, metabolik aktivitenin fazla olmasından dolayıdır (Sartaj ve ark., 2014). Kaplamalar, kayısıda yaşlanma reaksiyonlarını azaltarak, renk pigmentlerinin degradasyonunu önlemektedir. L değeri incelendiğinde, şellak ile kaplanan kayısılar ise değişime en az uğrayan grup olarak tespit edilmiştir. Depolama boyunca kitosan ve PASI ile kaplanan örnekler arasında farklılık bulunmamıştır. L değerinin kontrol grubunda en düşük olması, enzimatik esmerleşmeye neden olan polifenol oksidaz enziminin aktivitesinin daha hızlı olmasından kaynaklanabilmektedir. Kaplama uygulanan gruplarda ise, PPO enzimi ortamda bulunan O₂ miktarının az olmasından dolayı, fenolik bileşiklerle reaksiyona daha az girmekte ve L değişimi daha yavaş olmaktadır (Petriccione ve ark., 2015).

Çizelge 4.4. Yenilebilir film ile kaplanmış kayısıların depolama süresi boyunca b değişimi

UYGULAMA	Depolama Süresi (Hafta) / b Değeri					
	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta
KONTROL	52,65±0,01 Aa	50,83±0,36 Aa	47,91±0,20 Ab	47,89±0,11 Ab	45,27±0,04 Ac	40,72±0,46 Ad
KİTOSAN	52,65±0,01 Aa	51,53±0,51 Aba	52,10±0,99 Ba	51,12±1,02 Ba	50,62±0,19 BCa	47,39±1,35 BCb
PASI %10	52,65±0,01 Aa	53,94±1,31 Ba	53,15±0,01 Ba	52,81±0,75 Ba	51,52±0,42 Ba	48,63±1,35 Bb
ŞELLAK	52,65±0,01 Aa	51,11±0,16 Aa	51,73±0,59 Ba	51,64±0,18 Ba	48,49±0,49 Cb	45,15±0,10 Cc

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

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

Çizelge 4.5. Yenilebilir film ile kaplanmış kayısıların depolama süresi boyunca L değişimi

UYGULAMA	Depolama Süresi (Hafta) / L Değeri						
	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	GENEL
KONTROL	68,29±0,02	64,18±1,72	63,56±0,42	59,94±6,55	57,43±1,91	54,65±0,81	61,34±5,19 A
KİTOSAN	68,29±0,02	67,21±0,41	64,64±1,61	62,41±1,65	61,19±2,22	58,10±1,06	63,64±3,79 B
PASI %10	68,29±0,02	69,90±1,91	67,05±2,89	64,82±0,25	64,03±0,75	63,52±0,83	66,27±2,67 C
ŞELLAK	68,29±0,02	66,83±2,11	65,27±2,34	62,23±1,95	61,46±1,47	60,39±2,58	64,08±3,35 BC
GENEL	68,29±0,02 a	67,03±2,51 ab	65,13±2,05 bc	62,35±3,23 cd	61,03±2,82 de	59,17±3,65 e	

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

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

4.1.8. Tekstür Değerleri

Tekstür meyve ve sebzelerin kalitesini belirleyen ve tüketiciler tarafından tercih edilmesinde önemli bir rol oynayan parametredir. Tekstür profil analizi ise gıdaların tekstürel özelliklerinin detaylı incelenmesini sağlayan hızlı bir tekniktir (Aday, 2011).

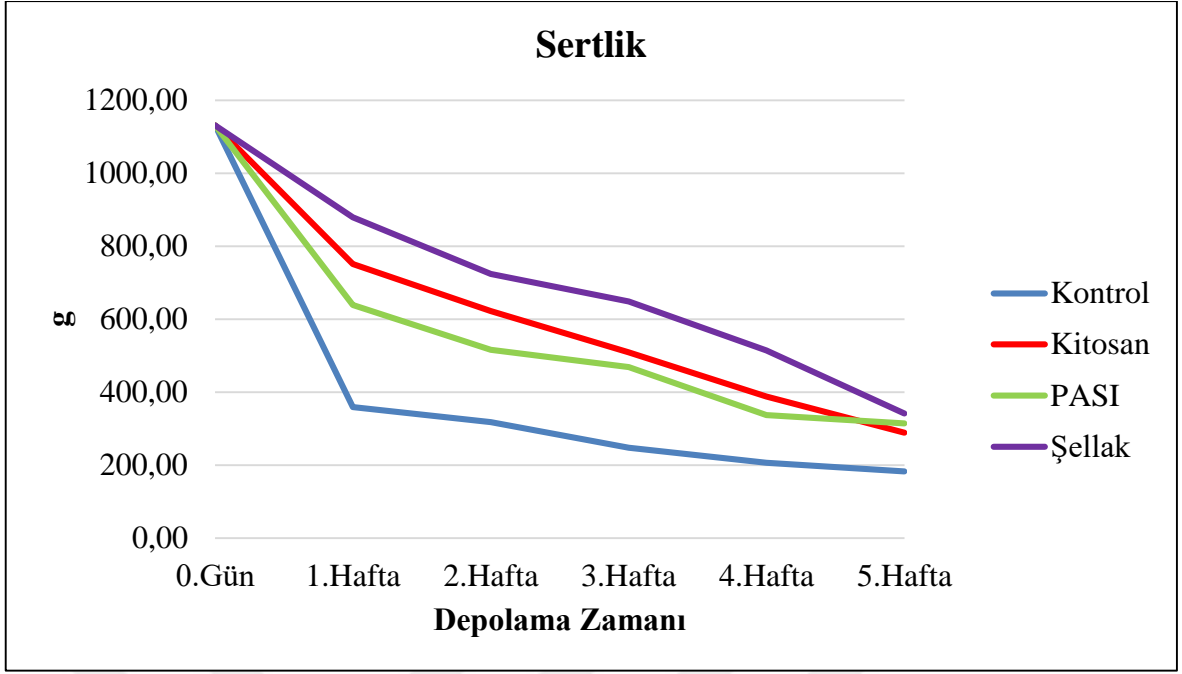
Gıdalarda istenilen deformasyonu sağlamak için gerekli olan kuvvet şeklinde tanımlanan sertlik (De Huidobro ve ark., 2005), depolama boyunca tüm gruplarda bir azalış göstermektedir. Sertlikte en fazla azalma kontrol grubunda gözlenmiş olup, kaplama uygulamaları sertlikte düşmeyi azaltmıştır. Kontrol grubundaki meyvelerin solunum hızının artması, hücre duvarının parçalanmasını artırarak (Rao ve Steffe, 1992), sertlik değerinin azalmasına yol açmış olabilir.

Belirli bir kuvvet uygulanan gıdanın tekrardan ilk hale gelme oranı olarak ifade edilen elastikiyet (Szczeniak ve ark., 1963) değerleri, sertlikte olduğu gibi kontrol grubunda en düşük olarak saptanmıştır. Kaplama uygulamaları, meyvenin metabolik aktivitesini azaltarak, hücre duvarı stabilitesini korumasından dolayı (Hernandez-Munoz ve ark., 2008), elastikiyeti daha iyi koruduğu tahmin edilmektedir.

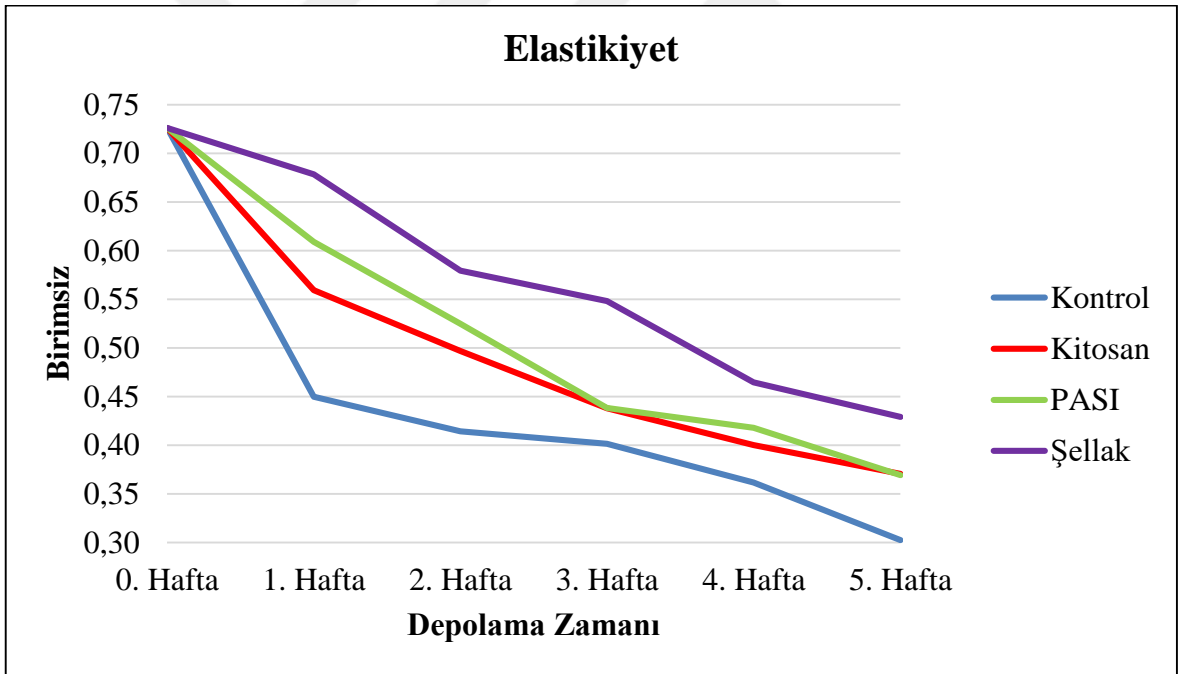
İç yapışkanlık, gıdanın yapısında bulunan bağların kuvvetini ve onların bozulmaya karşı gösterdiği direnci (Spaziani ve ark., 2009) ifade etmekte olup, depolama süresince azalma göstermektedir. Kontrol grubunda gözlenen büyük düşüşün sebebi, hücre içi bağların daha kolay parçalanması ve hücre duvarındaki hasarlardan kaynaklanabilmektedir (Harker ve ark., 2000).

Sakızımsılık terimi, gıdanın yutulması için gereken kuvveti açıklamakta olup, tüm gruplarda depolama boyunca azalma göstermektedir. Nişastanın şekere parçalanması, osmotik basınçta artmaya sebep olurken, turgor basıncı düşmekte ve bu nedenle sakızımsılık parametresi azalmaktadır (Kajuna ve ark., 1997).

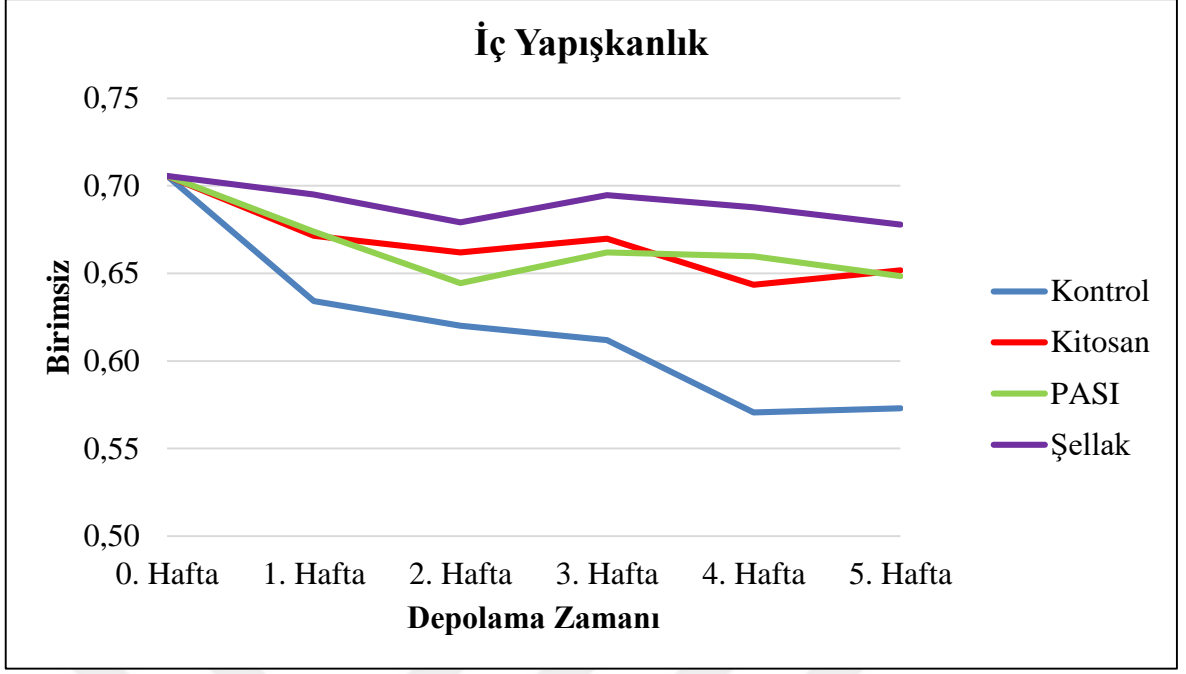
Çiğnenebilirlik, gıdanın çiğnenmesinde için gereken kuvveti ifade etmekte olup, depolama süresince kaplanmış ve kaplanmamış örneklerde azalmaktadır. Kontrol grubunda özellikle ilk üç hafta süresinde dramatik bir düşüş gözlenmekte olup, uygulama grupları ise kontrole kıyasla daha yüksek çiğnenebilirlik değerlerine sahiptir. Kontrol grubunda gözlenen düşüşün, hızlı metabolik aktivite nedeniyle orta lamelin parçalanmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Vicente ve ark., 2007).



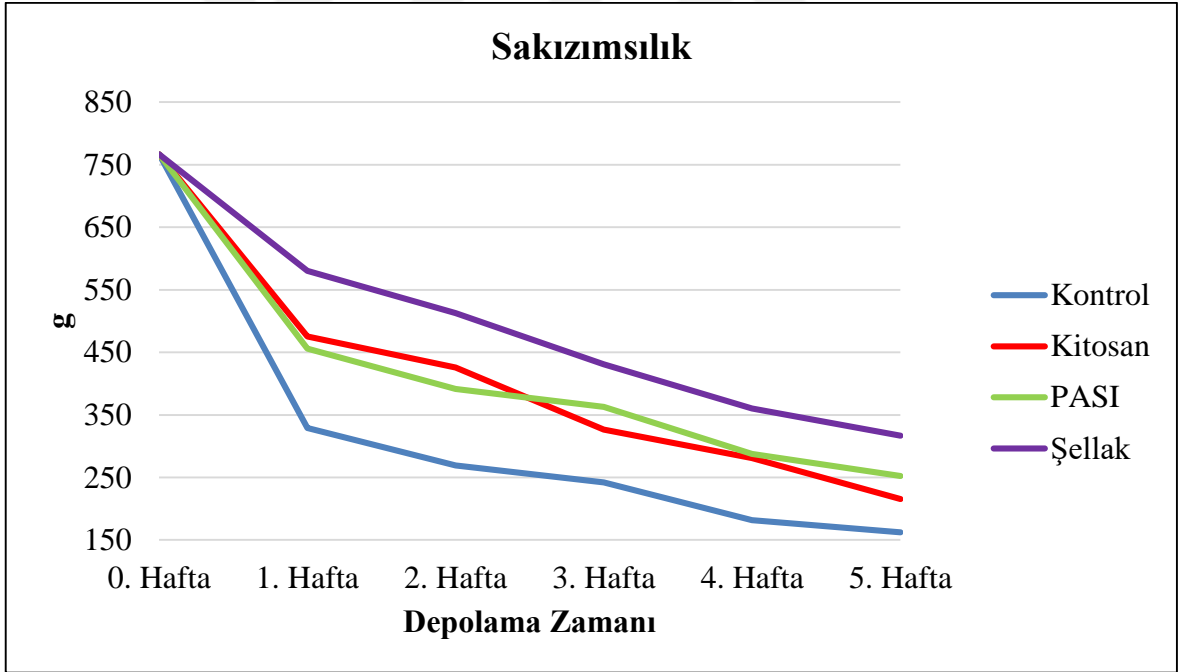
(a)



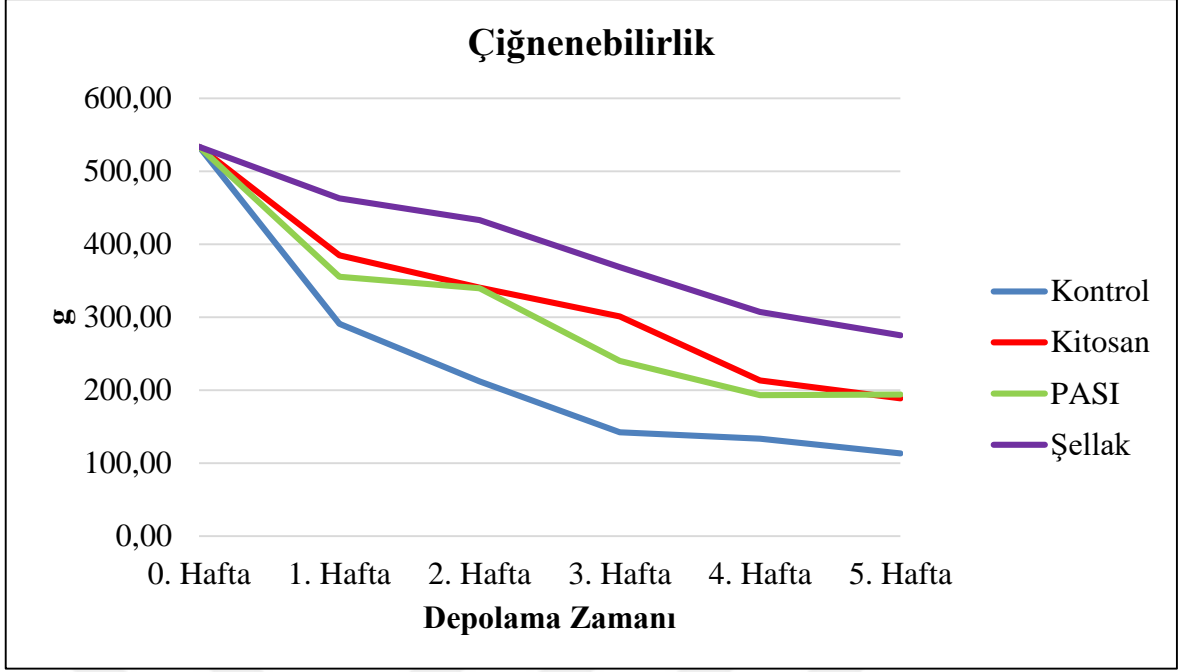
(b)



(c)



(d)



(e)

Şekil 4.4. Çeşitli yenilebilir filmler ile kaplanmış kayısıların tekstür değerleri ((a) Sertlik, (b) Elastikiyet, (c) İç Yapışkanlık, (d) Sakızımsılık, (e) Çiğnenebilirlik)

4.2. Protein Bazlı Farklı Yenilebilir Kaplama Maddelerinin Kayıslar Üzerindeki Etkisi-2

4.2.1.pH

Çizelge 4.6'da pH değerlerinin değişimi istatistiksel olarak yer almaktadır. Çalışmamızda kullanılan kaplama materyallerinin uygulandığı kayısılardaki pH değerleri tüm gruplarda depolama boyunca artış göstermektedir. Kaplanmış ve kaplanmamış örneklerde bu artışın sebebi, solunum sırasında harcanan organik asitlerden dolayı olup, meyvenin yaşlandığının göstergesidir (Aday, 2011). Kontrol grubu başlangıç değeri 3,07 olarak belirlenirken, depolama sonunda 3,51-3,68 arasında pH değişimi görülmektedir. Kontrol grubunun pH değeri diğer kaplama materyallerine göre istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur. Kaplama materyalleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Kontrol grubundaki yüksek pH değerinin, solunumun hızlı olmasından dolayı, organik asitlerin daha hızlı harcanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Martínez-Ferrer ve ark., 2002).

Çizelge 4.6. Çeşitli kaplamaların pH üzerine etkisi

UYGULAMA	Depolama Süresi (Hafta) / pH Değeri					
	0.Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta
KONTROL	3,07±0,03 Aa	3,45±0,02 Ab	3,57±0,01 Ac	3,64±0,01 Acd	3,68±0,01 Ad	3,68±0,01 Ad
SİMPLESSE	3,07±0,03 Aa	3,31±0,01 Bb	3,48±0,01 Bc	3,53±0,02 Bc	3,54±0,02 Bc	3,54±0,02 Bc
PASK %8	3,07±0,03 Aa	3,34±0,04 Bb	3,48±0,03 Bc	3,50±0,01 Bc	3,55±0,01 Bc	3,55±0,01 Bc
PASI %8	3,07±0,03 Aa	3,32±0,02 Bb	3,49±0,02 ABc	3,45±0,01 Bc	3,51±0,02 Bc	3,51±0,02 Bc

A-B Aynı sütündaki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

a-c Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

4.2.2. Suda Çözünür Kuru Madde

Suda çözülebilir kuru madde değerleri tüketicilerin ürünleri tercih etmesinde ve meyve kalitelerinin tespitinde önemli rol oynamaktadır. Fruktoz, sükrroz ve glikoz suda çözülebilir kuru madde bileşenleri olarak rol alırken toplam şeker içeriklerinin %99'unu içermektedir (Kafkas ve ark., 2007). Yaptığımız çalışmada suda çözülebilir kuru madde değerleri çizelge 4.7'de verilmektedir. Çalışma sonuçlarına göre, uygulama x depolama süresi etkisi önemsiz olup, bu faktörlerin etkisi ayrı ayrı önemlidir. Uygulama ve kontrol grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 5 haftalık depolama süresi boyunca kontrol grubu diğer kaplama uygulamalarına göre daha yüksek sonuçlar göstermiştir. Diğer kaplama uygulamaları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli değildir. Elde edilen sonuçlar ağırlık kaybı parametreleriyle koralasyon göstermektedir. Kaplama uygulamaları ürünlere bariyer özelliği göstererek ağırlık kaybetmelerine engel olurken, böylelikle suda çözülebilir kuru madde içeriğinde de artışın yavaş seyretmesine neden olmaktadır (Certel ve ark., 2004).

Çizelge 4.7. Çeşitli yenilebilir film kaplamaların suda çözünür kuru madde üzerine etkisi

UYGULAMA	Depolama Süresi (Hafta) / Suda Çözünür Kuru Madde Değeri						GENEL
	0.Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	
KONTROL	11,70 ± 0,79	12,24 ± 0,21	13,11 ± 0,08	13,69 ± 0,27	14,06 ± 0,14	14,55 ± 0,18	13,22 ± 1,09 A
SİMPLESSE	11,70 ± 0,79	11,98 ± 0,16	12,36 ± 0,28	12,77 ± 0,10	13,10 ± 0,11	13,40 ± 0,18	12,54 ± 0,72 B
PASK %8	11,70 ± 0,79	12,13 ± 0,44	12,51 ± 0,15	13,06 ± 0,16	13,50 ± 0,09	13,88 ± 0,16	12,79 ± 0,87 B
PASI %8	11,70 ± 0,79	12,14 ± 1,18	12,74 ± 0,23	13,11 ± 0,12	13,43 ± 0,10	13,60 ± 0,11	12,78 ± 0,91 B
GENEL	11,70 ± 0,76 a	12,12 ± 0,62 b	12,68 ± 0,35 c	13,16 ± 0,38 d	13,52 ± 0,37 d	13,86 ± 0,47 e	

^{A-B} Aynı sütunda ki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

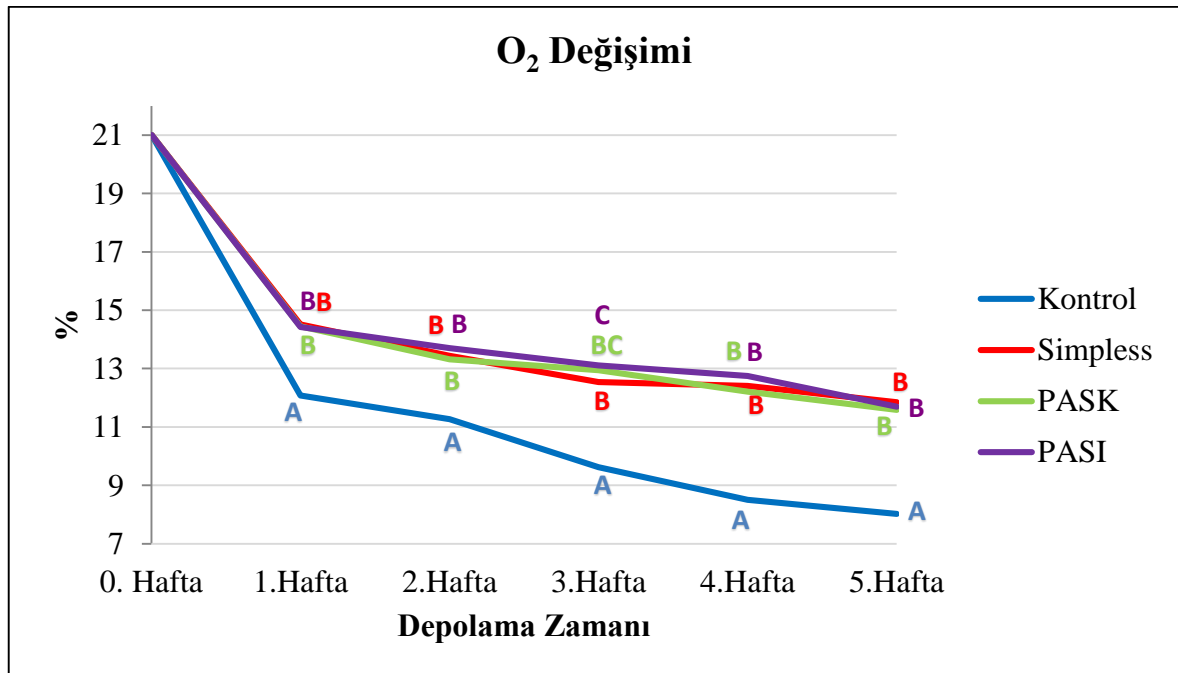
^{a-e} Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

4.2.3. Ambalaj İçi Gaz Konsantrasyonlarında ki Değişimler

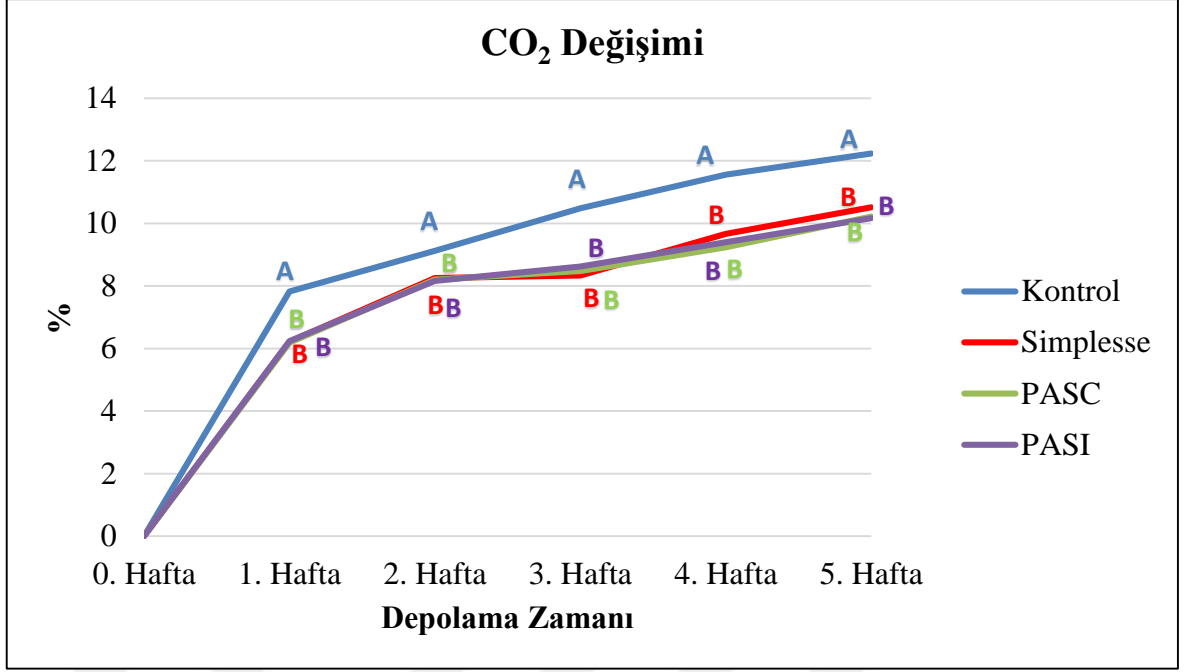
Taze sebze ve meyvelerde solunum hızının kontrol edilmesinde ambalaj içi gaz konsantrasyonu önemli rol oynamaktadır (Fonseca ve ark., 2002). Ürünler PLA ambalajlarına koyulduktan sonra solunum yapmaya devam etmekte ve ortamdaki O₂'yi kullanarak tekrar

ambalaj içerisine CO₂ vermektedir. Şekil 4.5’de depolama süresince oluşan gaz değişimleri verilmiştir. Depolama boyunca ambalaj içerisindeki ürünlerin solunumu sonucu O₂ miktarında düşüş ile birlikte CO₂ miktarında artış olduğu görülmektedir. Ambalaj içerisindeki O₂ değişiminde, kontrol grubunun en çok O₂ tükettiği görülürken kaplama materyalleri ile kaplanmış kayısıların daha az O₂ tükettiği görülmektedir. Kaplamaların istatistiksel olarak birbirine yakın sonuçlar verirken kontrol grubu diğer gruplardan istatistiksel olarak farklılık göstermektedir. Protein ve karbonhidrat bazlı filmler ürünlere ince bir zar şekilde kaplanmasından ve hidrojen bağlı yapılarından dolayı iyi bir gaz bariyeri olup, ürünün daha az oksijen tüketmesine neden olmaktadır (Bonilla ve ark., 2012).

CO₂ gaz değişiminde de O₂’de olduğu gibi benzer sonuçlar elde edilmiştir. Farklı yenilebilir filmler ile kaplanan kayısıların kontrol grubuna göre daha düşük seviyelerde CO₂ ortama verdiği tespit edilmiştir. Kontrol grubu ise CO₂ seviyesinde en yüksek artışı göstermektedir. Hasat sonrasında meyvelerin içinde bulunduğu atmosfer ve ambalaj koşullarında, oksijen seviyesinin düşmesiyle karbondioksit seviyesinin arttığı saptanırken bu olay ürünlerin raf ömürlerinin de uzamasına neden olmaktadır (Pretel ve ark., 2000, Mohan ve ark., 2009). Kaplamaların meyvelere uygulandığında, yüzeydeki porları kapatarak solunumu azalttığı düşünülmektedir (Hagenmaier, 2005).



(a)



(b)

Şekil 4.5. Farklı yenilebilir kaplama materyallerinin ambalaj içi gaz konsantrasyonlarında ((a)CO₂ ve (b)O₂) ki değişimleri

4.2.4. Ağırlık Kaybı

Çizelge 4.8'de depolama süresi boyunca oluşan ağırlık kaybına ait sonuçlar verilmiştir. Uygulama x depolama süresi interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Uygulama ve depolama süresi faktörleri ise ayrı ayrı önemlidir. Kontrol grubundaki ağırlık kaybının en yüksek seviyede olduğu görülürken, farklı kaplama materyalleriyle kaplanan kayısılardaki ağırlık kaybının en az olduğu belirlenmiştir. Kaplamalar, ürün yüzeyinde su kaybına karşı yarı geçirgen bir yapı sağladığından, ağırlık kaybı kaplanmış kayısılarda daha az gerçekleşmiştir (Tapia ve ark., 2008).

Çizelge 4.8. Yenilebilir film ile kaplanmış kayısıların depolama boyunca ağırlık kaybı değişimi

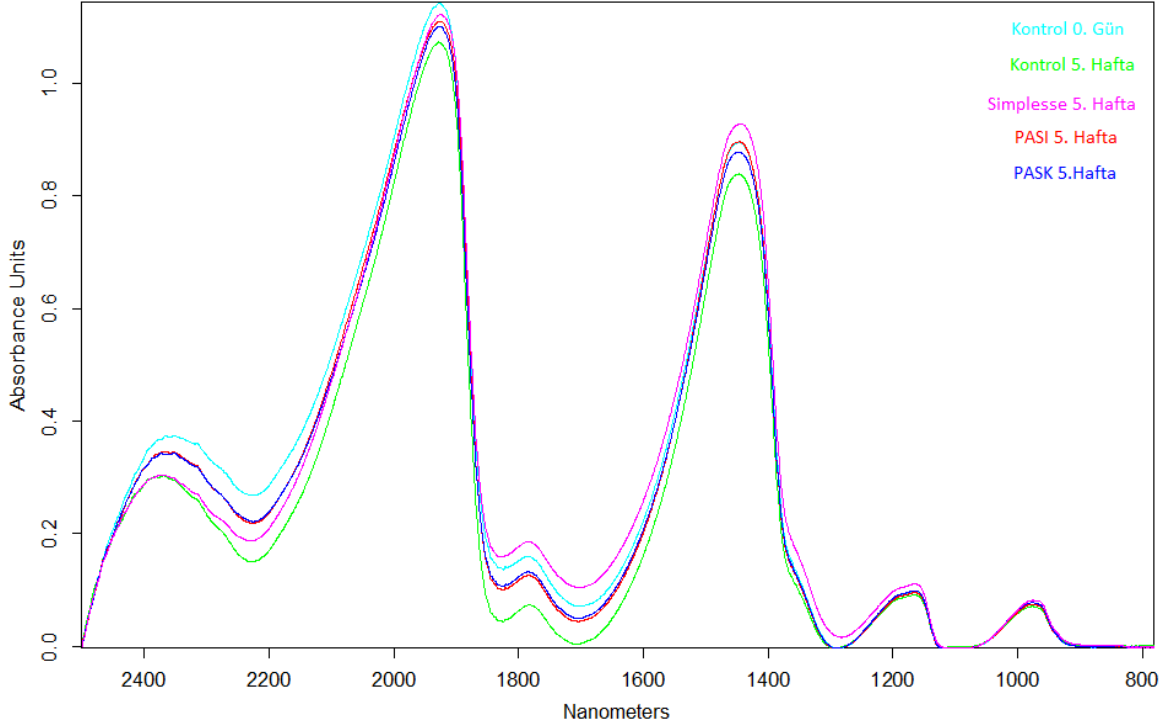
UYGULAMA	Depolama Süresi (Hafta) / Ağırlık Kaybı Değeri					GENEL
	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	
KONTROL	13,98±1,91	22,77±3,73	34,27±1,39	42,89±4,20	45,81±5,63	31,94±12,98 A
SİMPLSESSE	10,30±0,30	19,00±0,14	29,25±4,37	36,21±0,51	38,92±0,99	26,75±11,38 B
PASI %8	12,53±0,36	22,29±0,59	31,02±0,67	38,89±0,75	41,13±0,73	29,17±11,22 B
PASK %8	11,56±0,33	21,65±0,55	30,82±0,66	39,73±1,35	41,58±0,79	29,07±1189 B
GENEL	12,09±1,62	21,45±2,09 b	31,34±2,63 c	39,43±3,06 d	41,86±3,45 d	

^{A-B} Aynı sütunda ki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

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

4.2.5. FT-NIR Ölçümleri

FT-NIR gıda ürünlerinin içsel ve yüzeysel özelliklerinin hasarsız olarak belirlenmesinde önemli bir avantaja sahip tekniklerdendir (Kavdır ve ark., 2009). Bu teknik ile ürünlerin yapılarını bozmadan biyokimyasal özellikleri 800-2500 nm arasındaki değerlerde tespit edilebilmektedir. C-H molekül grupları şeker ve asitlerde, O-H molekül grupları ise su içeriğinin FT-NIR ile belirlenmesinde etkili olmaktadır (De Oliveira ve ark., 2014). Şekil 4.6'da FT-NIR ile ilgili grafik yer almaktadır. Şekil 4.6'da görüldüğü üzere pikler birbirine yakın özellikler göstermektedir. Depolama boyunca absorpsiyon piklerinde bir düşüş olduğu görülmektedir. 980 ve 2350 nm' deki absorpsiyon pikleri şeker içeriklerini ihtiva etmektedir (Manley ve ark., 2007). Bu piklerde kaplanmış kayısılar en yüksek absorpsiyon değeri verirken, kontrol grubu ise daha düşük absorpsiyon değerlerine sahiptir. Solunum hızının fazla olması nedeniyle, kontrol grubunda karbonhidrat içeriğinin daha düşük olması bu sonuçlara neden olmaktadır. O-H moleküler grubunun su pikleri 975, 1168, 1443 ve 1926 nm aralıklarında bulunmaktadır (Williams ve Norris, 2001). Kontrol grubu depolama sonunda en az su içerdiğinden dolayı bu tanımlanan piklerde en düşük absorpsiyon değerine sahip olmaktadır. Kaplanmış kayısılarda ise bu piklerde absorpsiyon değeri yüksektir. Sonuçlar ağırlık kaybı sonuçları ile korelasyon göstermekte ve su miktarının FT-NIR yöntemiyle tespit edilebildiğini göstermektedir.



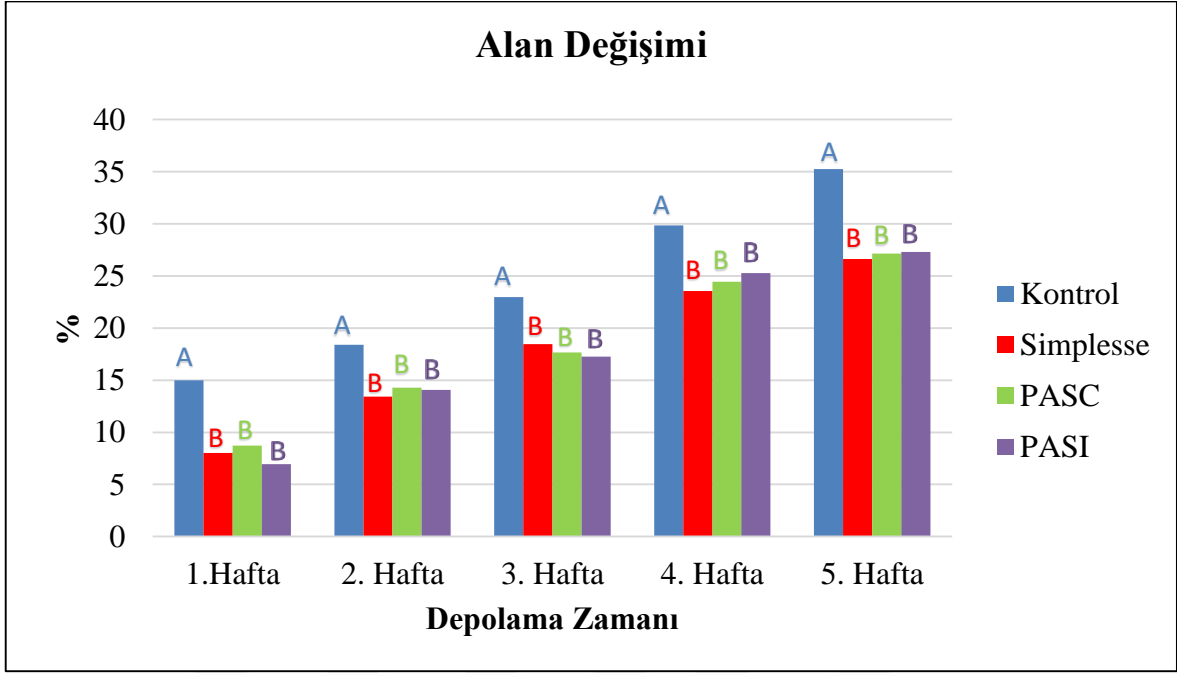
Şekil 4.6. Yenilebilir filmler ile kaplanmış kayısıların depolama süresince değişen FT-NIR grafiği

4.2.6. Görüntü Analizleri

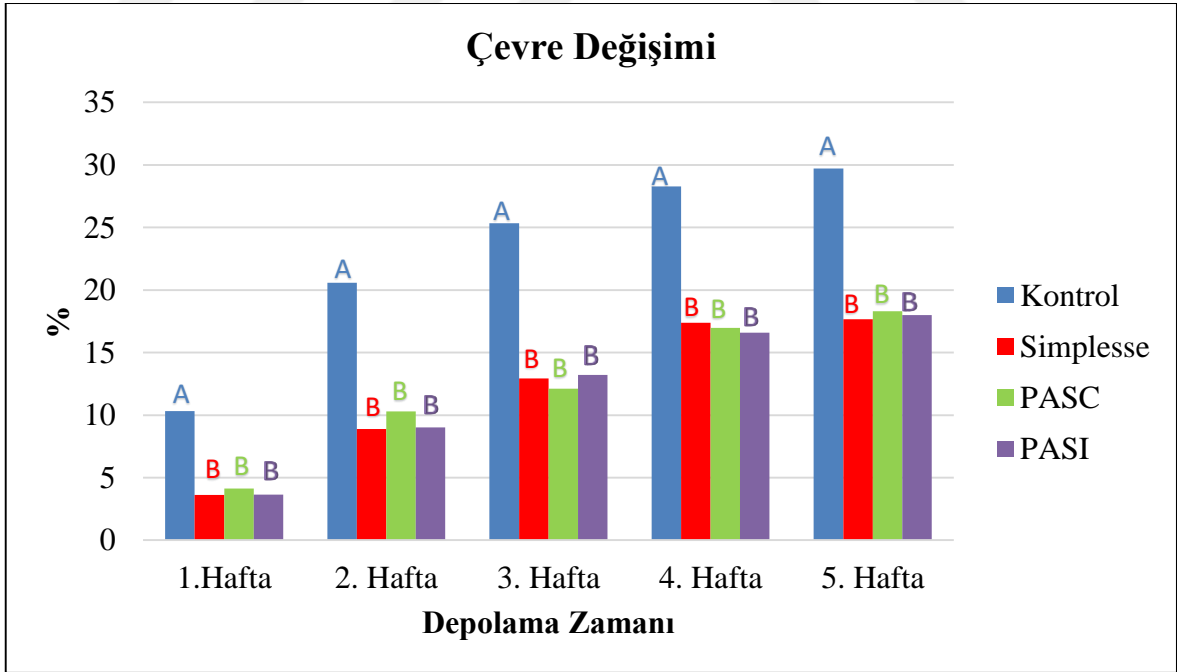
Tüketiciler süpermarketlerden aldıkları gıda ürünlerinde ilk olarak ürünü şekilsel özelliğine göre değerlendirerek ürünlerin kalite özellikleri hakkında görsel bilgi sahibi olabilmektedirler. Bu bilgiler ürünlerin renk, şekilsel özellikleri ve boyutları ile algılanmaktadır (Fernandez ve ark., 2005). Bundan dolayı ürünlerin şekil özellikleri kaliteleri açısından önem arz etmektedir.

Şekil 4.7’de farklı yenilebilir filmler ile kaplanmış ve kaplanmamış kayısıların depolama boyunca fiziksel (alan ve çevre) değişimlerinin sonuçları yer almaktadır. 5 haftalık depolama sonunda kontrol grubu, kaplama gruplarından farklılık göstermektedir. Kontrol grubu %35 ile en yüksek alan değişimine uğrarken yenilebilir film ile kaplanmış kayısı grupları birbirlerine benzer sonuçlar (% 26-27) göstermektedir. Yenilebilir film grupları istatistiksel olarak farksızdır. Çevre değişimlerinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kontrol grubunun, yenilebilir film gruplarından istatistiksel olarak farkı önemlidir. Yenilebilir film gruplarında %17-18 çevresel değişime uğrarken kontrol grubu % 29 ile en yüksek çevresel değişime uğramaktadır. Protein ve karbonhidrat kaynaklı yenilebilir film kaplamaların hidrojen bağlı ağ yapısı sayesinde iyi bir gaz bariyer özelliği taşıdığı bilinmektedir (Bonilla

ve ark., 2012). Yenilebilir filmler ve kaplamalar, aynı zamanda gaz ve su buharına karşı yarı geçirgen bir bariyer sağlanması ve bu nedenle solunum ve su kaybını azaltarak, ürünün şekilsel olarak daha az değişime uğramasına sebep olmaktadır (Perez-Gago ve ark., 2006).



(a)



(b)

Şekil 4.6. Yenilebilir filmlerle kaplanmış kayısıların depolama boyunca (a) alan ve (b) çevre değişimleri

4.2.7. Renk

Yaş ve kuru gıda ürünlerinde renk parametreleri önemli bir kalite kriteri olarak değerlendirilmektedir (Özkan ve ark., 2003). Tüketiciler, meyve ve sebzeleri ilk olarak görsellik niteliğine göre değerlendirmektedir. Bundan dolayı ürünlerin kalitesini algılamada tüketiciye ilk bilgiyi veren renk en önemli kalite kriterden birisi olarak değerlendirilir (Zambre ve ark., 2010). Renk değişimlerine ait istatistiksel değerler çizelge 4.9'da verilmektedir. b değeri kayısıların depolama boyunca sarı renginin değişimini göstermektedir. 5 haftalık depolama süresi sonunda en fazla değişim kontrol grubunda olmaktadır. Protein kaynaklı yenilebilir film ile kaplanmış kayısı grupları ise depolama süresi boyunca istatistiksel olarak benzerlik göstermektedir. Karoten kayısıya renk veren pigmentlerin başında gelmektedir. Kontrol grubundaki düşüşün sebebi olarak, karoten içeriğinin b renk değerleri ile doğrudan ilişkili olması (Akin ve ark., 2008) ve metabolik faaliyetler sırasında olan enzimatik esmerleşmenin gerçekleşmesinden kaynaklanmaktadır (Sartaj ve ark., 2014). Yenilebilir film ile kaplanan kayısılar iyi bir bariyer özelliği gösterdiğinden dolayı enzimatik esmerleşme reaksiyonlarını engileyebilmekte ve kaplamaların meyvelerdeki toplam karoten içeriğinin korunmasında olmaları yanları bulunmaktadır. (Brasil ve ark., 2012).

L değeri renk analizlerinde parlaklık faktörü olarak ele alınmaktadır (Ruiz ve ark., 2005). Çizelge 4.10'da L değerlerinde ki değişim gösterilmektedir. L değerlerinde depolama süresi boyunca tüm gruplarda azalma meydana gelmektedir. Kontrol grubu en fazla değişime uğrayan grup olarak tespit edilirken kaplama uygulanmış kayısı grupları kontrol grubuna göre daha az değişime uğramaktadır. Kontrol grubundaki azalmanın nedeninin üründe fenolik bileşenlerde meydana gelen oksidasyonun hızlılığı olduğu düşünülmektedir (Petriccione ve ark., 2015).

Çizelge 4.9. Depolama süresi boyunca b değişimi

Uygulama	Depolama Süresi (Hafta) / b* Değeri					
	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta
KONTROL	53,19±0,80 Aa	48,53±0,66 Ab	47,22±0,30 Ab	46,98±0,39 Ab	40,87±0,06 Ac	37,49±0,37 Ad
SİMPLESSE	53,19±0,80 Aa	51,21±0,67Aa	51,98±0,70 Ba	51,38±0,29 Ba	45,16±0,35 Bb	43,44±0,26 Bb
PASK %8	53,19±0,80 Aa	51,42±1,51 Aa	51,86±0,31 Ba	51,29±0,55 Ba	45,08±1,51 Bb	44,31±0,31 Bb
PASI %8	53,19±0,80 Aa	50,99±1,33 Aab	51,68±0,77 Bab	50,17±0,29 Bb	44,12±0,32 Bc	43,20±0,92 Bc

^{A-B} Aynı sütunda ki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05)

^{a-d} Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05)

Çizelge 4.10. Depolama süresi boyunca L değişimi

Uygulama	Depolama Süresi (Hafta) / L Değeri						GENEL
	0. Hafta	1. Hafta	2. Hafta	3. Hafta	4. Hafta	5. Hafta	
KONTROL	69,21±1,65	63,07±2,38	62,65±1,99	63,32±2,19	62,67±2,20	61,81±3,32	63,23±3,37 A
SİMPLESSE	69,21±1,65	64,82±1,35	65,56±1,01	64,77±2,72	64,06±2,29	63,65±2,45	65,59±2,61 B
PASK %8	69,21±1,65	65,49±2,21	65,87±2,03	66,49±1,15	65,83±1,93	63,21±2,03	66,28±2,37 B
PASI %8	69,21±1,65	65,56±1,72	65,08±1,56	64,98±1,69	63,14±4,12	62,30±4,19	65,32±3,31 B
GENEL	69,21±1,63 a	64,73±2,12 b	64,79±2,06 b	64,89±2,24 b	63,93±2,91 b	62,71±3,10 c	

^{A-B} Aynı sütunda ki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05)

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

4.2.8. Tekstür Analizleri

Meyve ve sebzelerde hasat, nakliye ve depolama sırasında meydana gelen değişimlerin incelenmesinde kullanılan tekstür analizlerinden, ürünün mekaniksel ve duyuşal özelliklerinin değerlendirilmesinde de yararlanılmaktadır (Abbott ve Harker, 2004; Cordenunsi ve ark., 2003). Yenilebilir filmler ile kaplanmış kayıslara ait tekstür değerleri şekil 4.8’de verilmektedir.

Gıdaya bir kuvvet uygulanırken, gıdanın gösterdiği tepki olarak tanımlanan sertlik terimi (Spaziani ve ark., 2009), depolama süresince kaplanmış ve kaplanmamış örneklerde düşüş göstermektedir. Kontrol grubundaki düşüş, kaplanmış örneklerle göre daha fazladır. Bunun sebebi olarak, yüksek solunum aktivitesinden dolayı, hücre duvarının daha kolay parçalanması gösterilebilmektedir (Rao ve Steffe, 1992).

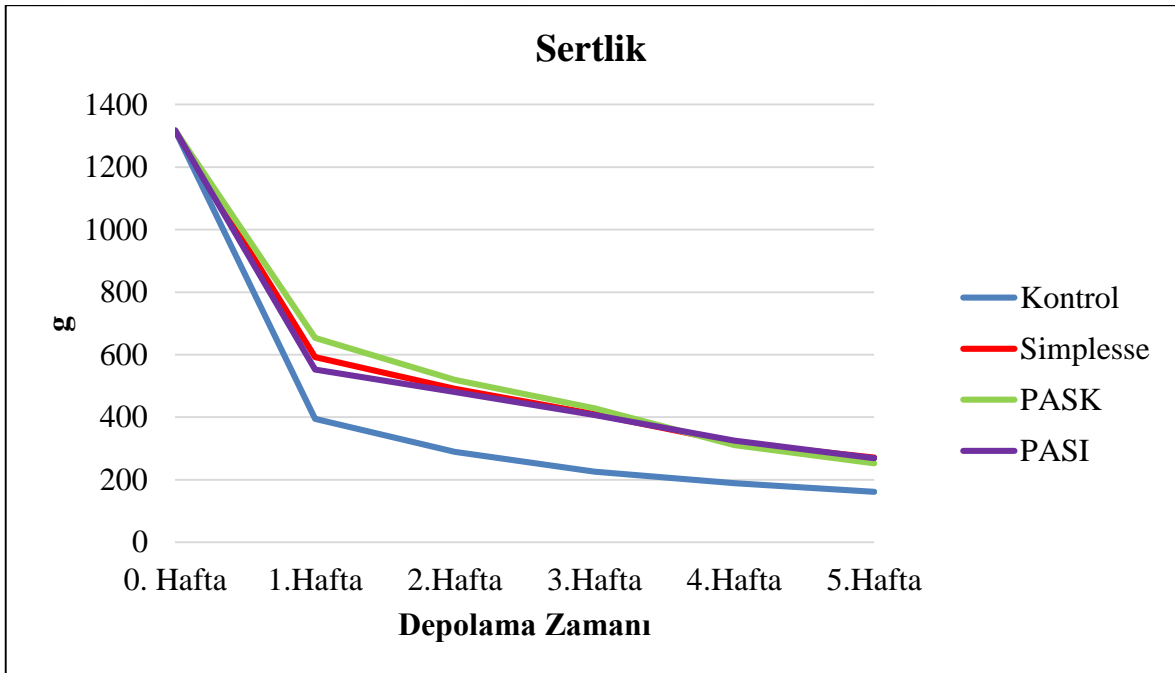
Elastikiyet, gıdaya uygulanan kuvvet kaldırıldıktan sonra, gıdanın önceki haline dönme kapasitesini açıklamakta olup (García-Pérez ve ark., 2007), artan depolama süresiyle birlikte azalma göstermektedir. En fazla azalma, kontrol grubunda gözlenmekte olup, kaplama uygulamaları elastikiyeti daha iyi korumaktadır. Kaplamaların, gıda içerisinde de mikro-atmosfer yaratarak hücre duvarı bileşenlerinin parçalanmasını önlediği düşünülmektedir (Duran ve ark., 2016.).

Gıdanın içeriğinde bulunan bağların sağlamlığını ve gücünü gösteren iç yapışkanlık (Yang ve ark., 2007), depolama süresinde tüm örneklerde azalma göstermektedir. Kaplanmış örneklerde daha yüksek olan iç yapışkanlık değeri, kontrol grubu örneklerinde ise daha düşüktür. Ambalaj içi gaz kompozisyonundan da anlaşılacağı gibi, solunum hızı yüksek olan kontrol grubunda hücre duvarı bileşenleri daha kolay depolimerizasyona uğradığından bu sonuçların elde edildiği tahmin edilmektedir (Hernandez-Munoz ve ark., 2008).

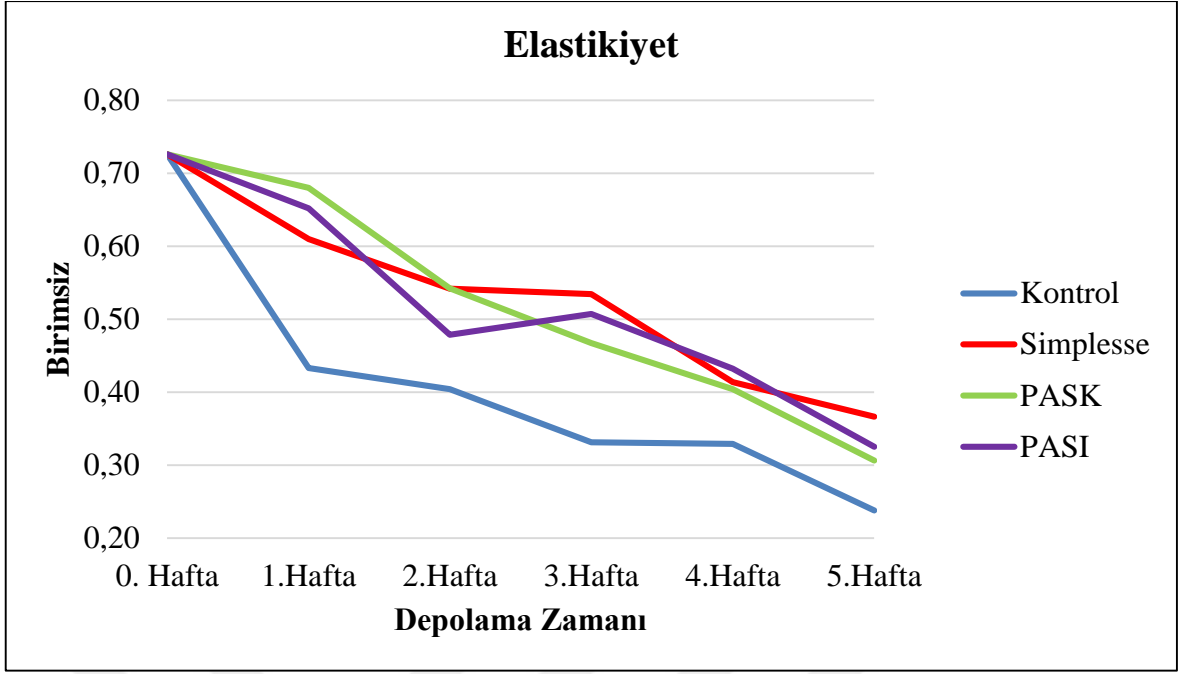
Sakızimsılık, gıdanın yutulması için gereken enerjiyi ifade eden bu parametre (Aday, 2011), meyvenin yumuşamasıyla birlikte depolama boyunca azalma göstermektedir.

Kaplanmamış örneklerde sakızimsılık değeri en düşük olup, kaplama uygulamaları arasında fark bulunmamaktadır. Kontrol grubunda, hücre duvarı polisakkaritlerini parçalayan enzimlerin daha aktif olduğu düşünüldüğünden (Toivonen ve Brummell, 2008), sakızimsılık değerlerinin daha düşük olduğu düşünülmektedir.

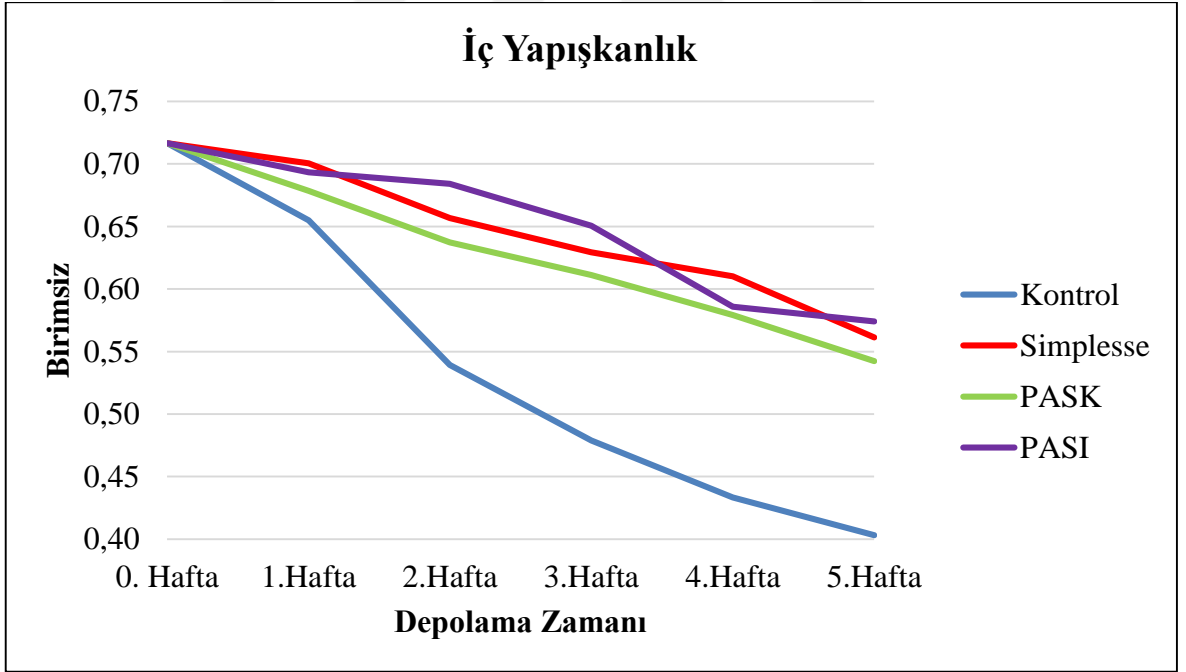
Gıdanın çiğnebilmesi için uygulanması gereken kuvvet olan çiğnenebilirlik (Yang ve ark., 2007), diğer tekstür parametrelerinde olduğu gibi kontrol grubunda en fazla azalma göstermektedir. Kaplama gruplarında ise bu değer, kontrol grubundan daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Kaplamaların, metabolik aktiviteyi yavaşlatarak, hücre duvarı bileşenlerinin parçalanmasını engellediği tahmin edilmektedir (Wang ve ark., 2004).



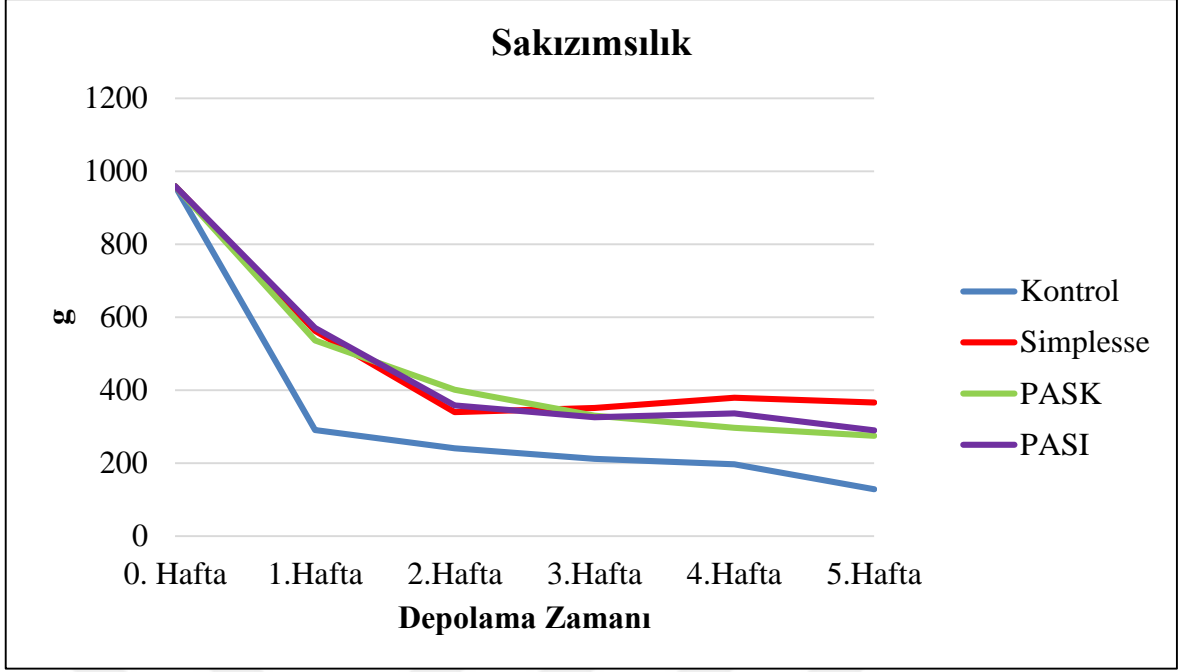
(a)



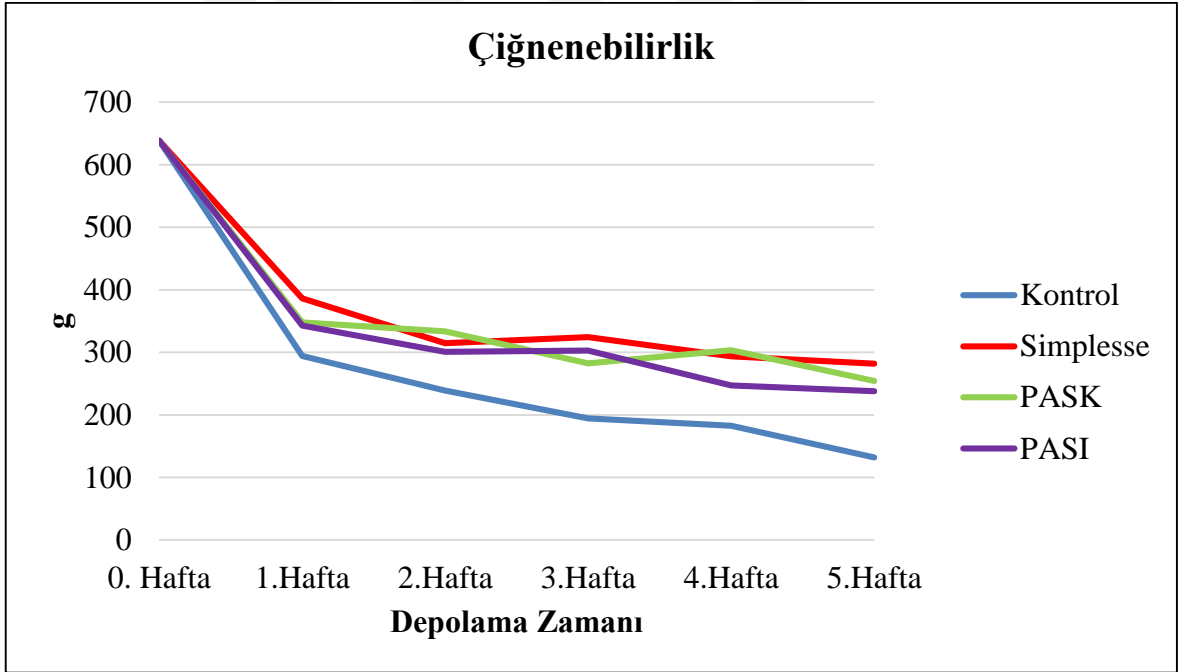
(b)



(c)



(d)



(e)

Şekil 4.7. Farklı yenilebilir filmler ile kaplanmış kayısıların testtür değerleri ((a) Sertlik, (b) Elastikiyet, (c) İç Yapışkanlık, (d) Sakızımsılık, (e) Çiğnenebilirlik)

4.3. Farklı Ozon Konsantrasyonlarının Kayıslar Üzerine Etkisi

4.3.1. pH

pH ve asitlik, meyvelerin organoleptik kalitesini ortaya koyma açısından önemli kavramlardır (Etienne ve ark., 2013). Farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon uygulanmış kayısların 20 günlük depolama süresince pH değerlerindeki değişim ve istatistiksel sonuçlar Çizelge 4.11-4.14’de görülmektedir. İstatistiksel sonuçlara göre, konsantrasyon x uygulama süresi x depolama zamanı interaksiyonu önemli bulunmamıştır. Sonuçlar irdelendiğinde, depolama süresi boyunca pH değerlerinde en fazla artışın kontrol grubu ve yüksek doz ozon uygulama gruplarında gerçekleştiği gözlenmektedir. Her bir ozon konsantrasyonunda, uygulama sürelerinin pH üzerinde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Depolama sonunda 1 ve 5 ppm ozon uygulaması ise pH değerleri bakımından depolama süresi boyunca en az değişikliğe uğrayan grup olarak göze çarpmaktadır. Kayıslarda ve diğer meyvelerde pH derecesinin depolama boyunca artışı solunum sırasında organik asitlerin kullanılması sonucu asitliğin düşmesiyle açıklanmaktadır (Ghasemnezdah ve Shiri, 2010; Anthon ve ark., 2011; Etienne ve ark., 2013; Fagundes ve ark., 2013). Düşük seviye ozon uygulaması meyvelerin organik asit kompozisyonu üzerinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı belirtilmiştir (Ali ve ark., 2014). Benzer şekilde düşük doz ozon uygulamalarında pH seviyesi daha stabil iken kontrol ve yüksek doz ozon uygulama gruplarında ise pH artışı daha fazla gözlenmiştir. Ayrıca, uygulama süresi arttıkça pH artışının daha fazla olduğu gözlenmektedir. Uygulama süresi ve yüksek dozun olumsuz etkisinin nedeni olarak ise oksidatif stresin artması ve doku hasarı neticesinde metabolik aktivitenin hızlanması ve organik asitlerin daha hızlı parçalanmasının olduğu düşünülmektedir (Aday, 2011).

Çizelge 4.11.Farklı ozon konsantrasyonlarının pH değerine ait tanıtıcı istatistikler

	Depolama süresi (Hafta)/ Uygulama Süresi (Dk)/ pH Değeri									
	0. Gün		5. Gün		10. Gün		15. Gün		20. Gün	
	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk
Kontrol	4.32±0.01	4.32±0.01	4.68±0.03	4.68±0.02	4.75±0.01	4.76±0.01	4.83±0.04	4.83±0.02	4.91±0.08	4.93±0.01
1 ppm	4.32±0.01	4.32±0.01	4.51±0.01	4.55±0.01	4.59±0.01	4.67±0.01	4.68±0.01	4.73±0.01	4.77±0.01	4.82±0.01
5 ppm	4.32±0.01	4.32±0.01	4.56±0.01	4.60±0.01	4.66±0.01	4.71±0.01	4.74±0.01	4.79±0.01	4.82±0.01	4.84±0.01
10 ppm	4.32±0.01	4.32±0.01	4.74±0.01	4.78±0.01	4.83±0.01	4.88±0.01	4.97±0.01	4.96±0.01	4.97±0.01	5.03±0.01
20 ppm	4.32±0.01	4.32±0.01	4.79±0.01	4.86±0.01	4.89±0.01	4.92±0.01	4.96±0.01	5.02±0.01	5.01±0.01	5.09±0.01

Çizelge 4.12. Farklı ozon konsantrasyonlarının pH değeri üzerine etkisi

	Depolama süresi (Hafta)/ pH Değeri									
	0. Gün		5. Gün		10. Gün		15. Gün		20. Gün	
	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk
Kontrol	4.31±0.01Aa	4.68±0.01Ab	4.75±0.01Ac	4.75±0.01Ad	4.92±0.04Ae					
1 ppm	4.31±0.01Aa	4.53±0.02Bb	4.62±0.04Bc	4.62±0.04Bd	4.79±0.03Be					
5 ppm	4.31±0.01Aa	4.58±0.02Cb	4.68±0.03Cc	4.68±0.03Cd	4.83±0.01Be					
10 ppm	4.31±0.01Aa	4.75±0.02Db	4.85±0.02Dc	4.85±0.02Dd	5.00±0.03Ce					
20 ppm	4.31±0.01Aa	4.82±0.03Eb	4.90±0.01Ec	4.90±0.01Dd	5.05±0.04De					

^{A-D} Aynı sütunda ki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

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

Çizelge 4.13. Farklı depolama sürelerinin pH değeri üzerine etkisi

	Depolama süresi (Hafta)/ pH Değeri				
	0. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün
5 dk	4.69±0.21Aa	4.57±0.16Ab	4.61±0.18Ac	4.76±0.25Ad	4.79±0.26Ae
10 dk	4.70±0.22Aa	4.61±0.18Bb	4.65±0.19Bc	4.79±0.26Bd	4.84±0.28Be

^{A,B} Aynı sütunda ki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

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

Çizelge 4.14. Farklı ozonlama sürelerinin pH değeri Üzerine Etkisi

	Depolama süresi (Hafta)/ pH Değeri				
	0. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün
5 dk	4.31±0.01Aa	4.65±0.11Ab	4.74±0.11Ac	4.83±0.12Ad	4.89±0.10Ae
10 dk	4.31±0.01Aa	4.69±0.11Bb	4.78±0.10Bc	4.86±0.11Bd	4.94±0.11Be

^{A,B} Aynı sütunda ki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

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

4.3.2. Suda Çözünür Kuru Madde

Suda çözünür kurumadde (Briks), hasat zamanında kayısıların kalitesinin belirlenmesinde önemli bir faktör olarak kullanılabilir (Bae ve ark., 2012). Farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon uygulanmış kayısıların 20 günlük depolama süresince briks değerlerindeki değişim Çizelge 4.15-4.18’de görülmektedir. İstatistiksel değerlendirmelere göre, konsantrasyon x uygulama süresi x depolama zamanı interaksyonu önemli bulunmamıştır. Sonuçlar detaylıca incelendiğinde, depolama süresi boyunca briks değerlerinde en fazla artışın kontrol grubu ve yüksek doz ozon uygulama gruplarında gerçekleştiği gözlenmektedir. Uygulama süresinin, briks değerleri üzerinde etkisi aynı ozon konsantrasyonunda, istatistiksel olarak farklıdır. Depolama süresi boyunca briks değerleri bakımından en istikrarlı grup 1 ppm ozon uygulaması olarak belirlenmiştir. Kayısı ve kayısı pulpunda yapılan bazı çalışmalarda çalışmanın sonuçlarını destekler nitelikte depolama boyunca briks değerlerinde artış kaydedilmiştir (Bae ve ark., 2012; Hussain ve ark., 2014). Meyvelerde depolama boyunca briks değerindeki artışın nem kaybı, toplam asitliğin düşmesi, polisakkaritlerin hidrolizi ve pektik bileşenlerin transformasyonu ile meyve suyu konsantrasyonunda meydana gelen değişiklikler sonucu gerçekleşebileceği bildirilmektedir (Jan ve Rab, 2012; Nath ve ark., 2012; Kaur ve ark., 2013; Ali ve ark., 2014). Bu faktörlerden özellikle nem kaybının depolama boyunca briks değerlerindeki artış üzerinde önemli düzeyde etkili olduğu düşünülmektedir. Kontrol grubunda ve yüksek ozon konsantrasyonlarında doku hasarının beraberinde getirdiği ağırlık kaybı depolama boyunca briks değerinin daha fazla yükselmesine neden olmuştur. Çünkü yüksek konsantrasyondaki ozon, oksidatif stresi arttırmakta ve kalitenin düşmesine sebep olmaktadır (Pérez ve ark., 1999).

Çizelge 4.15. Farklı ozon konsantrasyonlarının suda çözünür kuru madde değerine ait tanıttıcı istatistikler

	Depolama süresi (Gün)/ Uygulama Süresi (Dk)/ Suda Çözünür Kuru Madde Değeri											
	0. Gün		5. Gün		10. Gün		15. Gün		20. Gün			
	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk
Kontrol	16.23±0.01	16.23±0.01	18.34±0.02	18.32±0.11	19.55±0.01	19.54±0.05	20.78±0.03	20.81±0.01	22.43±0.01	22.43±0.04		
1 ppm	16.23±0.01	16.23±0.01	18.15±0.13	18.18±0.02	19.31±0.02	19.45±0.02	20.56±0.03	20.61±0.08	22.18±0.04	22.29±0.09		
5 ppm	16.23±0.01	16.23±0.01	18.23±0.03	18.37±0.01	19.45±0.03	19.52±0.03	20.70±0.03	20.78±0.01	22.34±0.02	22.47±0.05		
10 ppm	16.23±0.01	16.23±0.01	18.43±0.05	18.56±0.02	19.60±0.09	19.75±0.03	20.93±0.01	20.97±0.01	22.56±0.02	22.68±0.01		
20 ppm	16.23±0.01	16.23±0.00	18.49±0.01	18.60±0.01	19.75±0.04	19.89±0.03	21.02±0.01	21.10±0.03	22.66±0.02	22.85±0.07		

Çizelge 4.16. Farklı depolama sürelerinin suda çözünür kuru madde üzerine etkisi

	Depolama süresi (Hafta)/ Suda Çözünür Kuru Madde Değeri					
	0. Gün		5. Gün		10. Gün	
	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk
5 dk	16.23±0.01Aa	16.23±0.01Aa	18.32±0.13Ab	18.32±0.16Ac	20.79±0.17Ad	22.43±0.17Ae
10 dk	16.23±0.01Aa	16.23±0.01Aa	18.40±0.16Bb	19.63±0.17Bc	20.85±0.17Ad	22.54±0.21Be

^{A-B} Aynı sütunda ki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

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

Çizelge 4.17. Farklı ozonlama sürelerinin suda çözünür kuru madde üzerine etkisi

	Depolama süresi (Hafta)/ Suda Çözünür Kuru Madde Değeri				
	Kontrol	1 ppm	5 ppm	10 ppm	20 ppm
5 dk	19.46±2.22Aa	19.28±2.13Ab	19.39±2.19Ac	19.55±2.27Ad	19.63±2.30Ae
10 dk	19.46±2.22Aa	19.35±2.17Bb	19.47±2.22Ba	19.64±2.29Bc	19.73±2.36Bd

^{A-B} Aynı sütunda ki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

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

Çizelge 4.18. Farklı ozon konsantrasyonlarının suda çözünür kuru madde değeri üzerine etkisi

	Ozon Konsantrasyonu (ppm)/ Suda Çözünür Kuru Madde Değeri				
	0. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün
Kontrol	16.23±0.01Aa	18.33±0.06Ab	19.54±0.03Ac	20.79±0.02Ad	22.43±0.02Ae
1 ppm	16.23±0.01Aa	18.16±0.07Bb	19.37±0.08Bc	20.58±0.05Bd	22.23±0.08Be
5 ppm	16.23±0.01Aa	18.30±0.08Cb	19.48±0.05ABc	20.74±0.05Ad	22.40±0.07Ce
10 ppm	16.23±0.01Aa	18.49±0.07Db	19.67±0.10Cc	20.95±0.02Cd	22.61±0.07De
20 ppm	16.23±0.01Aa	18.54±0.06Db	19.81±0.08Dc	21.05±0.05Cd	22.75±0.11Ee

^{A-E} Aynı sütunda ki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

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

4.3.3. Görüntü analizleri

Gıdaların kalite özelliklerinin belirlenmesinde görünüş faktörü çok önemli rol oynamaktadır. Gıda ürününün boyut ve şekilsel özelliklerini tanımlayan geometrik özellikler ise, gıdanın renk özelliklerini belirleyen kromatik özellikler görüntü işleme tekniğiyle hızlı biçimde analiz edilebilmektedir (Turkyilmaz ve ark., 2011).

Çizelge 4.19-4.26'de farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon uygulanmış ve uygulanmamış kayıslardaki fiziksel özellikler verilmiştir. Depolama süresince ozonlanmış ve ozonlanmamış kayıslar arasındaki alan ve çevre parametreleri değişim göstermiştir. En fazla değişim yüksek ozon konsantrasyonu uygulanan kayıslarda gözlenirken, en az değişim ise düşük ozon konsantrasyonlarında saptanmıştır. Görünüm özelliklerinden olan çevre ve alan, ürünün su kaybetmesi sonucu azalmaktadır. Yüksek ozon konsantrasyonlarının oksidatif stresi artırarak (Pérez ve ark., 1999), hücre membranına zarar verdiği düşünülmektedir (Wiese ve Pell, 2003). Düşük ozon konsantrasyonlarında ise ozonun hücre membranını parçalayan enzimleri inactive ederek (Toivonen ve Brummell, 2008), meyvenin su kaybetmesini engellediği tahmin edilmektedir.

Çizelge 4.19. Farklı ozon konsantrasyonlarının çevre değerine ait tanıtıcı istatistikler

	Depolama süresi (Hafta)/ Uygulama Süresi (Dk)/ Çevre Değeri (cm)														
	0. Gün			5. Gün			10. Gün			15. Gün			20. Gün		
	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	
Kontrol	17.62±0.29	17.62±0.29	16.50±0.26	16.41±0.53	15.62±0.49	15.50±0.27	14.77±0.66	14.69±0.07	13.89±0.38	13.88±0.07					
1 ppm	18.58±0.27	16.80±0.40	18.20±0.14	16.40±0.33	17.08±0.23	15.41±0.17	16.27±0.27	14.73±0.02	15.53±0.29	13.98±0.05					
5 ppm	18.07±0.27	18.58±0.44	17.39±0.24	17.83±0.51	16.48±0.11	16.84±0.72	15.63±0.69	16.02±1.82	14.84±1.20	15.00±0.34					
10 ppm	18.45±0.25	17.76±0.08	16.99±0.59	16.28±0.01	15.99±0.13	15.22±0.33	15.31±0.34	14.56±0.76	14.38±0.36	13.60±0.76					
20 ppm	17.37±0.16	17.18±0.47	15.75±0.45	15.55±0.32	14.85±0.09	14.55±0.10	14.09±0.10	13.84±0.33	13.15±0.25	12.75±0.22					

Çizelge 4.20. Farklı ozonlama dozlarının çevre değeri üzerine etkisi

	Ozonlama Dozu (ppm)/ Çevre Değeri (cm)			
	Kontrol	1 ppm	5 ppm	10 ppm
	15,65±1,37 A	16,30±1,42 B	16,67±1,39 B	15,86±1,54 A
				14,91±1,54 C

^{A,C} Aynı sütunda ki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

Çizelge 4.21. Farklı depolama sürelerinin çevre değeri üzerine etkisi

Depolama süresi (Hafta)/ Çevre Değeri (cm)				
0. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün
17,80±0,64 A	16,73±0,89 B	15,75±0,85 C	14,99±0,94 D	14,10±0,91 E

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

Çizelge 4.22. Farklı ozonlama sürelerinin çevre değerleri üzerine etkisi

Ozonlama Süresi (dk)/ Çevre Değeri	
5 Dk	10 Dk
16.11±01,52 A	15.64±01,54 B

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

Çizelge 4.23. Farklı ozon konsantrasyonlarının alan değerine ait tanıttıcı istatistikler

	Depolama süresi (Hafta)/ Uygulama Süresi (Dk)/ Alan Değeri											
	0. Gün		5. Gün		10. Gün		15. Gün		20. Gün			
	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk	5 dk	10 dk
Kontrol	15.60±0.20	15.47±0.40	13.83±0.22	13.68±0.43	13.30±0.17	13.26±0.39	12.77±0.75	12.76±0.17	12.15±0.15	11.94±0.44		
1 ppm	19.19±1.03	14.21±0.68	17.84±0.55	13.06±1.29	17.41±0.47	12.74±0.54	16.77±0.05	12.34±0.27	16.09±0.28	11.76±0.24		
5 ppm	16.24±0.45	17.19±0.88	14.92±0.77	15.46±1.13	14.48±0.24	15.02±0.21	14.00±0.36	14.74±0.59	13.43±0.09	13.95±0.16		
10 ppm	16.93±0.41	15.70±0.13	14.69±0.51	13.30±1.24	13.86±0.68	12.46±0.41	13.63±0.20	12.36±0.34	12.77±0.37	11.51±0.57		
20 ppm	14.97±0.29	14.71±0.77	12.56±0.20	12.28±0.68	11.79±0.19	11.49±0.05	11.66±0.01	11.28±0.75	10.98±0.10	10.61±0.43		

Çizelge 4.24. Farklı ozonlama dozlarının alan üzerine etkisi

	Ozonlama Dozu (ppm)/ Alan Değeri			
	Kontrol	1 ppm	5 ppm	20 ppm
	13,48±1,24 A	15,14±2,60 B	14,94±1,18 B	13,72±1,66 A
				12,23±1,48 C

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

Çizelge 4.25. Farklı depolama sürelerinin alan değeri üzerine etkisi

Depolama süresi (Hafta)/ Alan Değeri				
0. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün
16,02±1,47 A	14,16±1,70 B	13,58±1,72 C	13,23±1,61 C	12,52±1,60 D

^{A-D} Aynı sütunda ki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

Çizelge 4.26. Farklı ozonlama sürelerinin alan değerleri üzerine etkisi

Ozonlama Süresi (dk)/ Alan Değeri	
5 Dk	10 Dk
14,47±2,11 A	13,33±1,69 B

^{A-B} Aynı sütunda ki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

4.3.4. Tekstür Değerleri

Tekstür Profil Analiz tekniği gıdaların enstrümantal analizinde ağız hissinin taklit edilmesinde kullanılan bir metottur. Genellikle katı ve yarı katı gıdalara uygulanan bu metotta elde edilen grafikte, alan ve uzunluk parametreleri kullanılarak, sertlik, kırılma, iç yapışkanlık, dış yapışkanlık, çiğnenebilirlik ve sakızımsılık gibi terimler hesaplanabilmektedir (Caner ve Aday, 2008). Şekil 4.9'da tekstür değerlerine ait grafikler bulunmaktadır.

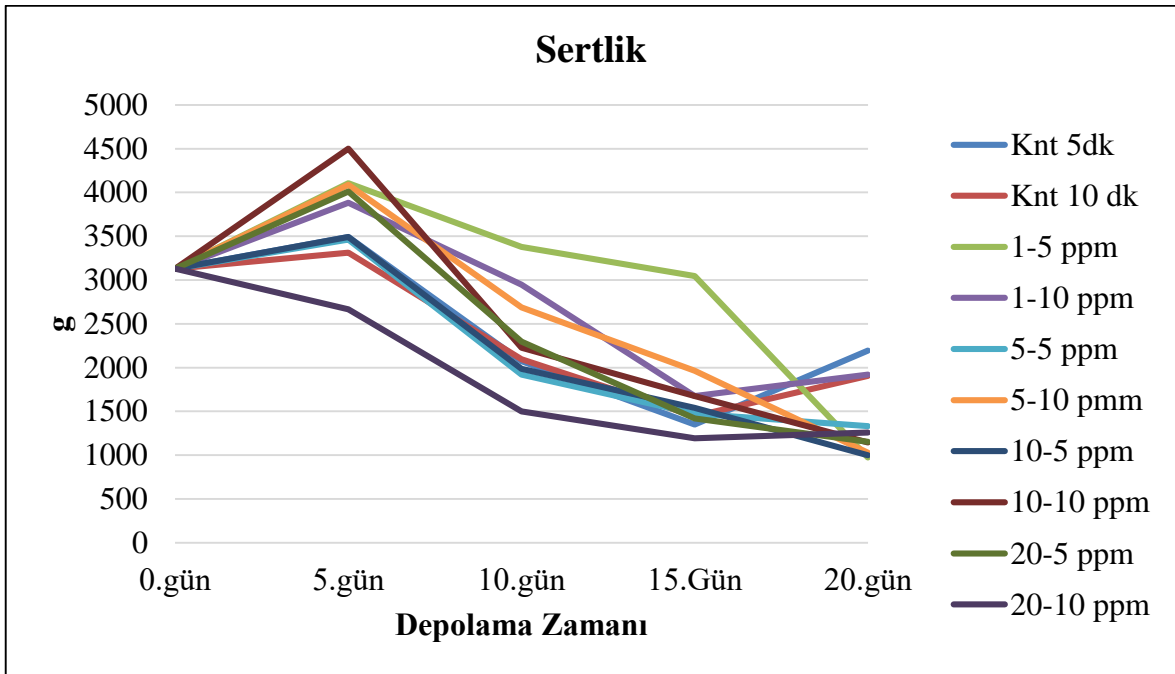
Sertlik, gıdalarda deformasyon yaratmak için uygulanan kuvvettir (Aday ve Caner., 2014). Sertlik değeri, beklenildiği üzere depolama boyunca tüm gruplarda azalma göstermekte olup, en fazla düşüş yüksek doz ozon uygulanan örneklerde gerçekleşmiştir. Bu uygulamaları kontrol grubu takip etmektedir. Hücre duvarının sertliği ve hücre içi yapışkanlığın göstergesi olan sertlik değerinin (Toivonen ve Brummell, 2008) kontrol grubunda düşük değerler almasının nedeni, solunum hızının yüksek olmasından dolayı hücre parçalanmasının daha yüksek seviyede gerçekleşmesinden kaynaklanabilmektedir.

İç yapışkanlık, gıdalardaki içsel bağların dayanıklılığı ve gücünü gösteren (Yang ve ark., 2007) bir terim olup, depolama süresinin artmasıyla beraber azalma göstermektedir. İki haftalık süreç boyunca kısmen stabil bir azalma göstermiş olup, daha sonra görülen azalma ise daha belirgindir. Sertlik parametresinde olduğu gibi en düşük değerler yüksek doz ozon uygulamalarında ve kontrol örneklerinde gözlenmiştir. Yüksek konsantrasyondaki ozonun yüksek oksidasyon potansiyeli nedeniyle organik bileşiklere zarar verdiği ve bağ gücünü azalttığı düşünülmektedir (Aday, ve ark., 2014).

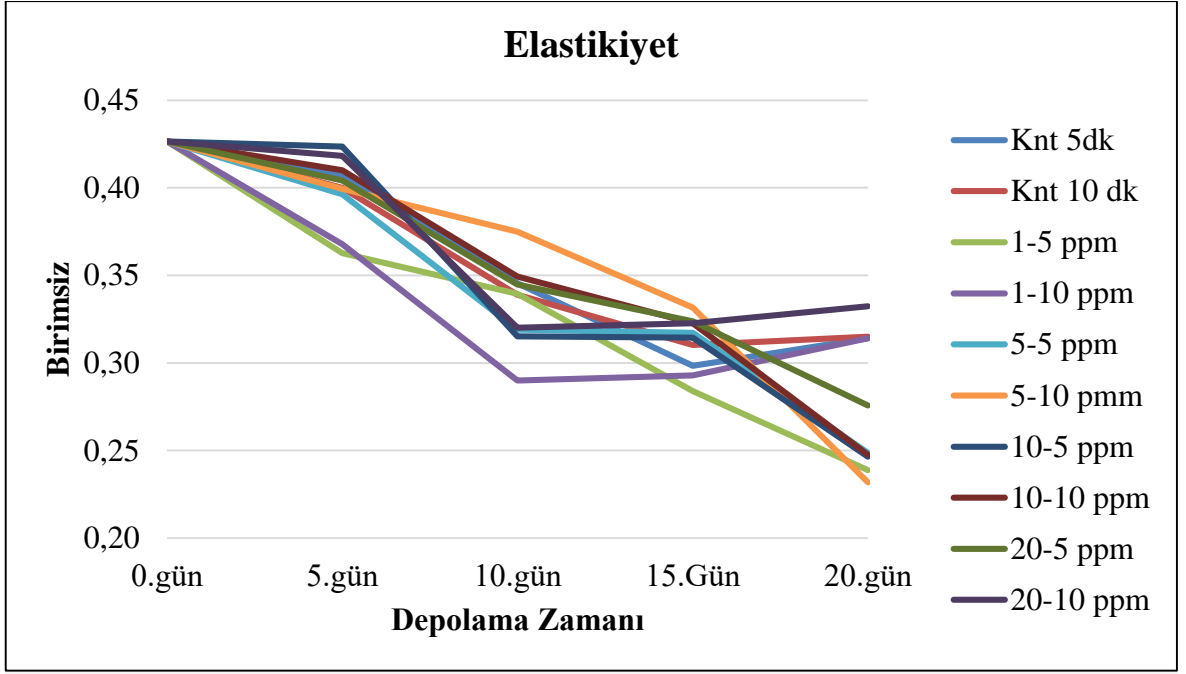
Sakızımsılık parametresi, gıdanın çiğnenmesi ve yutulmasının sağlanması için uygulanması lazım olan kuvvet olup, depolama boyunca düşüş göstermektedir. Uygulamalar arasında yüksek doz ozon uygulanan kayısılarda sakızımsılık parametresi özellikle ilk on gün boyunca en düşük değerlere sahiptir. Bunun sebebi, yüksek ozon konsantrasyonu ve uygulama süresinin hücre duvarındaki pektin ve yapısal proteinlere zarar vermesi (Wang, ve ark., 2004) olabilmektedir.

Çiğnenebilirlik, gıdanın çiğnenmeye karşı gösterdiği direnci tanımlamakta olup (Yang ve ark., 2007), sertlik, iç yapışkanlık ve elastikiyet terimlerine de bağlı bir parametredir (Huang ve ark., 2007). Kontrol ve yüksek doz ozon bu parametrenin azalışı diğer uygulamalara göre daha hızlı seyretmekte olup, bunun sebebinin, orta lamel parçalanması ve pektin bileşenlerinin depolimerizasyonunun (Vicente ve ark., 2007) bu gruplarda daha fazla gerçekleşmiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

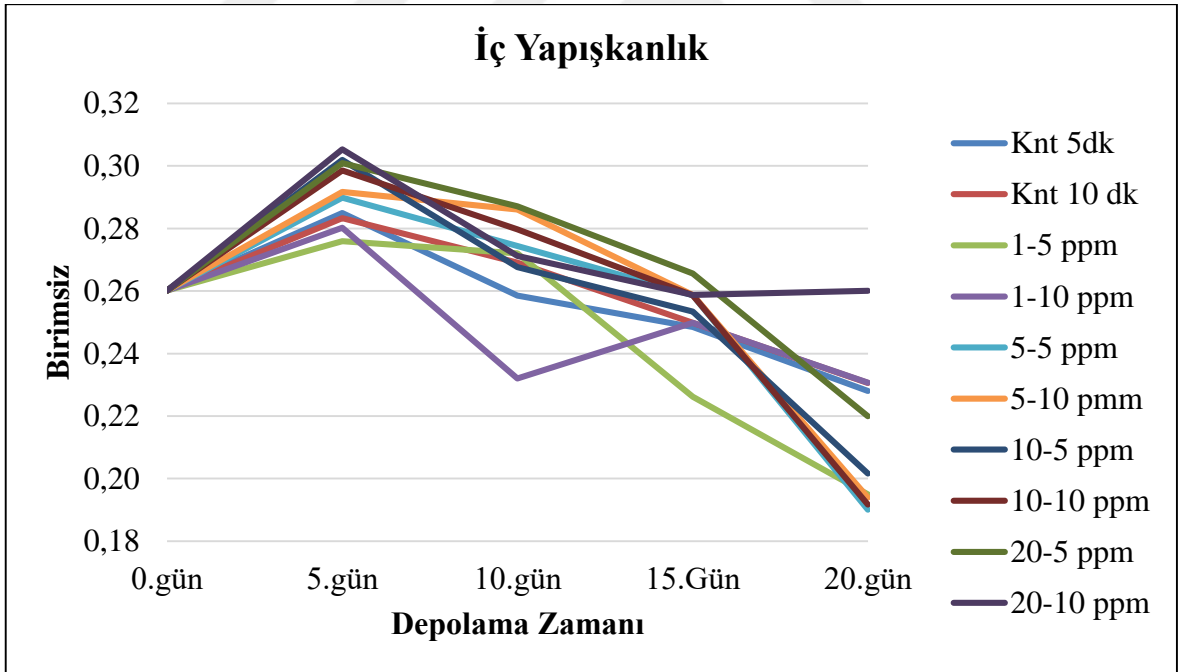
Elastikiyet ve Esneklik, gıdaya bir kuvvet uygulandıktan ve kuvvet kaldırıldıktan sonra gıdanın eski haline dönme yeteneğini ifade etmekte olup (De Huidobro ve ark., 2005; McBride ve ark., 2004), depolama boyunca azalış görülmektedir. Diğer tekstürel parametrelerde olduğu gibi bu parametrelerde de en fazla azalış yüksek doz ozon ve kontrol grubunda gözlenmektedir. Yüksek konsantrasyondaki ozonun hücre duvarına olumsuz etki yapması (Whangchai ve ark., 2010) sonucunda, bu sonuçların görüldüğü tahmin edilmektedir.



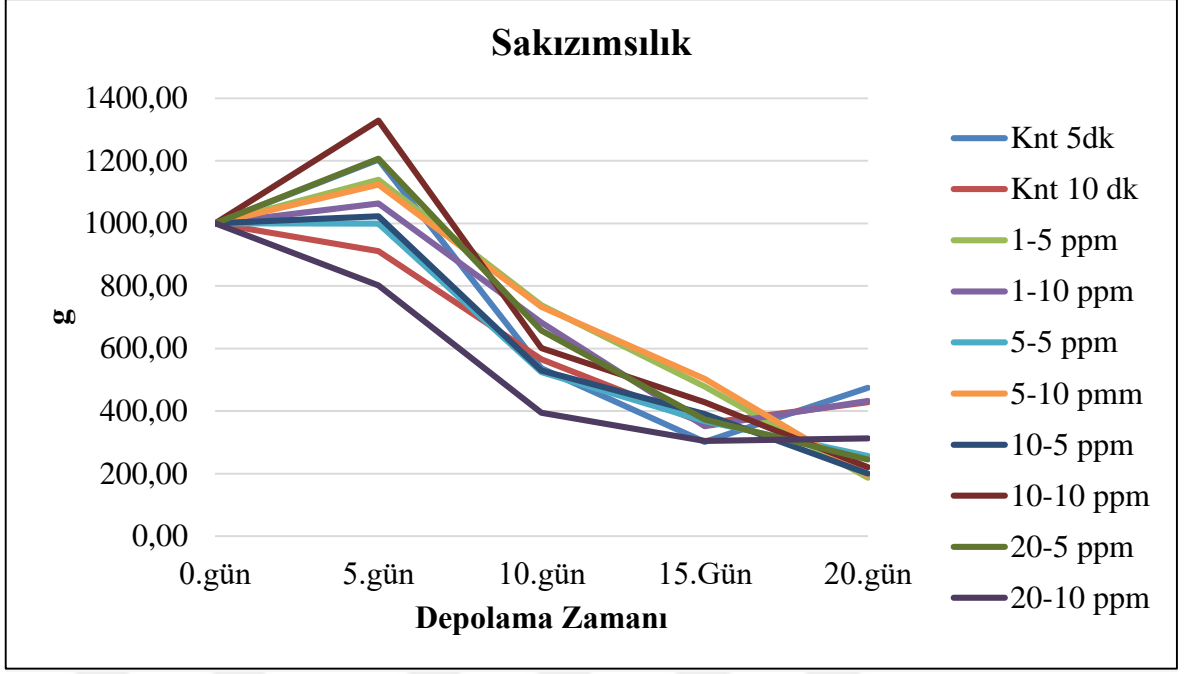
(a)



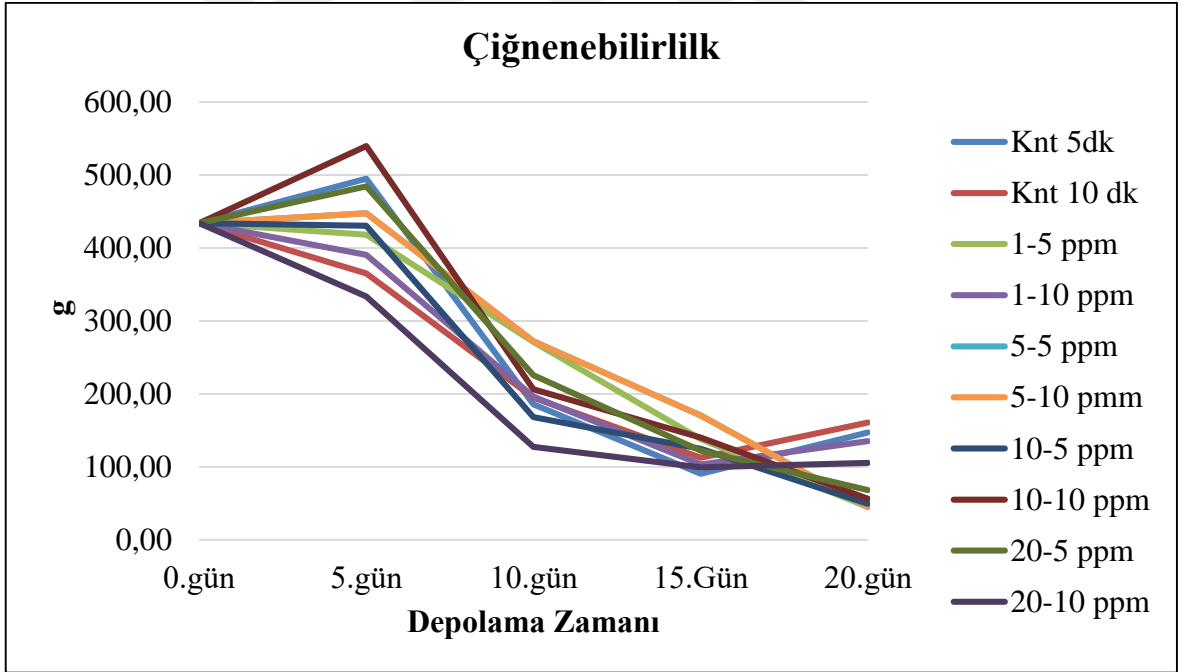
(b)



(c)



(d)



(e)

Şekil 4.8. Farklı ozon konsantrasyonlarının tekstür değerleri üzerine etkileri ((a) Sertlik, (b) Elastikiyet, (c) İç Yapışkanlık, (d) Sakızımsılık, (e) Çiğnenebilirlik)

4.3.5. Renk Değerleri

Meyve sebzelerde renk; klorofiller (yeşil), karotenoidler (kırmızı-sarı) ve antosiyaninler (kırmızı-mavi-mor) olmak üzere başlıca üç pigmentten meydana gelmektedir. Bu pigmentler sayesinde, tüketici kabul edilebilirliğinin belirlenmesindeki ilk ve en önemli faktör olan meyve rengi oluşmaktadır (Artes ve ark., 2002). Kayısı meyvesinin kendine has rengini veren renk pigmenti ise doğada en yaygın karotenoid olan β -karotendir (Karabulut ve ark., 2007). Farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon uygulanmış kayısıların 20 günlük depolama süresince kayısı parlaklığını gösteren L değerindeki değişim Çizelge 4.27-4.30 da ve kayısı sarılığını gösteren b değerindeki değişim ise Çizelge 4.31-4.34'de görülmektedir. Konsantrasyon x depolama x süre üçlü interaksiyonları istatistiksel olarak önemsiz bulunurken ($p>0,05$), faktörlerin etkisi ayrı ayrı önemli bulunmuştur. Sonuçlar incelendiğinde; kayısıların başlangıç L değeri 60,84 iken depolama süresi sonunda kontrol grubu 46,61 seviyesine düşmüş, ozon uygulanmış gruplar ise bir miktar artış göstererek 67,14-68,93 seviyelerine ulaşmıştır. Tüm ozon uygulamaları, kontrol grubundan farklı olup, ozon uygulamaları kendi arasında değerlendirildiğinde ise 1 ppm ve yüksek ozon konsantrasyonları (10 ppm ve 20 ppm) arasındaki fark önemli bulunmuştur. Kontrol grubunda meydana gelen düşüş, depolama boyunca hasat sonrası enzimatik reaksiyonlar sonucunda esmerleşme ürünlerinin oluşumu ile açıklanmaktadır (Do Nascimento Nunes., 2009; Holderbaum ve ark., 2010). Ozon uygulamasının depolama boyunca L değerinde neden olduğu artışın ise ozonun ağartıcı etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Aday ve ark., 2014).

Farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon uygulamasının kayısıların b değeri üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde; başlangıçta 50,70 olan b değeri depolama süresi sonunda 34,20-44,02 seviyelerine kadar azalmıştır. Depolama sonunda en düşükten en yükseğe doğru b değeri sıralaması 20 ppm, 10 ppm, kontrol, 5 ppm ve 1 ppm şeklinde gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda, 1 ppm ve 5 ppm ozon gazı uygulamalarının kayısıların b değerinin korunmasında etkili olduğu söylenebilir. Fakat, yüksek konsantrasyon ozon uygulamalarının (10 ppm ve 20 ppm) ise kayısıların b değeri üzerinde negatif etkiye sahip olduğu görülmektedir. Bu etkinin, yüksek konsantrasyon ozonun karotenoidlerin konjuge çift bağlarına etki ederek aromatik halkalarını açması ve organik asitler, aldehitler ve ketonlar gibi kısmi oksidasyon ürünlerinin oluşması suretiyle karotenoidlerin oksidatif parçalanma hızını arttırması sebebiyle gerçekleştiği düşünülmektedir (Tiwari ve ark., 2008).

Çizelge 4.27. Farklı ozon konsantrasyonlarının L değerine ait tanıttıcı istatistikler

	Depolama süresi (Gün)/ Uygulama Süresi (Dk)/ L Değeri														
	0.Gün			5.Gün			10.Gün			15.gün			20.Gün		
	5 dk	10 dk	5 dk	5 dk	10 dk	5 dk	5 dk	10 dk	5 dk	5 dk	10 dk	5 dk	5 dk	10 dk	5 dk
Kontrol	60.84±0.09	60.84±0.09	57.65±1.26	56.83±1.17	54.31±1.91	54.86±1.48	51.73±1.84	50.85±0.52	46.69±0.84	46.53±1.43					
1 ppm	60.84±0.09	60.84±0.09	62.60±0.23	64.11±0.94	63.16±1.02	63.63±1.01	64.97±0.28	65.75±1.63	67.14±1.35	67.16±0.55					
5 ppm	60.84±0.09	60.84±0.09	63.79±0.42	64.88±1.53	64.09±0.97	64.17±0.28	64.27±0.86	65.26±0.46	67.76±0.66	67.96±0.54					
10 ppm	60.84±0.09	60.84±0.09	64.83±0.41	65.41±0.94	65.11±0.64	65.53±1.51	65.16±1.06	66.79±0.61	68.14±1.15	68.92±0.93					
20 ppm	60.84±0.09	60.84±0.09	65.89±0.58	66.47±0.69	65.55±0.97	65.97±0.62	66.42±1.98	67.26±0.90	68.73±0.73	69.14±0.89					

Çizelge 4.28. Farklı depolama sürelerinin L değeri üzerine etkisi

	Depolama Süresi (Gün)/ L değeri			
	0.gün	5.gün	10.gün	15.gün
60.84±0.07 A	63.25±3.33 BC	62.64±4.30 B	62.85±6.05 B	63.89±8.88 C

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

Çizelge 4.29.Farklı ozon konsantrasyonlarının L değeri üzerine etkisi

	Ozon Konsantrasyonu (ppm)/ L değeri			
	Kontrol	1 ppm	5 ppm	10 ppm
54.12±5.11 A	64.02±2.30 B	64.39±2.37 BC	65.16±2.65 CD	65.71±2.83 D

^{A-D} Aynı sütunda ki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

Çizelge 4.30.Farklı ozonlama sürelerinin L değeri Üzerine Etkisi

Ozonlama Süresi (dk)/ L Değeri	
5 dk	10 dk
62.49±5.23 A	62.87±5.55 B

^{A-B} Aynı sütunda ki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

Çizelge 4.31. Farklı ozon konsantrasyonlarının b değerine ait tanıtıcı istatistikler

	Depolama süresi (Hafta)/ Uygulama Süresi (Dk)/ b Değeri													
	0.Gün			5.Gün			10.Gün			15.gün			20.Gün	
	5 dk	10 dk	15 dk	5 dk	10 dk	15 dk	5 dk	10 dk	15 dk	5 dk	10 dk	15 dk	5 dk	10 dk
Kontrol	50.70±0.22	50.70±0.22	50.70±0.22	46.37±0.76	46.78±0.40	43.20±1.22	42.89±0.60	41.86±1.21	41.56±0.14	37.49±1.08	38.04±0.32			
1 ppm	50.70±0.22	50.70±0.22	50.70±0.22	48.03±0.44	47.41±0.67	46.76±0.76	45.76±0.05	45.39±0.66	44.12±1.36	44.02±1.15	43.42±0.35			
5 ppm	50.70±0.22	50.70±0.22	50.70±0.22	48.16±0.56	47.81±0.62	47.10±0.79	45.55±0.85	44.52±0.39	44.41±1.12	43.27±1.66	43.28±1.35			
10 ppm	50.70±0.22	50.70±0.22	50.70±0.22	44.83±0.83	43.78±0.79	41.54±1.37	41.09±0.77	38.72±0.68	37.94±1.48	35.07±0.36	34.20±0.75			
20 ppm	50.70±0.22	50.70±0.22	50.70±0.22	43.65±1.15	42.54±1.45	41.03±0.74	40.18±0.94	38.03±0.57	37.00±0.72	35.72±0.63	34.98±0.48			

Çizelge 4.32. Farklı depolama sürelerinin b değeri üzerine etkisi

Depolama Süresi (Hafta)/ b değeri			
0.gün	5.gün	10.gün	20.gün
50,70±0,16 A	45,938±2,10 B	43,51±2,59 C	41,35±3,18 D
			38,95±4,02 E

^{A-E} Aynı sütunda ki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

Çizelge 4.33.Farklı ozon konstanrasyonlarının b değeri üzerine etkisi

Ozon Konsantrasyonu (ppm)/ b değeri			
Kontrol	1 ppm	5 ppm	20 ppm
43,96±4,55 A	46,63±2,59 B	46,55±2,79 B	41,86±5,65 C

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

Çizelge 4.34.Farklı ozonlama sürelerinin b değeri üzerine etkisi

Ozonlama Süresi (dk)/ b Değeri	
5 dk	10 dk
44,33±4,80 A	43,85±4,96 B

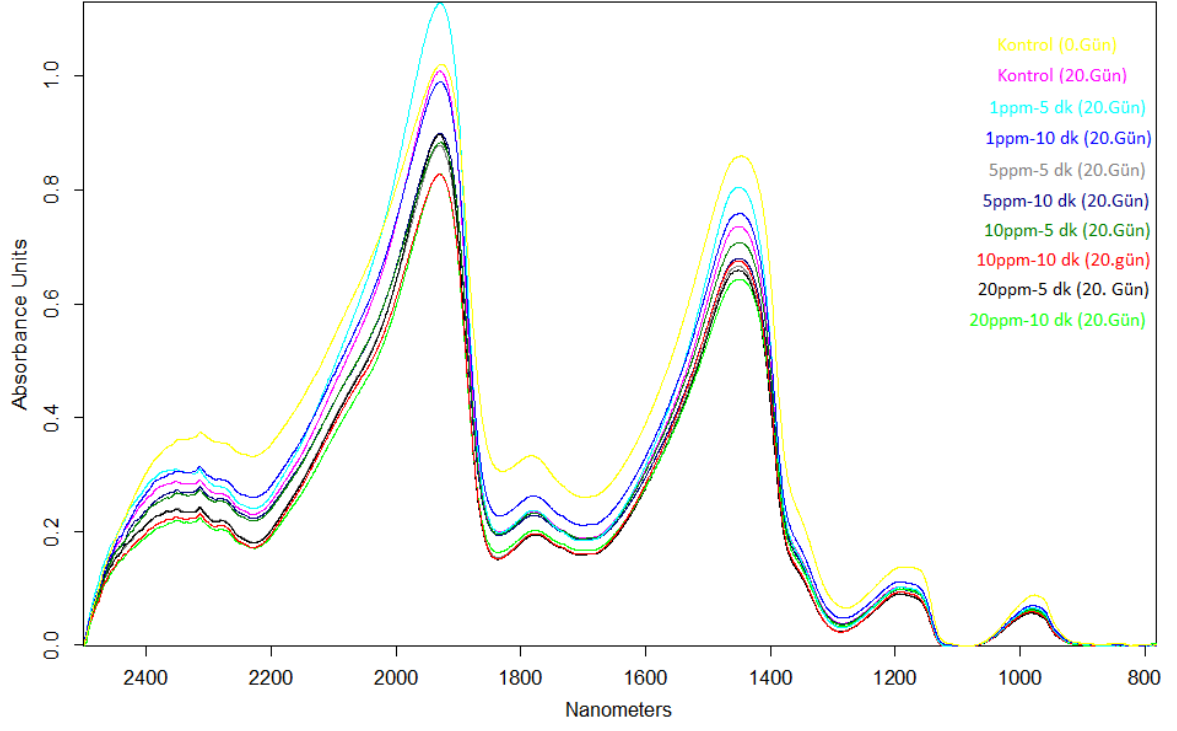
^{A-B} Aynı sütunda ki farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (p < 0.05).

4.3.6. FT-NIR Analizleri

Taze meyve ve sebzelerde FT-NIR yöntemi suda çözülebilir şeker içeriğini tespit etmede ve ürünlerin bu yöndeki kalitesini belirlemede en etkili hasarsız tekniklerdendir (Rodriguez-Saona ve ark., 2001). Şekil 4.10'da farklı ozon dozlarına ait FT-NIR grafikleri verilmiştir. Grafikten de anlaşılacağı üzere farklı doz ve sürelerde uygulanan ozon uygulamalarına ait absorpsiyon pikleri birbirlerine yakın değerler göstermektedir. Depolama süresine bağlı olarak absorpsiyon piklerinde düşüşlerin olduğu görülmektedir. Kontrol ve düşük doz uygulamalı ürünlere ait piklerin absorpsiyon değerleri yüksek doz uygulamalarına göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

970, 1190, 1448 ve 1932 nm'lerde ki pikler ürünlerdeki su içerisinde bulunan O-H bağlı grupları ihtiva etmektedir (Brandão ve ark., 2010, Bureau ve ark., 2009). Yüksek konsantrasyonlarda ki ozon kullanımı ürünlerin doku yapısını bozmaktadır (Palou ve ark.,2002). Bu durum depolama süresi boyunca elde edilen FT-NIR grafiklerinde de ortaya konulmaktadır. Su içeriği bulunan piklerde yüksek konsantrasyon uygulanan kayısıların absorpsiyon değerleri düşük konsantrasyon içeriklerine göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Depolama boyunca su kaybının artışı bu durumu desteklemektedir.

1750 ve 2300 nm dolaylarında ki pikler şeker içeriklerini göstermektedir. Bu bantlarda oluşan absorpsiyon değerleri C-H/C-C ve O-H bağlarının titreşiminden meydana gelmektedir (Rodriguez-Saona ve ark., 2001). Yüksek ozon uygulanan kayısıların absorpsiyon değeleri düşük olan uygulamalara göre daha az olduğu görülmektedir. Yüksek ozon uygulamaları ürünlerin organik yapılarına zarar vererek dokuların parçalamasına ve su kaybının artmasına neden olmaktadır (Khadre ve ark., 2001) . Elde edilen bulgular suda çözünür kuru madde değerleri ile görüntü analizlerinde benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.9. Depolama süresince farklı ozon dozları uygulanmış kayıslara ait FT-NIR grafikleri

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemiz kayısı yetiştiriciliğinde önemli bir potansiyele sahiptir. Ancak kayısıda hasat döneminin kısa olması ve yaş kayısının çabuk bozulması (raf ömrünün kısa), taşıma, depolama ve ambalajlama sırasında meydana gelen mekanik hasarların ve mikrobiyolojik bozulmaların olması nedeniyle ihracatın da sıkıntılara yol açmaktadır. Yeni muhafaza teknikleri kullanılarak özellikle ihracat anlamında yaş kayısının raf ömrü arttırılarak oluşabilecek mekanik ve mikrobiyolojik hasarların önüne geçilebilir ve taze kayısının pazarlamasının daha etkin şekilde yapılması sağlanabilir.

Aynı zamanda ürünlerin ihracat edilmeden ya da piyasaya sürülmeden önce görüntü işleme ve hasarsız spektroskopik yöntemler ile kalite kontrollerinin yapılması zaman ve kaliteli ürünlerin seçilmesi anlamında oldukça faydalı olacaktır.

Bundan dolayı, kayısıda kalite kriterleri olan pH, renk, suda çözülebilir kuru madde, görüntü analizleri, tekstürel parametreler ve FT-NIR analizleri +4 °C’de 5 hafta boyunca depolanan kayılara uygulanmıştır.

Bu çalışma üç ana kısımdan; farklı yenilebilir kaplamalar, protein bazlı kaplamalar ve ozon uygulamasından oluşmaktadır.

Çalışmanın birinci bölümünde farklı yenilebilir kaplamalar (şellak, kitosan, peynir altı suyu isolatı) ile kayısların raf ömürlerinin arttırılması ve kalite kriterleri üzerine etkileri hedeflenmiştir. Yapılan analizlerde yenilebilir film kaplamalar kontrol grubuna göre istatistiksel olarak daha iyi sonuçlar göstererek kayısı ürün kalitesini 5 hafta boyunca daha iyi bir şekilde koruduğu saptanmıştır. Kullanılan yenilebilir film kaplamalar etkin şekilde taze kayıslarda kütle transferini azaltarak solunum hızının yavaşlatmakta ve ürünlerin etkin olarak raf ömrünü arttırmaktadır. Ambalaj içi gaz konsantrasyonların da yenilebilir kaplamalar karbondioksit seviyesini artmasına ve oksijen seviyesinin düşmesini engelleyerek ambalaj içinde ki solunum hızını azaltarak, dokunun yumuşamasını geciktirmekte ve kalitenin korunmasını sağlamaktadır. pH, renk, tekstür, suda çözünür kuru madde, görüntü ve FT-NIR analizlerinde kitosan ve PASI arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken şellak diğer kaplama materyallerine göre daha iyi koruma sağladığı tespit edilmiştir. Yenilebilir film kaplamalar, meyvelerin parlaklığını arttırmada, et ve yüzey renk değişimlerini geciktirmekte, ürünlerde meydana gelen çürümelere yavaşlatmakta ve dokuda meydana gelebilecek yumuşamayı azaltıcı yönde etkisi bulunmaktadır.

Sonuç olarak şellak ile kaplanan kayısılar 5 haftalık depolama süresi sonunda ürünlerin hasat edildiği kalite kriterlerine en yakın sonuçları sağlamıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde kayısının raf ömrünü arttırmak amacıyla protein bazlı yenilebilir filmler (PASI, PASK ve Simplese) kullanılmıştır. Görüntü analiz değerleri ağırlık kaybı ile iyi bir korelasyon göstermektedir. Yenilebilir film ile kaplanan kayısılar depolama boyunca daha az su kaybettiğinden dolayı ağırlık kaybı daha az miktarda olurken çevresel ve alansal değişimleri de aynı oranlarda değişime uğramıştır. Aynı zamanda ürünlerin tekstür değerleri depolama süresince yapısında bozulma ve yumuşama gösteren kontrol grubuna göre daha iyi sonuçlar elde edildiğini göstermektedir. Bu kapsamda yapılan analizler neticesinde süt proteini bazlı yenilebilir kaplamalar istatistiksel olarak aralarında ki fark önemsiz olurken kontrol grubu diğer uygulamalardan farklılık göstermektedir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde farklı dozlarda ozon uygulamaları (1 ppm, 5 ppm, 10 ppm ve 20 ppm) ve farklı uygulama süreleri (5 dk ve 10 dk) kayısılar üzerine uygulanmıştır. Yapılan pH, suda çözünür kuru madde, görüntü analizleri neticesinde düşük doz ozon uygulamalarının (1 ppm ve 5 ppm) daha iyi sonuçlar verdiği ortaya konulmuştur. Yüksek doz ozon uygulamaları büyük oksidasyon potansiyeline sahip olduğundan dolayı ürünlerde ki hücre membranına zarar vermekte ve bu durum ürün üzerinde iyi bir koruma sağlayamamaktadır. FT-NIR analizlerinde yüksek doz ozon uygulanan kayısılar düşük absorpsiyon değerleri göstermiştir. Briks içeriğine ait FT-NIR grafiklerinde yüksek doz ozon ürünlerin oksidatif stresini artırarak kalitenin düşmesine neden olduğundan bu piklerde belirgin bir ayrışma söz konusudur.

Ozon; gıdaların raf ömrünü artırmada ve ürünlerin kalitelerini koruma amacıyla kullanıldığında çevresel etkisinin minimum düzey de olduğu, ürünlere uygulandığında insan sağlığına etkisi en az seviyede ve ürünün yapısını bozmayacak şekilde uygun dozlarda uygulanmalı ve ekonomik açıdan uygun olmalıdır.

Ekonomik açıdan bakıldığında yenilebilir film kaplamalar ticari açıdan oldukça düşük maliyetlerde satılabilmektedir. Özellikle peynir altı suyu süt kaynaklı ürün olduğundan dolayı maliyeti oldukça düşük olabilmekte ve piyasa koşullarında sık rastlanabilmektedir.

Görüntü işleme ve hasarsız tespit sistemleri ürünlerin kaliteleri hakkında ki bilgileri yüksek doğruluk derecesinde, hızlı, ekonomik ve ürünlere zarar vermeden bizlere sunduğu görülmektedir. Bu tip sistemlerin ticari anlamda geliştirilip daha küçük boyutlara indirgenebildiği ve daha az maliyetlere yapıldığı taktirde üreticiler kendi ürünlerinin olgunlaşmasını ve kalitelerini daha iyi bir şekilde takip edebileceklerdir. Bu sayede erken

hasat olaylarının yada olgunlaşmamış ürünlerin piyasaya sürülmesi engellenebilecek, kaliteli ürünler daha az kaliteli ürünlerden ayrıştırılarak ihracata yönelik pazarlanabilecek ve tüm bu işlemler daha hızlı bir şekilde olabilmesi sağlanacaktır.

Genel olarak bakıldığında, kayıpların raf ömrünü uzatmada yenilebilir kaplamaların olumlu etkisi olduğu ve bu kapsamda oluşabilecek ekonomik kayıpların önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca ürünlerin raf ömürlerini artırmada kullanılan kimyasal ajanların konsantrasyonlarının optimum seviyede belirlenmesi gerekmektedir.

Ülkemizde önemli düzeyde yetiştiriciliği yapılan ve dünyaya ihraç ettiğimiz kayısının depolama süresini ürünlerin kaliteleri bozulmadan uzatabildiğimiz taktirde kayıplar minimum seviye inebilecek ve ülke ekonomisine katkı sağlanacaktır.

İleriye dönük olarak, kaplama materyallerinin ticari olarak etkin kullanımının artırılmasına, antimikrobiyel ve antioksidan maddelerle nanoteknoloji yardımıyla birleştirilerek kullanılması; ozon gibi kimyasal ajanların uygun ürünlere uygun dozlarda uygulanmasına üzerine yoğunlaşılmalıdır. Görüntü işleme ve spektroskopik teknikler gibi hasarsız teknolojilerin gıda alanında kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmaların artması hedeflenmelidir.

KAYNAKLAR

- Abbott A., Harker F.R., 2002. Texture. Erişim tarihi: 15.02.2016.
<http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/texture.pdf>.
- Aday M.S., 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.
- Aday M.S., 2011. Aktif Ambalajlama ve Yeni Muhafaza Yöntemleri ile Çileğin Raf Ömrünün Arttırılması. Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.
- Aday M.S., Buyukcan M.B., Temizkan R., Caner C., 2014. Role of Ozone Concentrations and Exposure Times in Extending Shelf Life of Strawberry. *Ozone-Science & Engineering*. 36(1): 43-56.
- 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.
- Aday M.S., Caner C., 2014. Individual and Combined Effects of Ultrasound, Ozone and Chlorine Dioxide on Strawberry Storage Life. *LWT - Food Science and Technology*. 57(1): 344-351.
- Akin E.B., Karabulut I., Topcu A., 2008. Some Compositional Properties Of Main Malatya Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Varieties. *Food Chemistry*. 107 (2): 939-948.
- Alagöz S., Özkan M., 2013. Farklı Sıcaklıklarda Depolanan Gün Kurusu Kayısılarının Reflektans Renk Değerlerindeki Değişimler. TGDF Gıda Kongresi. Ankara, 75.
- Alexandre E.M., Brandão T.R., Silva C.L., 2012. Emerging Technologies to Improve the Safety and Quality of Fruits and Vegetables. In *Novel Technologies in Food Science*. Springer, New York. 261-297.
- Ali A., Ong M.K., Forney C.F., 2014. Effect of Ozone Pre-Conditioning on Quality and Antioxidant Capacity of Papaya Fruit During Ambient Storage. *Food Chemistry*. 142: 19-26.
- Anonim, 2015. Kayısı Sektör Araştırması. <http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-54.pdf>. Erişim Tarihi: 07.08.2015.
- Anonim, 2016. <http://slideplayer.biz.tr/slide/1982173/>. Erişim Tarihi: 15.01.2016.
- Anthony G.E., LeStrange M., Barrett D.M., 2011. Changes in Ph, Acids, Sugars and Other Quality Parameters During Extended Vine Holding of Ripe Processing Tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 91 (7): 1175-1181.
- Antihus H.G., Yong H., Annia G.P., 2006. Non-Destructive Measurement of Acidity, Soluble Solids and Firmness of Satsuma Mandarin Using Vis/NIR-Spectroscopy Techniques. *Journal of Food Engineering*. 77(2): 313-319.

- Artés F., Minguez M.I., Hornero D., 2002. Analysing Changes in Fruit Pigments. D.B. MCDougall (Ed.), Colour in food, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England. 248–282.
- Asma B.M., Kan T., Birhanlı O., Abacı T., Erdoğan A., 2007. Çok Amaçlı Kayısı Islah Projesi. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. Atatürk Üniv. Zir. Fak. 4-7 Eylül 2007. Erzurum. 1:145-149.
- Aubert C., Chanforan C., 2007. Postharvest Changes in Physicochemical Properties and Volatile Constituents of Apricot (*Prunus armeniaca* L.). Characterization of 28 Cultivars. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 55(8): 3074-3082.
- Ayana B., 2007. Antimikrobiyal Yenilebilir Filmlerin Üretimi ve Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Mersin Üniversitesi, Mersin.
- Ayrancı E., Tunç S., 2004. The Effect Of Edible Coatings on Water and Vitamin C Loss of Apricots (*Armeniaca vulgaris* Lam.) And Green Peppers (*Capsicum annuum* L.). Food Chemistry. 87(3): 339-342.
- Bae H., Yun S.K., Chung K.H., Yoon I.K., Nam E.Y., 2012. Changes in Organic Acid and Characteristics of Plumcot, Plum, Apricot Fruits at Different Developmental Stages. 원예과학기술지 제 30 권 별호 II (Korean Society For Horticultural Science). 10: 105-105.
- Baldwin E.A., 1999. Surface Treatments and Edible Coatings in Food Preservation. Pages 577-609 in Handbook of Food Preserv. M. S. Rahman ed. Marcel Dekker Inc, New York, USA.
- Baldwin E.A., Hagenmaier, R., Bai, J. (Eds.). 2011. Edible coatings and films to improve food quality. CRC Press.
- Baysal T., Bilek S.E., Apaydın E., 2010. The Effect of Corn Zein Edible Film Coating on Intermediate Moisture Apricot (*Prunus armenica* L.) Quality. Gıda, 35(4): 245-249.
- Blasco J., Aleixos N., Molto E., 2003. Machine Vision System for Automatic Quality Grading of Fruit. Biosystems Engineering. 85(4): 415-423.
- Bobelyn E., Serban A.S., Nicu M., Lammertyn J., Nicolai B.M., 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.

- Bonilla J., Atarés L., Vargas M., Chiralt A., 2012. Edible Films and Coatings to Prevent the Detrimental Effect of Oxygen on Food Quality: Possibilities and Limitations. *Journal of Food Engineering*. 110(2): 208-213.
- Boonkorn P., Gemma H., Sugaya S., Setha S., Uthaibutra J., Whangchai K., 2012. Impact Of High-Dose, Short Periods Of Ozone Exposure On Green Mold And Antioxidant Enzyme Activity Of Tangerine Fruit. *Postharvest Biology And Technology*, 67, 25-28.
- Botondi R., Desantis D., Bellincontro A., Vizovitis K., Mencarelli F., 2003. Influence of Ethylene Inhibition by 1-Methylcyclopropene on Apricot Quality, Volatile Production, And Glycosidase Activity of Low and High-Aroma Varieties of Apricots. *J. Agri c. Food Chem*. 51: 1189-1200.
- Brasil I.M., Gomes C., Puerta-Gomez A., Castell-Perez M.E., Moreira R.G., 2012. Polysaccharide-Based Multilayered Antimicrobial Edible Coating Enhances Quality of Fresh-Cut Papaya. *LWT-Food Science and Technology*. 47(1): 39-45.
- Brandão M.C.M.P., Carmo A.P., Bell M.J., Anjos V., 2010. Characterization of Milk by Infrared Spectroscopy. *Rev. Inst. Latic*. 65 (373): 30-33.
- Brosnan T., Sun D.W., 2004. Improving Quality Inspection of Food Products by Computer Vision—A Review. *Journal of Food Engineering*. 61 (1): 3-16.
- Bureau S., Ruiz D., Reich M., Gouble B., Bertrand D., Audergon J.M., Renard C.M., 2009. Rapid and Non-Destructive Analysis of Apricot Fruit Quality Using FT-Near-Infrared Spectroscopy. *Food Chemistry*. 113(4): 1323-1328.
- Büyükcan M.B., 2008. Kayısıda Bazı İçsel Kalite Kriterlerinin Fourier Dönüşümlü- Yakın Kızıl Ötesi (FT-NIR) Spektroskopisi Kullanılarak Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye
- Caner C., Yüceer M., 2015. Efficacy of Various Protein-Based Coating on Enhancing the Shelf Life of Fresh Eggs During Storage. *Poultry Science*. 94: 1665-1677.
- Caner C., Aday M.S., 2008. Gıdalarda Tekstür ve Enstrümental Tekstür Analizi. *Akademik Gıda*. 6(5): 26-35.
- Caner, C., 2005. Whey Protein Isolate Coating and Concentration Effects on Eggs Shelf Life. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 85 (13): 2143-2148.
- Castro I., Teixeira J.A., Salengke S., Sastry S.K., 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.

- Cengiz E., 2011. Kayısı (*Prunus armeniaca* L.) ve Kayısı Çekirdeğinde Kuersetinin Hplc-Ms ile Tayini. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi, Türkiye.
- Certel M., Uslu M.K., Ozdemir F., 2004. Effects of Sodium Caseinate and Milk Protein Concentratebased Edible Coatings on the Postharvest Quality of Bing Cherries. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 84 (10): 1229-1234.
- Chauhan O.P., Nanjappa C., Ashok N., Ravi N., Roopa N., Raju P.S., 2013. Shellac and Aloe Vera Gel Based Surface Coating for Shelf Life Extension of Tomatoes. *Journal Of Food Science And Technology*. 52(2): 1200-1205.
- Chauhan O.P., Raju P.S., Singh, A., Bawa, A.S., 2011. Shellac and Aloe-Gel-Based Surface Coatings For Maintaining Keeping Quality of Apple Slices. *Food Chemistry*. 126(3): 961-966.
- Chilosi G., Tagliavento V., Simonelli R., 2013. Application of Ozone Gas at Low Doses in the Cold Storage of Fruit and Vegetables. In XI International Controlled And Modified Atmosphere Research Conference 1071. Pp: 681-686.
- Chlebowska-Śmigiel A., Gniewosz M., Świńczak E., 2007. An Attempt to Apply a Pullulan and Pullulan-Protein Coating to Prolong Apples Shelf Life Stability. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment*. 6(1): 49-56.
- Cho N. H., Chang, D I., Lee S.H., Kim H.J., Lee Y.H., 2007. Development of Automatic Sorting System for Green Pepper Using Machine Vision. In 2007 ASAE Annual Meeting (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Chonhenchob V., Chantarasomboon Y., Singh S.P., 2007. Quality Changes of Treated Fresh-Cut Tropical Fruits in Rigid Modified Atmosphere Packaging Containers. *Packaging Technology and Science*. 20 (1): 27-37.
- Cisneros Z., Krochta J.M., 2003. Internal Modified Atmospheres of Coated Fresh Fruits and Vegetables: Understanding Relative Humidity Effects. *Journal of Food Science*. 68 (1): 176–181.
- Çölgeçen İ., Aday M.S., 2015. The Efficacy of the Combined Use of Chlorine Dioxide and Passive Modified Atmosphere Packaging on Sweet Cherry Quality. *Postharvest Biology and Technology*. 109: 10-19.
- Cordenunsi B.R., Nascimento J.R.O., Lajolo F.M., 2003. Physico-Chemical Changes Related to Quality of Five Strawberry Fruit Cultivars During Cool-Storage. *Food Chemistry*. 83(2): 167-173.
- Crisosto C.H., Kader A.A., 2002. Apricot the Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks, USDA Agriculture Hand- book 66. USA.

<http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/contents.html>.

- Çalhan Ö., 2010. Bazı Depolama Koşullarının ‘Roxana’ Kayısı Çeşidinin Soğukta Muhafazası Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Isparta, Türkiye.
- Çatal H., İbanoğlu Ş., 2010. Gıdaların Ozonlanması. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi. 5: 47-55.
- Çelebi K., Türkoğrul İ., 2015. Kayısının Kuruması Sırasında Renk Değişimi. 9.Gıda Mühendisliği Kongresi Selçuk, İzmir.
- Damarlı E., 1995. Modified Atmosphere Packaging of Cherry and Apricot. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi. İstanbul, Türkiye.
- De Huidobro F.R., Miguel E., Blázquez B., 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.
- De Oliveira G.A., Bureau S., Renard C.M.G.C., Pereira-Netto A.B., De Castilhos F., 2014. Comparison of NIRS Approach for Prediction of Internal Quality Traits in Three Fruit Species. Food Chemistry. 143: 223-230.
- Delikanlı B., Özcan T., 2014. Probiyotik İçeren Yenilebilir Filmler ve Kaplamalar. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi. 28(2): 59-70.
- Do Nascimento Nunes M.C., 2009. Color Atlas Of Postharvest Quality Of Fruits And Vegetables. M.C.N. Nunes (Ed.), Wiley-Blackwell Publishing, USA. p:480.
- Du C.J., Sun D.W., 2004. Recent Developments in the Applications of Image Processing Techniques for Food Quality Evaluation. Trends in Food Science & Technology. 15(5): 230-249.
- Duran M., 2013. Doğan Antimikrobiyal Katkılı Kitosan Kaplama ile Çileğin Raf Ömrünün Arttırılması. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye.
- Duran M., Aday M.S., Zorba N.N.D., Temizkan R., Büyükcan M.B., Caner C., 2016. Potential of Antimicrobial Active Packaging ‘Containing Natamycin, Nisin, Pomegranate and Grape Seed Extract in Chitosan Coating’ to Extend Shelf Life of Fresh Strawberry. Food and Bioproducts Processing. 98: 354-363.
- Dursun S., Erkan N., 2009. Yenilebilir Protein Filmler ve Su Ürünlerinde Kullanımı. Journal of Fisheries Sciences. 3(4), 352-373.
- Ekici L., Sağdıç O., Kesmen Z., 2006. Gıda Endüstrisinde Alternatif Bir Dezenfektan: Ozon. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi.1: 47-57.

- ElMasry G., Sun D.W., 2010. Principles of Hyperspectral Imaging Technology. *Hyperspectral Imaging for Food Quality Analysis and Control*. 3-43.
- Ertugay M.F., Başlar M., 2011. Gıdaların Kalite Özelliklerinin Belirlenmesinde Yakın Kızılötesi (NIR) Spektroskopisi. *Gıda Dergisi*. 36 (1).
- Etienne A., Génard M., Lobit P., Mbeguié-A-Mbeguié D., Bugaud C., 2013. What Controls Fleshy Fruit Acidity. A Review Of Malate And Citrate Accumulation in Fruit Cells. *Journal Of Experimental Botany*. 64(6): 1451-1469.
- Fagundes C., Carciofi B.A.M., Monteiro A.R., 2013. Estimate of Respiration Rate and Physicochemical Changes of Fresh-Cut Apples Stored Under Different Temperatures. *Food Science and Technology (Campinas)*. 33(1): 60-67.
- FAO, 2015. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Erişim tarihi: 02.10.2015.
- Farajzadeh D., Qorbanpoor A., Rafati H., Isfeedvajani M.S., 2013. Reduction of Date Microbial Load With Ozone. *Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences*. 18: 330-334.
- Fassio A., Cozzolino D., 2004. Non-Destructive Prediction of Chemical Composition in Sunflower Seeds by Near Infrared Spectroscopy. *Industrial Crops and Products*. 20 (3): 321-329.
- Felföldi J., Szepes A., 2002. Machine Vision Based Quality Assessment of Fruits and Vegetables, *Proceedings of the World Congress of Computers in Agriculture and Natural Resources*. 42-48.
- Fernandez L., Castellero C., Aguilera J.M., 2005. An Application of Image Analysis to Dehydration of Apple Discs. *Journal of Food Engineering*. 67(1): 185-193.
- Fonseca S.C., Oliveira F.A.R., 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.
- Galgano F., Condelli N., Favati F., Di Bianco V., Perretti G., Caruso M.C., 2015. Biodegradable Packaging And Edible Coating For Fresh-Cut Fruits And Vegetables. *Italian Journal of Food Science*, 27(1), 1A.
- García-Pérez J.V., Cárcel J.A., Benedito J., Mulet A., 2007. Power Ultrasound Mass Transfer Enhancement in Food Drying. *Food and Bioproducts Processing*, 85(3), 247-254.
- Gezer İ., Haciseferoğulları H., Demir F., 2002. Some Physical Properties Of Hacıhaliloğlu Apricot Pit And İts Kernel. *J. Food Eng.*, 56; 49-57.

- Ghasemnezhad M., Shiri M.A., 2010. Effect Of Chitosan Coatings On Some Quality Indices Of Apricot (*Prunus Armeniaca* L.) During Cold Storage. *Caspian Journal of Environmental Sciences*. 8(1): 25-33.
- Giangiaco R., 2006. Study Of Water-Sugar Interactions At Increasing Sugar Concentration By NIR Spectroscopy. *Food Chemistry*. 96 (3): 371-379.
- Guilbert S., Gontard N., Cuq B., 1995. Technology And Applications Of Edible Protective Films. *Packaging Technology and Science*, 8 (6): 339–346.
- Guilbert S., Gontard N., Gorris L.G.M., 1996. Prolongation of The Shelf-Life Of Perishable Food Products Using Biodegradable Films And Coatings. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*. 29 (1-2): 10-17.
- Güzel-Seydim Z.B., Greene A.K., Seydim A.C., 2004. Use Of Ozone In The Food Industry. *Food Science and Technology*. 37: 453-460.
- Hagenmaier R.D., Shaw P.E., 1990. Moisture Permeability Of Edible Films Made With Fatty Acid And Hydroxypropyl Methyl Cellulose, *J. Agric. Food Chem.* 38(9): 1799–1803.
- Hagenmaier R.D., 2005. A Comparison of Ethane, Ethylene And CO₂ Peel Permeance For Fruit With Different Coatings. *Postharvest Biology and Technology*. 37(1): 56-64.
- Harker F.R., Elgar H.J., Watkins C.B., Jackson P.J., Hallett I.C., 2000. Physical and Mechanical Changes in Strawberry Fruit After High Carbon Dioxide Treatments. *Postharvest Biology and Technology*. 19(2): 139-146.
- Heinemann P.H., Hughes R., Morrow C.T., Sommer H.J, Beelman R.B., Wuest P.J., 1994. Grading Of Mushrooms Using A Machine Vision System. *Transactions of the ASABE*. 37(5): 1671-1677.
- Hernandez-Munoz P., Almenar E., Del Valle V., Velez D., Gavara R., 2008. Effect of Chitosan Coating Combined With Postharvest Calcium Treatment on Strawberry (*Fragaria X Ananassa*) Quality During Refrigerated Storage. *Food Chemistry*. 110 (2): 428-435.
- Holderbaum D.F., Kon T., Kudo T., Guerra M.P., 2010. Enzymatic Browning, Polyphenol Oxidase Activity, And Polyphenols in Four Apple Cultivars: Dynamics During Fruit Development. *Hort. Science*. 45(8): 1150-1154.
- Horvitz S., Cantalejo M.J., 2014. Application of Ozone for the Postharvest Treatment of Fruits and Vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 54(3): 312-339.

- Huang M., Kennedy J.F., Li B., Xu X., 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.
- Hussain A., Hussain A., Ahmad B., Rehman M.F. Analysis of Physicochemical Stability of Apricot Pulp Stored With Chemical Preservatives. *International Journal of Novel Research in Life Sciences*. 1(2): 17-23.
- İşık H., Dağhan Ş., Gökmen S., 2013. Gıda Endüstrisinde Kullanılan Yenilebilir Kaplamalar Üzerine Bir Araştırma. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 8(1): 26-35.
- İnanlı A.G., Kuzgun N.K., 2012. Uçucu Yağlarla Zenginleştirilmiş Kitosan Filmlerin Antimikrobiyal Aktivitesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 7(1): 28-35.
- Jan I., Rab A., 2012. Influence of Storage Duration on Physico-Chemical Changes in Fruit of Apple Cultivars. *J. Anim. Plant Sci*. 22(3): 708-714.
- Kader A.A., 2002. *Postharvest Technology of Horticultural Crops* (3th ed.). Richmond, CA. 535 p.
- Kafkas E., Koşar M., Paydaş S., Kafkas S., Başer K.H.C., 2007. Quality Characteristics of Strawberry Genotypes at Different Maturation Stages. *Food Chemistry*. 100 (3): 1229-1236.
- Kajuna S.T., Bilanski, W.K., Mittal, G.S., 1997. Textural Changes of Banana and Plantain Pulp During Ripening. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 75(2): 244-250.
- Karabulut I., Topçu A., Duran A., Turan S., Öztürk B., 2007. Effect of Hot Air Drying and Sun Drying on Color Values and B-Carotene Content of Apricot (*Prunus armenica* L.). *LWT-Food Science and Technology*. 40(5): 753-758.
- Kaur K., Dhillon W.S., Mahajan B.V.C., 2013. Effect of Different Packaging Materials and Storage Intervals on Physical and Biochemical Characteristics of Pear. *Journal of Food Science and Technology*. 50(1): 147-152.
- Karaca H., Veliöğlü Y.S., 2007. Ozone Applications in Fruit and Vegetable Processing. *Food Reviews International*. 23(1): 91-106.
- Karaçalı İ., 2006. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 494, 481s, İzmir.
- Karaçalı, İ. 2012. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 494, Bornova-İzmir.

- Kavdir İ., Büyükcan M.B., Lu R., Kocabiyik H., Seker M., 2009. Prediction of Olive Quality Using FT-NIR Spectroscopy in Reflectance and Transmittance Modes. *Biosystems Engineering*. 103(3): 304-312.
- Kawano S., Abe H., Iwamoto M., 1995. Development of a Calibration Equation With Temperature Compensation for Determining the Brix Value in Intact Peaches. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*. 3: 211-218.
- Khadre M.A., Yousef A.E., Kim J.G., 2001. Microbiological Aspects of Ozone Applications in Food: A Review. *Journal of Food Science*. 66 (9): 1242-1252.
- Kim J.G., Yousef A.E., Dave S., 1999. Application of Ozone for Enhancing the Microbiological Safety and Quality of Foods: A Review. *Journal of Food Protection*. 62(9): 1071-1087.
- Kim J.G., Yousef A.E., Khadre M. A., 2003. Ozone and Its Current and Future Application in the Food Industry. *Advances in Food and Nutrition Research*. 45: 167-218.
- Kola O., 2013. Meyve Suyu, İçecek ve Benzeri Ürünler. *Uluslararası 2. Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi, Konya*. 436-491.
- Koyuncu M.A., Seydim A.C., Dilmaçunal T., Savran H.E., Taş T., 2005. Effects of Different Precooling Treatments with Ozonated Water on the Quality of '0900 Ziraat' Sweet Cherry Fruit. In V International Cherry Symposium, Bursa. 831-836.
- Lammertyn J., Nicolai B., Ooms K., De Smedt V., De Baerdemaeker J., 1998. Non-Destructive Measurement of Acidity, Soluble Solids and Firmness of Jonagold Apples Using NIR-Spectroscopy. *Transactions of the ASAE*. 41(4):1089.
- Lee L., Arul J., Lencki R., Castaigne F., 1995. A Review on Modified Atmosphere Packaging and Preservation of Fresh Fruits and Vegetables: Physiological Basis and Practical Aspects—Part II. *Packaging Technology and Science*. 8(6): 315–331.
- Lu R., 2003. Detection of Bruises on Apples Using Near-Infrared Hyperspectral Imaging. *Transaction of the ASAE*. 46(2): 523-530.
- Lu R., 2004. Multispectral Imaging for Predicting Firmness and Soluble Solids Content of Apple Fruit, *Postharvest Biology and Technology*. 31(2): 147-157.
- Lu L., Qian Z., XiaoMei Z., 2010. Influence of Ozone on Storage and Fresh-Keeping of Saimaiti Apricot. *Xinjiang Agricultural Sciences*. 47(4): 756-760.
- Manley M., Joubert E., Myburgh L., Lotz E., Kidd M., 2007. Prediction of Soluble Solids Content and Post-Storage Internal Quality of Bulida Apricots Using Near Infrared Spectroscopy. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*. 15(3): 179-188.

- Mannapperuma J, Zagory D, Singh P, Kader A., 1989. Design of Polymeric Packages for Modified Atmosphere Storage of Fresh Produce. Proc. 5th Int Controlled Atmosphere Res Conf. 2: 225-233.
- Martínez-Ferrer M., Harper C., Pérez-Munoz F., Chaparro M., 2002. Modified Atmosphere Packaging of Minimally Processed Mango and Pineapple Fruits. Journal of Food Science. 67(9): 3365-3371.
- Mate J.I., Krochta J.M., 1996. Whey Protein Coating Effect on the Oxygen Uptake of Dry Roasted Peanuts. Journal of Food Science. 61(6): 1202–1207.
- McBride S.C., Price R.J., Tom P.D., Lawrence J.M., Lawrence A.L., 2004. Comparison of Gonad Quality Factors: Color, Hardness And Resilience, of *Strongylocentrotus Franciscanus* Between Sea Urchins Fed Prepared Feed or Algal Diets And Sea Urchins Harvested From The Northern California Fishery. Aquaculture. 233 (1): 405-422.
- Mehmetoğlu A.Ç., 2010. Yenilebilir Filmlerin ve Kaplamaların Özelliklerini Etkileyen Faktörler. Akademik Gıda. 8(5): 37-43.
- Miller K.S., Krochta J.M., 1997. Oxygen and Aroma Barrier Properties of Edible Films: A Review. Trends in Food Science & Technology. 8 (7): 228-237.
- Mohan C.O., Ravishankar C.N., Gopal T.S., Kumar K.A., 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.
- Müftüoğlu F., Ayhan Z., Esturk O., 2012. Modified Atmosphere Packaging of Kabaşlı Apricot (*Prunus armeniaca* L. 'Kabaşlı'): Effect of Atmosphere, Packaging Material Type And Coating On The Physicochemical Properties and Sensory Quality. Food and Bioprocess Technology. 5(5): 1601-1611.
- Nath A., Deka B.C., Singh A., Patel R.K., Paul D., Misra L.K., Ojha H., 2012. Extension of Shelf Life of Pear Fruits Using Different Packaging Materials. Journal of Food Science and Technology. 49(5): 556-563.
- Nagata M., Tallada J.G., Kobayashi T., Toyoda H., 2005. NIR Hyperspectral Imaging for Measurement of Internal Quality in Strawberries. In 2005 ASAE Annual Meeting, St. Joseph, Michigan, USA.
- Ni B., Paulsen M.R., Reid J.F., 1997. Corn Kernel Crown Shape Identification Using Image Processing, Transactions of the ASABE. 40(3): 833-838.
- Olivas G.I., Barbosa-Cánovas G.V., 2005. Edible Coatings For Fresh-Cut Fruits. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 45: 657– 670.

- Olivas G.I., Dávila-Aviña J.E., Salas-Salazar N.A., Molina F.J., 2008. Use of Edible Coatings to Preserve the Quality of Fruits and Vegetables During Storage. *Stewart Postharvest Review*. 4(3): 1-10.
- Özdemir M., Floros, J. D., 2004. Active Food Packaging Technologies. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 44(3): 185-193.
- Özdoğru B., 2014. Bazı Sofralık Kayısı Çeşitlerinin Depolanması Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Türkiye.
- Özdoğru B., Bilgin N.A., Mısırlı A., 2015. Bazı Sofralık Kayısı Çeşitlerinin Depolanma Sürecinde Fiziksel ve Biyokimyasal Değişimlerinin Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 52(1).
- Özkan M., Kirca A., Cemeroğlu B., 2003. Effect of Moisture Content on CIE Color Values in Dried Apricots. *European Food Research and Technology*. 216 (3): 217-219.
- Palou L., Crisosto C.H., Smilanick J.L., Adaskaveg J.E., Zoffoli J.P., 2002. Effects of Continuous 0.3 ppm Ozone Exposure on Decay Development and Physiological Responses of Peaches and Table Grapes in Cold Storage. *Postharvest Biology and Technology*. 24(1): 39-48.
- Patrick M.M., Yud-Ren C., Moon S.K., Diane E.C., 2004. Development of Hyperspectral Imaging Technique for the Detection of Apple Surface Defects and Contaminations. *Journal of Food Engineering*. 61(1): 67-81.
- Pedreschi F., Leon J., Mery D., Moyano P., 2006. Development of a Computer Vision System to Measure the Color of Potato Chips. *Food Research International*. 39 (10): 1092-1098.
- Pérez A.G., Sanz C., Ríos J.J., Olías R., Olías J.M., 1999. Effects of Ozone Treatment on Postharvest Strawberry Quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47(4): 1652-1656.
- Perez-Gago M.B., Serra M., Del Rio M.A., 2006. Color Change of Fresh-Cut Apples Coated with Whey Protein Concentrate-Based Edible Coatings. *Postharvest Biology and Technology*. 39 (1): 84-92.
- Petriccione M., Mastrobuoni F., Pasquariello M.S., Zampella L., Nobis E., Capriolo G., Scortichini M., 2015. Effect of Chitosan Coating on the Postharvest Quality and Antioxidant Enzyme System Response of Strawberry Fruit During Cold Storage. *Foods*. 4(4): 501-523.

- Pretel M.T., Souty M., Romojaró F., 2000. Use of Passive and Active Modified Atmosphere Packaging To Prolong The Postharvest Life of Three Varieties of Apricot (*Prunus armeniaca*, L.). *European Food Research and Technology*. 211(3): 191–198.
- Rao M.A., Steffe J.F., 1992. *Viscoelastic Properties of Foods*. New York: Elsevier Applied Food Science. 441 p.
- Rice R.G., Robson C.M., Miller G.W., Hill A.G., 1981. Uses of Ozone in Drinking Water Treatment. *Journal of the American Water Works Association*. 73(1): 44-57.
- Rodoni L., Casadei N., Concellón A., Chaves Alicia A.R., Vicente A.R., 2009. Effect of Short-Term Ozone Treatments on Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Fruit Quality and Cell Wall Degradation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58(1): 594-599.
- Rodrigo D., Van Loey A., Hendrickx M., 2007. Combined Thermal and High Pressure Colour Degradation of Tomato Puree and Strawberry Juice. *Journal of Food Engineering*. 79(2): 553-560.
- Rodriguez-Saona L.E., Fry F.S., McLaughlin M.A., Calvey E.M., 2001. Rapid Analysis of Sugars in Fruit Juices by FT-NIR Spectroscopy. *Carbohydrate Research*. 336(1): 63-74.
- Roller S., 2003. *Natural Antimicrobials For The Minimal Processing of Foods*. CRC Press, FL, USA. 320 p
- Ruiz D., Egea J., Tomás-Barberán F.A., Gil M.I., 2005. Carotenoids from New Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Varieties and Their Relationship with Flesh and Skin Color. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53(16): 6368-6374.
- Saba M.K., Arzani K., Barzegar M., 2012. Postharvest Polyamine Application Alleviates Chilling Injury and Affects Apricot Storage Ability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 60(36): 8947-8953.
- Sanford P.A., Chitosan: Commercial uses and potential applications. In: Skjak G, Anthonsen T, Sanford P, eds. *Chitin and Chitosan - sources, Chemistry, Biochemistry, Physical Properties and Applications*, Elsevier: London, UK. 1989:51-69.
- Sartaj A., Tariq M., Abbasi K.S., Anwaar A., Talat M., Amjad A., 2014. Biochemical Attributes of Apricot as Influenced by Salicylic Acid During Ambient Storage. *International Journal of Biosciences*. 4(10): 176-187.
- Savaş E., Tavşanlı H., Gökgözoğlu İ., 2014. Gıda Endüstrisinde Ozon Uygulamaları. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 2(3): 122-127.

- Scotter C. N., 1997. Non-Destructive Spectroscopic Techniques for the Measurement of Food Quality. *Trends in Food Science and Technology*. 8(9): 285-292.
- Shahidi F., Arachchi J.K.V., Jeon Y., 1999. Food Applications of Chitin and Chitosans. *Trends in Food Science and Technology*. 10(2): 37-51.
- Singh N., Delwiche M.J., 1994. Machine Vision Methods for Defect Sorting Stonefruit. *Transactions of the ASABE*. 37(6): 1989-1997.
- Slaughter D.C., Thompson J.F., Tan S., 2003. Nondestructive Determination of Total and Soluble Solids in Fresh Prune Using Near Infrared Spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology*. 28 (3): 437-444.
- Spaziani M., Del Torre M., 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.
- Szczesniak A.S., Brandt M.A., 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*. 28(4): 397-403.
- Tapia M.S., Rojas-Graü M.A., Carmona A., Rodríguez F.J., Soliva-Fortuny R., Martín-Belloso O., 2008. Use of Alginate- and Gellan-Based Coatings for Improving Barrier, Texture And Nutritional Properties of Fresh-Cut Papaya. *Food Hydrocolloids*. 22(8): 1493-1503.
- Tapp C., Rice R.G., 2012. Generation and Control of Ozone. In: O'Donnell C., Tiwari B.K., Cullen P.J., Rice G., Eds. *Ozone in Food Processing*. Wiley-Blackwell, Oxford. 33-54.
- Temiz H., Yeşilsu A.F., 2006. Bitkisel Protein Kaynaklı Yenilebilir Film ve Kaplamalar. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 2:41-50.
- Tharanathan R.N., 2003. Biodegradable Films and Composite Coatings: Past, Present and Future. *Trends in Food Science and Technology*. 14(3): 71-78.
- Tiwari B.K., Muthukumarappan K., O'Donnell C.P., 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.
- Toivonen P.M.A., 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.

- Topcu Y., Uzundumlu A.S., 2010. Taze Kayısının Dünya ve Türkiye'deki Mevcut Durumu. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi. 3(1): 43-53.
- TUİK, 2013a. 15 Haziran 2015.
http://rapor.tuik.gov.tr/reports/rwservlet?bitkisel_uretimdb2=&report=BARAPOR82.RDF&p_yil1=2012&p_kod=1&p_mad1=113230604&p_dil=1&p_bolum=113&desformat=html&ENVID=bitkisel_uretimdb2Env.
- TUİK, 2013b. 15 Haziran 2015
http://rapor.tuik.gov.tr/reports/rwservlet?bitkisel_uretimdb2=&report=BARAPOR88.RDF&p_yil1=2012&p_kod=1&p_duz1=TR222&p_mad1=113230604&p_dil=1&p_bolum=113&desformat=html&ENVID=bitkisel_uretimdb2Env.
- Turkyilmaz İ., Aday M.S., Kaçan K., 2011. Bilgisayarla Görme Yardımıyla Gıda Endüstrisinde Kalite Kontrol. Akademik Gıda. 9(1): 49-54.
- Tzortzakis N., Singleton I., Barnes J., 2007. Deployment of Low-Level Ozone-Enrichment For The Preservation of Chilled Fresh Produce. Postharvest Biology and Technology. 43(2): 261-270.
- Vicente A.R., Ortugno C., Rosli H., Powell A.L.T., Greve L.C., Labavitch J.M., 2007. Temporal Sequence of Cell Wall Disassembly Events in Developing Fruits. 2. Analysis Of Blueberry (Vaccinium Species). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 55(10): 4125-4130.
- Wallin P., Haycock P., 1998. Foreign Body Prevention, Detection and Control. Blackie Academic & Professional.
- Wang H., Feng H., Luo Y.G., 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
- Wang J., Cheng J., Liu H., Tang Z., Han D., 2015. Optimization of Informative Spectral Regions in FT-NIR Spectroscopy for Measuring the Soluble Solids Content of Apple. Intelligent Automation & Soft Computing. 21(3): 355-370.
- Wedding B.B., Wright C., Grauf S., White R.D., Gadek P.A., 2011. Near Infrared Spectroscopy as a Rapid Non-Invasive Tool for Agricultural and Industrial Process Management with Special Reference to Avocado and Sandalwood Industries. Desalination and Water Treatment. 32(1-3): 365-372.

- Whangchai K., Saengnil K., Singkamanee C., 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., Pell E.J., 2003. Oxidative Modification of the Cell Wall in Tomato Plants Exposed to Ozone. *Plant Physiology and Biochemistry*. 41(4): 375-382.
- Williams P., Norris K., 2001. Near Infrared Technology in the Agriculture and Food Industries. American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, Minnesota, USA. p:330.
- Wills R., McGlasson B., Graham D., Joyce D., 1998. *Postharvest: an Introduction to the Physiology & Handling of Fruit, Vegetables & Ornamentals* (4th ed). Willingford: CAB International. 80-102.
- Yang H.S., Choi S.G., Jeon J.T., Park G.B., Joo S.T., 2007. 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.F., Zheng Y.H., Cao S.F., Tang S.S., Ma S.J., Li N., 2007. Effects of Storage Temperature on Textural Properties of Chinese Bayberry Fruit. *Journal of Texture Studies*. 38(1): 166-177.
- Yılmaz L., Bayizit A.A., Yılsay T.Ö., 2007. Süt Proteinlerinin Yenilebilir Film ve Kaplamalarda Kullanılması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 1:59-64.
- Zambre S.S., Venkatesh K.V. Shah N.G., 2010. Tomato Redness for Assessing Ozone Treatment to Extend the Shelf Life. *Journal of Food Engineering*. 96(3): 463-468.
- Zhao Z., Xu G., Han Z., Li Q., Chen Y., Li D., 2013. Effect of Ozone on the Antioxidant Capacity of "Qiushui" Pear (*Pyrus pyrifolia nakai* Cv. Qiushui) During Postharvest Storage. *Journal of Food Quality*. 36: 190-197.
- Zoffoli J.P., Latorre B.A., Naranjo P., 2009. Preharvest Applications of Growth Regulators and Their Effect on Postharvest Quality of Table Grapes During Cold Storage. *Postharvest Biology and Technology*. 51(2): 183-92.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mehmet Burak BÜYÜKCAN

Doğum Yeri : İstanbul

Doğum Tarihi : 09/07/1982

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tarım Makinaları Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tarım Makinaları Bölümü

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer

- Duran M., Aday M.S., Zorba N.N.D., Temizkan R., Büyükcan M.B., Caner C., 2016. Potential of Antimicrobial Active Packaging ‘Containing Natamycin, Nisin, Pomegranate and Grape Seed Extract in Chitosan Coating’ to Extend Shelf Life of Fresh Strawberry. Food and Bioproducts Processing. (Basımda).
- Kocabiyik H., Yılmaz N., Tuncel N.B., Sümer S.K., Büyükcan M.B., 2015. Drying, Energy and Some Physical and Nutritional Quality Properties of Tomatoes Dried With Short Infrared Radiation, Food and Bioprocess Technology. 8: 516-525.
- Kocabiyik H., Yılmaz N., Tuncel N.B., Sümer S.K., Büyükcan M.B., 2014. The Effects of Middle Infrared Radiation Intensity on the Quality of Dried Tomato Products. International Journal of Food Science and Technology. 49:703-710.
- Aday M.S., Büyükcan M.B., Temizkan R., Caner C. 2014. Role of Ozone Concentrations and Exposure Times in Extending Shelf Life of Strawberry. Ozone-Science & Engineering. 36: 43-56.
- Aday M.S., Caner C., Büyükcan M.B., Temizkan R., 2013. Maintaining the Quality of Strawberries by Combined Effect of Aqueous Chlorine Dioxide with Modified Atmosphere Packaging. Journal of Food Processing and Preservation, 37(5):568-581.

- Aday M.S., Caner C., Büyükcan M.B., Temizkan R., 2013. An Innovative Technique for Extending Shelf Life of Strawberry: Ultrasound. *LWT - Food Science and Technology*. 52(2):93-101.
- Öğütücü M., Aydeniz B., Büyükcan M.B., Yılmaz E., 2012. Determining Frying Oil Degradation by Near Infrared Spectroscopy Using Chemometric Techniques. *J Amer. Oil Chem.* 89:1823-1830.
- Kavdir I., Büyükcan M.B., Lu R.F., Kocabiyik H., Şeker M., 2009. Prediction of Olive Quality Using FT-NIR Spectroscopy in Reflectance and Transmittance Modes. *Biosystems Engineering*. 103(3): 304-312.
- Güneş A., Kalkan H., Durmuş E., Büyükcan M.B., 2013. Detection of Aflatoxin Contaminated Figs Using Near-Infrared (Nir) Reflectance Spectroscopy. In *International Conference on Electronics, Computer and Computation (ICECCO)*. Pp: 123-126. 07-09 Nov. 2013.
- Kavdir I., Büyükcan M.B., Kocabiyik H., Lu R., Şeker M., 2009. Nondestructive Olive Quality Detection Using FT-NIR Spectroscopy in Reflectance Mode. *International Symposium on Application of Precision Agriculture for Fruits and Vegetables, Florida, USA*. 824:373-380.
- Çay A., Büyükcan M.B., Adakaya S., Yağız Z., 2015. Diyet Lazer ile Farklı Enerji Dozu ve Işın Çapı Uygulamalarının Yabancı Ot Gelişimi Üzerindeki Etkileri. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science)*. 11: 215–220.
- Egesel C.Ö., Kahrıman F., Kavdir İ., Ekinci N., Büyükcan M.B., 2015. Mısırdaki Protein ve Yağ Oranının FT-NIR (Fourier Dönüşümlü Yakın Kızıl Ötesi Yansıma) Spektroskopisi Yöntemi ile Tespitinde Örnek Tipi ve Kemometrik Metodun Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 10(2): 40–50.

b) Bildiriler -Uluslararası -Ulusal

- Kocabiyik H., Sümer S.K., Tuncel N.B., Büyükcan M.B., Yılmaz N., Arslan N., 2011. Middle Infrared Drying Of Tomato. *XXXIV CIOSTA CIGRV Conference, Vienna, Avusturya*. 29 Haziran - 1 Temmuz 2011, pp.1-1
- Kocabiyik H., Tuncel N.B., Yılmaz N., Arslan N., Büyükcan M.B., Sümer S.K., 2011. The Effect of Infrared Drying on β -Carotene and Lycopene Content of Tomato. *International Food Congress Novel Approaches in Food Industry*. İzmir, Türkiye. 26-29 Mayıs 2011, pp.1-2.

- Kocabiyik H., Tuncel N.B., Sumer S.K., Buyukcan M.B., Yilmaz N., Arslan N., 2011. "Middle Infrared Drying of Tomato", XXXIV CIOSTA CIGR V Conference 29 June - 1 July. Efficient and Safe Production Processes in Sustainable Agriculture and Forestry, Viyana, Avusturya. Pp:101-104.
- Temizkan R., Büyükcan M.B., Yüceer M., Caner C., 2013. Biopolymer-Based Nanocomposites in Food Packaging. VII. International Packaging Congress, İzmir, Türkiye. 9-11 Mayıs. 2013.
- Duran M., Temizkan R., Büyükcan M.B., Aday M.S., Demirel Zorba N.N., Caner C., 2013. Enhancement of Shelf Life of Fresh Strawberries with Antimicrobial Edible Coatings. VII. International Packaging Congress, İzmir, Türkiye. 9-11 Mayıs 2013.
- Büyükcan M.B., Caner C., 2010. Determination of Various Edible Coating Effect on Postharvest Quality of Apricots.VI. Uluslararası Ambalaj Kongresi, İstanbul, Türkiye. Pp:219-224. 16-18 Eylül 2010.
- Çay A., Büyükcan M.B., Adakaya S., Yağiz Z., 2015. Diyot Lazer ile Farklı Enerji Dozu ve Işın Çapı Uygulamalarının Yabancı Ot Gelişimi Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi. 29. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, Diyarbakır, Türkiye, 2-5 Eylül 2015. 1:22.
- Kavdir I., Kocabiyik H., Büyükcan M.B., Ceylan K., 2007. Farklı Renk Sistemlerinin Elmanın Hasat Sonrası Değerlendirilmesindeki Etkinlikleri. 24. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, Kahramanmaraş, Türkiye, 5-6 Eylül 2007, ss.236-246
- Özpinar A., Özpinar S., Çay A., Şahin A.K., Büyükcan M.B.,2013. Buğday Üretiminde Toprak İşlemenin Ekin Kamburböceği (Zabrus Spp (Coleoptera: Carabidae) Popülasyonuna Etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 28. Ulusal Kongresi, Konya, Türkiye. 5-7 Eylül 2013.1:130-137.
- Büyükcan M.B., Kavdır İ., Caner C., Modifiye Atmosfer ile Paketlenmiş Kayısların Depolama Süresince Hasarsız Ölçümleri.VI. Uluslararası Ambalaj Kongresi, İstanbul, Türkiye. 16-18 Eylül 2010. ss:291-298.
- Büyükcan M.B., Kavdır İ., 2011. Detection of Adulteration in Honey and Olive Oil Using Near-Infrared Spectroscopy. 11. International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture Congress, İstanbul-Turkey. 21-23 September 2011.Pp:437-440
- Çay A., Büyükcan M.B., Ürkmez Ü., Özpinar S., 2012. Yabancı Ot Mücadelesinde Lazer Uygulamaları. Tarımsal Mekanizasyon 27. Ulusal Kongresi, Samsun, Türkiye. 5-7 Eylül 2012. 1(1):271-279.

- Özpinar S., Büyükcan M.B., Ürkmez Ü., 2011. Manisa İlinde Zeytin Üretim Alanlarının Değerlendirilmesi Üzerine Bir Çalışma. Ulusal Zeytin Kongresi, Manisa, Türkiye, 22-25 Şubat 2011. ss.12-16.
- Büyükcan M.B., Kavdır İ., Eren T., Latif S., Kartol H., Karadeniz G., 2013. Salkım Domates'te Bazı Kalite Özelliklerinin FT-NIR Spektroskopisi ile Tahmini. 28. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, 4-6 Eylül 2013, Konya, Türkiye. Ss:246-252.
- Özpinar S., Özpinar A., Büyükcan M.B., Polat B., 2010. Çanakkale İli Zeytin Yetiştiriciliğindeki Bazı Tarımsal Sorunların Belirlenmesi. 26. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, Hatay, Türkiye. 22-23 Eylül 2010. Ss:160-165.
- Kavdır İ., Büyükcan M.B., 2007. NIR spektroskopisinin Meyvelerin Hasarsız Kalite Değerlendirmesinde Kullanılması. 24. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, Kahramanmaraş, Türkiye, 5-6 Eylül 2007. Ss: 247-255.

c) Katıldığı Projeler

Kayısıda Bazı İçsel Kalite Kriterlerinin Fourier Dönüşümlü- Yakın Kızıl Ötesi (FT-NR) Spektroskopi Kullanarak Belirlenmesi. COMU BAP. 2007/31. (Tamamlandı).

Taze kayısıların kalite özelliklerinin termal olmayan tekniklerle muhafazası ve sayısal görüntüleme ile değerlendirilmesi. COMU BAP FDK-2015-444 (Devam Ediyor).

İnfrared kurutma yönteminin domates kurutmada kullanılması ve kurutulmuş domatesin bazı kalite özellikleri ve özgül enerji tüketimi üzerine etkilerinin belirlenmesi. TÜBİTAK TOVAG Proje 109O578 (Bursiyer).

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, 2005-...

İLETİŞİM

E-posta Adresi : buyukcanb@comu.edu.tr