



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ



**BEYAZ NEKTARIN KALİTESİNİN ISIL OLMAYAN
MUHAFAZA YÖNTEMLERİYLE KORUNMASI VE
GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİYLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Rıza TEMİZKAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

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

**BEYAZ NEKTARİN KALİTESİNİN ISIL OLMAYAN
MUHAFAZA YÖNTEMLERİYLE KORUNMASI VE
GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİYLE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Rıza TEMİZKAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 22/08/2017

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Cengiz CANER

ÇANAKKALE

Rıza TEMİZKAN tarafından Prof. Dr. Cengiz CANER yönetiminde hazırlanan ve 22/08/2017 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “Beyaz Nektarin Kalitesinin Isıl Olmayan Muhafaza Yöntemleriyle Korunması ve Görüntü İşleme Teknikleriyle 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. Murat ÖZDEMİR

.....

Üye

Doç. Dr. Zayde AYVAZ

.....

Üye

Yrd. Doç. Dr. Çiğdem UYSAL PALA

.....

Üye

Yrd. Doç. Dr. Mahmut SİNECEN

.....

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FDK-2016-903

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.

Rıza TEMİZKAN

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın gerçekleşmesinde ve tüm akademik hayatımda sağladığı değerli katkı ve desteklerinin yanı sıra öğrencisi olma onurunu taşıdığım danışman hocam Prof. Dr. Cengiz CANER'e,

Öneri ve katkılarıyla çalışmamın daha iyi hale gelmesini sağlayan Tez İzleme Komitesi üyeleri Doç. Dr. Zayde AYVAZ ve Yrd. Doç. Dr. Çiğdem UYSAL PALA'ya ve doktora tezimin önemli bir bölümünü oluşturan görüntü işleme çalışmaları için gerekli altyapıyı edinmemde sağladığı katkılardan dolayı Yrd. Doç. Dr. Mahmut SİNECEN'e,

Değerli fikir ve önerileri ile her zaman destek olan Doç. Dr. M. Seçkin ADAY ve özellikle elektrolize su ve sarf malzeme teminindeki katkısından dolayı Yrd. Doç. Dr. Muhammed YÜCEER'e ve laboratuvar çalışmalarım esnasında materyal temininden son analizlere kadar birçok aşamada bana yardımcı olan ve yol arkadaşlığı yapan Arş. Gör. Dr. M. Burak BÜYÜKCAN ve Mustafa ATAN'a,

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (ÇOBİLTUM) bünyesindeki soğuk hava deposu kullanım imkânı başta olmak üzere tüm desteklerinden dolayı Yrd. Doç. Dr. Emin YAKAR'a ve çalışmamın ambalajlama aşamasında kullanılan ambalaj tabağı desteklerinden dolayı başta merhum Muharrem DEMİR olmak üzere APACK AMBALAJ MAKİNE SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ. ve mikroperfore film desteklerinden dolayı başta Didem BOZYAYLA olmak üzere KOROZO AMBALAJ SAN. VE TİC. AŞ.'ye,

Hayatımın her evresinde olduğu gibi desteklerin en kıymetlisi olan manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve büyük özveri gösteren babam Ferit TEMİZKAN ve annem Mukadder TEMİZKAN'a ve çalışmamın başından sonuna kadar yaşadığım tüm zorlu süreçlerde anlayış ve hoşgörüsü ile desteğini her daim arkamda hissettiren, varlığı ile bana güç veren sevgili eşim Esra TEMİZKAN ve dünyaya gelişi ile hayatımın merkezine yerleşen ve en büyük motivasyon kaynağım olan oğlum Ferit Emir TEMİZKAN'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Rıza TEMİZKAN
Çanakkale, Ağustos 2017

SİMGELER VE KISALTMALAR

~	Yaklaşık
°	Derece
°C	Santigrat Derece
%	Yüzde oranı
µl	Mililitre
µm	Mikrometre
Å	Ångström
Ar-Ge	Araştırma ve Geliştirme
atm	Atmosfer
ANOVA	Varyans Analizi
a _w	Su Aktivitesi
CCD	Charge Coupled Device
cm	Santimetre
CO ₂	Karbondioksit
dk	Dakika
Eh	Redoks Potansiyeli
ES	Elektrolize Su
FAO	Food and Agriculture Organization
FDA	Food and Drug Administration
FT-NIR	Fourier Dönüşümlü Yakın Kızılötesi
g	Gram
gf	Gram Force (Gram Kuvvet)
GRAS	Generally Recognized as Safe
Hz	Hertz
K	Kelvin
kg	Kilogram
kHz	Kilohertz
L	Litre
MAP	Modifiye Atmosfer Paketleme
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mV	Milivolt

NaCl	Sodyum Klorür
nm	Nanometre
O ₂	Oksijen Molekülü
O ₃	Ozon Molekülü
ORP	Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli
ppm	Parts per Million - Milyonda Bir
px	Piksel
RH	Bağıl Nem
ROI	Region of Interest
s	Saniye
SLR	Single Lens Reflex
TPE	Türkiye Patent ve Marka Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
US	Ultras
UV	Ultraviyole
W	Watt

ÖZET

BEYAZ NEKTARİN KALİTESİNİN ISIL OLMAYAN MUHAFAZA YÖNTEMLERİYLE KORUNMASI VE GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Rıza TEMİZKAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışman : Prof. Dr. Cengiz CANER

22/08/2017, 216

Bu çalışmada, ısılmayan muhafaza yöntemlerinin (ozon, ultrases, elektrolize su ve bu uygulamaların çeşitli kombinasyonları) Çanakkale yöresine özgü bir ürün olan beyaz nektarin meyvesinin kalite kriterleri üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, depolama süresince fiziko-kimyasal analizler (ağırlık kaybı, pH, suda çözünür kuru madde (briks), ambalaj içi gaz konsantrasyonu, bozulma-çürüme oranı, renk, tekstür ve FT-NIR) gerçekleştirilmiş ve görüntü işleme teknikleriyle renk ve morfolojik özellikler belirlenmiştir.

Birinci bölümde; 1 ppm, 5 ppm, 10 ppm ve 20 ppm dozlarında ozon gazı uygulanmış ve yapılan analizler sonucunda, 5 ppm ve 1 ppm ozon uygulamaları avantaj sağlarken 10 ppm ve üzeri dozların beyaz nektarin kalitesi üzerinde olumsuz etki oluşturduğu belirlenmiştir. İkinci bölümde; 100 W, 200 W, 300 W ve 500 W güçlerinde ultrases uygulamaları gerçekleştirilmiş ve analiz bulgularınca 300 W uygulaması optimum parametre olarak saptanmıştır. Üçüncü bölümde; 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm ve 400 ppm konsantrasyonlarında elektrolize su uygulamaları gerçekleştirilmiş ve 50 ppm konsantrasyonun optimum olduğu, 200 ppm ve üzeri dozların beyaz nektarinlerde tahribata neden olduğu ortaya konulmuştur. Dördüncü bölümde ise, ilk üç bölümde elde edilen optimum parametrelerin çeşitli kombinasyonları (O+US, O+ES, US+ES ve O+US+ES) uygulanmış ve en etkili grup olarak ozon-ultrases uygulamalarının kombinasyonu (O+US) belirlenmiştir. Ayrıca, güçlü sanitasyon ajanları olan ozon ve elektrolize su uygulamalarının birlikte kullanılmasının (O+ES ve O+US+ES) beyaz nektarinlerde antagonistik etki olduğu saptanmıştır.

Çalışma sonucunda, ısılmayan muhafaza tekniklerinin optimum parametreler

belirlenmek ön koşuluyla başarılı bir şekilde kullanılabilceği ve fiziko-kimyasal analiz bulgularını destekleyen görüntü işleme tekniklerinin objektif, hızlı ve hasarsız bir analiz yöntemi olarak kullanımının gıda sektörüne katkı sağlayacağı ortaya konulmuştur.

Anahtar sözcükler: Beyaz Nektarin, Bayramiç Beyazı, Isıl Olmayan Muhafaza Yöntemleri, Ozon, Ultrases, Elektrolize Su, Görüntü İşleme.



ABSTRACT

MAINTAINING QUALITY OF WHITE NECTARINE BY NON-THERMAL PRESERVATION METHODS AND QUALITY EVALUATION WITH IMAGE PROCESSING TECHNIQUES

Riza TEMİZKAN

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Doctoral Dissertation in Department of Food Engineering

Advisor : Prof. Dr. Cengiz CANER

22/08/2017, 216

In this study, the effects of non-thermal preservation methods (ozone, ultrasound, electrolyzed water and various combinations of these applications) on the quality criteria of white nectarine fruit, which is a special crop to Canakkale region, were examined. For this purpose, physico-chemical analyses (weight loss, pH, water soluble dry matter (brix), in-package gas concentration, deterioration-decay rate, color, texture and FT-NIR) were performed during storage and color and morphological properties were identified by image processing techniques.

In the first chapter; gaseous ozone was applied at doses of 1 ppm, 5 ppm, 10 ppm and 20 ppm, and it was determined that 5 ppm and 1 ppm ozone treatments had an advantage while 10 ppm and over doses had an adverse effect on the quality of white nectarine. In the second chapter; ultrasound applications were carried out at powers of 100 W, 200 W, 300 W and 500 W, and the finding of analyses suggested that 300 W application was optimum parameter. In the third chapter; electrolyzed water applications were performed at concentrations of 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm, and 400 ppm, and it was demonstrated that 50 ppm concentration was optimal while 200 ppm and over doses were caused structural destruction of white nectarine. In the fourth part, various combinations of the optimum parameters that obtained in the first three chapters (O+US, O+ES, US+ES and O+US+ES) were applied and the combination of ozone-ultrasound applications (O+US) was determined as the most effective group. In addition, antagonistic effect was found in the combination groups (O+ES and O+US+ES) of white nectarines in which ozone and electrolyzed water applications were used together.

As a result of the study, it has been demonstrated that the non-thermal preservation techniques can be successfully used with preliminary conditions to determine the optimum parameters, and the use of image processing techniques that supported the findings of physico-chemical analyses as an objective, rapid and non-destructive analysis method will contribute to the food sector.

Keywords: White Nectarine, Bayramic's White, Non-Thermal Preservation Methods, Ozone, Ultrasound, Electrolyzed Water, Image Processing.



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xviii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1. Meyve ve Sebze	3
2.1.1. Şeftali ve Nektarin	3
2.1.2. Beyaz Nektarin	7
2.1.3. Beyaz Nektarin Üzerine Yapılan Çalışmalar	9
2.2. Meyvelerde Hasat Sonrası Meydana Gelen Değişimler	11
2.3. Meyve ve Sebzelerde Çeşitli Süreçlerde Oluşan Kayıp ve Atık Durumu	12
2.4. Isıl Olmayan Muhafaza Yöntemleri.....	14
2.4.1. Ozon Uygulaması	14
2.4.2. Ozon Uygulaması Üzerine Yapılan Çalışmalar	18
2.4.3. Ultrases Uygulaması.....	20
2.4.4. Ultrases Uygulaması Üzerine Yapılan Çalışmalar	23
2.4.5. Elektrolize Su Uygulaması	26
2.4.6. Elektrolize Su Uygulaması Üzerine Yapılan Çalışmalar	29
2.4.7. Hurdle (Engeller) Teknolojisi.....	32
2.5. Hasarsız Gıda Analiz Yöntemleri	34
2.5.1 Yakın Kızıl Ötesi Spektroskopisi (NIR).....	35
2.5.2 Görüntü İşleme Teknikleri	36
2.5.2.1. Gıdaların Renk Özelliklerinin Belirlenmesi	39
2.5.2.2. Gıdaların Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi	40
2.5.2.3. Görüntü İşleme Teknikleri Üzerine Yapılan Çalışmalar	41

BÖLÜM 3	
MATERYAL VE METOT	48
3.1. Materyal	48
3.2. Metot	48
3.2.1. Isıl Olmayan Muhafaza Yöntemlerinin Uygulanması.....	48
3.2.1.1. Ozon Uygulaması	48
3.2.1.2. Ultrases Uygulaması	49
3.2.1.3. Elektrolize Su Uygulaması	49
3.2.1.4. Kombinasyon Uygulamaları	49
3.2.2. Ambalajlama ve Depolama	50
3.2.3. Görüntü İşleme Analiz Metotları.....	51
3.2.3.1. Görüntü İşleme Sistemi Tasarımı	51
3.2.3.2. Görüntünün Elde Edilmesi.....	51
3.2.3.3. Görüntü İşleme Basamakları	52
3.2.3.4. Görüntü İşleme Verilerinin Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi.....	54
3.2.4. Diğer Analiz Metotları	55
3.2.4.1. Ağırlık Kaybı Oranı	55
3.2.4.2. pH Tayini	55
3.2.4.3. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini	56
3.2.4.4. Gaz Konsantrasyonu Analizi	56
3.2.4.5. Bozulma-Çürüme Oranı.....	56
3.2.4.6. Enstrümental Renk Analizi	56
3.2.4.7. Tekstür Analizi	57
3.2.4.8. FT-NIR Analizi.....	57
3.2.4.9. İstatistiksel Analizler	58
BÖLÜM 4	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	59
4.1. Ozon Uygulamasının Beyaz Nektarin Kalitesi Üzerindeki Etkinliği	59
4.1.1. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Bulguları.....	59
4.1.1.1. Ağırlık Kaybı Oranı	59
4.1.1.2. pH Tayini	60
4.1.1.3. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini	61
4.1.1.4. Bozulma-Çürüme Oranı.....	63
4.1.1.5. Enstrümental Renk Analizi	64
4.1.1.6. Tekstür Analizi	66
4.1.1.7. FT-NIR Spektraları	68
4.1.2. Görüntü İşleme Bulguları	69

4.1.2.1. Renk Özellikleri	70
4.1.2.2. Morfolojik Özellikler	80
4.2. Ultrases Uygulamasının Beyaz Nektarin Kalitesi Üzerindeki Etkinliği	86
4.2.1. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Bulguları.....	86
4.2.1.1. Ağırlık Kaybı Oranı	86
4.2.1.2. pH Tayini	87
4.2.1.3. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini	89
4.2.1.4. Gaz Konsantrasyonu Analizi	91
4.2.1.5. Bozulma-Çürüme Oranı.....	93
4.2.1.6. Enstrümental Renk Analizi	95
4.2.1.7. Tekstür Analizi	97
4.2.1.8. FT-NIR Spektraları	99
4.2.2. Görüntü İşleme Bulguları	100
4.2.2.1. Renk Özellikleri	103
4.2.2.2. Morfolojik Özellikler	112
4.3. Elektrolize Su Uygulamasının Beyaz Nektarin Kalitesi Üzerindeki Etkinliği	121
4.3.1. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Bulguları.....	121
4.3.1.1. Ağırlık Kaybı Oranı	121
4.3.1.2. pH Tayini	122
4.3.1.3. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini	124
4.3.1.4. Gaz Konsantrasyonu Analizi	126
4.3.1.5. Bozulma-Çürüme Oranı.....	128
4.3.1.6. Enstrümental Renk Analizi	130
4.3.1.7. Tekstür Analizi	132
4.3.1.8. FT-NIR Spektraları	135
4.3.2. Görüntü İşleme Bulguları	136
4.3.2.1. Renk Özellikleri	138
4.3.2.2. Morfolojik Özellikler	147
4.4. Ozon, Ultrases ve Elektrolize Su Yöntemlerinin Kombinasyon Uygulamalarının Beyaz Nektarin Kalitesi Üzerindeki Etkinliği.....	156
4.4.1. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Bulguları.....	156
4.4.1.1. Ağırlık Kaybı Oranı	156
4.4.1.2. pH Tayini	157
4.4.1.3. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini	159
4.4.1.4. Gaz Konsantrasyonu Analizi	161
4.4.1.5. Bozulma-Çürüme Oranı.....	164

4.4.1.6. Enstrümental Renk Analizi	165
4.4.1.7. Tekstür Analizi	167
4.4.1.8. FT-NIR Spektraları	170
4.4.2. Görüntü İşleme Bulguları	171
4.4.2.1. Renk Özellikleri	173
4.4.2.2. Morfolojik Özellikler	182
BÖLÜM 5	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	191
KAYNAKLAR	195
ÖZGEÇMİŞ	I



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Dünya ve Türkiye’de meyve üretim istatistikleri (2000-2014 yılları)	3
Şekil 2.2. Dünya haritası üzerinde ülkelere göre şeftali ve nektarin üretim dağılımı (2000-2014 yılları arası ortalama değerler)	5
Şekil 2.3. Dünya ve Türkiye’de şeftali ve nektarin üretim istatistikleri (2000-2014 yılları)	5
Şekil 2.4. Türkiye’de şeftali ve nektarin üretim istatistikleri (2010-2016 yılları)	6
Şekil 2.5. Beyaz nektarin resimleri (Anonim, 2017a)	8
Şekil 2.6. Hasat sonrası meydana gelen değişimler ve bu değişimlerin hızını etkileyen iç ve dış faktörler	11
Şekil 2.7. Ozonun moleküler yapısı (Anonim, 2017e; Anonim, 2017f)	15
Şekil 2.8. Korono deşarj metodu ile ozon gazı üretiminin şematik gösterimi (Rice ve ark., 1981)	17
Şekil 2.9. Ses spektrumu (Kentish ve Ashokkumar, 2011)	20
Şekil 2.10. Ultrasonik kaviteasyonun oluşumu ve etkileri (Anonim, 2017c)	22
Şekil 2.11. Elektrolize su üretiminin ve bileşenlerinin şematik gösterimi (Huang ve ark., 2008)	27
Şekil 2.12. Elektrolize suyun mikroorganizma inhibisyon modeli (Rahman ve ark., 2016)	28
Şekil 2.13. Hurdle teknolojisinde potansiyel etkilerin şematik gösterimi (Anonim, 2017g)	32
Şekil 2.14. Hurdle teknolojisinde meydana gelen olası birleşik etkiler (Giray ve Baysal, 2012)	33
Şekil 2.15. Elektromanyetik spektrumda NIR bölgesinin gösterimi (Anonim, 2017d)	35
Şekil 2.16. Görüntü işleme sisteminin şematik olarak gösterimi	36
Şekil 2.17. Görüntü işleme için kullanılan MATLAB programının arayüzünden bir görünüm	38
Şekil 2.18. Bazı renk uzaylarının 3 boyutlu gösterimi (Wu ve Sun, 2013; Anonim, 2017b; MathWorks, 2017a)	40
Şekil 2.19. Örnek bir görüntüdeki nesnelerin morfolojik özelliklerinin elde edilmesi amacıyla sınır koordinatlarının saptanması	41
Şekil 3.1. Isıl olmayan muhafaza yöntemlerine ait ekipmanlar; a) Ozon jeneratörü sistemi, b) Ultrases sistemi, c) Elektrolize su sistemi	48
Şekil 3.2. Görüntü işleme düzeneğinin (LightBox) görüntüsü	51
Şekil 3.3. Görüntü işleme çalışmasında kullanılan akış diyagramı	53
Şekil 3.4. Tekstür analizinde elde edilen grafik ve makro hesaplamalar ile tekstür parametrelerinin elde edilmesi	57
Şekil 3.5. FT-NIR analizinde elde edilen spektrum	58
Şekil 4.1. Ozon uygulamasının beyaz nektarinlerin ağırlık kaybı üzerine etkisi	59
Şekil 4.2. Ozon uygulamasının beyaz nektarinlerde bozulma-çürüme durumu üzerine etkisi	63
Şekil 4.3. Ozon uygulaması yapılan beyaz nektarinlerde FT-NIR spektrası	68
Şekil 4.4. Ozon uygulanan beyaz nektarinlerin RGB uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	75
Şekil 4.5. Ozon uygulanan beyaz nektarinlerin HSV uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	76
Şekil 4.6. Ozon uygulanan beyaz nektarinlerin YCbCr uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	77

Şekil 4.7. Ozon uygulanan beyaz nektarinlerin XYZ uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	78
Şekil 4.8. Ozon uygulanan beyaz nektarinlerin $L^*a^*b^*$ uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	79
Şekil 4.9. Ozon uygulanan beyaz nektarinlerin alan ve konveks alan parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	83
Şekil 4.10. Ozon uygulanan beyaz nektarinlerin çevre ve çap parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	84
Şekil 4.11. Ozon uygulanan beyaz nektarinlerin maks. uzunluk ve min. uzunluk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	85
Şekil 4.12. Ultrases uygulamasının beyaz nektarinlerin ağırlık kaybı üzerine etkisi	86
Şekil 4.13. Ultrases uygulamasının beyaz nektarinlerin ambalaj içi gaz kompozisyonu üzerine etkisi; a) O ₂ konsantrasyonu ve b) CO ₂ konsantrasyonu	92
Şekil 4.14. Ultrases uygulamasının beyaz nektarinlerde bozulma-çürüme üzerine etkisi...	94
Şekil 4.15. Ultrases uygulaması yapılan beyaz nektarinlerde FT-NIR spektrası	100
Şekil 4.16. Ultrases uygulanan beyaz nektarinlerin RGB uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	107
Şekil 4.17. Ultrases uygulanan beyaz nektarinlerin HSV uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	108
Şekil 4.18. Ultrases uygulanan beyaz nektarinlerin YCbCr uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	109
Şekil 4.19. Ultrases uygulanan beyaz nektarinlerin XYZ uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	110
Şekil 4.20. Ultrases uygulanan beyaz nektarinlerin $L^*a^*b^*$ uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	111
Şekil 4.21. Ultrases uygulanan beyaz nektarinlerin alan ve konveks alan parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	116
Şekil 4.22. Ultrases uygulanan beyaz nektarinlerin çevre ve çap parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	117
Şekil 4.23. Ultrases uygulanan beyaz nektarinlerin maks. uzunluk ve min. uzunluk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	118
Şekil 4.24. Ultrases uygulanan beyaz nektarinlerin dış merkezlilik ve yoğunluk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	119
Şekil 4.25. Ultrases uygulanan beyaz nektarinlerin katılık ve boyut parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	120
Şekil 4.26. Elektrolize su uygulamasının beyaz nektarinlerin ağırlık kaybı üzerine etkisi	121
Şekil 4.27. Elektrolize su uygulamasının beyaz nektarinlerin ambalaj içi gaz kompozisyonu üzerine etkisi; a) O ₂ konsantrasyonu ve b) CO ₂ konsantrasyonu	127
Şekil 4.28. Elektrolize su uygulamasının beyaz nektarinlerde bozulma-çürüme durumu üzerine etkisi	129
Şekil 4.29. Elektrolize su uygulaması yapılan beyaz nektarinlerde FT-NIR spektrası	135
Şekil 4.30. Elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlerin RGB uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	142
Şekil 4.31. Elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlerin HSV uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	143
Şekil 4.32. Elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlerin YCbCr uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	144
Şekil 4.33. Elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlerin XYZ uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	145

Şekil 4.34. Elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlerin $L^*a^*b^*$ uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	146
Şekil 4.35. Elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlerin alan ve konveks alan parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	151
Şekil 4.36. Elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlerin çevre ve çap parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	152
Şekil 4.37. Elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlerin maks. uzunluk ve min. uzunluk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	153
Şekil 4.38. Elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlerin dış merkezlilik ve yoğunluk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	154
Şekil 4.39. Elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlerin katılık ve boyut parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	155
Şekil 4.40. Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının beyaz nektarinlerin ağırlık kaybı üzerine etkisi	156
Şekil 4.41. Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının beyaz nektarinlerin ambalaj içi gaz kompozisyonu üzerine etkisi; a) O ₂ konsantrasyonu ve b) CO ₂ konsantrasyonu	163
Şekil 4.42. Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının beyaz nektarinlerde bozulma-çürüme durumu üzerine etkisi	164
Şekil 4.43. Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının uygulaması yapılan beyaz nektarinlerde FT-NIR spektrası	170
Şekil 4.44. Kombinasyon uygulanan beyaz nektarinlerin RGB uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	177
Şekil 4.45. Kombinasyon uygulanan beyaz nektarinlerin HSV uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	178
Şekil 4.46. Kombinasyon uygulanan beyaz nektarinlerin YCbCr uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	179
Şekil 4.47. Kombinasyon uygulanan beyaz nektarinlerin XYZ uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	180
Şekil 4.48. Kombinasyon uygulanan beyaz nektarinlerin $L^*a^*b^*$ uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	181
Şekil 4.49. Kombinasyon uygulanan beyaz nektarinlerin alan ve konveks alan parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	186
Şekil 4.50. Kombinasyon uygulanan beyaz nektarinlerin çevre ve çap parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	187
Şekil 4.51. Kombinasyon uygulanan beyaz nektarinlerin maks. uzunluk ve min. uzunluk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	188
Şekil 4.52. Kombinasyon uygulanan beyaz nektarinlerin dış merkezlilik ve yoğunluk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	189
Şekil 4.53. Kombinasyon uygulanan beyaz nektarinlerin katılık ve boyut parametrelerinin depolama boyunca % değişimi	190

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Şeftali ve nektarinin ortalama bileşimleri (Anonim, 2017h).....	4
Çizelge 2.2. 2016 yılına ait iller bazında şeftali ve nektarin üretim istatistikleri	6
Çizelge 2.3. 2016 yılına ait Çanakkale ili ve ilçeleri şeftali ve nektarin üretim istatistikleri	7
Çizelge 2.4. Çanakkale yöresinde yetişen beyaz nektarin meyvesinin ortalama fiziko- kimyasal yapısı (TPE, 2010).....	9
Çizelge 2.5. Meyve ve sebzelerde çeşitli süreçlerde meydana gelen kayıp ve atık oranları (Gustafsson ve ark., 2013)	13
Çizelge 2.6. Ozon üretiminde kullanılan UV radyasyon ve korona deşarj yöntemlerinin karşılaştırılması (Tapp ve Rice, 2012)	16
Çizelge 2.7. Gıda ürünlerinin kalite özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan bazı hasarsız analiz yöntemleri (Aboonajmi ve Faridi, 2016).....	34
Çizelge 2.8. Görüntü işleme teknikleri kullanılarak bazı gıda ürünlerinin sınıflandırılmasında doğruluk oranları (Du ve Sun, 2006)	37
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan deneme deseni.....	50
Çizelge 3.2. Görüntü alımında kullanılan fotoğraf makinesinin manuel kontrol ayarları ...	52
Çizelge 3.3. Belirlenen morfolojik özellikler ve tanımlamaları (MathWorks, 2017b).....	54
Çizelge 3.4. Belirlenen renk özellikleri ve tanımlamaları	55
Çizelge 4.1. Ozon uygulamasının beyaz nektarinlerin pH değeri üzerine etkisi	61
Çizelge 4.2. Ozon uygulamasının beyaz nektarinlerin suda çözünür kuru madde (briks) değeri üzerine etkisi	62
Çizelge 4.3. Ozon uygulamasının beyaz nektarinlerin renk parametreleri üzerine etkisi ...	65
Çizelge 4.4. Ozon uygulamasının beyaz nektarinlerin sertlik ve meyve eti sertliği parametreleri üzerine etkisi.....	67
Çizelge 4.5. Ozon uygulamasının etkisini gösteren ve görüntü işleme çalışması ile segmente edilmiş örnek beyaz nektarin görüntüleri	70
Çizelge 4.6. Beyaz nektarinlerde depolama süresinin farklı uzaylardaki (RGB, HSV, YCbCr, XYZ, $L^*a^*b^*$) renk parametreleri üzerine etkisi	72
Çizelge 4.7. Beyaz nektarinlerde depolama süresinin morfolojik özellikler üzerine etkisi	81
Çizelge 4.8. Ultrases uygulamasının beyaz nektarinlerin pH değeri üzerine etkisi	88
Çizelge 4.9. Ultrases uygulamasının beyaz nektarinlerin suda çözünür kuru madde (briks) değeri üzerine etkisi	90
Çizelge 4.10. Ultrases uygulamasının beyaz nektarinlerin renk değerleri üzerine etkisi	96
Çizelge 4.11. Ultrases uygulamasının beyaz nektarinlerin sertlik parametresi üzerine etkisi	98
Çizelge 4.12. Ultrases uygulamasının etkisini gösteren ve görüntü işleme çalışması ile segmente edilmiş örnek beyaz nektarin görüntüleri	102
Çizelge 4.13. Beyaz nektarinlerde depolama süresinin farklı uzaylardaki (RGB, HSV, YCbCr, XYZ, $L^*a^*b^*$) renk parametreleri üzerine etkisi	104
Çizelge 4.14. Beyaz nektarinlerde depolama süresinin morfolojik özellikler üzerine etkisi	114
Çizelge 4.15. Elektrolize su uygulamasının beyaz nektarinlerin pH değeri üzerine etkisi	123
Çizelge 4.16. Elektrolize su uygulamasının beyaz nektarinlerin suda çözünür kuru madde (briks) değeri üzerine etkisi	125
Çizelge 4.17. Elektrolize su uygulamasının beyaz nektarinlerin renk değerleri üzerine etkisi	131
Çizelge 4.18. Elektrolize su uygulamasının beyaz nektarinlerin sertlik parametresi üzerine etkisi.....	134

Çizelge 4.19. Elektrolize su uygulamasının etkisini gösteren ve görüntü işleme çalışması ile segmente edilmiş örnek beyaz nektarin görüntüleri	137
Çizelge 4.20. Beyaz nektarinlerde depolama süresinin farklı uzaylardaki (RGB, HSV, YCbCr, XYZ, $L^*a^*b^*$) renk parametreleri üzerine etkisi	139
Çizelge 4.21. Beyaz nektarinlerde depolama süresinin morfolojik özellikler üzerine etkisi	148
Çizelge 4.22. Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının beyaz nektarinlerin pH değeri üzerine etkisi	158
Çizelge 4.23. Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının beyaz nektarinlerin suda çözünür kuru madde (briks) değeri üzerine etkisi	160
Çizelge 4.24. Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının beyaz nektarinlerin renk değerleri üzerine etkisi	166
Çizelge 4.25. Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının beyaz nektarinlerin sertlik parametresi üzerine etkisi....	169
Çizelge 4.26. Kombinasyon uygulamalarının etkinliğini gösteren ve görüntü işleme çalışması ile segmente edilmiş örnek beyaz nektarin görüntüleri	172
Çizelge 4.27. Beyaz nektarinlerde depolama süresinin farklı uzaylardaki (RGB, HSV, YCbCr, XYZ, $L^*a^*b^*$) renk parametreleri üzerine etkisi	174
Çizelge 4.28. Beyaz nektarinlerde depolama süresinin morfolojik özellikler üzerine etkisi	184

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Meyve ve sebzeler, günlük beslenmemizde çok önemli yer tutan bir gıda grubudur. Yapılan araştırmalar günlük yeterli meyve ve sebze tüketiminin kanser, kalp ve damar hastalıkları ve diyabet gibi kronik hastalıkların yanı sıra obeziteyi önemli ölçüde azalttığını göstermektedir. Meyve ve sebzelerin insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri yüksek miktarda antioksidan, fenolik bileşikler, vitamin, mineral ve diyet lifi içermesinden kaynaklanmaktadır (Jongen, 2002; Slavin ve Lloyd, 2012).

Sert çekirdekli meyveler grubundan şeftali ve nektarin türleri içerisinde yer alan beyaz nektarin meyvesi, “Bayramiç Beyazı” ismi ile coğrafi işarete (Tescil No: 157) sahip olup tüysüz beyaz şeftali ismi ile de bilinmektedir. Beyaz nektarin, dünyada ve ülkemizde sadece Çanakkale ili ve ilçelerinde yetiştirilmekte ve en fazla Bayramiç ilçesinde üretilmektedir. Beyaz nektarin, kendine özgü rengi ve aroması sayesinde her geçen gün bilinirliğinin artmasıyla gıda pazarında yer bulan ve talep edilen bir ürün haline gelmektedir (TPE, 2010).

Meyvelerde hasat, taşıma ve hasat sonrasında besinsel bileşim, enzimler ve bu bileşenlerin metabolizmalarını etkileyen bir takım değişimler meydana gelmektedir. Uzun süreli depolama sırasındaki değişimler ürünlerin tadına, besin kalitesine ve raf ömrüne etki etmektedir (Sharma ve ark., 2009). Hasat sonrası değişimler (solunum, terleme gibi fizyolojik olaylar) meyve ve sebzelerin raf ömrünü kısıtlamakta ve depolama boyunca kalitenin korunması ve daha uzun raf ömrü sağlamak için muhafaza yöntemlerinin uygulanmasını gerektirmektedir (El-Ramady ve ark., 2015).

Son yıllarda gıda bilimcileri tarafından çevre dostu, düşük maliyetli ve gıda ürünlerinin kalite özelliklerini koruyan alternatif muhafaza yöntemleri arayışı artarak devam etmektedir. Bu arayışın en temel nedeni, geleneksel muhafaza metotlarının ısıl yöntemler olması ve kullanılan ısının gıdalarda besin ve kalite kaybına yol açmasıdır. Tüketici bilincinin günden güne artmasıyla birlikte taze veya tazeye en yakın özelliklerdeki gıdalara olan talepler de artış göstermekte ve ısıl olmayan yeni muhafaza yöntemleri gündeme gelmektedir (Sağdıç ve ark., 2008; Kıvanç ve Yılmaz, 2009; Barbosa-Canovas ve Bermúdez-Aguirre, 2011; Açu ve ark., 2014). Yenilikçi ısıl olmayan gıda muhafaza yöntemleri arasında; yüksek basınç, ultrases, atımlı elektrik alan (PEF), atımlı ışık, ozon, ultraviyole ışın (UV-C), klordioksit, elektrolize su, manyetik alan ısıtma, ohmik ve endüksiyonlu ısıtma, basınçlı karbondioksit, radyo frekans ve mikrodalga gibi uygulamalar yer almaktadır (Kıvanç ve Yılmaz, 2009; Barbosa-Canovas ve Bermúdez-Aguirre, 2011).

Gıdaların kalite parametrelerinin belirlenmesinde kullanılan geleneksel analiz teknikleri genellikle fazla zaman ve kalifiye işçilik gereksinimlerinin yanı sıra gıda ürünleri üzerinde hasar verici etki göstermektedir. Günümüzde, gıdaların kalite kontrolünde hem gıda sektörü hem de bilim dünyası tarafından hızlı ve tahribatsız (hasarsız) yöntemlere olan ilgi ve talep her geçen gün artış göstermektedir.

Hasarsız gıda analiz yöntemleri, herhangi bir fiziksel, kimyasal, termal ve mekanik hasar söz konusu olmadan tarımsal ürünler ve işlenmiş gıda maddelerinin nitel ve nicel ölçümlerinin gerçekleştirilmesidir. Gıdaların kalitatif özellikleri ve parametrelerinin çeşitliliği ve çokluğu, son 40 yılda doğru ölçüm cihazları teknolojisinin gelişimiyle birlikte hasarsız test yöntemlerinin de geliştirilmesine olanak sağlamıştır (Aboonajmi ve Faridi, 2016).

Hasarsız yöntemlerden biri olan görüntü işleme, görüntülerin görsel özelliklerinin iyileştirilmesi veya gösterdikleri yapı ve özelliklerinin ölçümü ve analizi amaçlarıyla çok çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır (Russ ve Neal, 2016). Görüntü işleme teknolojisi, son on yılda gıda endüstrisinde rutin analizlerin gerçekleştirilmesi ve kalite güvencesinin sağlanması amacıyla çok daha yaygın, istikrarlı ve sistematik olarak uygulanmaktadır. Güçlü makine zekâsı ve son teknolojiye sahip elektronik bileşenlerle desteklenen görüntü işleme sistemleri, insan düşünce sürecinin yapay olarak simüle edildiği bir mekanizma sağlamaktadır. Bu sayede, klasik yöntemler ile gerçekleştirilmek istenen uygulamalara (sınıflandırma, kalite kontrol vb.) çok daha hızlı ve daha düşük maliyetle ulaşılabildiği sağlanmaktadır (Abdullah, 2007; Davies, 2012).

Bu çalışmanın amacı, ısıl olmayan yeni muhafaza yöntemleri (ozon, ultrases, elektrolize su ve kombinasyonları) uygulanarak beyaz nektarinin tarladan tüketiciye ulaşana kadar ki kalite kriterlerinin daha uzun süre korunmasının sağlanması ve bu yenilikçi yöntemlerin beyaz nektarinin raf ömrü üzerindeki etkisinin ortaya konulmasıdır. Yöresel bir ürün olan beyaz nektarin üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar çok sınırlı sayıda olup gıda muhafazası konusunda literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bakımdan beyaz nektarinin raf ömrünün uzatılması konusunda çeşitli araştırmalar yaparak ve kısmen besin profilinin ortaya konulması suretiyle literatüre, ürünün tanıtımına ve dolayısıyla yöreye önemli bir katkı sağlanması hedeflenmiştir. Ayrıca, görüntü işleme teknikleri kullanılarak beyaz nektarinlerin renk ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesiyle birlikte ısıl olmayan muhafaza yöntemlerinin beyaz nektarin kalitesi üzerindeki etkinliğinin hasarsız bir şekilde ortaya konulması ve bu tekniklerin potansiyel kullanımı belirlenerek gıda sektörüne katkı sağlanması amaçlanmıştır.

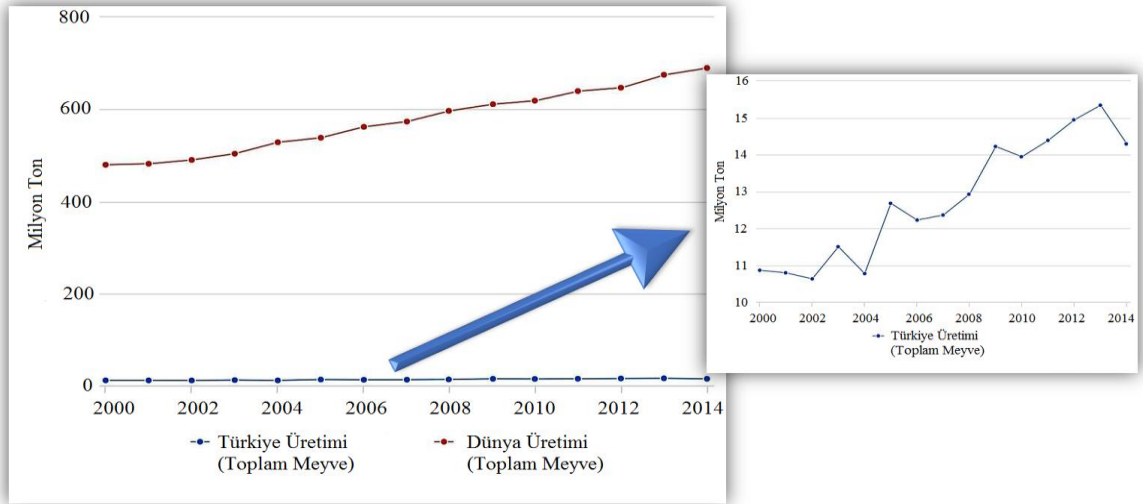
BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Meyve ve Sebze

Türkiye, coğrafi konumu itibariyle birçok meyve türünün yetiştirilebilmesi açısından oldukça elverişli bir iklime sahip olmasıyla birlikte bahçe bitkileri kültürünün doğduğu yer ve dünyada yetişen birçok meyve türünün anavatanı olarak kabul edilmektedir. Ülkemizde hem yabani olarak hem de kültüre alınmış meyve türlerinin sayısı 75'in üzerinde olup, yaklaşık 35 meyve türü yaygın olarak üretilmektedir. Ülkemizde görülen çok sayıda meyve türünün yanı sıra bu türlere ait büyük bir çeşit zenginliği de mevcuttur. Çeşit sayısı; üzümde 1200'ün, armutta 600'ün, elmada 500'ün, erikte 200'ün ve şeftalide 100'ün üzerindedir (Durmuş ve Yiğit, 2003; Gül ve Akpınar, 2006).

2014 yılı meyve üretimi istatistiklerine göre dünyada 690 milyon tona yakın üretim gerçekleşirken ülkemizde meyve üretimi yıllara oranla genel olarak artış göstermiş ve 14 milyon tonun üzerinde gerçekleşmiştir (Şekil 2.1) (FAO, 2017).



Şekil 2.1. Dünya ve Türkiye'de meyve üretim istatistikleri (2000-2014 yılları)

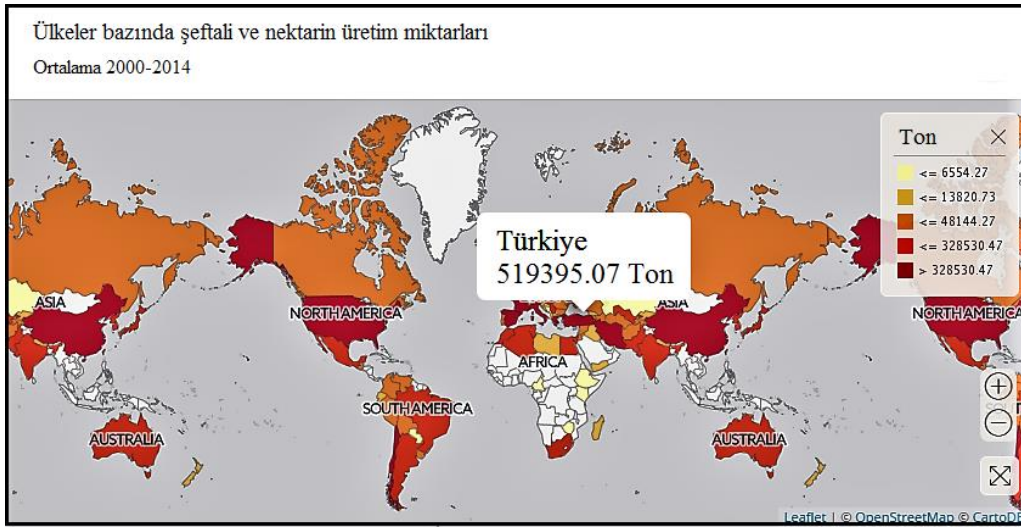
2.1.1. Şeftali ve Nektarin

Şeftali ve nektarin, ülkemizde yetiştirilen ve önemli bir yer tutan sert çekirdekli meyveler arasındadır. Çekirdeğinin etrafında etli bir mezokarp ve üzerinde ince bir ekzokarp bulunan şeftali ve nektarin meyveleri, sulu ve tatlı bir yapıya sahiptir. Nektarini şeftaliden ayıran ve tek bir gen ile kontrol edilen özelliği yüzeyinde mevcut tüylerin bulunmaması ve pürüzsüz bir dokuya sahip olmasıdır (Lurie ve Crisosto, 2005; Siddiq, 2006).

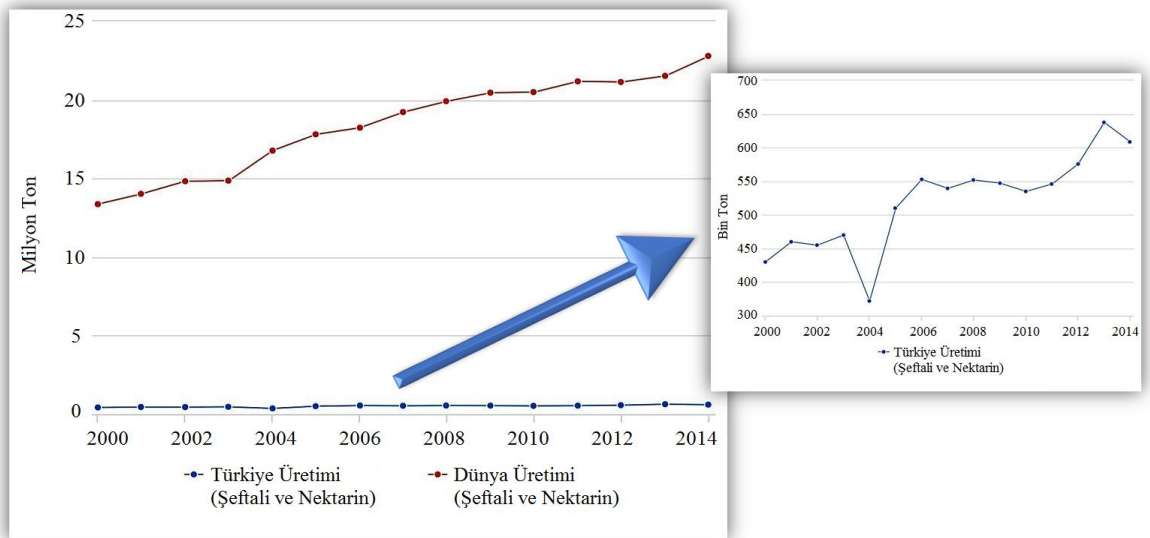
Çizelge 2.1. Şeftali ve nektarinin ortalama bileşimleri (Anonim, 2017h)

	Şeftali (100 g)	Nektarin (100 g)	
Temel Bileşenler	Enerji	: 46 kcal	: 43 kcal
	Su	: 87,49 g	: 88,14 g
	Kül	: 0,44 g	: 0,61 g
	Protein	: 0,96 g	: 0,20 g
	Azot	: 0,15 g	: 0,03 g
	Yağ	: 0,30 g	: 0,35 g
	Karbonhidrat	: 8,99 g	: 8,62 g
	Lif (Diyet)	: 1,82 g	: 2,07 g
	Şeker (Toplam)	: 6,26 g	: 8,53 g
	Sakkaroz	: 3,38 g	: 2,68 g
	Glukoz	: 1,45 g	: 3,15 g
	Fruktoz	: 1,43 g	: 2,70 g
	Tuz	: 7 mg	: 7 mg
Mineral Maddeler	Demir (Fe)	: 0,33 mg	: 0,36 mg
	Fosfor (P)	: 24 mg	: 31 mg
	Kalsiyum (Ca)	: 7 mg	: 11 mg
	Magnezyum (Mg)	: 9 mg	: 14 mg
	Potasyum (K)	: 183 mg	: 250 mg
	Sodyum (Na)	: 3 mg	: 3 mg
	Çinko (Zn)	: 0,12 mg	: 0,18 mg
Vitaminler	C vitamini	: 6,4 mg	: 5,4 mg
	Tiamin	: 0,030 mg	: 0,016 mg
	Riboflavin	: 0,023 mg	: 0,024 mg
	Niasin	: 0,650 mg	: 0,752 mg
	B-6 vitamini	: 0,026 mg	: 0,022 mg
	Folik asit	: 7 µg	: -
	A vitamini	: 21 RE	: 12 RE
	Beta-karoten	: 249 µg	: 143 µg
	Lutein	: 23 µg	: 23 µg

Ülkemiz, yıllara oranla şeftali ve nektarin üretim miktarı bakımından dünya ülkeleri içerisinde önemli bir yer almaktadır. 2010-2014 yılları arası ortalama üretim istatistiklerine göre, dünyada en önemli şeftali ve nektarin üreticileri Çin başta olmak üzere İtalya, İspanya, ABD, Yunanistan, Türkiye, İran, Fransa, Şili ve Mısır şeklinde sıralanmaktadır (Şekil 2.2). Bu verilere göre, Türkiye şeftali ve nektarin üretimi bakımından dünya ülkeleri arasında 6. sırada yer almaktadır. 2014 yılı FAO verileri incelendiğinde ise; dünyada yaklaşık 23 milyon ton, Türkiye’de ise 608.513 bin ton şeftali ve nektarin üretimi gerçekleştirildiği görülmektedir (Şekil 2.3) (FAO, 2017).

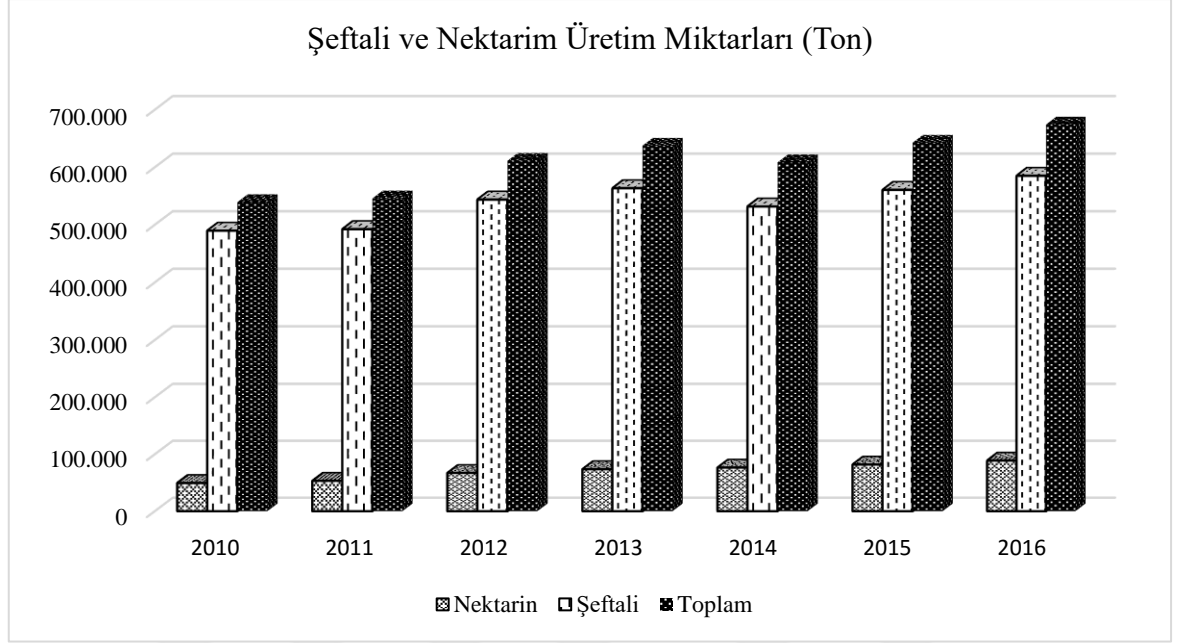


Şekil 2.2. Dünya haritası üzerinde ülkelere göre şeftali ve nektarin üretim dağılımı (2000-2014 yılları arası ortalama değerler)



Şekil 2.3. Dünya ve Türkiye’de şeftali ve nektarin üretim istatistikleri (2000-2014 yılları)

Ülkemize ait 2010-2016 yılları arası şeftali ve nektarin üretimi TÜİK istatistikleri Şekil 2.4’de verilmiştir. 2016 yılı bitkisel üretim verileri irdelendiğinde, 674.136 ton şeftali ve nektarin üretimi gerçekleştirdiği görülmektedir. Bu üretimin 585.210 tonunu şeftali, 88.926 tonunu ise nektarin oluşturmaktadır (TÜİK, 2017).



Şekil 2.4. Türkiye’de şeftali ve nektarin üretim istatistikleri (2010-2016 yılları)

2016 yılına ait iller bazında şeftali ve nektarin üretim istatistikleri (Çizelge 2.2) incelendiğinde; Çanakkale ili 91.558 ton ile şeftali üretiminde 2. sırada yer alırken, 24.682 ton ile nektarin üretiminde ise 1. sırada yer almaktadır. Türkiye şeftali üretiminin yaklaşık % 15,7’si, Türkiye nektarin üretiminin ise yaklaşık % 27,8’i sadece Çanakkale ili tarafından karşılanmaktadır (TÜİK, 2017).

Çizelge 2.2. 2016 yılına ait iller bazında şeftali ve nektarin üretim istatistikleri

Sıralama	İller	Şeftali (Ton)	Nektarin (Ton)	Toplam (Ton)
1	Mersin	103.595	15.822	119.417
2	Çanakkale	91.558	24.682	116.240
3	Bursa	77.941	12.811	90.752
4	İzmir	74.311	3.099	77.410
5	Denizli	33.752	897	34.649
6	Adana	14.823	15.803	30.626
7	Bilecik	26.234	1.200	27.434

2016 yılı TÜİK bitkisel üretim verilerine göre; Çanakkale ili ve ilçelerindeki şeftali ve nektarin üretimi (Çizelge 2.3) irdelendiğinde, Lapseki ilçesinin 57.904 ton şeftali ve 14.719 ton nektarin üretimi ile ön plana çıktığı görülmektedir (TÜİK, 2017).

Çizelge 2.3. 2016 yılına ait Çanakkale ili ve ilçeleri şeftali ve nektarin üretim istatistikleri

Sıralama	İlçeler	Şeftali (Ton)	Nektarin (Ton)	Toplam (Ton)
1	Lâpseki	57.904	14.719	72.623
2	Merkez	26.783	2.859	29.642
3	Bayramiç	2.245	5.902	8.147
4	Gelibolu	1.903	383	2.286
5	Biga	915	385	1.300
6	Eceabat	634	188	822
7	Ayvacık	433	63	496
8	Ezine	246	140	386
9	Gökçeada	210	17	227
10	Çan	199	26	225
11	Yenice	74	-	74
12	Bozcaada	12	-	12
TOPLAM		91.558	24.682	116.240

Bayramiç ilçesi, Çanakkale il sınırlarında yer alan ve ülkemiz için önemli meyve üretim merkezlerinden bir tanesidir. Bayramiç, Çanakkale ili genelinde nektarin üretiminde 2. sırada yer almaktadır. Bölgede üretilen nektarin ile Türkiye üretiminin yaklaşık % 6,64'ü karşılanmaktadır (TÜİK, 2017). Bu bölgede üretilen nektarinin büyük bir çoğunluğu Bayramiç Beyazı (TPE, 2010) olarak da bilinen beyaz nektarindir.

2.1.2. Beyaz Nektarin

Beyaz nektarin, karakteristik özellikleri açısından şeftali ve nektarin (özellikle beyaz etli nektarin) çeşitlerine benzeyen, *Rosaceae* familyasının *Prunus* cinsine ait bir meyve türüdür. Meyve boyutları bakımından diğer şeftali ve nektarin çeşitlerinden daha küçük boyutlarda olması ve beyaz-krem rengi ile farklılık göstermektedir (Şekil 2.5). Ayrıca, beğenilen tadı, aroması ve etkileyici görünüşü ile yüksek market değerlerine sahip bir üründür (Seker ve Gur, 2012; Seker ve ark., 2013).



Şekil 2.5. Beyaz nektarin resimleri (Anonim, 2017a)

Beyaz nektarin hasadı genellikle 15 Temmuz - 15 Ağustos tarihleri arasında yapılmaktadır. Hasat zamanı olarak meyvenin kabuk rengindeki yeşilden sarıya dönüşümün başladığı dönem esas alınmaktadır. Bazı üreticiler hasat zamanının belirlenmesinde meyve eti sertliği ve suda çözümlü kuru madde (briks) oranından yararlanmaktadır. Depolanacak olan veya uzun mesafelere taşınacak olan beyaz nektarinler henüz yumuşama başlamadan daha sert durumda iken hasat edilirken, doğrudan tüketiciye sunulacak ürünler biraz yumuşama görüldüğü dönemde hasat edilmektedir (TPE, 2010).

Beyaz nektarin meyvesinin fiziko-kimyasal özellikleri (Coğrafi İşaret Belgesi - Tescil No: 157) ele alındığında (Çizelge 2.4); meyve ağırlığı, eni ve boyu bakımından diğer şeftali ve nektarin çeşitlerine kıyasla daha düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Örneğin; beyaz nektarinin ortalama meyve ağırlığı 49,92 g iken J. H. Hale çeşidinin ortalama meyve ağırlığı 185,13 g olarak belirlenmiştir. Meyve eti sertliği bakımından beyaz nektarin, sert dokulu meyve grupları içerisinde sayılabilir. Suda çözümlü kuru madde (briks) ve toplam asitlik değerleri bakımından ise beyaz nektarin ile standart şeftali ve nektarin çeşitleri benzerlik gösterdiği belirtilmiştir.

Bayramiç beyazı coğrafi işaret tescil raporuna göre, hasat edilen beyaz nektarinler uygun depolama koşullarında (0 °C ve % 85-90 RH) 6 haftaya kadar minimum kalite kaybıyla muhafaza edilebilmektedir. Klasik tahta ve plastik kasalar kullanılarak yapılan depolamada, depolama süresi en fazla 4 hafta olarak gerçekleşirken, çeşitli ambalajlama teknikleri ile oluşturulan pasif modifiye atmosfer koşulları depolama süresini uzatmaktadır. Soğukta depolama sonrası pazarlama aşamasında beyaz nektarinlerin raf ömrü depolama kalitesine bağlı olarak 5-7 gün civarında seyretmektedir. Depolama yapılmadan doğrudan tüketiciye sunulan ürünlerde ise raf ömrü 12-15 gün ile sınırlı kalmaktadır (TPE, 2010).

Çizelge 2.4. Çanakkale yöresinde yetişen beyaz nektarin meyvesinin ortalama fiziko-kimyasal yapısı (TPE, 2010)

Beyaz Nektarin (Bayramiç Beyazı)		
	Özellik	Değer
Morfolojik Özellikler	Meyve Ağırlığı	: 49,92 g
	Meyve Eni	: 45,63 mm
	Meyve Boyu	: 37,91 mm
	Meyve Eti Sertliği	: 4,07 kg/cm ²
Temel Bileşenler	Kuru Madde	: % 13,69
	Briks	: % 12,07
	Toplam Asitlik	: % 0,42
	Kül	: % 0,77
Mineral Maddeler	Karbon (C)	: % 45,91
	Azot (N)	: % 1,89
	Fosfor (P)	: % 0,285
	Potasyum (K)	: % 2,09
	Kalsiyum (Ca)	: 46,7 mg/100 g
	Magnezyum (Mg)	: 85 mg/100 g
	Kükürt (S)	: 44,5 mg/100 g
	Bor (B)	: 8,09 mg/100 g
	Bakır (Cu)	: 0,931 mg/100 g
	Çinko (Zn)	: 2,01 mg/100 g
	Demir (Fe)	: 3,00 mg/100 g
Mangan (Mn)	: 0,478 mg/100 g	

2.1.3. Beyaz Nektarin Üzerine Yapılan Çalışmalar

Beyaz nektarin ile benzer karakteristik özellikler gösteren şeftali ve nektarin türleri ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmışsa da beyaz nektarin meyvesinin Çanakkale yöresine özgü bir ürün olması nedeniyle üzerinde yapılan bilimsel çalışma ve araştırmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışmalar daha çok tarım ve ziraat alanında olup beyaz nektarinin genetik çeşitliliği, diğer *Prunus* cinsi meyvelerle akrabalık oranları ve melezlenmesi gibi araştırmaları kapsamaktadır. Beyaz nektarinin depolanması, ambalajlanması ve raf ömrünün artırılması konularında literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bayramiç beyazı olarak bilinen ve yeni bir beyaz nektarin tipi olarak belirtilen bir çalışmada, bu türün bitki ve meyve özellikleri ortaya konulmuştur. Beyaz nektarin popülasyonundaki genetik çeşitlilik farklı enzim sistemleri kullanılarak araştırılmış ve izoenzim varyasyonu, şeftali ve nektarin çeşitliliği ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, fidan yetiştiricilerinin yeniden üretiminden kaynaklandığı düşünülen ve izozim polimorfizmleri ile de doğrulanan bitki ve meyve özellikleri bakımından beyaz nektarin popülasyonunda önemli bir farklılığın olduğunu göstermiştir. Beyaz nektarinler türünün bitki özellikleri açısından yaygın şeftali veya nektarin çeşitlerine benzerlik gösterdiği belirtilmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda; beyaz nektarinlerin, yaygın şeftali ve nektarin çeşitlerine göre daha az verime sahip olması, beyaz-krem renkli ve düşük et oranlı küçük meyveler olması gibi bazı dezavantajlarına rağmen, erik ya da kayısı tadına benzeten ve beğeni toplayan lezzeti nedeniyle yüksek pazar değeri ve tüketici tercihinine sahip olmasının beklendiği bildirilmiştir (Seker ve ark., 2005).

Seker ve Gur (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, beyaz nektarin popülasyonları arasında seçim çalışmaları sırasında yüksek verim ve çekici meyve özellikleri nedeniyle 15 genotip seçilmiş ve T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından sertifikalandırılmıştır. Bu çalışmada; yerli beyaz nektarin popülasyonunun bazı agronomik, fenolojik, bitki ve meyve özelliklerinin sunulması, seçilen genotiplerin şeftali ve nektarin çeşitleri ile karşılaştırılması ve beyaz nektarinlerin farklı *Prunus* türleri ve çeşitleri ile arasındaki melezleme çalışmalarının gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir.

Beyaz nektarin genotiplerinin diğer *Prunus* cinsi şeftali, nektarin, kiraz, kayısı, badem ve erik ile genetik akrabalık oranlarının belirlendiği bir araştırmada, beyaz nektarin tiplerinin diğer şeftali ve nektarin çeşitlerinden farklı genetiksel özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, genetik olarak beyaz nektarin çeşitlerinin birbirine en yakın olduğu, kiraz çeşidinin ise en uzak olduğu saptanmıştır (Gür ve Şeker, 2012).

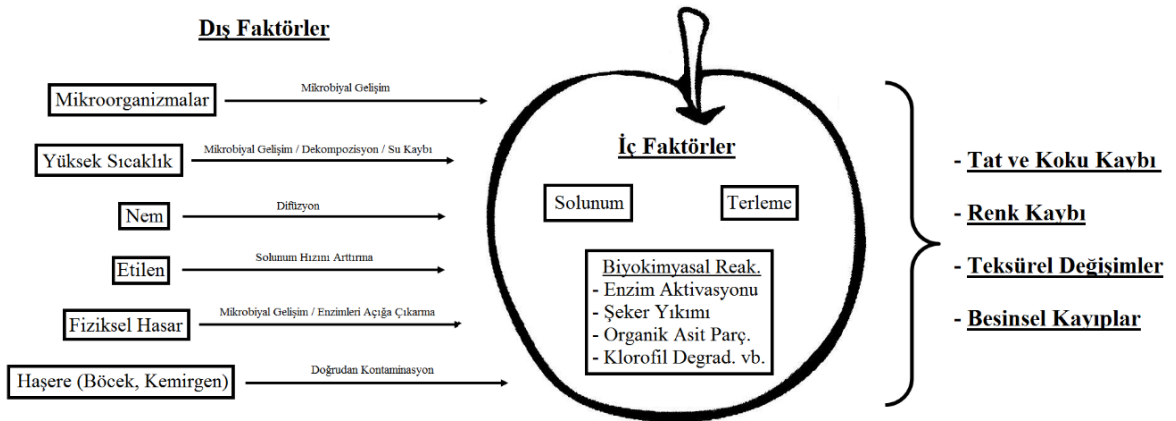
Seker ve ark. (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, aralarında beyaz nektarinin de bulunduğu 10 adet şeftali ve nektarin çeşidinin uçucu bileşen içerikleri GC-MS (Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi) ile SPME (Katı Faz Mikroekstraksiyon) tekniği kullanılarak karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, en aromatik genotip olarak belirlenen beyaz nektarinin diğer genotiplere göre yüksek düzeyde ester biriktirdiği rapor edilmiştir.

Beyaz nektarin ile erik, şeftali, badem, kayısı çeşitleri arasında melezleme çalışmaları gerçekleştiren Gür ve Şeker (2014), elde ettikleri sonuçlara göre % 26,10 oranında gerçekleşen en yüksek meyve tutumunun beyaz nektarin ile erik kombinasyonunda elde edildiğini saptamışlardır.

2.2. Meyvelerde Hasat Sonrası Meydana Gelen Değişimler

Meyve olgunlaşması; yüksek koordinasyona sahip, genetik olarak programlanmış ve belirli biyokimyasal ve fiziksel özellikleri içeren geri dönüşümsüz bir gelişim sürecidir. Renk (yeşil renk kaybı ve türlere, çeşitlere bağlı fotosentetik olmayan pigmentlerin artışı), sertlik (hücre duvarını degrade edici aktivelere yumuşama), tat (şeker artışı ve organik asitlerin azalması) ve koku (karakteristik aromayı sağlayan uçucu bileşiklerin üretimi) değişimleri olgunlaşma sırasında gerçekleşen temel değişimlerdir (Osorio ve Fernie, 2013).

Depolama sürecindeki en önemli faktörlerden biri olan solunum, depolama boyunca artış göstermekte ve meyvelere enerji (ATP) sağlamaktadır. Olgunlaşmanın ilerlemesiyle, nişasta glikoneogenaz yoluyla sentezlenen şekerlere metabolize olmakta ve bu şekerler de meyvelerde tatlılık sağlamaktadır. Meyvelerin çekici rengi fitokimyasal pigmentler sayesinde gelişmektedir. Klorofil ve karotenoidlerin yanı sıra bitkilerde bulunan en yaygın pigmentlerden olan antosiyaninler, şeker metabolizmasına (pentoz fosfat yolu) bağlı flavonoid biyosentezi yoluyla sentezlenmektedir. Meyvelerin duyuşsal bir özelliği olan aroma, uçucu bileşiklerin çeşitli kompleks karışımlarından kaynaklanmaktadır (Sharma ve ark., 2009). Hasat sonrası canlılığını devam ettiren meyvelerde gerçekleşen olgunlaşma yani fizyolojik değişiklikler bozulma anlamına gelmektedir (Snowden, 2008). Bu süreci etkileyen iç ve dış faktörler Şekil 2.6'da özetlenmiştir.



Şekil 2.6. Hasat sonrası meydana gelen değişimler ve bu değişimlerin hızını etkileyen iç ve dış faktörler

Meyvelerde hasat sonrası olgunlaşma esnasında yüksek düzeyde etilen üretimi ve solunum gerçekleşmektedir. Etilen olgunlaşmayı daha da hızlandırırken, metabolik aktivitenin sürdürülebilmesi için gerekli olan enerji solunum ile sağlanmaktadır. Solunum;

şekerlerin oksidasyonu ile karbondioksit, su ve ısı üretilmesini kapsamaktadır. Solunum sırasında açığa çıkan su ise terleme olarak isimlendirilmekte ve meyvelerde su kaybına neden olmaktadır. Böylece solunum, terleme ve etilen üretim hızı meyvelerin raf ömrünü doğrudan ve yüksek düzeyde etkilemektedir. Ortam sıcaklığını düşürerek veya ortamdaki O₂ ve CO₂ konsantrasyonlarının kontrolünü sağlayarak meyvelerde solunum, terleme ve etilen üretimini yavaşlatmak ve bu sayede bozulmayı geciktirmek mümkündür (Becker ve Fricke, 1996; Sharma ve ark., 2009).

Birçok faktörün etkisinde gerçekleşen bozulma olayının önemli sebeplerinden biri olan mikrobiyal kontaminasyon (küf ve bakteri); hasat öncesi, hasat, taşıma, depolama ve pazarlama gibi meyvelerin tüketiciye ulaşmadan önceki her aşamasında gerçekleşebilmektedir. Çoğu meyve henüz olgunlaşmamış iken mikroorganizmalara karşı doğal bir dirence sahiptir. Kontaminasyon gerçekleştiği andan itibaren enfeksiyon durdurulmakta, ancak bu sırada mikroorganizmalar latent (gizli) faza girmektedir. Olgunlaşma sürecinde hücre duvarlarının zayıflaması ve antimikrobiyal bileşenlerin sentezlenme yeteneğinde azalma olduğunda, meyve mikroorganizma gelişimine direnç gösteremez hale gelmektedir (Snowden, 2008).

2.3. Meyve ve Sebzelerde Çeşitli Süreçlerde Oluşan Kayıp ve Atık Durumu

Nüfus artışı ile birlikte dengesiz ve güvensiz gıda endişelerinin de artış gösterdiği dünyada yaklaşık 870 milyon kişi hâlâ kronik beslenme yetersizliği yaşamaktadır. Bu bağlamda, gıda kaybı ve atıkları günümüzün en büyük zorluklarından birisidir. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), üretilen yenilebilir gıdanın yaklaşık üçte birinin yani 1,3 milyar ton gıdanın her yıl kaybedilmesi ve atılmasının 750 milyar dolarlık (balık ve deniz ürünleri hariç) ekonomik zarara neden olduğunu tahmin etmektedir. Ayrıca, gıda kaybı ve atıklarının sera gazı emisyonu, su kirliliği, tarım arazisi israfı ve biyoçeşitlilik kaybı gibi önemli çevresel etkileri söz konusudur (Sawaya, 2017).

Dünya’da olduğu gibi ülkemizde de gıda kaybı ve atıkları önemli ekonomik ve çevresel problemlere yol açmaktadır. 2015 yılı verilerine göre, Türkiye ekonomisinin % 8,53’ü tarım sektöründen oluşmuş ve 2014 yılı toplam istihdamının % 24’ü bu sektörden karşılanmıştır. Tarımsal ürünler açısından önemli bir problem olan “gıda kaybı” terimi gıda atıklarını da kapsamakta ve çoğunlukla üretim, hasat sonrası, işleme, nakliye ve tüketim sırasında meydana gelen kayıpları içermektedir (Salihoglu ve ark., 2017). Meyve ve sebzelerde çeşitli süreçlerde meydana gelen kayıp ve atık oranları Çizelge 2.5’de görülmektedir.

Çizelge 2.5. Meyve ve sebzelerde çeşitli süreçlerde meydana gelen kayıp ve atık oranları (Gustafsson ve ark., 2013)

Süreç	Açıklama	Kayıp ve Atık Oranı
Tarımsal Üretim	Hasat sırasında oluşan mekanik hasar ve/veya dökülme ve hasat sonrası tasniflemede oluşan atıkları içermektedir.	% 20
Hasat ve Hasat Sonrası Depolama	Üretim yeri ve dağıtım arasındaki taşıma, depolama ve nakliye sırasında gerçekleşen dökülme ve bozulmaları kapsamaktadır.	% 5
İşleme ve Paketleme	Endüstriyel veya bireysel tüketim sırasında meydana gelen dökülme ve bozulmalardır (örn; meyve suyu veya konserve üretiminde oluşan atıklar). İşlenmeye uygun olmayan veya yıkama, soyma ve dilimleme gibi proseslerdeki kesintiler veya kazalar sonucu oluşan kayıplardır.	% 2
Dağıtım	Toptancılar, süpermarketler, perakendeciler veya pazarlardaki satış zincirlerinde meydana gelen kayıp ve atıkları kapsamaktadır.	Taze; % 10 İşlenmiş; % 2
Tüketim	Ev düzeyindeki bireysel tüketim sırasında meydana gelen kayıpları ve atıkları içermektedir.	Taze; % 19 İşlenmiş; % 15

Gelişmekte olan ülkelerde, doğası gereği kolay bozulabilir olan meyve ve sebzelerin kalitesini korumak, güvenliğini sağlamak ve hasat sonrası kayıpları azaltmak için bazı stratejiler izlenmektedir. Bu stratejiler şunlardır:

1. Taşıma sistemlerinin (özellikle ambalajlama ve soğuk zincir) iyileştirilmesi konusunda mevcut bilgilerin uygulanmasını sağlamak;
2. Altyapının yetersizliği, zayıf pazarlama sistemleri ve zayıf Ar-Ge kapasitesi gibi sosyoekonomik kısıtlamaların üstesinden gelmek;
3. Meyve-sebze üreticileri ile pazarlamacılar arasındaki bütünleşmeyi ve işbirliğini teşvik etmek (Kader, 2004).

Meyve ve sebzelerin üretimden tüketime kadar geçen tüm süreçlerde kayıp ve atık oluşumunun yüksek olması, belirtilen stratejiler ile üretici ve tüketicuyu bilinçlendirmenin yanı sıra muhafaza yöntemlerinin de uygulanmasını gerekli hale getirmektedir. Isı uygulaması içeren muhafaza yöntemlerinin besinsel ve duyuşsal kayıplara neden olması ısı olmayan muhafaza yöntemlerini ön plana çıkarmakta ve aşağıda detaylıca değinilen önemli avantajları nedeniyle üzerlerindeki ilgi her geçen gün artış göstermektedir.

2.4. Isıl Olmayan Muhafaza Yöntemleri

Isıl olmayan gıda muhafaza yöntemleri, tüketicilere önemli avantajlar sunan yenilikçi uygulamalar olup bazıları ticarileşme aşamasındadır. Bu yeni teknolojiler, araştırmacılar tarafından mikrobiyolojik açıdan kapsamlı bir şekilde araştırılmakta ve uygulamalar sonrası gıdaların bileşim faktörleri ve duyuşsal özellikleri de incelenmektedir. Elde edilen bulgular, sadece bakterilerin veya enzimlerin inaktivasyonu için değil aynı zamanda yeni özelliklere sahip bileşenlerin ve son ürünlerin geliştirilmesi için de yararlı olduklarını göstermektedir. Geleneksel ısı muhafaza yöntemleri ile kıyaslandığında nihai ürün kalitesi bakımında belirgin şekilde üstün olmalarına karşın maliyet, enerji ve işleme sürelerinde de önemli tasarruflar sağladıkları görülmektedir (Barbosa-Canovas ve Bermúdez-Aguirre, 2011).

Günümüzde, tüketicinin bilinçlenmesi ile birlikte önemi artan ve birçoğu Ar-Ge evresinde olan ısı olmayan muhafaza yöntemleri üzerinde gerçekleştirilen araştırmalar devam etmektedir. Meyve-sebze sektöründe de benzer şekilde spesifik ürünler için optimizasyon çalışmaları birçok yöntemde sürdürülmektedir. Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamalarına dair genel bilgiler ve bazı araştırma örnekleri aşağıda sunulmaktadır.

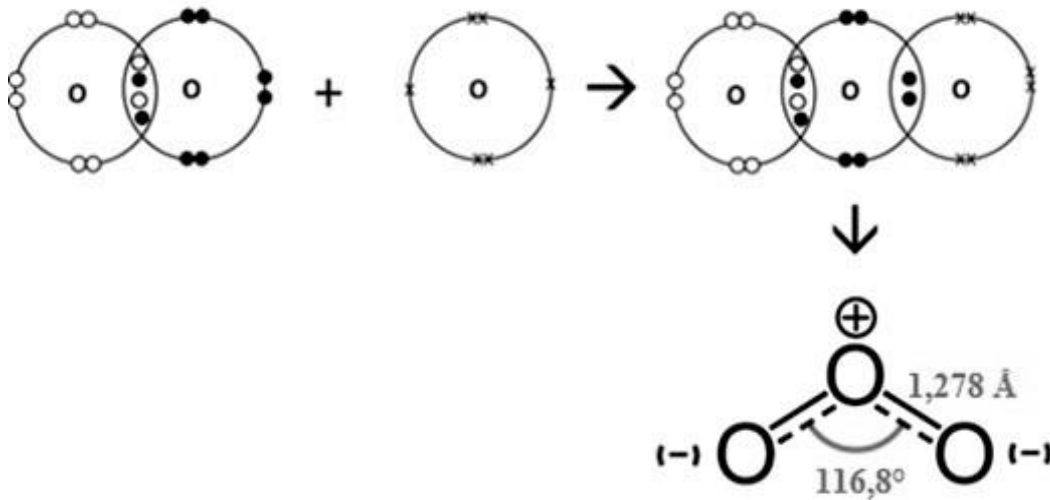
2.4.1. Ozon Uygulaması

Ozon (O_3), uzun yıllardır araştırılan ve gelişmiş ülkelerde uygulaması yapılan çok yüksek reaksiyon yeteneğine sahip, güçlü bir oksidant ve dezenfeksiyon ajanıdır (Khadre ve ark., 2001; Guzel-Seydim ve ark., 2004; Karaca ve Velioglu, 2007; Tzortzakis ve Chrysargyris, 2017). Son yıllarda, güvenilir gıda katkı maddesi talepleri ve ozonun çevre dostu bir teknoloji olduğunu kabullenilmesi ile ozona olan ilgi artış göstermiştir. Ozonun çok fonksiyonlu bir bileşik olması ve özellikle kalıntı bırakmadan ayrışması onu potansiyeli yüksek bir gıda işleme maddesi haline getirmiştir. Özellikle, Amerikan Gıda ve İlaç Otoritesi (FDA - Food and Drug Administration) tarafından alınan gıda ozon kullanımına ilişkin kararlar, dünya genelinde olası gıda uygulamalarına olan ilginin artmasına neden olmuştur (O'Donnell ve ark., 2012). Ozonun gıda endüstrisindeki en yaygın kullanım alanları; içme

suyu arıtımı, gıda ekipmanlarının yıkanması ve dezenfeksiyonu, gıdalarda mikrobiyal yükün azaltılması ve gıdaların işlenmesi, muhafazası ve raf ömrünün artırılması uygulamalarıdır (Kim ve ark., 2003; Ekici ve ark., 2006; Karaca ve Velioglu, 2007; O'Donnell ve ark., 2012).

Ozon, 1839 yılında Schönbein tarafından keşfedilmiş olup ilk ticari uygulaması 1906 yılında Fransa'nın Nice kentinde içme suyunun arıtılmasında kullanılarak yapılmıştır. Ozon, 1997 yılında FDA tarafından kullanımının güvenli olduğu anlamını taşıyan GRAS (Generally Recognized as Safe) statüsüne alınmış olup, 2001 yılında yine FDA'nın gıda maddeleri ile doğrudan temasında sakınca olmadığı ve antimikrobiyal gıda katkı maddesi olarak kullanılabilceği yönündeki kararı ile güvenilirliği artırılmıştır. Günümüzde tüketicilerin minimum işlenmiş gıdalara olan tercihin artması ile ozonun gıda muhafazası ve gıda ile temas eden yüzeylerin sanitasyonunda kullanımı da artış göstermektedir (Çatal ve İbanoğlu, 2010; Tiwari ve Muthukumarappan, 2012; Tiwari ve Rice, 2012).

Ozon (O_3), iki atomlu oksijen molekülüne (O_2) serbest radikal oksijen atomunun (O) eklenmesiyle oluşan üç atomlu oksijen molekülüdür. Ozonun moleküler yapısı, bir orta oksijen atomuna eşit mesafede iki oksijen atomunun yaklaşık $116,8^\circ$ açı ve $1,278 \text{ \AA}$ bağ uzunluğu ile bağlanması sonucu oluşmaktadır (Şekil 2.7). Ozonun kaynama noktası $-1.9 \pm 0.3^\circ \text{C}$, erime noktası $-92.5 \pm 0,4^\circ \text{C}$, kritik sıcaklığı $-12,1^\circ \text{C}$, kritik basıncı $54,6 \text{ atm}$ ve yoğunluğu $2,14 \text{ g/L}$ 'dir. Ozon, kuru havadan elde edildiğinde normal sıcaklıkta mavimsi renkte bir gazdır, ancak yüksek saflıkta oksijenden üretildiğinde ise renksiz formdadır. Ayrıca; ozonun sahip olduğu keskin karakteristik koku, doğada şimşek ve gök gürültüsü sonrası oluşan taze ve temiz koku olarak tanımlanabilir (Khadre ve ark., 2001; Guzel-Seydim ve ark., 2004; Greene ve ark., 2012).



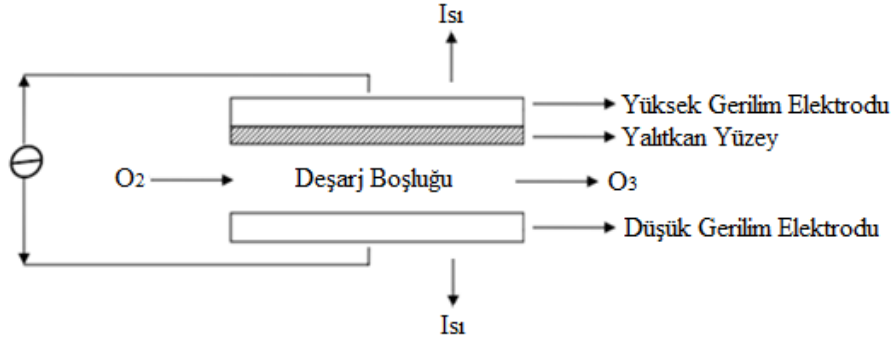
Şekil 2.7. Ozonun moleküler yapısı (Anonim, 2017e; Anonim, 2017f)

Ozon, son derece kararsız bir gaz olması ve oda sıcaklığında kolayca parçalanması nedeniyle depolanamadığından kullanılacağı yerde üretilmesi gerekmektedir (Kim ve ark., 2003; Tzortzakakis ve Chrysargyris, 2017). Ozon gazı üretmek için öncelikle iki atomlu bir oksijen molekülü (O_2) parçalanmalı ve sonrasında ortaya çıkan serbest radikal oksijen (O), başka bir iki atomlu oksijenle (O_2) serbestçe reaksiyona girmelidir. Üç atomlu ozon molekülünü (O_3) oluşması ile sonuçlanan bu reaksiyonda, O-O bağını kırmak için büyük miktarda enerji gerekmektedir. Bu enerjiyi elde etmek ve ozon gazını endüstriyel olarak üretebilmek amacıyla daha çok düşük dozlar için 185 nm dalga boyundaki UV lambaların kullanıldığı ultraviyole (UV) radyasyon yöntemi, yüksek dozlar için ise “korona deşarj yöntemi” kullanılmaktadır (Karaca ve Velioglu, 2007; Greene ve ark., 2012).

Ticari seviyede ozon gazı üretmek için en elverişli yöntem olan korona deşarj yönteminde (Çizelge 2.6), yüksek ve alçak gerilim olan iki elektrot birbirinden yalıtkan bir yüzey ve dar bir deşarj boşluğu ile ayrılmaktadır (Şekil 2.8). Yüksek voltajlı alternatif akım etkisiyle iki atomlu oksijen molekülünün atomlarına ayrışması ve oluşan oksijen atomlarının başka bir oksijen molekülü ile birleşerek ozon molekülünü oluşturması yoluyla üretim gerçekleşmektedir. Jeneratörden geçirilen besleme gazı olarak hava kullanılırsa % 1-3 oranında ozon gazı üretilirken, yüksek saflıkta oksijen kullanıldığında bu değer % 16 oranına kadar çıkarılabilir ve yüksek verim sağlanabilir (Rice ve ark., 1981; Greene ve ark., 2012; Tapp ve Rice, 2012).

Çizelge 2.6. Ozon üretiminde kullanılan UV radyasyon ve korona deşarj yöntemlerinin karşılaştırılması (Tapp ve Rice, 2012)

Parametre	UV Radyasyon	Korona Deşarj
Maksimum ozon üretim oranı	1.94 g/kWh	>55 g/kWh
Çıkış gazındaki ozon konsantrasyonu	1.8 g/m ³	12-60 g/m ³
1 kg ozon üretimi için gerekli enerji	44 kWh	6-8 kWh
Kuru hava ihtiyacı	Tercihen	Kritik
Ozon üretiminin sürekliliği	Değişken	Sürekli
Kurulum maliyeti	Nispeten düşük	Nispeten yüksek
İşletme maliyeti (Elektrik maliyeti)	Yüksek	Düşük



Şekil 2.8. Korono deşarj metodu ile ozon gazı üretiminin şematik gösterimi (Rice ve ark., 1981)

Gaz formda veya sulu formda olmak üzere iki ayrı şekilde uygulanabilen ozon, gıda endüstrisinde özellikle de meyve ve sebzelerde yüzey dekontaminasyonunda geniş bir uygulama alanı bulmaktadır. Meyve, sebze ve ürünlerinde patojenik ve bozulma ile ilgili bakteri, maya, küf ve sporlarına karşı güçlü ve geniş spektrumlu bir antimikrobiyal ajan olarak kullanılmaktadır (Khadre ve ark., 2001; Karaca ve Velioglu, 2007).

Ozonun mikroorganizmalar üzerindeki inhibe edici etkisi, yüksek oksidasyon kapasitesi ile bakteriyel hücre duvarındaki bileşenleri ileri derecede oksidasyona uğratmasıyla sağlanmaktadır (Tzortzakis ve Chrysargyris, 2017). Ozonun mikrobiyal inaktivasyon mekanizması; ozon moleküllerinin hücre çeperindeki doymamış yağların etrafını sararak okside etmesi ve yapılarını bozarak hücresel bileşenlerin (protein, nükleik asit, enzim, genetik materyal, vb.) hücre dışına çıkmasına ve hücre zarı geçirgenliğinin değişmesine neden olması yollarıyla gerçekleşmektedir. Ayrıca, ozon uygulaması ile mikroorganizmaların enzim dehidrojenasyon sisteminin parçalanması ve solunumun etkilenmesi sonucu ölüm gerçekleşmektedir (Ingram ve Haines, 1949; Kim ve ark., 2003; Guzel-Seydim ve ark., 2004).

Ozonun gıda sistemlerinde bulunan mikroorganizmalar üzerindeki geniş spektrumlu etkinliği; uygulanan ozon miktarı, uygulama süresi, ortamdaki kalıntı ozon miktarı gibi uygulama faktörleri ve pH, sıcaklık, nem, katkı maddeleri (yüzey aktif maddeler, şekerler vb.) ve hücreleri çevreleyen organik materyal miktarı gibi çeşitli çevresel faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Ozonun genel olarak gıdaların mikrobiyal yükünü azaltması ve raf ömrünü uzatması gibi olumlu etkileri olmasına rağmen yüksek düzeyde oksidasyona sebep olması dolayısıyla bazı gıda bileşenlerine zarar verme riski de taşımaktadır. Bu riskin ortadan kaldırılması amacıyla; gıda maddelerinin hem mikrobiyal inaktivasyon hem de kalite bozunma kinetiği üzerindeki etkinin ayrıntılı bir şekilde çalışılması ve ozon

uygulamasý öncesi her ürün için uygulama kořullarının optimize edilmesi (maksimum inaktivasyon - minimum kalite kaybı) gerekmektedir (Karaca ve Velioglu, 2007; Tiwari ve Muthukumarappan, 2012).

2.4.2. Ozon Uygulamasý Üzerine Yapılan Çalıřmalar

Ozon uygulamasının hasat sonrası çilek kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, çileklerin 2° C'de 0,35 ppm ozon içeren bir ortamda 3 gün depolanmasının ardından perakende koşullarını yansıtmayı amacıyla depolamaya 20° C'de devam edilmiştir. Çileklerin raf ömrü boyunca fungal bozulma, renk, şeker, asit dağılımı ve aroma gibi çeşitli kalite parametrelerindeki değişiklikler değerlendirilmiştir. Ozon uygulaması, 20° C'deki depolamanın 4. gününün sonunda fungal bozulma üzerinde etkisiz bulunurken, şeker ve askorbik asit içeriği bakımından önemli bir farklılığa sebep olmuştur. Soğuk depolamanın sonunda ozonlanmış çileklerin C vitamini içeriği, kontrol meyvelerinin 3 katı olarak belirlenmiştir. Ozon uygulamasının meyvelerde uçucu esterlerin emisyonunu % 40 oranında azaltması sebebiyle çilek aromasında olumsuz bir etki gözlenmiştir (Pérez ve ark., 1999).

Skog ve Chu (2001) tarafından soğuk depolamada çeşitli meyve ve sebzelerin kalitesi üzerine ozon uygulamasının etkisi araştırılmıştır. 0,04 mL/L konsantrasyonundaki ozon uygulaması ile 3° C'de depolanan brokoli ve çekirdeksiz salatalıkların raf ömrünü artış gözlenirken, 4° C'de depolanan mantarlar ve 10° C'de depolanan salatalıklar için ozon etkisinin çok az olduğu saptanmıştır. Ayrıca, etilen üreten ve etilene duyarlı meyve ve sebzelerin bir arada depolanabileceği toplu depolama odalarında ozon uygulanma olasılığının araştırıldığı bu çalışmada, 0,04 mL/L ozon uygulamasının, elma ve armut depolama odasında etilenin atmosferden çıkarılmasında (1,5-2 mL/L'den saptanamayan bir seviyeye düşürerek) etkili olduğu belirtilmiştir.

Ozon uygulamasının kuru incir mikroflorasına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, 3 ve 5 saat süre ile 5 ve 10 ppm konsantrasyonlarında gaz formda ozon uygulanmıştır. Elde edilen bulgular; toplam bakteri, koliform ve maya/küf sayılarında istatistiksel olarak önemli bir azalma gerçekteştiğini göstermiştir ($p < 0,05$). Kuru incirde mikroorganizma sayısını azaltmak için 5 ppm ozon konsantrasyonunda en az 3 saatlik uygulamanın gerekli olduğu belirlenmiştir. Tüm koliform bakterilerin inaktive edildiği bu seviyede, toplam aerobik mezofilik mikroorganizma sayısında % 38 ve maya/küf sayımında ise % 72'lik bir azalma gözlenmiştir (Öztek in ve ark., 2006).

Ozon uygulamasının hurma meyvelerindeki mikrobiyal popölasyonu azaltmadaki etkinliği Najafı ve Khodaparast (2009) tarafından incelenmiştir. Yapılan çalışmada, dört

farklı periyot (15, 30, 45 ve 60 dakika) için üç farklı konsantrasyonda (1, 3 ve 5 ppm) gaz formunda ozon uygulanmış ve toplam bakteri sayısı, koliform, *Staphylococcus aureus* ve maya/küf sayılarındaki azalma belirlenmiştir. 60 dakika süreyle 5 ppm ozon uygulanmış örneklerde *Escherichia coli* ve *S. aureus* bulunamamış olması ($p<0,05$), meyvelerdeki mikrobiyal popülasyonu azaltmak için ozonun etkin olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

Ölmez ve Akbas (2009) tarafından taze-kesilmiş yeşil yaprak marul için ozon uygulamasının optimizasyonu amacıyla 0,5-4,5 ppm konsantrasyon ve 0,5-3,5 dakika maruz kalma süresinin *Listeria monocytogenes* sayısı ve genel marul kalitesi üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Optimizasyon çalışmasından önce, sıcaklığın ozon uygulamasındaki etkinliği 10-26 °C aralığında değerlendirilmiş ve istatistiksel olarak önemli bir etkisi gözlenmemiştir ($p>0,05$). 12 gün boyunca 4° C'de depolanan marul örneklerinde önceden belirlenen optimum ozonlama koşulunun (2 ppm) sağladığı kalite ve güvenlik ile klorlu su (100 ppm), organik asit (0,25 g/100 g sitrik asit + 0,50 g/100 g askorbik asit) ve 10° C'de 2 dakika süreyle yıkama uygulamaları karşılaştırılmıştır. Aerobik mezofilik bakteriler, *Enterobacteriaceae*, psikrotrofik bakteriler, C vitamini, β-karoten ve duyu analizler gerçekleştirilmiş ve ozon uygulamasının duyu kalitenin sürdürülmesinde klorlu su ve organik aside göre daha olumlu olduğu belirlenmiştir.

Aday ve ark. (2014), çilek kalitesinin korunması amacıyla üç sulu formda ozon konsantrasyonu (0,075 ppm, 0,15 ppm ve 0,25 ppm) ve iki maruz kalma süresinin (2 ve 5 dakika) etkinliği araştırmıştır. 0,075 ppm ve 0,15 ppm ozon uygulamalarının pH, toplam çözünür kuru madde, sertlik ve elektriksel iletkenlik değişikliklerini geciktirdiği ve tüm ozon uygulamalarının depolama esnasında küf gelişimini engellediği tespit edilmiştir. 0,25 ppm ozon uygulaması, yüksek ozon konsantrasyonuna bağlı olarak çilek kalitesinde kayba neden olurken, soğuk depolama koşulları altında raf ömrünü en az 3 hafta uzatabilmek için düşük (0,075 ppm) ve orta (0,15 ppm) düzeyde ozon konsantrasyonlarının uygulanabilir olduğu belirtilmiştir.

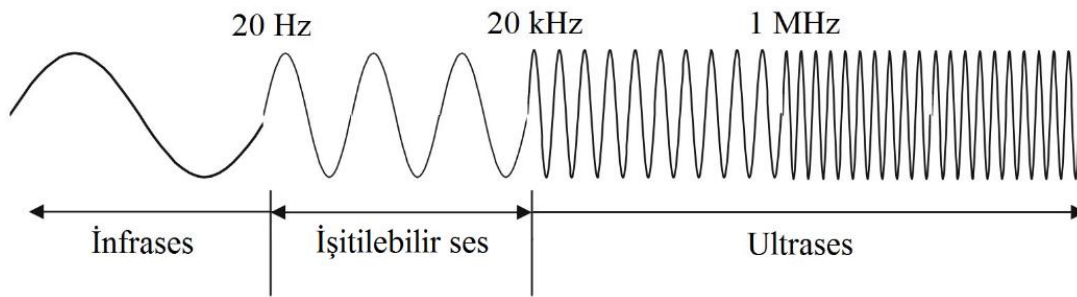
Yapılan bir çalışmada, ozon ile muamele edilmiş ve edilmemiş papaya meyvelerinin fiziko-kimyasal özellikleri ve antioksidan aktiviteleri karşılaştırılmıştır. 96 gün boyunca 0; 1,5; 2,5; 3,5 ve 5 ppm konsantrasyonlarında ozon uygulamasına maruz bırakılan papayalar, 25±3° C ve % 70±5 bağıl nem (RH) depolama koşullarında saklanmıştır. Depolamanın 10. gününde, 2,5 ppm ozon uygulaması kontrol örnekleri ile kıyaslandığında daha yüksek toplam çözünür kuru madde (% 25,0), askorbik asit (% 12,4), β-karoten (% 19,6), likopen (% 52,1) içerikleri ve antioksidan aktivitesi (% 30,9) sağlarken, daha düşük ağırlık kaybına (% 11,5) neden olduğu belirlenmiştir. 2,5 ppm ozon uygulamasının, papayanın tatlılık ve

genel olarak kabul edilebilirlik duyuşal özellikleri bakımından üstün olduğu belirtilmiştir (Ali ve ark., 2014).

Karadut meyvesinde ön soğutma ve 2 ppm ozon uygulamalarının hasat sonrası soğuk koşullarda depolama sırasında ürün kalitesine etki ve mekanizmalarının araştırıldığı bir çalışma yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar; ozon ve ön soğutma uygulamasına tabi tutulmuş karadutlarda daha yüksek seviyelerde titrasyon asitliği ve toplam çözünür kuru madde içeriği, daha stabil sertlik ve rengin yanı sıra daha düşük bozulma hızı, solunum hızı ve polifenol oksidaz aktivitesi olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, uygulama sayesinde hücre duvarlarının ayrışması ve epidermal dokusunun bozunmasının geciktiği belirtilmiştir. (Han ve ark., 2017).

2.4.3. Ultrases Uygulaması

Ultrases (sonikasyon), insan kulağının işitilebildiği limitin üzerinde olan yüksek frekanslı ses dalgalarına verilen isimdir (Gibbs ve ark., 2011; Awad ve ark., 2012). Ses dalgalarının türü frekansına göre belirlenmektedir (Şekil 2.9). “İnfrases”, 20 Hz’den düşük frekansları içeren ve insan kulağının algılayabileceği frekansın altındaki ses dalgalarını belirtmektedir. 20 Hz’den 20 kHz’e kadar olan ses dalgaları insan kulağı tarafından algılanabilmektedir. “Ultrases” ise 20 kHz frekanslarda olup insan kulağı tarafından işitilemeyecek kadar yüksek frekanslı ses dalgalarıdır (Kentish ve Ashokkumar, 2011; Gallego-Juárez, 2017).



Şekil 2.9. Ses spektrumu (Kentish ve Ashokkumar, 2011)

Ultrases, gıdalara minimum işleme sağlarken kaliteyi en üst düzeye çıkarmak ve gıda ürünlerinin güvenliğini artırmak için geliştirilen teknolojilerden birisidir (Awad ve ark., 2012). Gıda işleme aşamalarında ultrases tekniğinin kullanılması; kısa uygulama süresi,

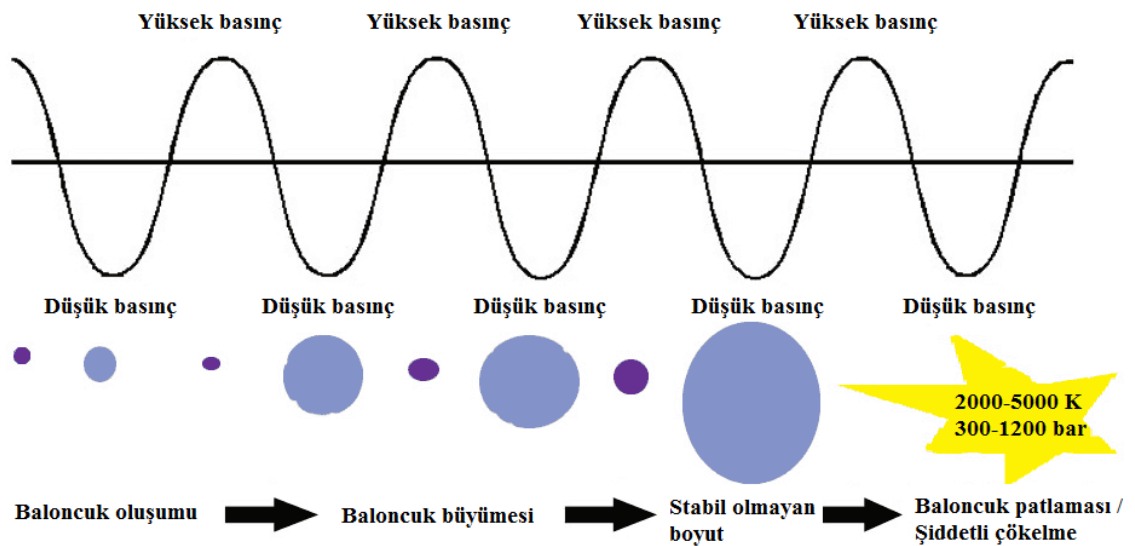
yüksek tekrarlanabilirlik, düşük işlem maliyeti, uygulama kolaylığı, yüksek saflıkta nihai ürün gibi avantajlar sunmaktadır. Ultrases; etkili düzeyde karıştırma ve mikro-karıştırma, hızlı enerji ve kütle transferi, seçici ekstraksiyon, ısıl işlemlere yardımcı olma, tekstür ve gıda analizleri ve gıda muhafazası gibi olumlu etkiler sağlamaktadır. Bu etkilerden dolayı kesme, pişirme, kurutma, dondurma/kristalizasyon, gaz çıkarma, köpük giderme, filtrasyon, emülsifikasyon, sterilizasyon ve ekstraksiyon gibi çeşitli gıda işleme proseslerinde uygulanmaktadır (Chemat ve ark., 2011; Awad ve ark., 2012). Ultrases uygulamasının tüketiciye yönelik en önemli avantajı, risk içermeyen olumlu bir uygulama olarak algılanması ve kabul görmesidir. Ses dalgaları genellikle güvenli, toksik olmayan ve çevre dostu olarak görülmekte ve bu durum ultrases tekniğine diğer tekniklere göre büyük bir avantaj sağlamaktadır (Kentish ve Ashokkumar, 2011).

Ultrases sistemi için sıvı bir ortam ve yüksek bir enerji kaynağı temel gereksinimlerdir. Gıda işleme, analiz ve kalite kontrolünde ultrases uygulamaları frekans aralığına bağlı olarak düşük enerjili (düşük güç, düşük yoğunluklu) ve yüksek enerjili (yüksek güç, yüksek yoğunluklu) olmak üzere iki sınıfa ayrılabilir. Düşük enerjili ultrases; $1 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$ 'nin altındaki yoğunluklarda 100 kHz'den yüksek frekansa sahip olup çeşitli gıda maddelerinde (taze meyve-sebzeler, peynirler, yemeklik yağlar, ekmek ve tahıl ürünleri, et ve ürünleri, gıda jöleleri vb.) kalite kontrol amacıyla gıda kompozisyonu ve yapısını değerlendirilmesi için depolama boyunca hasarsız görüntüleme ve analiz yöntemi olarak kullanılabilir. Yüksek enerjili ultrases ise; $1 \text{ W} \cdot \text{cm}^{-2}$ 'den daha yüksek yoğunluklarda 20-500 kHz arasında frekansa sahip olup gıdaların fiziksel, mekanik veya kimyasal/biyokimyasal özelliklerine etki ederek gıda işleme, gıda muhafazası ve gıda güvenliği sağlamak için kullanılmaktadır. Yüksek enerjili ultrases teknolojisi, gıdaların raf ömrünü uzatmak, mikrobiyal inaktivasyonun sağlanması, enzimatik aktivitenin sınırlandırılması, gıda proteinlerinin fonksiyonel özelliklerinin modifiye edilmesi, tekstürel özelliklerin modifiye edilmesi, emülsifikasyon, biyoaktif bileşenlerin ekstraksiyonunu gibi amaçlarla uygulanmaktadır (Awad ve ark., 2012).

En uygun ultrases üretim yöntemi elektrostatik transdüser prensibi (piezoelektrik etki) kullanılarak yapılmaktadır. Bu yöntemde kullanılan transdüserin en önemli bileşeni elektrik enerjisini mekanik enerjiye (ses titreşimi) çeviren piezoelektrik kristallerdir. Moleküllerin kutuplaşması için uygulanan yüksek frekanslı alternatif akım iki elektrot vasıtasıyla ferroelektrik materyallere (piezoelektrik kristaller) iletilir ve polarize olan moleküllerin karşılıklı çekiminden kaynaklanan ferroelektrik materyallerin elastik deformasyonu (uzayıp kısalmalar) meydana gelmektedir. Mekanik salınım (titreşim) dönüştürülmesinin ardından

ses dalgaları sırasıyla bir amplifikatöre, sesi yayan sonotroda ve son olarak uygulanmak istenen ortama aktarılır (Knorr ve ark., 2004; Gibbs ve ark., 2011; Gallego-Juárez, 2017).

Ultrases uygulamasının; ekstraksiyon, dondurma, kurutma, emülsifikasyon ve gıda ile temas eden yüzeylerde patojen bakterilerin inaktivasyonu gibi birçok gıda prosesinin gerçekleşmesini sağlayan mekanik, fiziksel ve kimyasal/biyokimyasal değişiklikler “kavitasyon” yoluyla meydana gelmektedir (Awad ve ark., 2012). Kavitasyon, gıda işleme uygulamalarında son derece önemli bir yere sahip olan ve sistem basıncındaki hızlı değişiklikler sonucu ses dalgasının düşük basınç noktalarında oluşan mikro düzeyde baloncuklardır. Oluşan bu hareketli mikro baloncuklar, süreç boyunca yavaş yavaş büyüme gösterir ve rezonans frekansı olarak bilinen belirli bir boyut aralığına ulaştığında ve baloncukların birbirleri ile çarpışmaları sonucu genellikle şiddetli patlamalar ve çökelmeler meydana gelmektedir. Ultrases uygulamasının akışkan içerisinde oluşturduğu kuvvetin ana mekanizması olan ve kavitasyon çöküşü olarak adlandırılan bu mikro boyuttaki patlamalar sonucu sıvı içerisinde lokal bölgelerde yaklaşık 2000-5000 K sıcaklık ve 300-1200 bar basınç oluşabilmektedir (Şekil 2.10). Düşük frekanslı ultrases uygulamaları, daha büyük baloncuklar üretimi, daha şiddetli bir kavitasyon çöküşü ve dolayısıyla daha yüksek lokalize sıcaklık ve basınç oluşumu meydana getirmektedir. Yüksek frekanslı ultrases uygulamalarında ise, birim zaman başına daha fazla çarpışma olayı meydana gelmekte ve bu durum yoğun olmasa da daha düzgün bir akustik alan sağlayabilmektedir (Kentish ve Feng, 2014).



Şekil 2.10. Ultrasonik kavitasyonun oluşumu ve etkileri (Anonim, 2017c)

Ultrasonik kaviteyonun antimikrobiyal etkisi; lokalize sıcaklık-basınç artışı ile birlikte hücre zarı geçirgenliğinde artış ve seçicilik kaybı, hücre zarının incilmesi ve serbest radikallerin oluşumu ile birlikte bakteri hücre duvarını yıpratarak doğrudan inaktivasyon mekanizmasından kaynaklanmaktadır (Bilek ve Turantaş, 2013).

Ultras, taze meyve ve sebzelerin kalite özelliklerini değiştirmeden mikrobiyal kontaminasyonu kontrol altına alabilecek potansiyele sahip bir uygulamadır. Bazı çalışmalar, ultras uygulaması ile mikroorganizmalar ve bazı enzimlerin inaktive edilebileceğini göstermektedir. Ultras uygulamasının etkili olması için, uygulama parametrelerinin (frekans, güç, uygulama süresi vb.) gıdaların besin ve duyu kalitesini değiştirmeden verimli bir sanitasyon sağlayacak şekilde ayarlanması gerekmektedir. Ultras yönteminde; akustik kaviteyon tarafından üretilen kimyasal ve fiziksel enerji, hücre duvarı üzerinde ciddi hasar meydana getirerek mikroorganizmaların inaktivasyonu sağlanmaktadır. Bu etki mekanizması, uygulama parametrelerinin kontrollü olması şartı ile ultras gıda kalite güvencesi ve gıda güvenliği için uygulanabilir bir teknik olarak ön plana çıkarmaktadır (São José ve ark., 2014).

2.4.4. Ultras Uygulaması Üzerine Yapılan Çalışmalar

Ultras ve ticari sanitasyon maddelerinin çeri domateslerindeki doğal kontaminantlar ve *Salmonella enterica Typhimurium* üzerindeki etkisi incelendiği bir çalışma kapsamında, çeri domatesleri 20 ve 200 mg/L sodyum dikloroizosiyanürat, % 5 hidrojen peroksit, 10 mg/L klor dioksit veya 40 mg/L perasetik asit varlığında 10 dakika boyunca ultrasle (45 kHz) muamele edilerek yüzeydeki doğal kontaminantlar ve inoküle edilmiş *Salmonella*'nın azaltılması değerlendirilmiştir. Çeri domateslerindeki farklı sanitasyon işlemlerinden sonra aerobik mezofilik kontaminasyon 0,7-4,4 log₁₀ CFU/g azalırken, küf ve mayalar 1,1-3,4 log₁₀ CFU/g azaltılmıştır. Ultras ve 40 mg/L perasetik asidin kombine uygulaması, doğal kontaminant popülasyonunda en fazla azalma ve *Salmonella Typhimurium* ATCC 14028'de 3,9 log₁₀ CFU/g azalma sağlamıştır. Bu sonuçlar ışığında, çeri domateslerin sanitasyonunda ultrasin yardımcı bir strateji olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir (São José ve Vanetti, 2012).

Aday ve ark. (2013) tarafından yürütölen bir çalışmada, çilek kalitesi üzerine farklı ultras güçlerinin (30 W, 60 W ve 90 W) ve uygulama sürelerinin (5 ve 10 dk) etkisi belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, 30 W ve 60 W ultras güçleri ile muamele edilen çileklerde ambalaj içi O₂ konsantrasyonu 90 W ve kontrol (KNT) gruplarından daha yüksek bulunmuştur. KNT ve 90 W gruplarının depolama sırasındaki CO₂ salınım hızında keskin

bir artış gözlenmiştir. pH, toplam çözünür kuru madde içeriği, renk ve tekstürel özellikler bakımından 30 W ve 60 W uygulamalarının daha olumlu etkiler sergilediği, küf gelişiminin azaltılmasında ise tüm uygulamaların etkili olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, 90 W kadar yüksek ultrason gücünün çilek kalitesini olumsuz etkilediği, 30 W ile 60 W arasındaki güç seviyelerinin kaliteyi iyileştirildiği ve çileğin raf ömrünü uzatmak için kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Valente ve ark. (2013) tarafından mango meyvesinde daha iyi bir kalite karakterizasyonu sağlamak için ultrases gibi fiziksel ölçümlerin potansiyel kullanımının araştırıldığı bir çalışmada, önceki çalışmalarında belirledikleri suda çözünür kuru madde (SÇK) ile ultrasonik dalga hızı arasındaki yüksek ilişki ışığında organoleptik kaliteden sorumlu biyokimyasal bileşiklerin saptanması için yaklaşık 25 MHz ultrases ölçümlerinin katma değeri değerlendirilmiştir. Mango suyunun ana şeker bileşenlerinden sakaroz içeriği tahmini için PLS modeli kullanılarak geliştirilen SÇK ve ultrases dalgaların hızının kombine edildiği modelde ($R^2=0,81$) sadece SÇK ile oluşturulan doğrusal model ($R^2=0,75$) kıyaslandığında daha iyi bir başarı sağlanmıştır. Benzer sonuçlar titrasyon asitliği PLS modelinde elde edilmiştir. Fakat hem sakaroz hem de titrasyon asitliği için doğrusal ve PLS modelleri üzerinde Wilcoxon istatistiksel testi yapıldığında, ultrases ölçümlerinin katma değeri her zaman önemli bulunmamıştır ($p=0.05$).

Kontrollü sıcaklık koşulları altında farklı büyüme evrelerinde maya ve bakterileri inaktive etmek için yüksek frekanslı (850 kHz) ultrasesin kullanıldığı bir çalışmada, üç tür bakteri (*Enterobacter aerogenes*, *Bacillus subtilis* ve *Staphylococcus epidermidis*) ve bir tür maya (*Aureobasidium pullulans*) değerlendirmeye alınmıştır. Çalışma sonuçları, yüksek frekanslı ultrasesin hem üstel (log fazı) hem de durağan (sabit faz) büyüme evrelerinde bakterilerin inaktive edilmesinde oldukça etkili olduğunu ve % 99'dan daha fazla inaktivasyon oranının elde edildiğini göstermektedir. TEM bulgularına göre, bakteri inaktivasyon mekanizmasının esas olarak akustik kaviteasyona neden olan serbest radikaller ve H_2O_2 kaynaklı olduğu ileri sürülmektedir. *B. subtilis* bakterisinin akustik kaviteasyonun mekanik etkilerine duyarlı olduğu belirlenirken, maya *A. pullulans*'ın bakterilere kıyasla yüksek frekanslı ultrasese karşı daha dirençli olduğu saptanmıştır. Akustik kaviteasyon sırasında üretilen H_2O_2 varlığından dolayı ultrasonik işleminin durdurulmasından sonra bile inaktivasyon işleminin devam ettiğini belirtilmiştir (Gao ve ark., 2014).

Ultrases uygulamasının hasat sonrası domates kalitesi (renk, doku ve toplam fenolik içerik) ve mikrobiyal yükü üzerine etkisinin Pinheiro ve ark. (2015) tarafından incelendiği bir çalışmada, farklı süre (1-19 dakika) ve farklı ultrasonik güç seviyelerinde (% 10-% 100)

45 kHz sabit bir frekansta uygulanmış ve cevap yüzey yöntemi (responce surface analysis) sonucuna göre optimal uygulama parametreleri % 55-10 dakika, % 80-15 dakika ve % 100-19 dakika olarak belirlenmiştir. Bu koşullarda ve özellikle de daha yüksek güç seviyelerinde, 10° C’de 15 gün depolama boyunca maksimum renk ve tekstür korumasının yanı sıra toplam fenolik içeriğinde artış ve mikrobiyal azalma elde edilmiştir. Ultrasesin taze meyvelerin raf ömrünü uzatmak için alternatif bir yöntem olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Siucińska ve ark. (2016)’nın ozmotik dehidrasyon sırasında ultrases uygulanmasının kurutulmuş vişne kalitesi ve besin özellikleri (özellikle biyoaktif bileşen seviyesi) üzerine raf ömrü boyunca etkisini belirlediği bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Ultrases uygulaması, ozmotik dehidrasyon sonrasında kütle transferinin arttırılmasına (daha yüksek kuru madde içeriği ve daha düşük su aktivitesi) neden olmuştur. Depolama, antosiyanin içeriğinin bozulmasına neden olmuş ve 8 haftalık depolamadan sonra numuneler arasında önemli farklılıklar gözle görülebilir hale gelmiştir. Ultrases uygulanan numuneler kontrol numunelerine göre daha düşük direnç kapasitesine sahip olduğu belirtilmiş ve bu durumun ultrases uygulamasının antosiyanin içeriği üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu ve potansiyel antioksidan kaybını hızlandıracağı düşünülmektedir.

Çileğin fiziko-kimyasal, nutrasötik ve mikrobiyal kalitesi üzerine ultrases uygulamasının etkisinin araştırılması amacıyla yeni hasat edilen çilekler için farklı sürelerde (0, 10, 20, 30, 40 ve 60 dakika) ultrases (33 kHz, 60 W) uygulanmış ve 4° C’de 15 gün depolama periyodunda analiz edilmiştir. Meyve sertliği ve rengi için 20 ila 30 dakika arasında uygulamaların optimum olduğu belirlenirken; pH, C vitamini, asitlik ve toplam çözünür kuru madde için 30 ila 40 dakika arasındaki uygulamaların daha koruyucu olduğu saptanmıştır. 40 dakika uygulama süresi, bakteri sayısını 5.91’den 3.91 Log10 CFU/g’a; maya ve küf sayısını ise 4.80’den 3.58 Log10 CFU/g’a düşürmüştür. 30 ila 40 dakika uygulama süreleri tüm depolama günleri boyunca çileklere en uzun raf ömrü sağlarken, yüksek uygulama süresi (60 dakika) mikrobiyal yükü artırmış, antioksidan potansiyelini düşürmüştür ve meyvenin istenen kalitesinde değişikliğe sebep olmuştur (Gani ve ark., 2016).

Yeoh ve Ali (2017) tarafından soğukta depolanan taze-dilimlenmiş ananasın fenolik metabolizması ve antioksidan kapasitesi üzerine ultrasesin etkisinin incelenmesi için farklı güç (0, 25 ve 29 W) ve farklı maruz kalma süresinde (10 ve 15 dakika) uygulamalar gerçekleştirilmiştir. 25 ve 29 W seviyelerinde ultrases uygulamasından sonra, fenilalanin amonyak liyaz (PAL) aktivitesi kontrol ile karşılaştırıldığında 2 kat civarında önemli bir artış gerçekleşmiştir (p<0,05). Ultrases uygulaması, hem polifenol oksidaz (PPO) hem de polifenol peroksidaz (POD) aktivitesinde önemli derecede düşüş sağlamıştır (p<0,05).

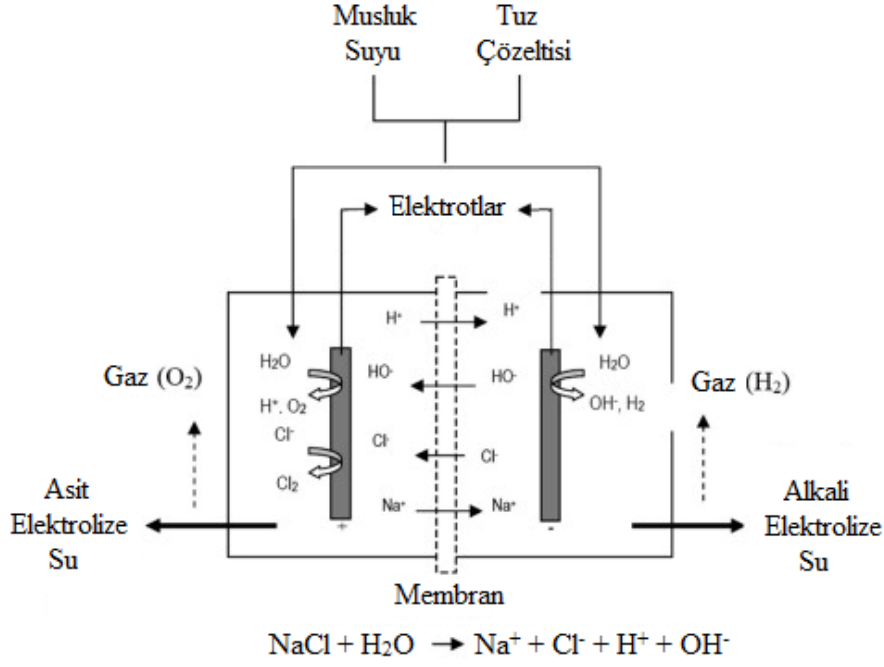
Ayrıca, PAL indüksiyonu ile yüksek toplam fenolik içeriği ve dolayısı ile daha yüksek antioksidan kapasitesi arasında korelasyon bulunmuştur ($p < 0,001$). Elde edilen bulgular, uygun güçte ultrases uygulamasının PAL aktivitesi, toplam fenolik içeriği ve oksidatif stresle baş edebilecek toplam antioksidan kapasiteyi artırabileceğini göstermektedir.

2.4.5. Elektrolize Su Uygulaması

Elektrolize su, son yıllarda birçok ülkenin gıda sanayiinde gıda güvenliği açısından dekontaminasyon ve ekipmanların endüstriyel sanitasyonu amacıyla kullanılabilen ve popülerlik kazanan geniş spektrumlu bir sanitasyon ajanıdır. Elektrolize su uygulaması, sürdürülebilir ve doğa dostu bir konsept olmasının yanında geleneksel sanitasyon sistemlerine göre maliyet etkinliği, kolay uygulanabilirlik, etkili dezenfeksiyon, yerinde üretim ve insan-çevre sağlığı güvenliği gibi birçok avantaja sahiptir (Hricova ve ark., 2008; Rahman ve ark., 2016).

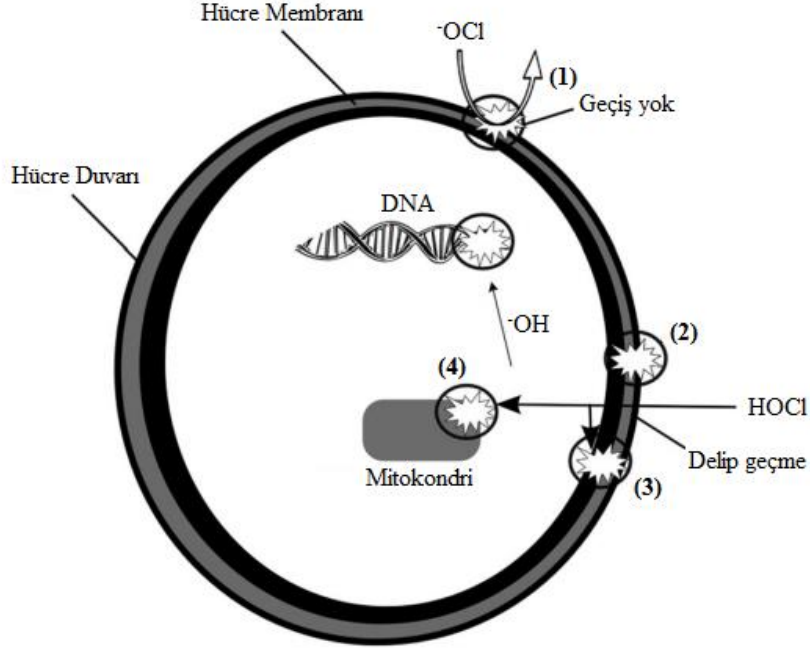
Elektrolize su, bir membran ile ayrılmış pozitif yüklü (anot) ve negatif yüklü (katot) elektrotlar içeren bir hücrede üretilmektedir (Şekil 2.11). Elektrolize su jeneratöründen geçen akım ve elektrotlar arasındaki voltaj sırasıyla 8~10 amper ve 9~10 volt olarak ayarlanmakta ve besleme hattından doymuş bir tuz çözeltisi (NaCl veya KCl/MgCl_2) ve musluk suyu aynı anda ekipmana dâhil edilmektedir (Al-Haq ve ark., 2005). Elde edilen seyreltik tuz çözeltisi sistemde elektrolize tabi tutulduğunda; negatif yüklü iyonlar (hidroksit, klorür gibi) elektron verme eğiliminden dolayı anot elektrotuna doğru hareket ederken, pozitif yüklü iyonlar (hidrojen, sodyum gibi) ise elektron alma eğiliminden dolayı katot elektrotuna doğru hareket etmektedir. Bu durum sonucunda; sistemdeki seyreltik tuz çözeltisi, asit elektrolize su (pH 2-3 ve >1100 mV ORP) ve alkali elektrolize su (pH 10-13 ve -800 ila -900 mV ORP) olmak üzere iki ayrı forma ayrılmaktadır (Hsu, 2005; Hricova ve ark., 2008).

Asit elektrolize su, korozif ve tahriş edici bir potansiyele sahip olması ve yüksek klor kaybından dolayı raf ömrünün kısa olması gibi dezavantajlara sahiptir. Alkali elektrolize su ise, indirgeme potansiyelinin yüksek olması nedeni ile ekipman yüzeylerindeki kir ve yağları gidermede kullanılabilir. Bunun yanında, asit elektrolize suyun OH ile karıştırılarak katot bölmesi membranından geçirilmesi ile elde edilen nötral elektrolize suyun (pH 7,5-8,5 ve >700 mV ORP), korozyona neden olmaması ve düşük klor kaybı gibi avantajlarından dolayı gıda endüstrisinde yüzeylerin dezenfeksiyonunda kullanılmasının üstünlük sağlayacağı düşünülmektedir (Turantaş, 2016).



Şekil 2.11. Elektrolize su üretiminin ve bileşenlerinin şematik gösterimi (Huang ve ark., 2008)

Elektrolize suyun etki mekanizmasının bilinmesi, gıda zincirinde ve çeşitli alanlarda farklı uygulamalardaki dozajın daha iyi düzenlenmesine imkân sağlamaktadır. Elektroliz sırasında üretilen aktif klor türleri (Cl_2 , HOCl ve ^-OCl) ve reaktif oksijen türleri (O_3 ve H_2O_2) gibi oksidantlar, elektrolize suyun mikroorganizma inhibisyon mekanizmasına katkıda bulunmaktadır. Aktif klor türlerinden özellikle HOCl ve ^-OCl 'nin mikrobiyal hücre membranına difüze olma yeteneği elektrolize suyun antimikrobiyal etkisini sağlamaktadır. ^-OCl , plazma membranının hidrofobik tabakası olan lipid katmanının varlığı nedeniyle mikrobiyal hücre membranına nüfuz edememekte ve yalnızca hücre dışında oksidasyon etkisi göstermektedir. HOCl ise, plazma membranının lipid katmanına pasif difüzyon yoluyla nüfuz edebilmekte ve mikrobiyal hücreye sadece dışarıdan değil aynı zamanda hücre içinden de saldırarak mikrobiyal inaktivasyonu hızlandırmaktadır (Şekil 2.12). HOCl veya ^-OCl 'nin antimikrobiyal aktivitesinin; mikrobiyal büyüme için gerekli olan enzimlerin aktivitesinin sınırlandırılmasına, membran ve DNA'ya hasar verilmesine ve membran taşıma kapasitesindeki bozulmaya bağlı olduğuna düşünülmektedir (Rahman ve ark., 2016).



Şekil 2.12. Elektrolize suyun mikroorganizma inhibisyon modeli (Rahman ve ark., 2016)

Elektrolize su; güçlü bakterisidal, fungisidal ve virüsidal etkilerinden dolayı birçok gıda ürününde (meyve-sebze, yumurta, deniz ürünleri, kümes hayvanları, çiğ et ve karkas, gıda yardımcı ekipmanları) uygulanmasının yanı sıra tıp ve diş hekimliği gibi çeşitli sektörlerde de kullanılmaktadır. Gıdalarda mikrobiyal azalma sağlama, raf ömrü ve gıda kalitesini artırma amaçlarıyla uygulanan elektrolize suyun etkinliği; sıcaklık, serbest klor içeriği, pH, ORP, elektrolit türü, su ve elektrolit akış hızları, depolama koşulları ve tuz konsantrasyonu gibi üretim ve uygulamalar sırasında gözlenmesi gereken çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ayrıca, elektrolize suyun bakterisidal etkinliği, ürün içindeki organik madde, su sertliği ve kirleticilerin varlığından olumsuz etkilenmektedir (Huang ve ark., 2008; Rahman ve ark., 2016).

Elektrolize su teknolojisi ile gıda ürünlerinin dekontaminasyonu çalışmaları entegre bir gıda güvenliği sisteminin bir parçası olarak değerlendirilmelidir. Bu tür uygulamaların, iyi üretim ve hijyen uygulamalarının yerini alması beklenmemelidir (Hricova ve ark., 2008). Elektrolize suyun kullanım potansiyeli, yüksek klor konsantrasyonunun yanı sıra yüksek stabilitesi, yüksek konsantrasyonda HOCl ile kuvvetli antimikrobiyal etkinlik ve üretim için en düşük ekipman gereksinimlerinden kaynaklanmaktadır (Ding ve ark., 2015). Elektrolize su uygulamaları gelişmekte olan bir teknolojidir ve gelecek araştırma-geliştirme çalışmaları için açık bir alan niteliğindedir (Al-Haq ve ark., 2005).

2.4.6. Elektrolize Su Uygulaması Üzerine Yapılan Çalışmalar

Al-Haq ve ark. (2001), yaptıkları çalışmayla hasat sonrası şeftalilerde kahverengi çürüme üzerine elektrolize okside suyun fungisidal etkinliğini araştırmıştır. *Monilinia fructicola* küfünün spor süspansiyonu inoküle edilen şeftaliler, oksidasyon indirgeme potansiyeli (ORP), pH ve serbest klor içeriklerine göre çeşitli elektrolize okside su uygulamaları ile muamele edildikten sonra perakende koşullarını simüle etmek için 20° C ve % 95 bağıl nemde 10 gün süreyle depolama gerçekleştirilmiştir. pH 4,0-ORP 1,100 mV-serbest klor 290 mg/L olan elektrolize okside su, kahverengi çürümenin başlangıcını 7 güne kadar (yani yaklaşık olarak şeftalinin paketlenen sonra tüketiciye ulaşana kadar market raflarında kalma süresi) ertelemiştir. Meyve üzerinde hiçbir klorin kaynaklı fitotoksisite gözlenmemiştir. Bu çalışma, elektrolize okside suyun etkili bir yüzey sterilizatörü olduğunu, ancak kahverengi çürümeyi tamamen engellemeyerek yalnızca gelişimini geciktirdiğini ortaya koymuştur.

Domates yüzeyindeki *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella enteritidis* ve *Listeria monocytogenes* bakterilerinin nötral elektrolize su ile inaktivasyonunu araştırmak ve domateslerin organoleptik özelliklerini belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirilmiştir. 44,4 ve 89 mg/l aktif klor ihtiva eden nötral elektrolize suyun bakteri suşlarının saf kültürleri (8,5 log CFU/ml) üzerindeki bakterisidal aktivitesi değerlendirilmiştir. Organoleptik kalitelerde olası değişiklikleri saptamak için bir duyuşal değerlendirme yapılmış ve uygulamanın önemli bir farklılığa yol açmadığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, nötral elektrolize su ile yıkamanın, taze domateslerin organoleptik özelliklerini etkilemeden yüzeyindeki *E. coli* O157: H7, *S. enteritidis* ve *L. monocytogenes* varlığını kontrol etmek için etkili bir yöntem olduğu ortaya çıkmaktadır (Deza ve ark., 2003).

Elektrolize okside suyun *Escherichia coli* O157: H7 ve *Listeria monocytogenes*'e karşı taze çileklerdeki antimikrobiyal etkisinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütülmüştür. % 0,05 ve % 0,10 (w/v) sodyum klorür (NaCl) solüsyonlarından hazırlanan elektrolize okside su uygulamaları (1, 5 ve 10 dakika süreyle) sonrasında çilekler 4±1° C'de 15 güne kadar depolanmıştır. Çalışma kapsamında, meyve yüzeylerinin uygulama sonrası nötralizasyonu da tespit edilmiştir. % 0,10 (w/v) NaCl çözeltisinden hazırlanan elektrolize okside su ile 10 veya 15 dakika yıkanmış meyvelerde 2 log₁₀ CFU/g'dan daha fazla aerobik mezofilik bakteri azalması sağlanmıştır. Dezenfektanların *L. monocytogenes* ve *E. coli* O157: H7'ye karşı olan bakterisidal etkinliği, uygulama sonrası nötralizasyondan etkilenmemiş ve maruz kalma süresinin uzatılması ile her iki patojene karşı antibakteriyel etkinlikte kayda değer bir artış sağlanamamıştır (Udompijitkul ve ark., 2007).

Park ve ark. (2008) tarafından marul ve ıspanakta bulunan gıda kaynaklı patojenlere karşı elektroliz suyun inaktive edici etkisi araştırılmıştır. Marul ve ıspanak yapraklarına, *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella Typhimurium* ve *Listeria monocytogenes* suşlarının karışımı inoküle edilmiş ve asidik elektrolize su (AcEW), alkali elektrolize su (AIEW), alkali elektrolize su ardından asidik elektrolize su (AIEW+AcEW), deiyonize su ardından asidik elektrolize su (DW+AcEW) ve deiyonize su (DW-kontrol) uygulamaları 15, 30, 60, 180 ve 300 saniye süreyle oda sıcaklığında ($22\pm 2^\circ$ C) gerçekleştirilmiştir. Belirlenen sonuçlara göre, 3 patojen bakteri için de aynı mikrobiyal azalma trendi gözlenmiştir. İnaktivasyonun nispi etkinliği $AcEW > DW+AcEW > AIEW+AcEW > AIEW > DW$ olarak sıralanmıştır. AcEW'nin 180 s uygulanma süresinden sonra, test edilen 3 patojen seviyesini de algılama sınırının (0,7 log) altına düşürdüğü, AK-EW'nin ise 300 s uygulama süresinden sonra bile patojen seviyelerini düşürmediği belirtilmiştir.

Şeftali ve üzüm yüzeylerinde elektrolize okside su kullanarak gri küf ve kahverengi çürümenin hasat sonrası yönetimi üzerine Guentzel ve ark. (2010) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, *Botrytis cinerea* ve *Monilinia fructicola* saf kültürlerini inaktif hale getirmek ve meyve yüzeylerinde küf enfeksiyonunu azaltmak için nötral (pH=6,3-6,5) elektrolize okside suyun potansiyel kullanımı değerlendirilmiştir. 25, 50, 75 ve 100 ppm konsantrasyonlarında 10 dakikalık temas süresiyle uygulanan elektrolize su, her iki mikroorganizmanın da $6 \log_{10}$ spor/mL azalmasını sağlamıştır. Çalışmada ayrıca, daldırma ve günlük sprey olarak iki ayrı formda uygulama yapılmıştır. *M. fructicola* ile inoküle edilen şeftalilerde daldırma ile 3 gün, günlük sprey ile 12 gün süreyle enfeksiyon önlenirken; *B. cinerea* ile inoküle edilen yeşil üzümelerde daldırma ile 7 gün, günlük sprey ile 24 gün süreyle enfeksiyon önlenmiştir. Bu çözümlerin ambalajlamadan önce meyve yüzeylerinin hasat sonrası sağlıklı hale getirilmesinde etkili olacağı ve ticari ortamlarda meyvenin raf ömrünü artırdığı belirtilmiştir.

Pasif modifiye atmosfer ortamında farklı elektrolize su uygulamalarının kirazın kalite ve duyusal özelliklerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, farklı serbest klor konsantrasyonlarında (25, 50, 100, 200, 300 ve 400 mg/L) hazırlanan elektrolize suyun etkinliği belirlenmiştir. 4° C'de 30 gün depolanan kirazlar; ambalaj içi gaz konsantrasyonu, pH, toplam çözünür kuru madde, su aktivitesi, ağırlık kaybı, sertlik, renk, antosiyanin profili, duyusal özellikler ve bozulma oranı gibi çeşitli kalite parametreleri bakımından analiz edilmiştir. 300 ve 400 mg/L su aktivitesi ile muamele edilen kiraz ambalajlarındaki oksijen (O_2) seviyesi ilk beş gün boyunca keskin bir şekilde azalma göstermiştir. Bununla birlikte, kararlı durumdaki gaz konsantrasyonu 25 ve 50 mg/L elektrolize su uygulamalarında 10 ila

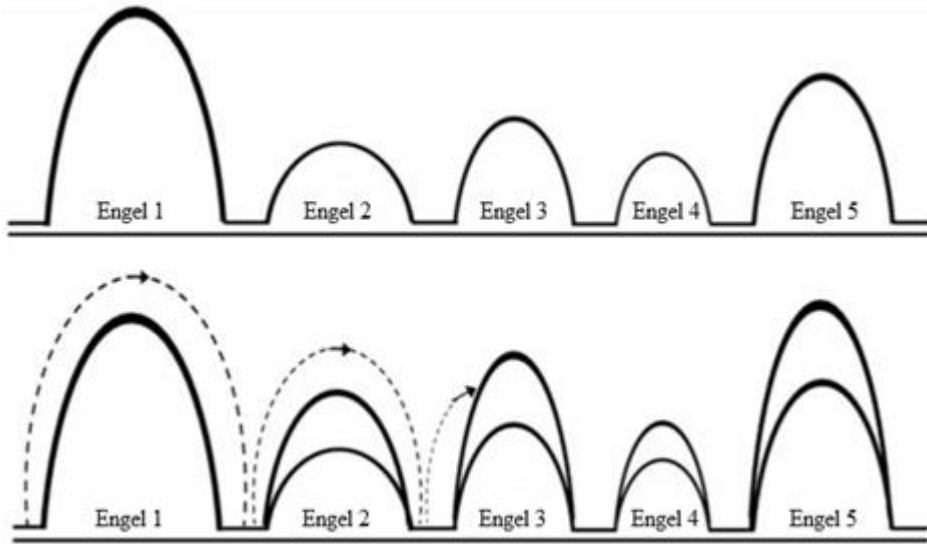
20 gün depolama süresinde oluşmuştur. 30 gün depolamadan sonra oluşan ağırlık kaybı; 25, 50 ve 100 mg/L uygulanan numunelerde yaklaşık % 0,25 iken diğer örneklerde % 0,30-0,37 aralığında gerçekleşmiştir. 25 ve 50 mg/L elektrolize su ile muamele edilen kirazların tüm depolama periyotlarında diğer numunelerden daha düşük pH değerlerine, toplam çözünür kuru madde içeriği ve çürüme oranına sahip olduğu bulunmuştur. 300 ve 400 mg/L grupları en düşük siyanidin 3-rutinosid, siyanidin 3-glukosid ve pelargonidin 3-rutinosid içeriğine sahipken, en yüksek miktarlar 25, 50 ve 100 mg/L gruplarında saptanmıştır. 200 mg/L'nin üzerindeki elektrolize su konsantrasyonları, duyu kalite üzerinde olumsuz bir etki oluşturmuştur. Genel sonuçlar, 200 mg/L'nin altındaki elektrolize su konsantrasyonunun, pasif modifiye atmosfer paketlemesiyle birlikte kirazın raf ömrünü uzatmak için kullanılabilirliğini göstermektedir (Hayta ve Aday, 2015).

Aday (2016), farklı konsantrasyonlarda (5, 25, 50 ve 100 mg/L) elektrolize su uygulayarak mantarların hasat sonrası kalitesini artırma potansiyelini incelemiştir. Elektrolize suyun mantar üzerindeki etkisini ortaya koymak için, ambalaj içi gaz kompozisyonu, ağırlık kaybı, pH, beyazlık ve esmerleşme indeksi, tekstür profili analizi (TPA), şapka gelişimi, elektrolit sızıntısı ve FT-NIR analizleri 12 gün boyunca 4° C'de depolanan numunelerde gerçekleştirilmiştir. 25 ve 50 mg/L gruplarında diğer gruplardan daha düşük O₂ tüketimi gözlenirken, 25 mg/L grubu en yüksek beyazlık indeksi ve en düşük esmerleşme indeksi sahip olmuştur. 25 ve 50 mg/L konsantrasyonlarında elektrolize su uygulamalarının, diğer uygulamalara göre tekstürel parametreleri daha iyi koruduğu ve ağırlık kaybını daha iyi yavaşlattığı belirlenerek, bu sonuçlar FT-NIR ve elektrolit sızıntısı analizleri ile de desteklenmiştir. Bu araştırmanın sonuçları, elektrolize su uygulaması ve pasif modifiye atmosfer paketlemenin kombine kullanımının, mantarların raf ömrünü uzatmak için faydalı olacağı fikrini desteklemektedir.

Yaban mersini hücre duvarındaki bozulma ve yumuşamanın geciktirilmesi ve raf ömrünün artırılması üzerine asidik elektrolize suyun etkilerinin araştırıldığı bir çalışma yürütülmüştür. 48 mg/L klor konsantrasyonuna sahip elektrolize su (pH 2,8) ile yıkanan yaban mersinleri depolama boyunca 4° C'de saklanmış ve depolamanın 0, 3, 6, 9, 12 ve 15. günlerinde sertlik, hücre duvarı kompozisyonu ve hücre duvarını parçalayan enzimler gibi kalite özellikleri analiz edilmiştir. Asidik elektrolize su uygulamasının, hücre duvarını parçalayan farklı enzimleri (poligalakturonaz, selüloz ve β -galaktosidaz) deaktive ettiği ve Na₂CO₃-çözünür pektin, hemiselüloz ve selüloz da dâhil olmak üzere hücre duvar bileşenlerinin bozunmasını önlediği ve yaban mersini yumuşama sürecini geciktirmek için hasat sonrası bir teknik olarak kullanılabilirliği belirtilmiştir (Chen ve ark., 2017).

2.4.7. Hurdle (Engeller) Teknolojisi

Hurdle (engeller) teknolojisi, gıdaların koruma ve muhafazasının sağlanması amacıyla mikroorganizmaların faaliyet gösteremeyeceği engelleyici faktörlerin kombine bir şekilde uygulanmasını kapsamaktadır (Şekil 2.13). Hurdle teknolojisinin prensibi; gıda muhafazası, stabilizasyonu ve raf ömrünün uzatılması için sterilizasyon, pastörizasyon, dondurma, kurutma gibi yüksek düzeyli tek bir faktör yerine daha düşük düzeyli birden çok faktörün birlikte kullanılmasıdır (Giray ve Baysal, 2012). Daha etkili bir gıda muhafazası sağlamak, gıdalardaki farklı muhafaza faktörlerinin (engeller) etkisini ve etkileşimini daha iyi anlamaktan geçmektedir. Gıda muhafazasında kullanılacak olan engellerin iyi bilinmesi ve birbirleri ile etkileşimlerinin ortaya konulması, gıdanın mikrobiyal stabilitesi ve güvenliği bu engellerin şiddeti (güç, konsantrasyon, doz vb.) ve kalitesi optimize edilerek sağlanabilir (Leistner, 2009).



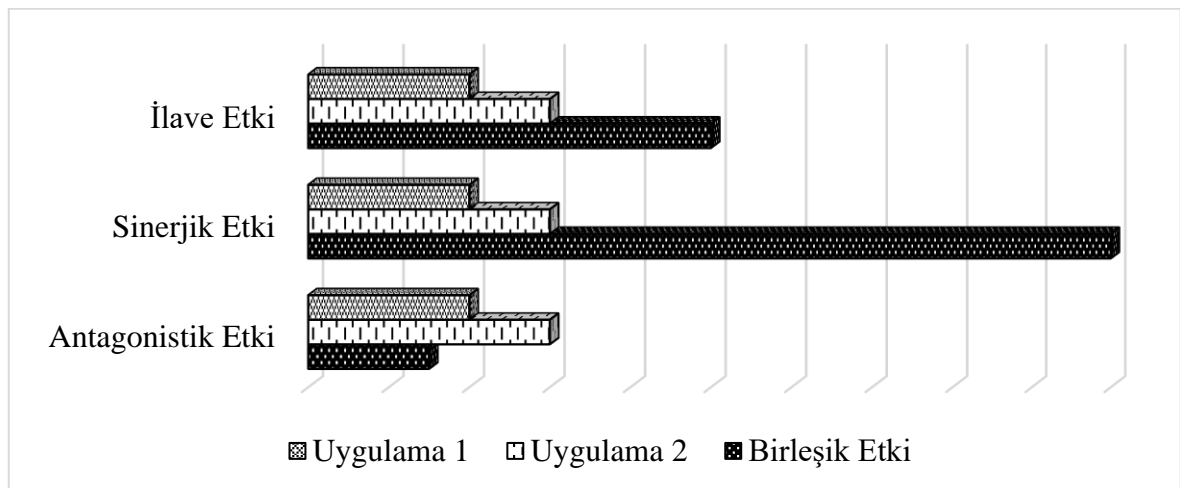
Şekil 2.13. Hurdle teknolojisinde potansiyel etkilerin şematik gösterimi (Anonim, 2017g)

Sanayileşmiş ülkelerde ve gelişmekte olan ülkelerde gıdaların etkili bir şekilde korunması için kullanılmakta olan hurdle teknolojisi; güvenli, stabil, besleyici, lezzetli ve ekonomik gıdalar üretmek için geliştirilen yeni bir konsepttir. Gıda muhafaza yöntemlerinin kombine olarak kullanıldığı hurdle teknolojisi kavramı için önceleri, gıda muhafazası konusunda gıdalar için etkileşimleri daha iyi bilinen temel koruyucu faktörlerin ilkeleri (sıcaklık, pH, a_w , Eh, rekabetçi flora gibi) üzerine durulmaktaydı. Son zamanlarda ise, gıda koruma yöntemlerinin mikroorganizmaların homeostasi, metabolik tükenme ve stres reaksiyonları gibi fizyolojisi ve davranış faktörleri üzerindeki etkisi dikkate alınmakta ve

çok hedefli gıda muhafazası konusundaki akıllı hurdle teknolojisi gibi yeni kavramlar ortaya çıkmaktadır (Leistner, 2000; Leistner, 2009; Singh ve Shalini, 2016).

Tüm gıda muhafaza yöntemlerinin mikroorganizmalar üzerinde etkinliği aynı olmadığı gibi gıdaların üretim ve depolama süresince de uygulamaların etkileri değişiklik gösterebilmektedir. Hurdle teknolojisinde, muhafaza yöntemlerinin birlikte kullanılmasıyla oluşabilecek muhtemel birleşik etkiler Şekil 2.14’de gösterilmektedir. Gıda türüne, uygulama yoğunluğuna, süresine ve kombine edilen yöntemlerin birbirleri ile olan etkileşimlerine bağlı olarak hurdle teknolojisinde ilave etki, sinerjik etki veya antagonistik etki görülebilmektedir. Bu durumlar göz önünde bulundurularak yetersiz etki sağlanmış ise engelin şiddeti (güç, konsantrasyon, doz vb.) artırılmalı veya gıdanın kalite özelliklerini olumsuz etkileyecek kadar fazla etki sağlanmış ise engelin şiddeti azaltılmalıdır (Giray ve Baysal, 2012).

Son yıllarda geliştirilen ısı olmayan teknolojilerin her birinin ürünlerin bileşim veya bozulma ajanları, gıda işleme ve muhafazasında belirli uygulamaları gibi karakteristik özelliklerine göre belirlenen bazı avantaj ve dezavantajları vardır. Günümüzde ısı olmayan muhafaza teknikleri genel olarak vejetatif hücreleri yok etmek için etkili olmasına rağmen enzimleri inaktive edici etkisi sınırlı düzeyde kalmaktadır. Bunun yanında, bu teknolojiler kullanılarak mikrobiyal sporları inaktive edebilmek için gıdaların kalitesinde istenmeyen değişiklikler meydana getiren veya mevcut endüstriyel ekipmanlarla elde edilemeyecek kadar yoğun uygulamalara ihtiyaç duyulmaktadır. Günümüzde, bahsi geçen bu sınırlamaları en aza indirmek için ısı olmayan teknolojilerin kombine edilerek uygulanmasına olan ilgi artış göstermektedir (Condón ve ark., 2010).



Şekil 2.14. Hurdle teknolojisinde meydana gelen olası birleşik etkiler (Giray ve Baysal, 2012)

2.5. Hasarsız Gıda Analiz Yöntemleri

Gıda kalite ve güvenliğinin belirlenmesinde iki genel yöntem olarak; analitik (objektif) yöntemler ve duyuşsal (subjektif) yöntemler kullanılmaktadır. Her iki yöntemin avantaj ve dezavantajları mevcuttur. Analitik yöntemler ürün özellikleri odaklı iken duyuşsal yöntemler tüketici odaklı gıda analiz teknikleridir. Ancak, duyuşsal yöntemler ile gıda güvenliği yönünden bir değerlendirme yapılamamakta ve tüketici sağlığı açısından risk teşkil eden ürünler test edilememektedir. Pratik olarak duyuşsal yöntemler belirli bir bölgedeki tüketici kabulünün belirlenmesi açısından üstünlük sağlamakta, analitik yöntemler ise spesifik bir kalite özelliğinin spesifik bir cihaz ile belirlenmesinde faydalı olabilmektedir. Analitik yani objektif teknikler hasarlı ve hasarsız yöntemler olmak üzere kendi içerisinde ikiye ayrılmaktadır. Hasarlı yöntemlerde, gıda kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan araştırmalarda tüketici tarafından tekrar kullanılmayacak seviyede küçük numuneler haline getirilerek laboratuvarlarda kimyasal analizler gerçekleştirilmektedir. Hasarsız tekniklerde ise, numunelerin büyük bir çoğunluğu el bile değmeden analiz edilmektedir. Gıda örneklerine herhangi bir tahribat yapılmamış olması hasarsız teknikler olarak kabul edilmesine ve gelecekteki farklı amaçlar için tekrar kullanılabilmesine olanak sağlamaktadır (Jha, 2010a). Çizelge 2.7’de çeşitli hasarsız teknikler ve kullanım amaçları görülmektedir.

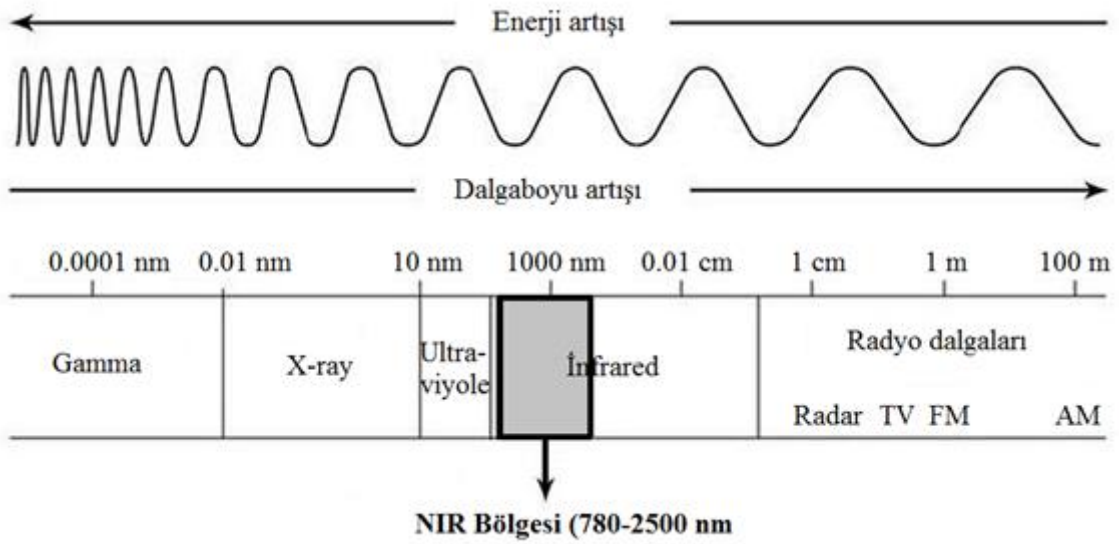
Çizelge 2.7. Gıda ürünlerinin kalite özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan bazı hasarsız analiz yöntemleri (Aboonajmi ve Faridi, 2016)

Bilimsel temel	Kullanılan metot	Belirlenen özellikler
Optik	- Görüntü işleme	Boyut, şekil, renk, dış hasarlar
	- Spektroskopi yöntemleri	Şeker, asitlik, briks, renk, iç ve dış hasarlar, sertlik
	- Hiperspektral görüntüleme	Şekilsel, renk ve iç kalite özellikleri (görüntü işleme + spektroskopi)
X-Ray	- X-Ray ve CT görüntüleme	İç boşluk yapısı, olgunluk derecesi
Mekanik	- Titreşimsel uyarma	Sertlik, viskoelastiklik, olgunluk derecesi
	- Ses ve ultrases	Sertlik, viskoelastiklik, iç boşluk, yoğunluk
Elektromanyetik	- MRI, NMR ve NIR	Şeker, nem içeriği, iç boşluk
Kimyasal	- E-burun, E-dil	Asitlik, şeker

Çalışma kapsamında kullanılan hasarsız analiz yöntemlerinden FT-NIR ve görüntü işleme teknikleri aşağıda detaylandırılmıştır.

2.5.1 Yakın Kızıl Ötesi Spektroskopisi (NIR)

Yakın kızıl ötesi (NIR) spektroskopisi 780 ile 2500 nm elektromanyetik spektrum aralığını kapsamakta (Şekil 2.15) ve NIR radyasyonuna maruz bırakılan üründe yansıyan ve iletilen ışınım ölçülmektedir. Radyasyon ürüne nüfus ederken, spektral özellikleri saçılma ve absorpsiyon proseslerine bağlı olarak dalga boyuna göre değişiklik göstermektedir. Bu değişiklik, ürünün kimyasal bileşimine ve ayrıca mikroyapı ile ilgili ışık saçılma özelliklerine bağlıdır. Sonraki aşama olarak, kısmi en küçük kareler (partial least squares) regresyonu gibi gelişmiş çok değişkenli istatistiksel teknikler uygulanarak spektradan gerekli bilgi elde edilmektedir (Nicolai ve ark., 2007).



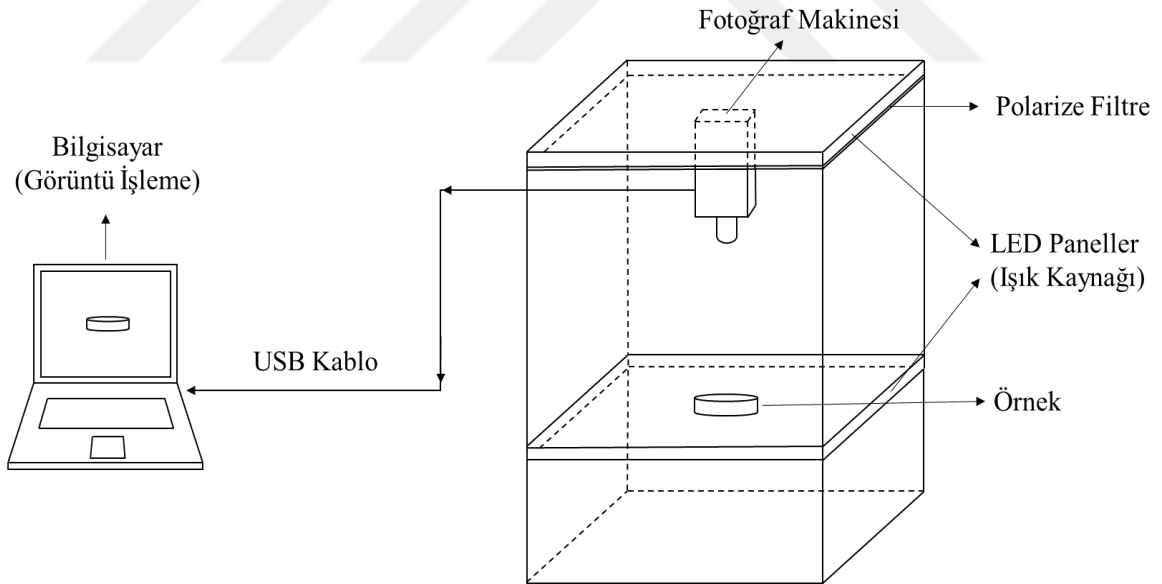
Şekil 2.15. Elektromanyetik spektrumda NIR bölgesinin gösterimi (Anonim, 2017d)

NIR spektroskopisi, moleküler overtone (temel hatların yaklaşık olarak iki-üç katı olan frekans bantları) ve kombinasyon (iki farklı titreşimin birbiriyle etkileşerek verdiği yeni absorpsiyon piklerine ait frekans bantları) titreşimlere dayanmaktadır. NIR bölgesinin molar absorpsiyon gücü oldukça düşüktür, fakat önemli bir avantaj olarak MID'a (orta kızıl ötesi spektroskopisi) göre çok daha derinlere nüfus edebilmektedir. NIR tekniği hassas bir teknik olmasının yanı sıra aynı zamanda az veya hiç numune hazırlığı olmayan bütün örneklerde hasarsız ölçümlere olanak sağlamaktadır. NIR spektrumlarında tipik olarak görülen overtone veya kombinasyon bantları çok geniş olduğundan dolayı karmaşık spektrumlara sebep

olabilmektedir. Ulaşmak istenilen kimyasal bileşenler bilgilerini elde etmek için absorpsiyon, transmittans veya reflektans verileri üzerinde çok değişkenli kalibrasyon teknikleri uygulanarak sözü edilen problemler aşılabilmektedir (Jha, 2010b).

2.5.2 Görüntü İşleme Teknikleri

Günümüzde dijital teknolojilerin hızla gelişmesi ve bilgisayar kullanımının hızla yaygınlaşmasıyla birlikte neredeyse tüm bilim dalları bilgisayar sistemlerinden etkin bir şekilde yararlanmaktadır. Görüntü işleme teknolojisi de bu alanda yapılan çalışmalardan birisi olup hemen hemen her sektörde yardımcı teknoloji olarak çok geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Görüntü işleme; çeşitli mühendislik alanları, medikal uygulamalar, güvenlik amaçlı uygulamalar, tarım ve gıda sektörü gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Görüntü işleme teknikleri kullanılarak biyomedikal görüntülerin değerlendirilmesinden biyometrik (retina, yüz, parmak izi vb.) tanıma; otomatik plaka, araç vb. obje tanıma sistemlerinden meyve ve sebzelerin boyut ve kalite bakımından sınıflandırmasına kadar birçok uygulama yapılmaktadır (Yıldız, 2010; Balcı ve ark., 2016).



Şekil 2.16. Görüntü işleme sisteminin şematik olarak gösterimi

Yeni bir teknoloji olan görüntü işleme, bir gıda ürününün görüntüsünü elde etmek ve görüntüyü analiz etmek amaçlarıyla kullanılan yardımcı bir teknolojidir (Mahendran ve ark., 2016; Leo ve ark., 2017). Bu teknoloji, tarımsal ve gıda ürünlerinin görsel kalite

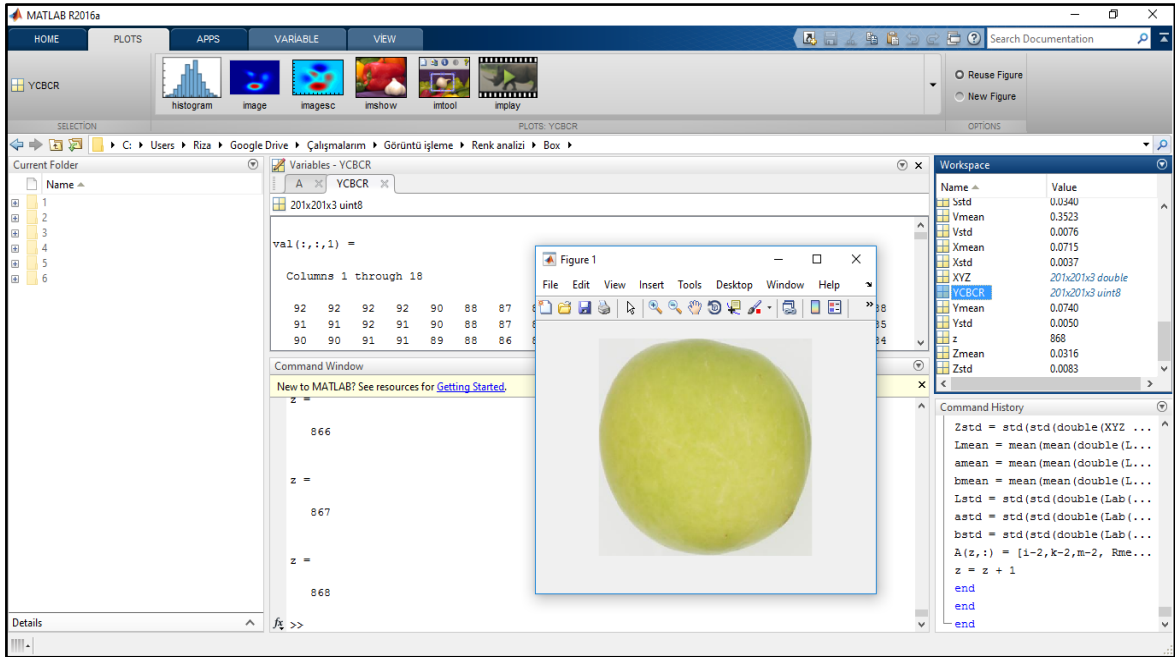
özelliklerinin tahribatsız olarak değerlendirilmesini kolaylaştırmak için gıda görüntülerinin elde edilmesi, işlenmesini ve analiz edilmesini içermektedir. Görüntüler, fiziksel bir görüntü algılayıcısı ile elde edilmekte ve önceden tanımlanmış bir görsel görevi gerçekleştirmek amacıyla özel bilgisayar donanım ve yazılımları kullanılarak analiz edilmektedir. Görüntü analizinde yer alan işlem basamakları genel olarak; görüntünün elde edilmesi, ön işleme tabi tutulması, sayısallaştırılması, segmentasyonu ve öznitelik çıkarımı olarak sıralanabilir (Mahendran ve ark., 2016).

Çizelge 2.8. Görüntü işleme teknikleri kullanılarak bazı gıda ürünlerinin sınıflandırılmasında doğruluk oranları (Du ve Sun, 2006)

Gıda Grubu	Gıda Ürünü	Karakterizasyon	Doğruluk (%)
Et	Balık	Farklı türlerin çeşitli yerlerinde genişlik ve yükseklik	95,0
	Tavuk eti	Sağlıklı ve sağlıksız karkasların spektral yansıtma oranı	89,1
	Kırmızı et	Doku özellikleri	78,8
Meyve	Antep fıstığı	Fiziksel özellikler	95,9
		X-ray verileri	88,7
	Armut	Şeklin Fourier tanımlayıcısı	90,0
	Çilek	Şekil özellikleri	96,0
	Elma	Yüzey kalitesi koşulları	93,3
		Lekelerin spektral yansıtma oranı	89,5
Sebze	Sofralık zeytin	Yüzeydeki kusurlar	96,1
	Havuç	Şekil özellikleri	88,5
	Tatlı soğan	İç kusurlar	90,0
	Yeşilbiber	Şekil özellikleri	89,0
Tahıl	Arpa	Morfolojik ve renk özellikleri	93,2
	Buğday	Sağlıklı ve hasarlı tanelerin morfolojik ve renk özellikleri	96,0
	Çavdar	Morfolojik ve renk özellikleri	92,7
	Yulaf	Morfolojik ve renk özellikleri	97,8

Gıda ürünlerinin tasniflenmesinde kullanımı yaygınlaşan görüntü işleme teknikleri (yapay sinir ağları) sayesinde yüksek doğruluk oranına sahip sınıflandırmalar gerçekleştirilebilmektedir. Görüntü işleme teknikleriyle, gıda ürünlerinin görüntüleri niceliksel olarak boyut, şekil, renk ve doku gibi özelliklerle karakterize edilmesinde başarıyla kullanılmaktadır. Yöntemin temeli, bu parametrelerden uygun olanın seçilerek optimize edilmiş bir yapay sinir ağı oluşturmaktır. Çizelge 2.8’de görüldüğü üzere, gıda ürünlerinin karakterizasyonu amacıyla yapılan sınıflandırmalarda genellikle renk ve şekil özellikleri belirleyici olmakta ve en sık kullanılan parametreler haline gelmektedir (Du ve Sun, 2006).

Görüntü işleme amacıyla kullanılan en yaygın paket program olan MATLAB’a ait arayüz Şekil 2.17’de görülmektedir. MATLAB programı, yüksek seviyeli bir programlama dili olup yaşam bilimleri ile bilgisayar bilimlerinin birlikte uygulandığı birçok bilim dalında kullanılabilir. Algoritma geliştirme, görüntünün sayısallaştırılması veya sayısal verilerin görselleştirilmesi, veri analizi, sayısal hesaplamalar ve çeşitli matematiksel modellemeler için oldukça elverişlidir. Bünyesinde bulundurduğu “toolbox” olarak isimlendirilen paketler vasıtasıyla veya manuel kod yazma imkânıyla görüntü işlemenin yanı sıra yapay sinir ağları, bulanık mantık ve genetik algoritma gibi birçok bilimsel uygulamada yarar sağlamaktadır (Sofu ve ark., 2006).



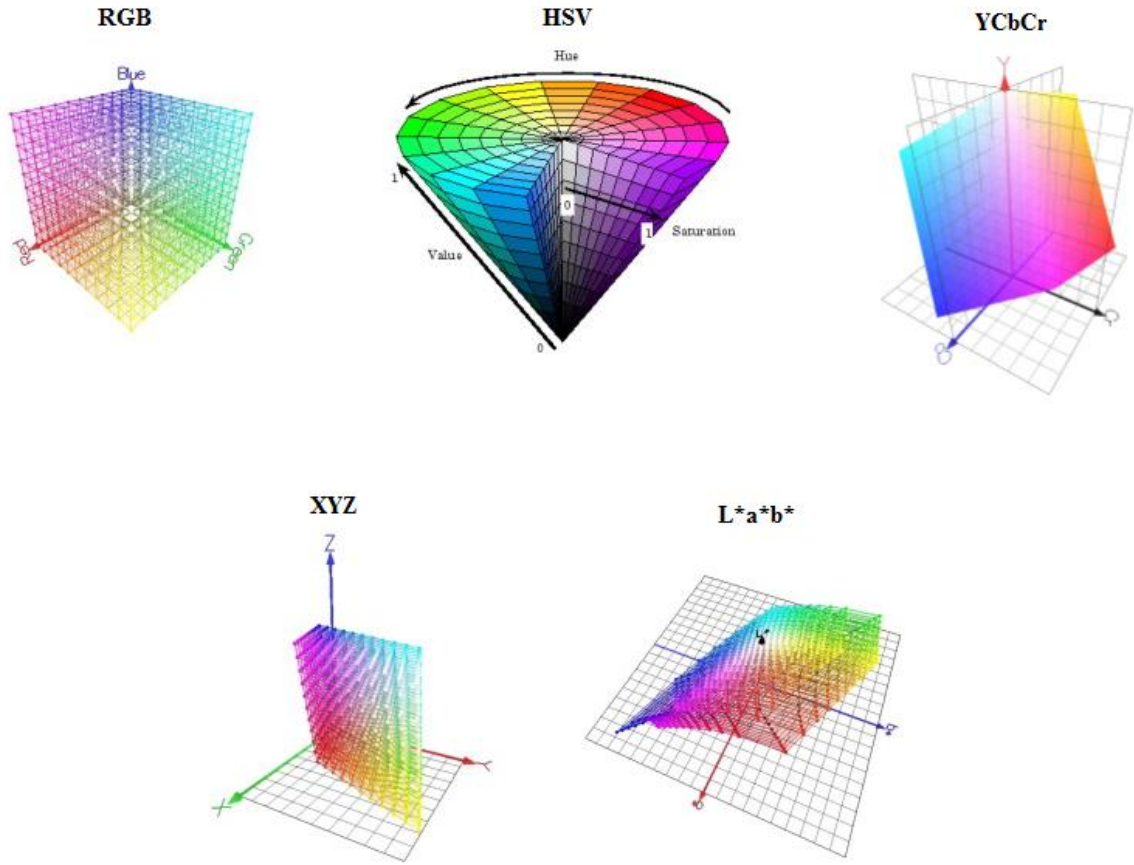
Şekil 2.17. Görüntü işleme için kullanılan MATLAB programının arayüzünden bir görünüm

2.5.2.1. Gıdaların Renk Özelliklerinin Belirlenmesi

Renk, tüketici değerlendirmesinde ilk sırada gelen önemli bir gıda kalite kriteri olması nedeniyle pazarda kabul görmesi açısından gıda kalitesinin piksel cinsinden depolanan ve temel görüntü bilgilerini içeren önemli bir bileşenidir. Gıda ürünlerinin ticari sınıflandırılması için kalite kontrolünde hızlı ve objektif renk ölçümleri gerekmektedir. Görüntü işleme, özellikle piksel bazlı düzeyde renk özelliğinin ayrıntılı bir karakterizasyonunu yapma kabiliyeti sayesinde gıda renk ölçümü için gelecek vadede bir teknik olarak dikkat çekmektedir (Wu ve Sun, 2013).

Gıdalarda renk, insan gözüyle görmeye karşılık geldiğinden ve piksel cinsinden depolanan temel görüntü bilgilerini içerdiğinden en önemli görüntü özelliklerinden birisidir. Bir görüntünün rengi, bazı renk bilgileri vasıtasıyla ifade edilir. Renkli bir görüntüde, üç ana renk bileşeninin kombinasyonu ile herhangi bir rengin oluşturulabileceği teorisine göre her piksel üç yoğunluk değerinden oluşurken; gri seviye bir görüntüde her pikselde yalnızca tek bir yoğunluk değeri depolanmaktadır. Rengin farklı tipte üç bileşenden oluşması; RGB (kırmızı, yeşil, mavi), HSV (ton, doygunluk, değer), YCbCr (parlaklık, kroma mavi, kroma kırmızı), XYZ (üçtürsel kırmızı, yeşil, mavi), $L^*a^*b^*$ (aydınlık, kırmızı-yeşil, sarı-mavi) gibi farklı isimlerle adlandırılan farklı renk uzaylarına yol açmaktadır (Şekil 2.18). Görüntülerin renk özellikleri, piksellerin farklı renk uzaylarındaki yoğunluk değerlerinin istatistiksel verilerinden (çoğunlukla ortalama ve standart sapma) elde edilmektedir (Zheng ve ark., 2006).

Gıdalarda renk ölçümü için görüntü işleme tekniklerinin düşük maliyetli olması ve örnek hazırlığı gerektirmemesinin yanı sıra hızlı, kesin, objektif, verimli, tutarlı ve hasarsız bir şekilde gerçekleştirilebilmesi bu yöntemlere üstünlük sağlamaktadır. Bunlara ilaveten, yüksek çözünürlük sağlama, gıda ürününün yüzeyindeki her bir pikseli analiz etme, daha fazla renk özelliği elde etme, tüm gıdayı analiz etme veya ilgi alanını seçebilme, renk dağılım haritasını oluşturma, tekrarlanabilir sonuçları hızlı bir şekilde elde etme ve resimlerin saklanması ile sonraki analizler için renk verisinin kalıcı olarak depolanması gibi önemli avantajları bulunmaktadır. Görüntü işleme tekniklerinin bahsedilen avantajlarına rağmen üst üste örtüşen nesnelere veya gıdaların iki tarafının da değerlendirilmesindeki zorluklar, dikkatli bir kalibrasyon ve kamera ayarı gerekliliği, iyi belirlenmiş ve stabil bir aydınlatma gereksinimi, zaman içerisinde ışık kaynaklarının yoğunluk ve spektrumundaki olası değişimler gibi bazı dezavantajları da bulunmaktadır (Brosnan ve Sun, 2004; Wu ve Sun, 2013).

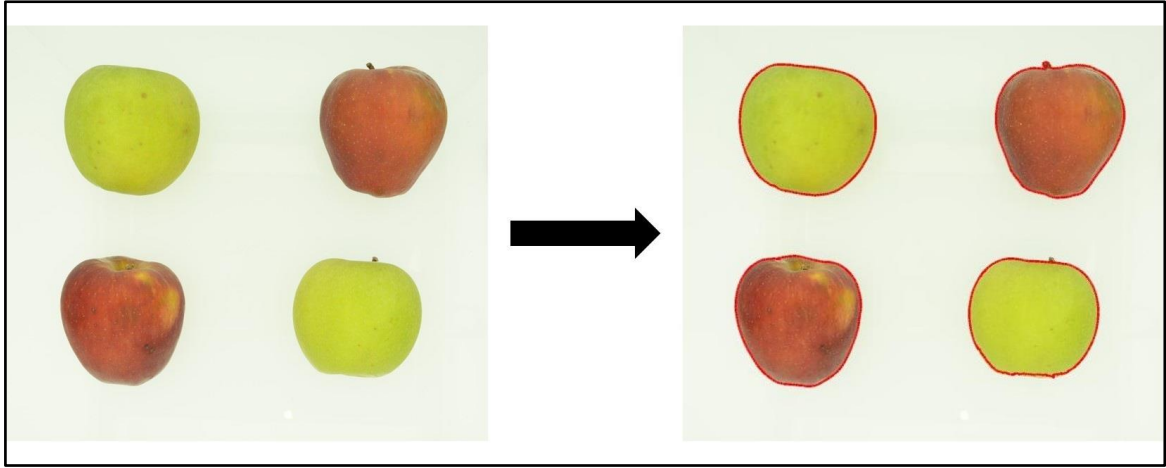


Şekil 2.18. Bazı renk uzaylarının 3 boyutlu gösterimi (Wu ve Sun, 2013; Anonim, 2017b; MathWorks, 2017a)

2.5.2.2. Gıdaların Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

Morfolojik özellikler, nesnelerin dış görünüşünü karakterize eden fiziksel boyutlu özellikler olarak tanımlanmaktadır. Görüntülerdeki nesnelerin dış görünüş özellikleri sınır bilgilerini tanımlamakta ve sınır koordinatları da morfolojik özellikleri elde etmek için kullanılmaktadır. Görüntü işleme tekniği ile morfolojik özelliklerin belirlenmesi, nesneler arka plandan ayrıldıktan sonra sınır koordinatları saptanarak şekil ve boyut özelliklerinin elde edilmesini kapsamaktadır (Şekil 2.19) (Jayas ve ark., 2000; Paliwal, 2002).

Alan, çevre, majör ve minör eksen uzunlukları ve en-boy oranı gibi parametreler en yaygın olarak ölçülen morfolojik özelliklerden bazılarıdır. Sınır koordinatları arasında kalan piksel sayısı ile ölçülebilen alan, en uygun ve kullanışlı parametre olarak ön plana çıkmaktadır. Çevre ölçümü ise, özellikle basit ve karmaşık şekillerdeki cisimler arasında ayırım yapmak için fayda sağlamaktadır (Du ve Sun, 2004; Zapotoczny ve ark., 2008).



Şekil 2.19. Örnek bir görüntüdeki nesnelerin morfolojik özelliklerinin elde edilmesi amacıyla sınır koordinatlarının saptanması

Morfolojik özellikler gıda endüstrisinde otomatik tasnifleme, sınıflandırma ve nesnelerin algılanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Görüntü işleme teknikleri kullanılarak morfolojik özelliklerin belirlenmesi, genellikle uygulanması kolay ve gerçek zamanlı performans elde etmek için hızlı bir tekniktir. Ayrıca, renk ve doku (tekstür) gibi diğer özelliklerle karşılaştırıldığında daha kolay elde edilebilme avantajına sahiptir. Yüksek performanslı bir kalite kontrol işlemi için morfolojik özelliklerin tek başına yeterli olmadığı durumlarda diğer özellikler (renk, doku, vb.) ile kombine edilerek kullanılması fayda sağlayabilmektedir (Jayas ve ark., 2000; Paliwal, 2002; Du ve Sun, 2004; Zapotoczny ve ark., 2008; Blasco ve ark., 2009).

2.5.2.3. Görüntü İşleme Teknikleri Üzerine Yapılan Çalışmalar

Byron ve Michael (1989) tarafından taze şeftalileri incelemek ve sınıflandırmak için rengin temel alındığı kamera, görüntü aktarıcı, arayüz devresi ve mikrobilgisayar bileşenlerinden oluşan bir görüntü işleme sistemi geliştirilmiştir. Şeftalilerin dijital renkli görüntüleri, meyveler aydınlatma kabinindeki bir bant konveyör üzerinde hareket ettirilerek elde edilmiştir. Şeftalilerin yüzey rengi ile referans şeftali olgunluk renklerini kıyaslamak ve lekelenmiş yüzey alanı miktarını tahmin etmek için görüntü analiz algoritmaları geliştirilmiştir. Görüntü işleme sistemi renk olgunluk sınıflandırmasında ile manuel renk olgunluk sınıflandırması karşılaştırıldığında, test numunelerinin % 54'ünde başarı sağlanırken; tek bir renk standardı kullanıldığında bu oran % 88'e ulaşmıştır. Makina ile yapılan ve manuel olarak yapılan lekelenmiş yüzey alanı tahminleri arasındaki korelasyon katsayısı 0,92 olarak belirlenmiştir.

Miller ve Delwiche (1991), şeftalilerin yüzey kusurlarını (yara, bere, çürük, kurtçuk deliği ve kahverengi çürüklük) tespit etmek ve tanımlamak için bir laboratuvar görüntü işleme sistemi geliştirmiştir. Şeftali görüntülerindeki kusurlu bölgelerin segmentasyonu için görüntü analiz algoritmaları geliştirilmiş ve bir sınıflandırıcı sayesinde segmente edilmiş bölgeler spesifik kusur türleri olarak tanımlanmıştır. Aynı zamanda, kusur alanının tahmininde ve kusur türünün belirlenmesinde sistem doğruluğunu saptamak için deneysel testler yürütülmüştür. Kahverengi çürüklük için tahmini ve manuel olarak ölçülen kusur alanları arasındaki korelasyon katsayıları 0,56'dan 0,92'ye kadar değişmektedir. Sınıflandırıcı performansının hata oranı, yakın kızılötesi sisteme göre % 31 iken renk sistemine göre % 40 olarak belirlenmiştir.

Görüntü işleme ve sinir ağları kullanılarak yüzey hasarlarına dayalı elma sınıflandırması için Shahin ve ark. (2002) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, otomatik bir sınıflandırma sistemi geliştirilmeden önce meyve kalitesiyle en iyi korelasyona sahip görüntü özelliklerinin belirlenmesi ve en uygun sınıflandırıcı seçimi konularının ele alınması gerektiği belirtilmiştir. Çalışma kapsamında, eski (1 aylık) ve yeni (24 saatlik) hasarları ayırmak için yapay sinir ağı (YSA) sınıflandırıcıları geliştirilmiştir. Eski hasarlara dayalı elmaları sınıflandırmak için geliştirilen YSA sınıflandırıcısı kullanıldığında, red delicious (RD) türü elma için % 90, golden delicious (GD) türü elma için % 83 (eşik ayarından sonra % 93) hassasiyet elde edilmiştir. Yeni hasarların tespitinde hem RD hem de GD türü elmalar için doğruluk oranı yaklaşık % 60 olarak gerçekleştirilmiştir. Yeni hasarlar bu metodoloji kullanılarak yeterince ayrılamamıştır.

Blasco ve ark. (2003) meyvelerin otomatik kalite sınıflandırması için geliştirilen bir bilgisayarlı görme sistemini kullanarak portakal, şeftali ve elma kalitesinin (boyut, renk, sap lokasyonu ve dış lekelerin tespiti) on-line tahmini konusunda bir çalışma gerçekleştirmiştir. Segmentasyon için kullanılan Bayesien diskriminant analizi temelli ayırma prosedürü, meyvelerin arka plandan kesin olarak ayrılmasına olanak sağlamıştır. Bu durum, boyutun düzgün bir şekilde belirlenebilmesini sağlamıştır. Sistem tarafından tahmin edilen meyvelerin renkleri, günümüzde standart olarak kullanılan kolorimetrik indeks değerleri ile iyi bir korelasyon göstermiştir. Sap lokasyonu ve dış lekelerin tespitinde olumlu sonuçlar alınmıştır. Sınıflandırma sistemi, elmaları partiler halinde on-line olarak sınıflandırırken iyi bir performans göstermiş ve leke tespitinde % 86, boyut tahmininde ise % 93 tekrarlanabilirlik sağlamıştır. Sistem hassasiyeti ve tekrarlanabilirliğinin manuel sınıflandırma ile benzer olduğu belirtilmiştir.

Renk temelli görüntü işleme kullanılarak akıllı meyve sınıflandırma sistemi üzerinde

yürütülen bir çalışmada; ilk olarak, Ohta-renk-uzayı tabanlı bir eşikleme algoritması ile meyve alanı görüntüden segmente edilmiş ve daha sonra blob algoritması kullanılarak görüntüdeki gürültüler giderilmiş ve spline-interpolasyon tabanlı algoritma ile meyvenin dış hatları saptanmıştır. Meyve sınıflandırmasında, HSI renk uzayı ile hesaplanan meyvenin renk oranı sınıflandırma özelliği olarak seçilmiştir. Meyve sınıflandırması, parametreleri bir çalışma modülü tarafından elde edilen klasik Bayes sınıflandırıcısı ile gerçekleştirilmiş ve bu sistemin Crystal Fuji türü elmalarda ortalama sınıflandırma doğruluğu % 90 olarak tespit edilmiştir (Guo ve Cao, 2004).

Mendoza ve ark. (2006) tarafından görüntü analizi kullanarak tarımsal gıdaların kalibre edilmiş renk ölçümleri için meyve ve sebzelerin standart renginin belirlenmesinde sRGB, HSV ve $L^*a^*b^*$ renk uzayları kullanılmış ve sonuçları etkileyen görüntü alma koşulları değerlendirilmiştir. Bu üç renk uzayının, eğimli yüzeylerde renk kantifikasyonu için uygunluğu açısından karşılaştırıldığı bu çalışmada, farklı renklerde muz (yeşil, sarı, kahverengi lekeli) ve hafif kusurlu kırmızıbiber örnekleri kullanılmıştır. Sonuçlar; sRGB standardının (doğrusal sinyaller), CCD kameralar ile elde edilen R'G'B' (doğrusal olmayan sinyaller) ile CIE XYZ gibi cihazdan bağımsız bir sistem arasındaki eşlemeyi tanımlamak için etkili olduğunu göstermiştir. Ölçülen ortalama rengin; numune yönü, çözünürlük ve yakınlaştırma değişikliklerine karşı dirençli olduğu belirtilirken, arka plan özelliklerinden, yüzey eğriliğinden ve parlaklığından önemli ölçüde etkilendiği ifade edilmiştir. $L^*a^*b^*$ sistemi eğri yüzeyli gıdalardaki kantifikasyon için en iyi renk uzayı olarak önerilmiştir.

Yapılan bir çalışmada görüntü işleme teknikleri ile yapılan sınıflandırmada, sıklıkla keyfi olarak çok sayıda sınıflandırıcı ve özelliğin dikkate alındığı ve bu durumda farklı özellikler düzgün bir şekilde normalize edilemediğinde ve düzgün bir ön işlem yapılmadığında beklenmedik sınıflandırma sonuçlarına neden olabileceği belirtilmiştir. Bu çalışmada, bu sorunlarla başa çıkmak için, en iyi özellikler ve sınıflandırıcıları tek ve birleşik bir yaklaşım haline getiren yeni bir teknik sunulmuştur. Erik (264), agata patates (201), asterix patates (182), kaju (210), soğan (75), portakal (103), taiti ıhlamuru (106), kivi (171), fuji elma (212) granny-smith elma (155), karpuz (192), honeydew kavun (145), nektarin (247), williams armut (159) ve diamond şeftali (211) olmak üzere toplam 2633 süpermarket ürününün görüntüsü kullanılmıştır. Sonuçlar olarak, önerilen tekniğin sınıflandırma hatasını yüzde 15'e kadar azaltabileceğinin belirtilmiştir (Rocha ve ark., 2010).

Nektarinlerde (taze-dilimlenmiş), görsel özellikler ve esmerleşme arasındaki ilişkinin görüntü analizi ve kimyasal özellikleri ile değerlendirilmesi üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada, nektarinler 5° C'de 12 gün süreyle depolanmıştır. Görsel özellikler ve renk,

geleneksel bir kolorimetre ve bir bilgisayarlı görme sistemi kullanılarak ölçülmüştür. Buna ek olarak, meyvelerde pH, titrasyon asitliği, toplam çözünür kuru madde, toplam fenolik ve antioksidan içeriği analiz edilmiştir. Depolama esnasında, nektarin dilimleri görünüşte bir kayıp göstererek 12 günlük nektarinler esmerleşmiş ve tazeliğini kaybetmiştir. Toplam fenolik içeriğinde ortalama % 30'luk bir azalma ve antioksidan aktivitesinde ortalama % 10'luk bir artış belirlenmiştir. Görsel özellik; kahverengileştirme değeri ($R^2=0,78$), titrasyon asitliği ($R^2=0,45$) ve pH ($R^2=0,85$) ile anlamlı bir korelasyon göstermiştir. Renk parametrelerinden b^* ve C (kroma) değerleri ile görsel özellik değeri arasında, görüntü işleme sistemi kullanımı ile ($R^2=0,76$) kolorimetreden ($R^2=0,57$) daha yüksek bir korelasyon elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında, bilgisayarlı görme sisteminin kolorimetrik yöntemden daha etkili olduğu ve taze-dilimlenmiş nektarinlerin kalitesini ve pazarlanabilirliğini objektif ve kantitatif olarak belirlenmesi için güvenilir bir araç olarak gıda işleme endüstrisinde gerçek zamanlı uygulama için uygun olduğu ifade edilmiştir (Pace ve ark., 2011).

Wang ve ark. (2012) tarafından hasat zamanı belirlenirken yetiştiricilere yardımcı olması amacıyla açık bahçe ortamındaki kirazların hasat öncesi renk oranını doğru belirlemek için bilgisayarlı görme tekniğini kullanma fizibilitesine ilişkin bir araştırma çalışması yapılmıştır. Geliştirilen sistemde, dış mekân renk oranındaki iki büyük engel olan değişken ortam ışığı ve kiraz yüzeyindeki yansıma etkilerini azaltmak için bir kamera flaşı kullanılmıştır. Dış ortam testleri, geliştirilen algoritma ile yapılan sınıflandırmanın doğal üç bahçeden alınan 660 örneğe dayanılarak gerçekleştirilmiş ve genel doğruluk oranı % 85'i aşmıştır. Elde edilen sonuçlar, bilgisayarlı görüntüleme sisteminin dış ortamdaki açık hava doğal ışık koşulları altında kirazın doğru ve objektif renk değerlerini elde etmek için kullanılabileceğini doğrulamıştır.

Şeftali meyvesinin (üç farklı çeşit) görüntü işleme teknikleriyle yapay sinir ağı kullanılarak sınıflandırılması amacıyla Alipasandi ve ark. (2013) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, bilgisayarlı görme algoritmaları ve bir sinir ağları sınıflandırıcısı geliştirilmiştir. Kapalı ve stabil bir ışık aydınlatmasına sahip düzenekte alınan şeftali görüntüleri, MATLAB yazılımı kullanılarak işlenmiş ve hazırlanan algoritmalar ile ağ girişi olarak renk uzaylarının 12 bileşeni ve şekil özelliklerinin 3 bileşeni kullanılarak şeftaliler sınıflandırılmıştır. Sonuç olarak, olgun ve olgunlaşmamış meyveler için sınıflandırma doğruluğu sırasıyla % 98,5 ve % 99,3 olarak gerçekleşmiştir.

Bilgisayarlı görme sistemi kullanılarak kabuk rengi ölçümüne göre mangolar için bir sınıflandırma metodu geliştirilen bir araştırma çalışmasında, kırmızı kabuk rengi chroma=22

ve hue angle=52° olmak üzere iki tip renk uzayı kullanılarak seçilmiştir. Tam olarak olgunlaşmış 25 meyve içerisinde kırmızı alan payı % 80 -% 100 arasında değişen 18 meyve "mükemmel" olarak sınıflandırılırken, tüm yeşil olgun meyveler kırmızı alan payı % 30'dan küçük olan "orta" olarak derecelendirilmiştir. Kabuk üzerindeki kırmızı alan payı için eşik değerinin % 10 (maksimum yeşil olgun meyveler) ile % 18 (en az olgunlaşmış meyveler) arasında ayarlanması, sınıflandırma hattında yeşil olgun meyvelerin otomatik olarak çıkarılmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca, görüntü işleme sistemi antosiyanin konsantrasyonunun tahribatsız olarak belirlenmesinde de etkili bulunmuştur. Konsantrasyon logaritması ve renk açısı (hue angle) arasında doğrusal bir ilişki gözlenmiş ve korelasyon katsayısı 0,94 olarak belirlenmiştir. Bu sonucun mango yüzeyi üzerinde antosiyanin dağılımının görselleştirilmesi için etkili olabileceği belirtilmiştir (Makino ve ark., 2016).

Yapılan bir çalışmada, tarım endüstrisinde domates kalitesinin değerlendirilmesi için bilgisayarlı görme esaslı otomatik ve etkili bir meyve sınıflandırma sistemi önerilmiştir. Geliştirilen kalite değerlendirme yöntemi, donanım ve yazılım geliştirme olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Donanım, domates meyvesine elle müdahale olmaksızın uygun ortama taşıyarak görüntüsünü almak için; yazılım ise, görüntü işleme teknikleri kullanılarak kusur ve olgunluk açısından meyveleri analiz etmek için geliştirilmiştir. Önerilen yöntemin domates kalitesinin değerlendirilmesinde % 96,47 doğrulukla başarılı olduğu gözlenmiştir (Arakeri ve Lakshmana, 2016).

(Nagle ve ark., 2016), sarı mango çeşitlerinin yüzey renklerinin bilgisayarlı sistem ile görsel olarak belirlenmesi amacıyla bir görüntü işleme sistemi geliştirerek olgunlaşma süreci boyunca kabuk rengi değişikliğini izlemiştir. RGB renk uzayındaki verilerin CIE $L^*a^*b^*$ değerlerine dönüştürülmesi görüntü işleme yoluyla yapılmış ve renk parametrelerini tahmin etmek için modeller geliştirilmiştir. Performans değerlendirmelerine göre, L^* değerleri ($R^2=0,42-0,58$) için yetersiz tahminleme sergilenirken, a^* ve b^* değerleri için daha iyi sonuçlar (sırasıyla $R^2=0,90-0,95$ ve $0,80-0,82$) elde edilmiştir. Hesaplanan renk değerlerinden olan hue (renk açısı) ve chromaya (kroma) kıyasla ara XYZ değerlerinden hesaplanan sarılık indeksi, görüntü işleme verilerinden kabuk rengini doğru bir şekilde tahmin etmede daha üstün bulunmuştur. Sınıflandırma analizinden elde edilen sonuçlar, meyveleri sarılığına dayalı olgunluğa göre sınıflandırmak için (korelasyon 'Nam Dokmai' türü için $R^2=0,93$ ve 'Maha Chanok' türü için $R^2=0,95$) tatmin edici bulunmuştur. Olgun olmayan, olgun ve aşırı olgun kategorilerdeki gerçek pozitif başarı oranı, 'Nam Dokmai' için % 72 - 92 ve 'Maha Chanok' için % 98 - 100 aralığında değişiklik göstermiştir. Bu çalışmanın bulguları, kalite tahmininde ve mangoların otomatik derecelendirilmesi ve sınıflandırılması

için bir görüntü işleme sisteminin kullanılabilir olduğunu göstermektedir.

Kivi meyvesinin tek bir kamera kullanılarak meyve şekline dayalı sınıflandırılması amacıyla ağırlık sensörleri ile donatılmış mevcut bir ayırma hattına kamera eklenerek yeni bir sistem geliştirilmiştir. Bu çalışmada; meyve uzunluğu, ekvatorial kesitin maksimum çapı ve iz düşüm alanını hesaplamak için görüntü işleme yöntemleri kullanılmıştır. Ekvatorial kesitin minimum çapını ve hacmini tahmin etmek ve ilgili tahmin modelleri oluşturmak için önemli değişkenleri seçmek amacıyla aşamalı çoklu doğrusal regresyon yöntemi uygulanmıştır. Minimum çapı tahmin etmek için uzunluk, maksimum çap ve ağırlık parametreleri seçildiğinde, manuel ölçümlere kıyasla başarı katsayısı 0,82 olarak bulunmuştur. Daha sonra hacmi tahmin etmek için ağırlık ve uzunluk parametreleri seçildiğinde, bu katsayı 0,98'e kadar yükselmiştir. Minimum çapa dayalı meyve sınıflandırmasında başarı oranı % 84,6 iken, uzunluk/maks. çap ve iz düşüm alanı/uzunluk kombinasyonlarına dayalı sınıflandırmada bu oran önemli artış göstererek %98,3'e ulaşmıştır (Fu ve ark., 2016).

Momin ve ark. (2017), görüntü işleme yöntemini kullanarak mango meyvelerinin geometrik temelli kütle sınıflandırmasını otomasyonla gerçekleştirmek amacıyla iz düşüm alanı, çevre ve yuvarlaklık özelliklerini elde ettikleri bir görüntü alma ve işleme sistemi geliştirmiştir. Görüntüler, flüoresan aydınlatma kullanılarak 8-bit gri tonlamalı bir XGA formatlı renkli kamera kullanılarak elde edilmiştir. Mangoları; büyük, orta ve küçük gibi üç kütle sınıfından birine sınıflandırmak için medyan filtre ve morfolojik analiz ile birlikte bölgeye dayalı global eşik değerli rengi ikili hale getirme özelliğine dayalı bir görüntü işleme algoritması geliştirilmiştir. Bu sistem kullanılarak, iz düşüm alanı ve Feret çapı için % 97, çevre için % 79 ve yuvarlaklık için % 36'lık bir doğruluk oranı elde edilmiştir. Daha iyi bir sınıflandırma elde etmek için sırayla iki farklı sınıflandırıcı özelliği kullanılabileceği belirtilmektedir. Geliştirilen görüntü işleme sisteminin; basit, verimli ve mangoların ticari tasnifini mekanize etmek için uygun bir ilk aşama olarak görülebileceği; ayrıca bu yöntemin uygun düzenlemelerle diğer meyve sebzelerde de uygulanma potansiyeline sahip olduğu ifade edilmiştir.

Elmaların olgunlaşma evrelerinin, bilgisayarlı görme sistemi yardımıyla hasarsız olarak değerlendirilmesi amacıyla tanımlanan üç aşamalı bir olgunlaşma indeksi (olgun olmayan, olgun ve aşırı olgun) önerilmiştir. Çalışma kapsamında, kinetik davranışlarını tanımlamak için fiziko-kimyasal parametrelere Weibull modeli uygulanmıştır. Üç olgunlaştırma evresinin tanımlanması için CIE $L^*a^*b^*$ renk uzayı, kroma (C^*) ve renk açısı (h^*) kullanılarak renk değişkenliği ile olgunlaşma indeksi karşılaştırılmıştır. Değişkenler

arasındaki korelasyonu değerlendirmek için ise temel bileşen analizi (principle component analysis) kullanılmıştır. Fiziko-kimyasal ve renk parametreleri (L^* hariç) ve değişkenleri birbirleri arasında doğru bir korelasyon göstermiştir. Her ikisi de kullanıldığında örneklerin değişkenliği % 91,05 güvenilirlik ile tanımlanırken, sadece renk parametreleri ile % 95,06 güvenilirlik ile doğru olarak tanımlanmıştır. Ayrıca, yöntemin doğrulanması için çok değişkenli diskriminant analizi (multivariate discriminant analysis) gerçekleştirilmiştir. Bu analiz ile elmalar, olgunlaşma evrelerine göre % 100 doğrulukla sınıflandırıldığı belirtilmiştir. Dört renk parametresi (a^* , b^* , C^* ve h^*) kullanılarak yapılan ikinci bir analiz ile olgunlaşma evreleri yine % 100 doğrulukla sınıflandırılmıştır (Cárdenas-Pérez ve ark., 2017).

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmanın 1. bölümünde kullanılan beyaz nektarinler Çanakkale'nin Bayramiç ilçesinden; 2., 3. ve 4. bölümlerinde kullanılan beyaz nektarinler ise Çanakkale'nin Saraycık Köyü mevkiinden temin edilmiştir. Ticari olarak hasat olgunluğuna ulaşmış beyaz nektarinler hasat edilerek dalından koparıldığı gibi hızlıca Gıda Mühendisliği laboratuvarlarına taşınmıştır. Deforme olan ürünler ayıklanarak renk ve büyüklüklerine göre homojen olanlar seçilmiş ve derhâl ısıtılmayan muhafaza yöntemi uygulamaları (ozon, ultrases, elektrolize su ve kombinasyon) gerçekleştirilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Isıl Olmayan Muhafaza Yöntemlerinin Uygulanması



(a)

(b)

(c)

Şekil 3.1. Isıl olmayan muhafaza yöntemlerine ait ekipmanlar; a) Ozon jeneratörü sistemi, b) Ultrases sistemi, c) Elektrolize su sistemi

3.2.1.1. Ozon Uygulaması

Ozon jeneratörü (TKZ-12G, Teknozone, İzmir, Türkiye) kullanılarak korona deşarj yöntemi ile üretilen ozon gazı, beyaz nektarinlerin içine yerleştirildiği özel üretilmiş cam kabine istenilen konsantrasyonda (1 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm) gönderilmiştir. Konsantrasyon takibi kabin içerisinde yer alan sensör yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

Seçilen nektarinler rastgele beş gruba ayrılarak birinci gruptaki nektarinler kontrol grubu olarak ozon uygulanmadan ambalajlanmıştır. İkinci gruptaki nektarinler 1 ppm, üçüncü gruptaki nektarinler 5 ppm, dördüncü gruptaki nektarinler 10 ppm ve beşinci gruptaki nektarinler ise 20 ppm ozon konsantrasyonunda 10 dk ozonlanmıştır (Çizelge 3.1).

3.2.1.2. Ultrases Uygulaması

Akustik kavitasyon üretmek için ultrasonik frekansı 20 kHz ve maksimum gücü 1000W olan Hielscher UIP1000hd (Ultrasonics GmbH, Almanya) cihazı kullanılmıştır. Ultrases uygulanacak olan yaklaşık 200 g beyaz nektarin numunesi bir beher içerisine konulmuş ve üzerine 1000 ml su ilave edilmiştir. Daha sonra cihaza ait 18 mm çapındaki titanyum sonotrod (BS2d18) beher içerisindeki suya batırılarak istenilen güçte ultrases (100W, 200W, 300W ve 500W) elde edilmiştir.

Seçilen nektarinler rastgele beş gruba ayrılarak birinci gruptaki nektarinler kontrol grubu olarak ultrases uygulanmadan ambalajlanmıştır. İkinci gruptaki nektarinlere 100 W, üçüncü gruptaki nektarinlere 200 W, dördüncü gruptaki nektarinlere 300 W ve beşinci gruptaki nektarinlere ise 500 W gücünde ultases uygulaması 5 dk süreyle gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.1).

3.2.1.3. Elektrolize Su Uygulaması

Elektrolize su (ES), % 1'lik NaCl çözeltisi başlangıç solüsyonu olarak kullanılarak karışık oksidant tuzlu su pompa sistemi olan MIOX (MIOX Corporation, New Mexico, ABD) cihazı kullanılarak elde edilmiştir. Tuzlu su solüsyonunun elektroliz sürecinden sonra katot ve anot çözeltilisinin karışımından bir toplama kabına toplanarak nötral elektrolize su stok çözeltisi elde edilmiştir. Stok çözeltinin serbest klor miktarı spektrofotometre (Hach-Lange DR 2800, ABD) kullanılarak DPD (N,N-dietil-p-fenilendiamin) metodu ile belirlenmiştir. Sonrasında seyreltme işlemleri yapılarak istenilen serbest klor içeriğine sahip çözeltiler elde edilmiştir (Clevenger ve ark., 2007; Hayta ve Aday, 2015).

Seçilen nektarinler rastgele beş gruba ayrılarak birinci gruptaki nektarinler kontrol grubu olarak ES uygulanmadan ambalajlanmıştır. İkinci gruptaki nektarinlere 50 ppm, üçüncü gruptaki nektarinlere 100 ppm, dördüncü gruptaki nektarinlere 200 ppm ve beşinci gruptaki nektarinlere ise 400 ppm konsantrasyonlarında ES uygulaması 5 dk süreyle gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.1).

3.2.1.4. Kombinasyon Uygulamaları

Çalışmanın bu bölümünde, önceki bölümlerde beyaz nektarinlere uygulanan ısı olmayan muhafaza yöntemlerinin (ozon, ultrases, elektrolize su) ürün kalitesi üzerindeki etkili olan doz/güç/konsantrasyon ve süreleri kullanılmıştır.

Seçilen nektarinler rastgele beş farklı gruba ayrılmış ve birinci gruptaki nektarinler kontrol grubu olarak herhangi bir uygulama yapılmadan ambalajlanmıştır. İkinci gruptaki

nektarinlere optimum ozon ve optimum ultrases kombinasyonu, üçüncü gruptaki nektarinlere optimum ozon ve optimum elektrolize su kombinasyonu, dördüncü gruptaki nektarinlere optimum ultrases ve optimum elektrolize su kombinasyonu ve beşinci gruptaki nektarinlere ise optimum ozon, optimum ultrases ve optimum elektrolize su üçlü kombinasyonu uygulanmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan deneme deseni

1. Bölüm (Ozon)	2. Bölüm (Ultrases)	3. Bölüm (Elektrolize Su)	4. Bölüm (Kombinasyon)
A. Kontrol	A. Kontrol	A. Kontrol	A. Kontrol
B. 1 ppm Ozon gazı uygulaması	B. 100 Watt Ultrases uygulaması	B. 50 ppm ES uygulaması	B. Opt. Ozon (3 ppm) + Opt. Ultrases (300 W)
C. 5 ppm Ozon gazı uygulaması	C. 200 Watt Ultrases uygulaması	C. 100 ppm ES uygulaması	C. Opt. Ozon (3 ppm) + Opt. ES (50 ppm)
D. 10 ppm Ozon gazı uygulaması	D. 300 Watt Ultrases uygulaması	D. 200 ppm ES uygulaması	D. Opt. Ultrases (300 W) + Opt. ES (50 ppm)
E. 20 ppm Ozon gazı uygulaması	E. 500 Watt Ultrases uygulaması	E. 400 ppm ES uygulaması	E. Opt. Ozon (3 ppm) + Opt. Ultrases (300 W) + Opt. ES (50 ppm)

3.2.2. Ambalajlama ve Depolama

Uygulamalar sonrası nektarinler kağıt havlu ile tamamen kurutulduktan sonra 190*144*H65 boyutlarındaki polipropilen (PP) ambalajlara yerleştirilerek (her bir ambalaj için yaklaşık 280-300 g) normal atmosfer koşullarında MAP25 Yarı Otomatik Tabak Kaynak Makinesi (Apack Ltd. Şti., İstanbul, Türkiye) kullanılarak mikroperfore film (Koroza Aş., İstanbul, Türkiye) ile kapatılmıştır. Kullanılan mikroperfore film, antifog özelliğine sahip 30 µm kalınlığında polipropilen materyalden üretilen her bir ambalajda 90 µm çapında 3 adet delik içermektedir. Delik sayısı ve çapları; nektarin grubu meyvelerin solunum hızı, ambalaj boyutları, solunum yapabilir yüzey alanı, ürün miktarı ve depolama sıcaklığı dikkate alınarak hesaplanmıştır. Ambalajlanan nektarinler +4 °C’de depolanmış ve 2 tekerrürlü olarak yürütülen çalışmanın analizleri depolanmanın 1., 5., 10., 15., 20., 30. ve 45. günlerinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. Görüntü İşleme Analiz Metotları

Çalışmanın bu bölümünde; ozon, ultrases, elektrolize su ve kombinasyon uygulamalarının farklı dozları/güçleri/konsantrasyonları ve kontrol grupları için her bir gruptan 30 adet beyaz nektarin numaralandırılarak meyve viollerinde +4 °C’de depolanmış ve depolama boyunca analiz periyotlarında (1., 5., 10., 15., 20., 25., 30., 35., 40., 45. ve 50. günlerde) aynı sıra ile aynı beyaz nektarinlerin görüntüleri alınmıştır.

3.2.3.1. Görüntü İşleme Sistemi Tasarımı

Beyaz nektarin görüntüleri, led paneller (6500 K, Vestel, Manisa, Türkiye) ile donatılmış ve gelişmiş bir kameraya (Nikon D7100, Nikon Corp., Tokyo, Japonya) sahip kapalı olarak tasarlanmış bir görüntü işleme düzeneğinde (LightBox) alınmıştır (Şekil 3.2). Görüntü işleme sistemi 60x60x100 cm boyutlarında olup içerisine ışık girmeyen, iç yüzeyi ışığı yansıtmayan özellikte alüminyum kompozit materyalden üretilmiştir. Çalışmanın 2., 3. ve 4. bölümlerinde üst led panel polarize film ile kaplanarak ışığın ürün yüzeyine polarize şekilde gelmesi sağlanmıştır.



Şekil 3.2. Görüntü işleme düzeneğinin (LightBox) görüntüsü

3.2.3.2. Görüntünün Elde Edilmesi

Sistemin en önemli parçalarından biri olan fotoğraf makinesi olarak, manuel ayarları olan ve bilgisayardan kontrol edilebilen Nikon D7100 (Nikon Corp., Tokyo, Japonya) dijital SLR fotoğraf makinesi (Nikon AF-S DX Nikkor 18-105mm f/3.5-5.6G ED VR Lens + Polarize Filtre ile birlikte) kullanılmıştır. Görüntü alımı esnasında fotoğraf makinesine

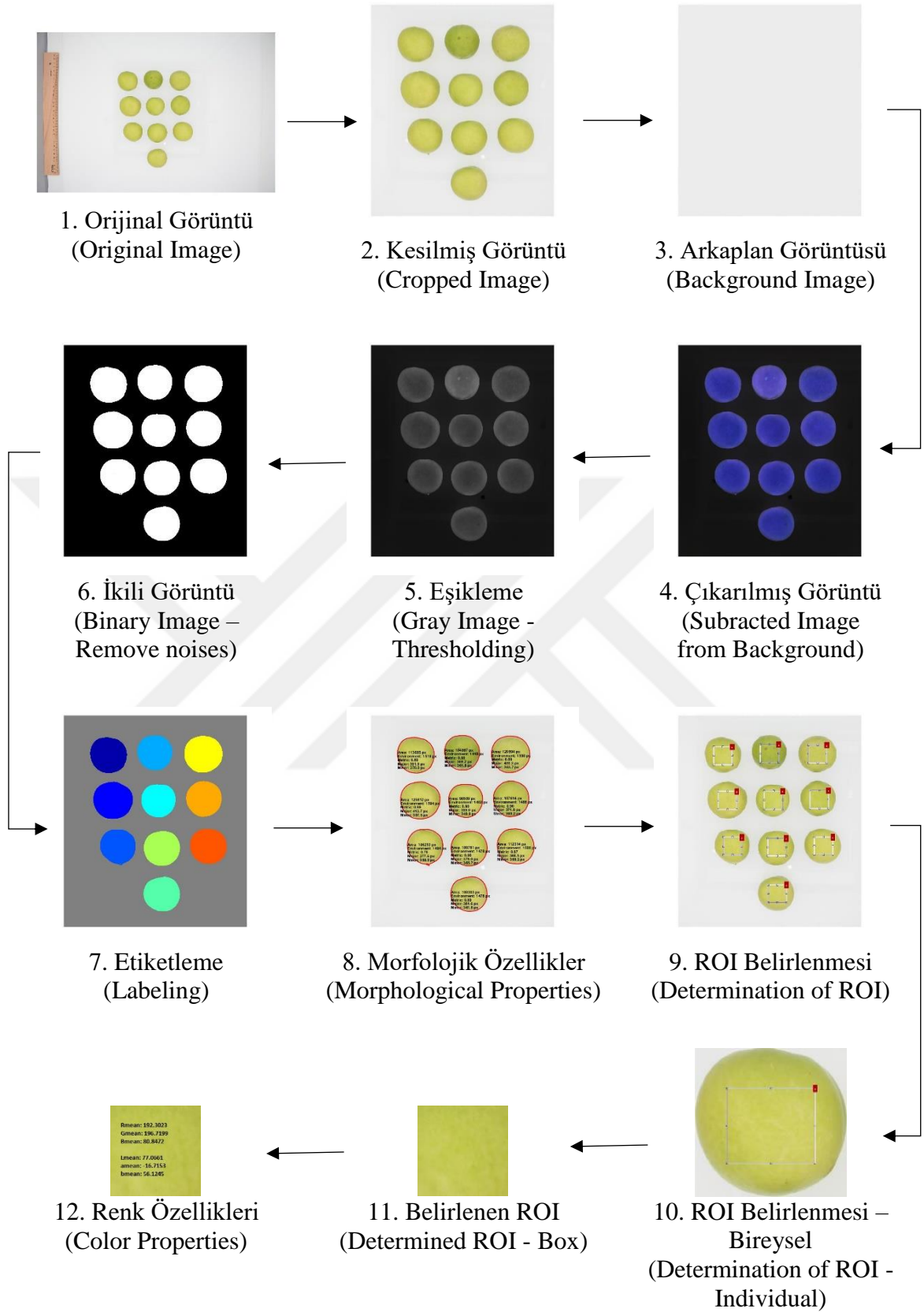
kesinlikle elle müdahale edilmemiş ve kontrol Nikon Camera Control Pro 2.0 (Nikon Corp., Tokyo, Japonya) programı ile bilgisayardan sağlanmıştır. Tekrarlanabilirliğin sağlanması için fotoğraf makinesinde Çizelge 3.2’de belirtilen manuel kontrol ayarları kullanılmıştır.

Çizelge 3.2. Görüntü alımında kullanılan fotoğraf makinesinin manuel kontrol ayarları

Fotoğraf Makinesi Ayarları		
Pozlama modu	:	Manuel
Diyafram açıklığı	:	f/5
Poz süresi	:	1/6 s
Pozlama telafisi	:	0 EV
Odak uzunluğu	:	18 mm
ISO hızı	:	ISO-200
Beyaz dengesi	:	Manuel
Görüntü boyutu (piksel)	:	4496x3000 px

3.2.3.3. Görüntü İşleme Basamakları

Elde edilen beyaz nektarin görüntüleri Matlab (R2016a, MathWorks, Natick, MA, ABD) programında hazırlanan bir dizi komut vasıtası ile işlenmiş ve sayısal veri haline dönüştürülmüştür. Görüntü işleme işlem basamakları sırası ile Şekil 3.3’de görülmektedir. İlk olarak görüntüler 2200x1900 piksele dönüştürülerek sadece beyaz nektarinlerin bulunduğu bölgede çalışılması sağlanmıştır. Sonrasında arkaplandan çıkarma ve eşikleme (thresholding) metotları kullanılarak segmentasyon aşaması yerine getirilmiştir. Etiketlenen beyaz nektarinlerin öncelikle morfolojik özellikleri (alan (area), konveks alan (convex area), çevre (environment), çap (equiv diameter), maks. uzunluk (major length), min. uzunluk (minor length), dış merkezlilik (eccentricity), yoğunluk (mean intensity), katılık (solidity) ve boyut (extent)) belirlenmiştir. Morfolojik özelliklerin belirlenmesinde, nektarinler ile aynı platformda görüntüsü alınan 30 cm boyutunda bir cetvel referans materyal olarak kullanılmış ve gerekli durumlarda piksel birimi mm’ye dönüştürülmüştür. Sonraki aşama olarak, beyaz nektarinler için ROI (region of interest) belirlenmiş ve belirlenen bu alanlardaki renk parametreleri (RGB, HSV, YCbCr, XYZ ve $L^*a^*b^*$) ortaya konulmuştur. Renk parametrelerinin belirlenmesinde Gretag Color Checker (X-Rite Inc., Grand Rapids, MI, ABD) plaka referans materyal olarak beyaz dengesi (white balance) kalibrasyonunda kullanılmıştır (Alcicek ve Balaban, 2012; Sincen ve ark., 2015; Sincen, 2016).



Şekil 3.3. Görüntü işleme çalışmasında kullanılan akış diyagramı

3.2.3.4. Görüntü İşleme Verilerinin Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi

Görüntü işleme çalışması sonucunda, beyaz nektarinlerin Çizelge 3.3’de belirtilen morfolojik özellik parametreleri (alan, konveks alan, çevre, çap, maks. uzunluk, min. uzunluk, dış merkezlilik, yoğunluk, katılık ve boyut) ve farklı renk uzaylarında (RGB, HSV, YCbCr, XYZ ve $L^*a^*b^*$) renk parametreleri (Çizelge 3.4) belirlenmiştir.

Çizelge 3.3. Belirlenen morfolojik özellikler ve tanımlamaları (MathWorks, 2017b)

Morfolojik Özellikler ve Tanımlamaları	
Alan (Area)	: Bölgedeki gerçek piksel sayısını belirtir.
Konveks Alan (Convex Area)	: Bölgeyi kapsayan dışbükey gövdenin (convex hull) tüm piksellerinin doldurulmasıyla elde edilen ikili (binary) görüntüdeki piksel sayısını belirtir.
Çevre (Environment)	: Bölgeyi kapsayan sınır çizgilerindeki piksellerin sayısını belirtir.
Çap (Equiv Diameter)	: Bölge ile aynı alana sahip bir dairenin çapını belirtir. $\sqrt{4 \times \text{Alan} / \pi}$ formülü ile hesaplanır.
Maks. Uzunluk (Major Length)	: Bölge ile aynı normalize edilmiş ikinci-momenti olan bir elipsin en büyük eksen uzunluğunu (piksel cinsinden) belirtir.
Min. Uzunluk (Minor Length)	: Bölge ile aynı normalize edilmiş ikinci-momenti olan bir elipsin en küçük eksen uzunluğunu (piksel cinsinden) belirtir.
Dış Merkezlilik (Eccentricity)	: Bölge ile aynı ikinci-momenti olan bir elipsin dış merkezliliğini belirtir. 0 ila 1 bir arasında skaler bir sayıdır. Dış merkezliliği 0 olan elips, bir daire iken; 1 olan elips bir çizgi parçasıdır.
Yoğunluk (Mean Intensity)	: Bölgedeki tüm piksel değerleri yoğunluğunun ortalamasını belirtir.
Katılık (Solidity)	: Bölgede bulunan dışbükey gövdedeki (convex hull) piksellerin oranını belirtir. Alan / Konveks Alan formülü ile hesaplanır.
Boyut (Extent)	: Bölgedeki piksellerin sınır çizgilerindeki toplam piksellere oranını belirtir.

Çizelge 3.4. Belirlenen renk özellikleri ve tanımlamaları

Renk Özellikleri ve Tanımlamaları	
RGB	: Red, Green, Blue (Kırmızı, Yeşil, Mavi)
HSV	: Hue, Saturation, Value (Ton, Doygunluk, Değer)
YCbCr	: Luminance, Chroma blue, Chroma red (Parlaklık, Kroma mavi, Kroma kırmızı)
XYZ	: Tristimulus Red, Green, Blue (Üçtürsel Kırmızı, Yeşil, Mavi)
L*a*b*	: Lightness, Red-Green, Yellow-Blue (Aydınlık, Kırmızı-Yeşil, Sarı-Mavi)

Aynı zamanda belirlenen bu parametrelerde çeşitli istatistiksel analizler gerçekleştirilerek ısıl olmayan muhafaza yöntemlerinin ve depolama süresinin beyaz nektarin kalitesi üzerindeki etkinliği hasarsız bir şekilde belirlenmeye çalışılmıştır.

3.2.4. Diğer Analiz Metotları

3.2.4.1. Ağırlık Kaybı Oranı

Beyaz nektarinler, tüm analiz periyotlarında tartılarak depolama boyunca ağırlıklarında meydana gelen kayıplar yüzde (%) değişim olarak tespit edilmiştir (Javanmardi ve Kubota, 2006).

$$\% \text{ Ağırlık Kaybı} = \frac{\text{Son Ağırlık} - \text{İlk Ağırlık}}{\text{İlk Ağırlık}} \times 100 \quad (3.1)$$

3.2.4.2. pH Tayini

Beyaz nektarinlerin pH analizleri, öncesinde kalibre edilmiş olan pH metre (WTW InoLab 7110, Weilheim, Almanya) ile analiz periyotları boyunca düzenli olarak belirlenmiştir. Açılan her bir ambalaj içindeki beyaz nektarinler iki gruba ayrılarak çekirdeği

çıkarıldıktan sonra katı meyve sıkacağı (Homend 2706 Projucier, İndex, Türkiye) ile proses edilmiş ve iki ayrı beher içerisinde toplanmıştır. Oda sıcaklığında elde edilen beyaz nektarin suyuna pH metre probu daldırılmış ve sabitleme anındaki değer kaydedilerek analizler gerçekleştirilmiştir (Aday ve ark., 2013).

3.2.4.3. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini

Her bir ambalaj içindeki beyaz nektarinler iki gruba ayrılarak çekirdeği çıkarıldıktan sonra katı meyve sıkacağı (Homend 2706, İndex, Türkiye) ile proses edilmiş ve iki ayrı beher içerisinde toplanmıştır. Bu iki farklı beher için saf su ile kalibre edilmiş Atago Pal-1 Refraktometre (Atago Co. Ltd., Tokyo, Japonya) cihazı kullanılarak briks ölçümleri yapılmıştır (Aday ve ark., 2013).

3.2.4.4. Gaz Konsantrasyonu Analizi

Ambalaj içi atmosferdeki O₂ ve CO₂ konsantrasyonu beyaz nektarin ambalajı açılmadan önce gaz analizörü (OxyBaby, HTK, Hamburg, Almanya) vasıtası ile periyodik olarak ölçülmüştür. Beyaz nektarinlerin ambalajlanma sonrası solunumuyla birlikte O₂ azalması CO₂ artması sonucu pasif bir denge MAP oluşmuştur. Gaz konsantrasyon değişimi ile oluşan pasif MAP'ın ölçülmesi ve depolama boyunca izlenmesi amaçlanmıştır (Aday ve ark., 2014).

3.2.4.5. Bozulma-Çürüme Oranı

Beyaz nektarinlerde depolama boyunca mikroorganizma gelişimine bağlı olarak gerçekleşen bozulma ve çürüme durumu görsel olarak belirlenmiş ve toplam nektarin sayısına oranlanarak yüzde (%) bozulma-çürüme oranı olarak ifade edilmiştir (Aday ve ark., 2013).

$$\% \text{ Bozulma-Çürüme} = \frac{\text{Bozulan-Çürüyen Nektarin Sayısı}}{\text{Toplam Nektarin Sayısı}} \times 100 \quad (3.2)$$

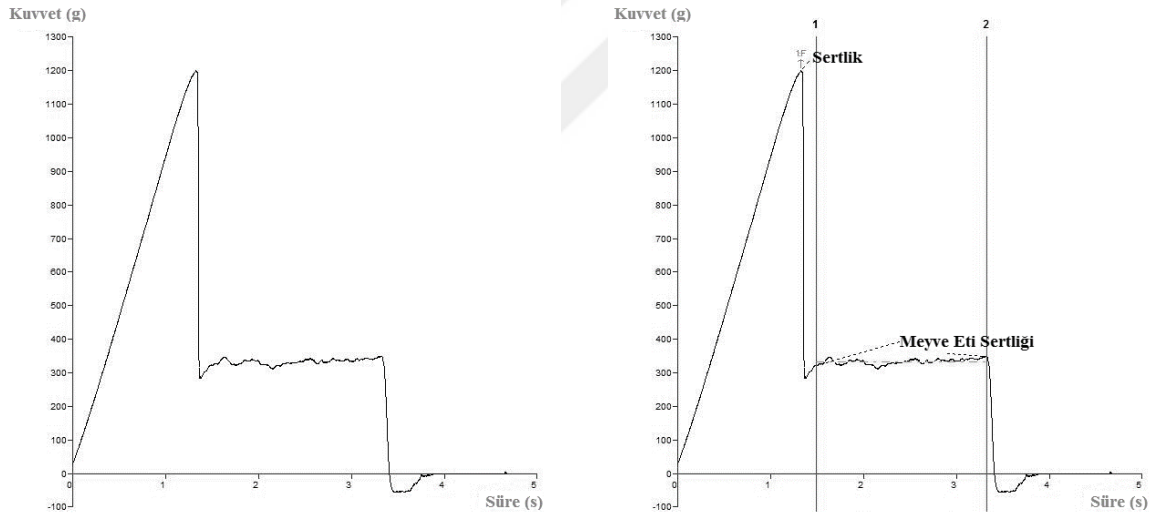
3.2.4.6. Enstrümental Renk Analizi

Dış görünüşteki değişimin göstergesi olan ve müşteri beğenilirliğinde önemli rol oynayan meyve dış kabuk rengi, Minolta Chroma Meter CR-400 (Minolta Corp, Osaka, Japonya) renk ölçüm cihazı kullanılarak depolama boyunca beyaz nektarin numunelerinde

belirlenmiştir. L (beyazlık, parlaklık/siyahlık), +a/-a (kırmızılık/yeşillik) ve +b/-b (sarılık/mavilik) değerleri elde edilerek uygulamaların etkileri net bir şekilde ortaya konulmaya çalışılmıştır (Aday ve ark., 2014).

3.2.4.7. Tekstür Analizi

Beyaz nektarinlerde tekstür analizi, TA-XTPlus Texture Analyzer (Stable Micro Systems Ltd., Birleşik Krallık) cihazı ve P/3 metal silindir probu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kullanılan parametreler: ön test hızı: 1,5 mm/s, test hızı 1,5 mm/s; test sonrası hız: 10,0 mm/s; baskı miktarı 5 mm ve trigger kuvveti 5,0 g olarak belirlenmiştir (Caner ve ark., 2008). Kuvvet/deformasyon eğrisinde düşüş gerçekleşen veya artışın durduğu nokta olan (pikin tepe noktası) yani meyvenin kabuk sertliğini gösteren bioyield point (Kilcast, 2004) ve meyve eti sertliği (flesh firmness) değerleri Texture Exponent Software v. 6 (Stable Micro Systems Ltd., Birleşik Krallık) programı kullanılarak belirlenmiştir.

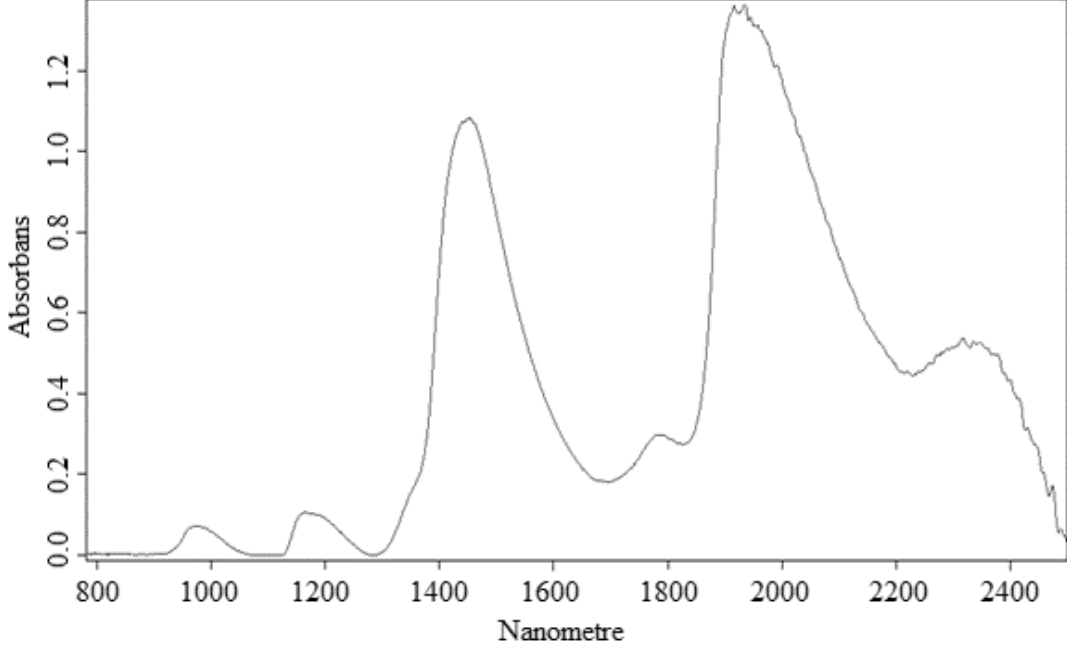


Şekil 3.4. Tekstür analizinde elde edilen grafik ve makro hesaplamalar ile tekstür parametrelerinin elde edilmesi

3.2.4.8. FT-NIR Analizi

FT-NIR analizleri, InGaAs dedektör (TE-InGaAs) ve 20 W yüksek yoğunluklu NIR ışık kaynağına (tungsten-halojen) sahip olan Bruker Multi Purpose FT-NIR Analyzer (MPA) (Bruker Optik, GmbH, Ettlingen, Almanya) spektrometresi kullanılarak yansımaya (reflectance) modunda gerçekleştirilmiştir. Spektrometreye ait fiber optik prop, beyaz nektarinlere 90° açıyla yerleştirilerek 780-2500 nm dalga boylarında ışık gönderilmiştir. 8

cm^{-1} çözünürlükte elde edilen her bir spektra, her bir nektarine ait 32 taramanın ortalaması olarak kaydedilmiştir. Spektra toplama ve değerlendirme prosesleri OPUS software (Bruker Optik, GmbH, Ettlingen, Almanya) programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Buyukcan ve Kavdir, 2017).



Şekil 3.5. FT-NIR analizinde elde edilen spektrum

3.2.4.9. İstatistiksel Analizler

Bu araştırma sonunda tespit edilen beyaz nektarin kalite kriterleri üzerine ısılmayan muhafaza yöntemlerinin etkinliklerinin belirlenmesi, görüntü işleme teknikleriyle elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve farklılıkların ortaya konulması amacıyla Tukey çoklu karşılaştırma tekniğinden yararlanılarak varyans analizleri (ANOVA) gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalarda, Minitab v. 17 (Minitab Inc, State College, PA, ABD) ve Statistica v. 12 (StatSoft Inc, Tulsa, OK, ABD) istatistiksel paket programları kullanılmıştır (Aday ve ark., 2013).

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Ozon Uygulamasının Beyaz Nektarin Kalitesi Üzerindeki Etkinliği

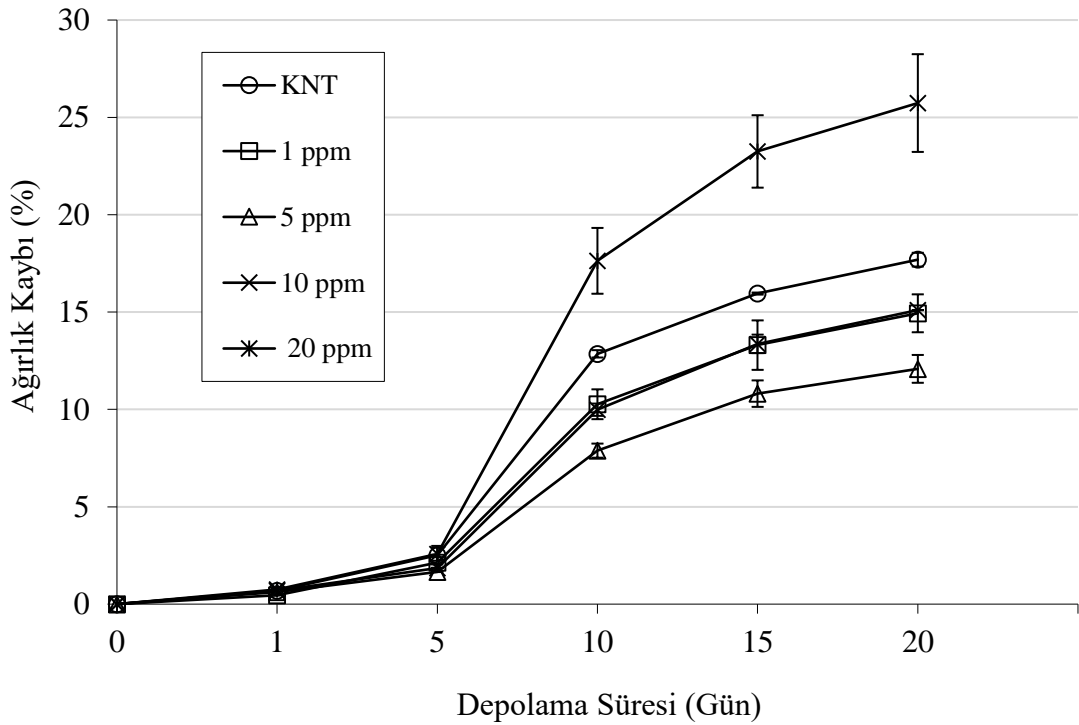
Farklı konsantrasyonlarda (1, 5, 10 ve 20 ppm) ozon uygulamasının depolama süresince (0., 1., 5., 10., 15. ve 20. gün) beyaz nektarinlerin fiziko-kimyasal kalitesi ve görüntü özellikleri üzerindeki etkisini gösteren analiz bulguları aşağıda sunulmuştur.

4.1.1. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Bulguları

4.1.1.1. Ağırlık Kaybı Oranı

Meyve ve sebzelerde hasat sonrası solunumun devam etmesi su kaybına ve dolayısıyla geri dönüşümsüz bir ağırlık kaybına neden olmaktadır (Rahman ve ark., 2013).

Ozon uygulamasının farklı konsantrasyonlarda gerçekleştirilmesi ile depolama boyunca beyaz nektarinlerin ağırlık kaybında meydana gelen değişimler Şekil 4.1'de sunulmuştur. Depolama sonunda, en düşük ağırlık kaybı % $12,05 \pm 0,47$ oranı ile 5 ppm ozon uygulanan örneklerde saptanmıştır. Diğer gruplar için ağırlık kaybı oranları; sırasıyla 1 ppm (% $14,97 \pm 0,47$), 10 ppm (% $15,10 \pm 0,87$), KNT (% $17,66 \pm 0,65$) ve 20 ppm (% $25,74 \pm 0,92$) şeklinde gerçekleşmiştir.



Şekil 4.1. Ozon uygulamasının beyaz nektarinlerin ağırlık kaybı üzerine etkisi

Sonuçlar irdelendiğinde, 20 ppm ozon uygulamasının yüksek konsantrasyona bağlı olarak beyaz nektarinler üzerindeki gözle görülür dokusal hasar verici etkisi ağırlık kaybı sonuçlarına da yansımış ve diğer gruplar ile kıyaslandığında depolama boyunca daha fazla su kaybına neden olmuştur. Yüksek konsantrasyon ozon gazının doğrudan muamele edilmesi yoluyla meyvelerde epidermis hasarının oluştuğu ve ağırlık kaybını arttığı bilinmektedir (Alencar ve ark., 2013). Benzer şekilde, Banach ve ark. (2015) tarafından ozon gazı uygulamasının meyve dokularında hasar meydana getirebileceği belirtilmiştir. 1 ppm ve 10 ppm grupları KNT grubundan daha az kayba neden olsa da, ağırlık kaybının en az gerçekleştiği grup olan 5 ppm ozon uygulaması depolama boyunca beyaz nektarinlerin su kaybetmesinin engellenmesi açısından en uygun ozon parametresi olarak değerlendirilmiştir. Yüksek konsantrasyon ozon uygulamalarının şeftalilerde kütikula tabakasına ve/veya epidermal dokuya hasar vermesi nedeniyle depolama boyunca su ve ağırlık kaybını arttırdığı belirtilmektedir (Palou ve ark., 2002). Bunun yanında, optimum dozda ozon uygulamaları ile meyvelerde fizyolojik aktivitelerin en önemli göstergesi olan solunum yavaşlatılmakta (Huyskens-Keil ve ark., 2012; Ong ve ark., 2014) ve bu sayede terleme ve ağırlık kaybının geciktirildiği düşünülmektedir. Benzer şekilde, Karaca ve Velioglu (2007) tarafından ozon uygulamasının meyve solunumunu yavaşlatma yoluyla ağırlık kaybını azalttığı belirtilmektedir.

4.1.1.2. pH Tayini

Meyvelerde pH değeri, serbest H⁺ iyonlarının ve organik asitlerin konsantrasyonuna bağlı olup solunum nedeniyle olgunlaşma boyunca organik asitlerin azalması sonucu artış göstermektedir. Aynı zamanda, pH değeri mikrobiyal gelişimi ve meyve bozulma oranını etkileyen fizyolojik özelliklerden birisidir ve hasat sonrası bozulmaların derecesinin belirlenmesinde faydalı olmaktadır (Lee ve ark., 2013).

Farklı konsantrasyonlarda gerçekleştirilen ozon uygulamalarının beyaz nektarinlerde depolama boyunca değişen pH değeri üzerindeki etkisi Çizelge 4.1'de görülmektedir. Depolama başında 3,537 olan beyaz nektarin pH değeri, depolama süresince artış trendi göstererek, depolama sonunda ortalama 4,300 seviyelerine kadar yükselmiştir. Bu artış, depolama sürecinde organik asitlerin degrade olmasından kaynaklanmaktadır (Sweetman ve ark., 2014).

Çizelge 4.1. Ozon uygulamasının beyaz nektarinlerin pH değeri üzerine etkisi

	Depolama Süresi (Gün)			
	1. Gün	5. Gün	10. Gün	20. Gün
KNT	3,537±0,016 A ^a	3,693±0,011 B ^b	4,036±0,015 B ^c	4,334±0,010 BC ^d
1 ppm	3,537±0,016 A ^a	3,683±0,007 B ^b	3,865±0,016 C ^c	4,195±0,009 D ^d
5 ppm	3,537±0,016 A ^a	3,750±0,016 AB ^b	3,924±0,011 C ^c	4,305±0,007 C ^d
10 ppm	3,537±0,016 A ^a	3,702±0,016 B ^b	4,035±0,019 B ^c	4,389±0,007 B ^d
20 ppm	3,537±0,016 A ^a	3,775±0,006 A ^b	4,112±0,010 A ^c	4,532±0,017 A ^d

A, B, C: Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).
a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Depolama sonunda, 1 ppm ozon uygulaması en düşük pH değerine (4,195) sahip olmuştur. Ardından; 5 ppm (4,305), KNT (4,334), 10 ppm (4,389) ve 20 ppm (4,532) grupları sıralanmıştır. Farklı konsantrasyonlardaki ozon uygulamalarının ve farklı sürelerdeki depolamanın birlikte etkisini yansıtan grup x depolama interaksiyonunun önemli olduğu belirlenmiştir (p<0,05). Ayrıca, tüm gruplar (ozon uygulanan ve kontrol) için tüm depolama günlerinde (1., 5., 10. ve 20. gün) gerçekleşen pH artışı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05).

20 ppm ozon uygulaması, depolamanın 5. gününden itibaren diğer gruplardan farklılık göstermeye başlamış ve depolamanın sonunda tüm gruplardan farklılaşarak en yüksek pH değerine sahip olmuştur (p<0,05). Yüksek konsantrasyona bağlı olumsuz etki (Bortolin ve ark., 2016) pH parametresi üzerine de yansımış ve bu durum istatistiksel verilerle de doğrulanmıştır. Kontrol gurubuna nazaran daha stabil bir pH sağlayan sadece 1 ppm ve 5 ppm grupları olmuştur. Fakat 5 ppm grubu depolama sonunda kontrol ile istatistiksel olarak benzer (p>0,05) bulunduğundan dolayı, yalnızca 1 ppm ozon uygulamasının solunum, metabolizma ve organik asit tüketim hızlarını yavaşlatmak suretiyle beyaz nektarinlere pH stabilitesi bakımından avantaj sağladığı belirtilebilir. Ozon uygulamasının meyvelerde solunum ve metabolizma hızını yavaşlattığı literatürde birçok çalışma tarafından doğrulanmıştır (Aday ve ark., 2014; Minas ve ark., 2014; Han ve ark., 2017).

4.1.1.3. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini

Suda çözünür kuru madde içeriği, nektarinlerde olgunluğun bir ölçüsü olup organoleptik özellikler üzerinde etkili olmaktadır. Ayrıca, nektarinlerde maksimum depolama ömrü sağlanması açısından depolama sıcaklığı ile birlikte etkili olan diğer

faktörlerden birisidir (Lurie ve Crisosto, 2005; Crisosto ve ark., 2006).

Çizelge 4.2’de ozon uygulamasının farklı konsantrasyonlarda gerçekleştirilmesi ile depolama boyunca beyaz nektarinlerin suda çözünür kuru madde (briks) değerinde meydana gelen değişimler görülmektedir. Başlangıç briksi % 12,58 olan beyaz nektarinlerde depolama boyunca azalma seyri gözlenmiş ve depolama sonunu ortalama olarak yaklaşık % 11,50 civarında tamamlamıştır. Depolama sonu en yüksek briks değerine % 11,68 ile 1 ppm ozon uygulaması sahip olmuştur. Sıralama; % 11,53 ile KNT, % 11,45 ile 5 ppm, % 11,37 ile 10 ppm ve % 11,19 ile 20 ppm grupları olarak devam etmiştir. Genel olarak beyaz nektarinlerde depolamayla birlikte gerçekleşen bu azalma, fizyolojik aktivitenin hızına bağlı olarak meyve bileşimindeki şekerlerin depolama boyunca hidrolizi (Duran ve ark., 2016), solunum esnasında karbonhidrat ve pektinlerde azalma, proteinlerin kısmi hidrolizi ve glikozidlerin alt ünitelere ayrılması (Wongmetha ve ark., 2015) sonucu gerçekleşmektedir.

Çizelge 4.2. Ozon uygulamasının beyaz nektarinlerin suda çözünür kuru madde (briks) değeri üzerine etkisi

	Depolama Süresi (Gün)			
	1. Gün	5. Gün	10. Gün	20. Gün
KNT	12,58±0,13 A ^a	12,01±0,32 A ^a	11,60±0,16 A ^a	11,53±0,24 A ^a
1 ppm	12,58±0,13 A ^a	12,03±0,19 A ^a	11,86±0,25 A ^a	11,68±0,22 A ^a
5 ppm	12,58±0,13 A ^a	11,99±0,28 A ^a	11,41±0,27 A ^a	11,45±0,16 A ^a
10 ppm	12,58±0,13 A ^a	11,78±0,12 A ^a	11,50±0,31 A ^a	11,37±0,23 A ^a
20 ppm	12,58±0,13 A ^a	11,50±0,15 A ^a	11,26±0,21 A ^b	11,19±0,19 A ^b
GENEL	12,58±0,05 ^a	11,89±0,06 ^{bc}	11,53±0,11 ^{cd}	11,46±0,10 ^d

A, B, C: Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

İstatistiksel varyans analizi sonucunda, grup x depolama interaksyonu ve grup etkisi önemsiz bulunurken, depolamanın briks üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur (p<0,05). 1. ve 5. gün ortalama değerleri arasındaki briks farkının önemli olduğu belirlenirken, 5. ve 10. günler arasındaki fark ile 10. ve 20 günler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Bu durum, beyaz nektarinlerde depolamanın 5. gününe kadar briks düşüşünün daha hızlı gerçekleştiğini sonrasında ise nispeten daha düşük hızda devam ettiğini göstermektedir.

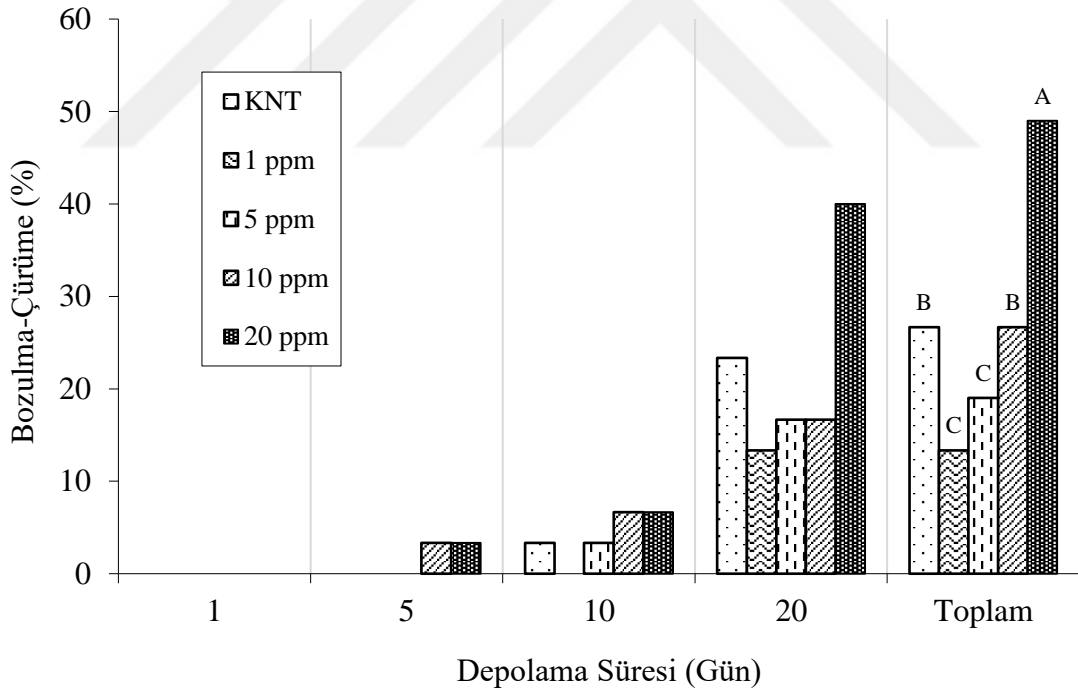
20 ppm, 10 ppm ve 5 ppm ozon uygulamaları sonucu KNT grubuna göre daha fazla briks düşüşü gerçekleşmiştir. 1 ppm ozon uygulaması ise diğer tüm gruplara kıyasla dikkat

çekmekte ve briks stabilitesini daha uzun süre korumaktadır. Fakat tüm bu farklar istatistiksel analizler sonucunda önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

4.1.1.4. Bozulma-Çürüme Oranı

Hasat edilen meyvelerde solunum ile birlikte kimyasal reaksiyonlarla ilgili diğer bazı değişiklikler de meydana gelmektedir. Bu değişikliklere genel olarak olgunlaşma denilmektedir. Olgunlaşmanın ileri aşamalarında bozulmalar başlamakta ve meyvelerde yumuşama, duysal ve dokusal kayıplar baş göstermektedir (Rao, 2015).

Şekil 4.2, farklı konsantrasyonlarda ozon uygulamasının beyaz nektarinlerde depolama süresi boyunca meydana gelen bozulma-çürüme durumunun tüm nektarinlere oranını göstermektedir. Depolama boyunca artış gösteren bozulma-çürüme oranı, depolama sonu toplamında en fazla 20 ppm konsantrasyonunda (% 46,67) görülmüştür. Ardından; bozulma-çürüme sıralaması, 10 ppm ve KNT gruplarında % 26,67, 5 ppm grubunda % 16,67 ve 1 ppm grubunda % 13,33 oranında şeklinde gerçekleşmiştir.



Şekil 4.2. Ozon uygulamasının beyaz nektarinlerde bozulma-çürüme durumu üzerine etkisi

Genel olarak değerlendirildiğinde; 20 ppm ve 10 ppm ozon uygulamalarının (özellikle 20 ppm), hücre çeperlerinde hasarlar meydana getirmesi ve mikrobiyal gelişime olanak sağlamaları nedeniyle beyaz nektarinlerin muhafazası için yüksek doz oldukları ve olumsuz

etki yaptıkları söylenebilir. Yüksek konsantrasyon ozon uygulamalarının meyvelerin hücre duvarı stabilitesine hasar vermesi (Palou ve ark., 2002; Rodoni ve ark., 2009) dolayısıyla mikrobiyal gelişimi teşvik ettiği ve bozulma-çürüme oranını arttırdığı düşünülmektedir. 1 ppm konsantrasyonunda ozon uygulaması bozulma-çürüme oranını en fazla azaltan grup olarak dikkat çekerken, 1 ppm ve 5 ppm grupları bozulma-çürüme oranı açısından istatistiksel olarak optimum ozon dozajları olarak belirlenmiştir. Optimum dozda ozon uygulaması, mikroorganizmaların hücresel bileşenlerinin oksidasyonu ve hücre zarındaki glikoproteinler ve glikolipitlere saldırı yolu ile inaktivasyon sağlamakta ve bozulma-çürüme oranını azaltmaktadır (Guzel-Seydim ve ark., 2004; Boonkorn ve ark., 2012; Han ve ark., 2017; Tzortzakis ve Chrysargyris, 2017).

4.1.1.5. Enstrümental Renk Analizi

Meyve ve sebzelerde tüketici kabulünü ve market değerini belirleyen en önemli faktör, görsel kalitesidir (Nunes, 2008). $L^*a^*b^*$ renk uzayı L^* , a^* ve b^* olmak üzere üç ayrı koordinata sahiptir. L^* koordinatı 0-100 aralığında değişen aydınlığı; a^* koordinatı sırasıyla pozitif ($+a^*$) ve negatif ($-a^*$) yönünde kırmızılık ve yeşilliği; b^* koordinatı ise sırasıyla pozitif ($+b^*$) ve negatif ($-b^*$) yönünde sarılık ve maviliği göstermektedir (Komatsu ve ark., 2016).

Farklı konsantrasyonlarda ozon uygulaması ile beyaz nektarinlerde depolama süresi boyunca meydana gelen renk değişimleri (L^* ve a^* değerleri) Çizelge 4.3'te göz önüne serilmiştir. Depolama sonu verilerine göre, en yüksek L^* değeri 5 ppm (73,69) ve 1 ppm (73,68) ozon uygulamalarında elde edilmiştir. Hemen ardından; KNT (73,16), 10 ppm (70,75) ve 20 ppm (69,21) uygulama grupları takip etmiştir. a^* değerinde ise, en yüksekten en düşüğe doğru sıralama 1 ppm (-6,45), KNT (-5,97), 5 ppm (-5,59), 10 ppm (-5,13) ve 20 ppm (-4,09) şeklinde gerçekleşmiştir.

Ticari hasat olgunluğunda temin edilen beyaz nektarinlerin depolama başlangıcında L^* değeri yani parlaklığı 73,85 iken a^* değeri yani yeşilliği -14,73 seviyelerinde ölçülmüştür. Depolama sürecinde beyaz nektarinlerin olgunluğunun artması ile birlikte L^* değeri tüm gruplarda depolamanın başlangıcında yükselmiş, sonrasında ise düşüş trendine girmiştir. Depolama başlangıcında rengin açılması ve parlaklığın artması söz konusu iken depolama sonlarına doğru bozulma reaksiyonlarından kaynaklı renk koyulaşması gerçekleşmiştir. Papaya meyvesine ozon uygulaması gerçekleştirilen bir çalışmada depolama sürecinde benzer bir değişim elde edilmiş ve yüksek konsantrasyon ozonun yüzey esmerleşmesini arttırdığı bildirilmiştir (Ong ve ark., 2014). a^* değerinde ise, tüm gruplarda

depolama boyunca düşüş gözlenmiş ve beyaz nektarinlerdeki bu düşüşün olgunlaşma sürecinde meydana gelen klorofil degradasyonundan (Guyer ve ark., 2014) ileri geldiği öngörülmektedir. Aynı zamanda, tüm bu renk değişimleri görüntü işleme bulguları içerisinde yer alan Çizelge 4.5'te görsel olarak sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Ozon uygulamasının beyaz nektarinlerin renk parametreleri üzerine etkisi

		Depolama Süresi (Gün)			
		1. Gün	5. Gün	10. Gün	20. Gün
<i>L*</i> değeri	KNT	73,85±0,57 A ^b	77,91±0,54 A ^a	78,04±0,55 A ^a	73,16±0,63 A ^b
	1 ppm	73,85±0,57 A ^b	79,42±0,60 A ^a	78,96±0,32 A ^a	73,68±0,27 A ^b
	5 ppm	73,85±0,57 A ^b	79,77±0,58 A ^a	78,95±0,49 A ^a	73,69±0,57 A ^b
	10 ppm	73,85±0,57 A ^b	77,67±0,68 A ^a	76,28±0,65 A ^{ab}	70,75±0,74 B ^c
	20 ppm	73,85±0,57 A ^a	74,38±0,73 B ^a	71,67±0,48 B ^{ab}	69,21±0,57 B ^b
	GENEL	73,85±0,57 A ^a	77,91±0,54 A ^a	78,04±0,55 A ^a	73,16±0,63 A ^b
<i>a*</i> değeri	KNT	-14,73±0,45 A ^a	-8,15±0,45 A ^b	-6,60±0,29 A ^{bc}	-5,97±0,28 A ^c
	1 ppm	-14,73±0,45 A ^a	-8,81±0,79 A ^b	-6,74±0,41 A ^c	-6,45±0,14 A ^c
	5 ppm	-14,73±0,45 A ^a	-8,94±0,40 A ^b	-6,62±0,18 A ^c	-5,59±0,27 AB ^c
	10 ppm	-14,73±0,45 A ^a	-7,93±0,36 A ^b	-6,03±0,42 A ^{bc}	-5,13±0,30 AB ^c
	20 ppm	-14,73±0,45 A ^a	-6,94±0,56 A ^b	-6,21±0,24 A ^{bc}	-4,09±0,41 B ^c
	GENEL	-14,73±0,19 A ^a	-8,15±0,25 A ^b	-6,47±0,14 A ^c	-5,66±0,14 A ^d

A, B, C: Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Varyans analizleri; grup x depolama süresi interaksyonunun *L** değeri açısından önemli olduğunu (p<0,05), *a** değeri için ise önemli olmadığını göstermiştir (p>0,05). Farklı depolama günleri için gruplar arası *L** değeri ilişkisine dikkat edildiğinde, 20 ppm ozon uygulamasının depolamanın 5. gününden itibaren diğer gruplardan istatistiksel olarak önemli bir farka sahip olduğu ve 20. günde ise 10 ppm grubunun da diğerlerinden farkı önemli hale gelerek 20 ppm ile benzer olduğu görülmektedir. Depolama sonunda, 5 ppm ve 1 ppm ozon uygulamaları kontrolden daha yüksek *L** değeri sağlasa da aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0,05).

Depolama süresinin *a** değeri üzerinde son derece etkili olduğu belirlenmiştir. Tüm depolama günlerinin bir öncekinden istatistiksel farkı önemli olmuştur (p<0,05). Bu durum, beyaz nektarinlerin depolama sürecinde olgunlaşmayla birlikte klorofil pigmentlerinin degrade olması sonucu yeşilliğini kaybettiği anlamı taşımaktadır (Luo ve ark., 2009).

Genel bir değerlendirme yapıldığında, 10 ppm ve 20 ppm ozon uygulama gruplarının solunum hızı, O₂ tüketimi, CO₂ salınımı, klorofil degradasyonu gibi birçok fizyolojik aktiviteyi hızlandırmak suretiyle renk değerleri üzerinde diğer gruplara kıyasla olumsuz etki yaptığını söylemek mümkündür. 5 ppm ve 1 ppm ozon grupları ise birbirlerine çok benzer bir etki sergilemiş, istatistiksel olarak önem kazanmasa da kontrol grubuna nazaran renk parametrelerini (hem *L** hem de *a** değerleri) daha fazla muhafaza etmiştir. Ozon uygulamasının etilen gazını yok edici etki göstermesi nedeniyle olgunlaşmayı ve renk değişimlerini geciktirdiği (Minas ve ark., 2014), bunun yanında yüksek konsantrasyon ozon uygulamalarının ise güçlü oksitleyici etkisinden dolayı ürünlerde fizyolojik hasara neden olabileceği belirtilmektedir (Ong ve ark., 2014).

4.1.1.6. Tekstür Analizi

Tekstür, gıdaların “ağızdaki hissini” etkileyen ve tüketicilerin gıda kalitesini değerlendirmek için kullandıkları en önemli özelliklerden birisidir. Gıdaların yoğunluğu, viskozitesi, yüzey gerilimi ve diğer fiziksel özellikleri ile ilgili bir parametre olan tekstür, ağız ve boğazdaki bir gıdanın hareket etmesi veya akması şeklindeki davranışları ile kalitenin algılanmasında güçlü bir etkiye sahiptir (McKenna, 2003).

Çizelge 4.4’te beyaz nektarinlerin sertlik ve meyve eti sertliği değerlerinin farklı konsantrasyonlarda ozon uygulaması sonrası depolama boyunca değişimi görülmektedir. Depolama başlangıcında 1557,25 gf sertliğe sahip beyaz nektarinler, depolama boyunca yumuşama göstererek 20. gün sonunda ortalama 500 gf seviyelerine kadar düşüş göstermiştir. Depolama sonunda en yüksek sertlik değerleri 581,38 gf ile 1 ppm grubunda belirlenirken; sıralama 5 ppm (552,45 gf), KNT (527,78 gf), 10 ppm (485,19 gf) ve 20 ppm (461,64 gf) şeklinde gerçekleşmiştir.

Meyve eti sertliği değerleri de sertlik değerleri ile benzer bir seyir izlemiş ve birbirini destekler nitelikte bulgular elde edilmiştir. Depolama başlangıcında 840,45 gf olan meyve eti sertliği depolama sonunda ortalama 300 gf seviyelerine kadar gerilemiştir. Depolama sonunda en yüksek sertlik değerleri 1 ppm grubunda (359,10 gf) saptanmış; devamındaki sıralama 5 ppm (323,55 gf), KNT (316,58 gf), 10 ppm (284,88 gf) ve 20 ppm (258,93 gf) olarak gerçekleşmiştir. Depolamanın 10. gününden sonra gerçekleşen sertlik düşüşünün, genel olarak istatistiksel anlamda önemli bulunmamış olması beyaz nektarinlerin 10. günde maksimum olgunluğa ulaştığı şeklinde yorumlanabilir.

Çizelge 4.4. Ozon uygulamasının beyaz nektarinlerin sertlik ve meyve eti sertliği parametreleri üzerine etkisi

		Depolama Süresi (Gün)			
		1. Gün	5. Gün	10. Gün	20. Gün
Sertlik (gf)	KNT	1557,25±16,54 A ^a	784,89±19,51 BC ^b	559,29±17,72 AB ^c	527,78±20,52 AB ^c
	1 ppm	1557,25±16,54 A ^a	863,87±17,68 AB ^b	621,29±15,00 A ^c	581,38±19,99 A ^c
	5 ppm	1557,25±16,54 A ^a	913,26±12,99 A ^b	590,32±20,94 A ^c	552,45±11,84 A ^c
	10 ppm	1557,25±16,54 A ^a	815,37±24,26 ABC ^b	599,09±36,81 AB ^c	485,19±17,27 AB ^d
	20 ppm	1557,25±16,54 A ^a	717,09±27,14 C ^b	483,29±17,76 B ^c	461,64±14,23 B ^c
Meyve Eti Sertliği (gf)	KNT	840,45±10,53 A ^a	512,86±13,97 AB ^b	343,19±10,57 A ^c	316,58±10,98 AB ^c
	1 ppm	840,45±10,53 A ^a	524,37±15,49 AB ^b	372,68±8,35 A ^c	359,10±11,42 A ^c
	5 ppm	840,45±10,53 A ^a	562,83±9,00 A ^b	344,40±12,80 A ^c	323,55±9,38 AB ^c
	10 ppm	840,45±10,53 A ^a	489,69±14,35 BC ^b	316,07±10,19 AB ^c	284,88±9,48 BC ^c
	20 ppm	840,45±10,53 A ^a	441,34±19,14 C ^b	271,70±7,11 B ^c	258,93±5,69 C ^c

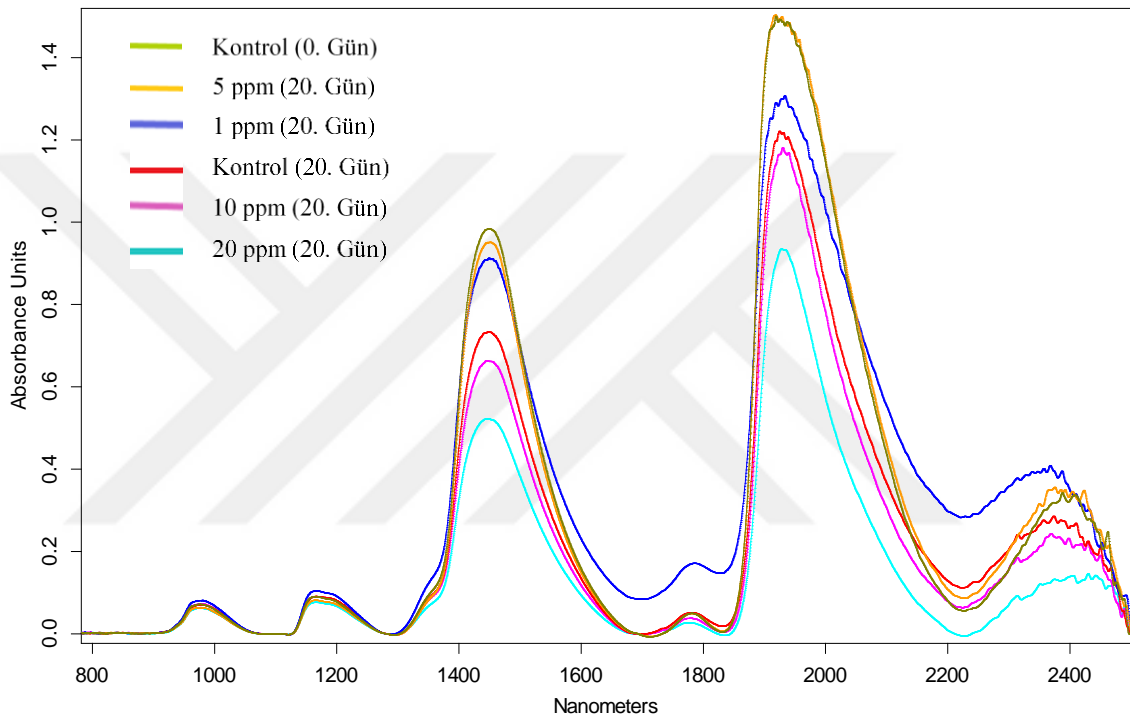
A, B, C: Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).
a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, hem sertlik hem de meyve eti sertliği parametreleri için grup x depolama interaksyonu önemli bulunmuştur (p<0,05). 20 ppm ozon uygulaması meyve sertliği üzerinde olumsuz etki göstererek depolamayla yumuşamanın en fazla arttığı grup olmuştur. Bu etki, aşırı ozon konsantrasyonuna bağlı olarak hücre çeperlerinde oluşan hasardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde yüksek konsantrasyon ozon uygulamalarının meyve kalitesini olumsuz etkilediği belirtilmektedir (Bortolin ve ark., 2016). Beyaz nektarinlerin sertliğini en fazla muhafaza eden grup 1 ppm ozon uygulaması olsa da, istatistiki olarak kontrol örneklerinden farklı olmadığı belirlenmiştir. Ozon uygulamasının meyve yumuşamasını geciktirdiği ve bu etkinin hücre duvarı stabilitesinin korunması ve pektik polisakaritlerin çözünme ve depolimerizasyonunun azalması ile ilişkili olabileceği belirtilmektedir (Rodoni ve ark., 2009; Minas ve ark., 2014).

Karadut meyvesinde 2 ppm ozon uygulaması ile yüksek seviyede toplam çözünür kuru madde içeriği, daha stabil sertlik ve renk, daha düşük bozulma hızı ve solunum hızı sağlanmasının yanı sıra hücre duvarlarının ayrışması ve epidermal doku bozunmasının geciktirildiği belirlenmiştir. (Han ve ark., 2017).

4.1.1.7. FT-NIR Spektraları

FT-NIR spektroskopisi, gıda ürünlerinin kalite özelliklerinin belirlenmesinde hızlı, hasarsız ve düşük maliyetli bir teknik olarak kullanılmaktadır. Bu teknikte, elektromanyetik spektrumun 750-2500 nm dalga boyu aralığında fonksiyonel gruplara (O-H, C-H, C-O ve N-H) bağlı olarak gıda içeriği belirlenmektedir (Cen ve He, 2007; Di Egidio ve ark., 2009). Farklı konsantrasyonlarda ozon uygulanan beyaz nektarinlere ait depolama başlangıcı ve depolama sonu FT-NIR spektraları Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Ozon uygulaması yapılan beyaz nektarinlerde FT-NIR spektraları

Elektromanyetik spektrumda 970, 1180, 1450, 1932 nm dalga boylarında görülen pikler O-H içeriklerine sahip olup ürünlerin bu piklerdeki su absorbans değerlerini göstermektedir (Nicolai ve ark., 2007). Yapılan çalışmada, beyaz nektarinlerin yüksek su içeriği nedeniyle elde edilen spektralar su bileşeni tarafından domine edilmiştir. Depolamanın başında gerçekleştirilen ölçüm ile depolama sonu ölçümleri kıyaslandığında, depolama başlangıcında su piklerinin absorbans değerinin daha fazla olduğu görülmektedir. Bu durum, beyaz nektarinlerde depolamayla birlikte gerçekleşen su kaybına işaret etmektedir.

Gruplar arasındaki ağırlık kaybı farklılığı FT-NIR spektraları ile de desteklenmiştir. 5 ppm ve 1 ppm ozon uygulama gruplarında, depolama sonunda su pikleri absorbans değerinin































daha fazla olduğu gör÷lmektedir. 10 ppm ve 20 ppm uygulama gruplarında ise aksine kontrole kıyasla daha az bir absorbands değeri tespit edilmiştir. Yüksek doz ozon uygulamaları ürünlerin dış doku yapısında tahribata neden olabilmektedir (Palou ve ark., 2002). Elde edilen spektra farklılıkları bu tahribata bağlı olarak su kaybının artmış olmasından kaynaklanmaktadır. 5 ppm ve 1 ppm ozon grupları ise beyaz nektarinlerde metabolik aktiviteyi kontrol altına alarak su kaybı azaltmış ve bu durum FT-NIR spektralarına da yansımıştır.

4.1.2. Görüntü İşleme Bulguları

Meyvelerin kalitesi; hasattan tüketiciye ulaşana kadarki taşıma, nakliye ve depolama süreçlerinde renk ve morfolojik özelliklerin korunmasından doğrudan etkilenmektedir. Bu özelliklerin belirlenmesinde karmaşık bir aparat gerektirmeyen, basit, hasarsız ve ucuz bir yöntem olan görüntü işleme teknikleri kullanılabilir (Sinecen ve ark., 2015).

Çalışmanın bu bölümünde, farklı konsantrasyonlarda ozon uygulamasının depolama süresince (0., 1., 5., 10., 15. ve 20. gün) beyaz nektarinlerin görüntü özellikleri üzerindeki etkisi irdelenmiştir. Bu etkinin göz önüne serilmesi amacıyla görüntü işleme çalışması ile segmente edilmiş örnek beyaz nektarin görüntüleri Çizelge 4.5'te gör÷lmektedir.

Çizelge 4.5. Ozon uygulamasının etkisini gösteren ve görüntü işleme çalışması ile segmente edilmiş örnek beyaz nektarin görüntüleri

	Depolama Süresi (Gün)					
	0. Gün	1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün
KNT						
1 PPM						
5 PPM						
10 PPM						
20 PPM						

4.1.2.1. Renk Özellikleri

Gıdaların rengi, tüketicilerin satın alma kararını etkileyen en önemli faktörlerden biri olarak ön plana çıkmaktadır. Gıda endüstrisinde en çok kullanılan renk uzayı $L^*a^*b^*$ renk uzayı olup bir kolorimetre yardımı ile belirlenmektedir. Bu ölçümlerde, gıdaların küçük bir alanı analiz edildiğinden dolayı numunenin tamamı temsil edilememekte ve sonuçlar ölçüm yapılan noktaya göre değişmektedir. Görüntü işleme teknikleri kullanılarak bahsi geçen dezavantajlar söz konusu olmadan, RGB renk uzayından $L^*a^*b^*$ ve diğer renk uzaylarına dönüşüm yapılabilen ve gıdaların renk karakteristikleri belirlenebilmektedir (Tarlak ve ark., 2016a; Tarlak ve ark., 2016b).

Beyaz nektarinlerde depolama süresinin farklı uzaylardaki (RGB, HSV, YCbCr, XYZ, $L^*a^*b^*$) renk parametreleri üzerine etkisi Çizelge 4.6'da sunulmuştur.

RGB renk uzayındaki kırmızı (R), yeşil (G) ve mavi (B) renk parametrelerinin depolama boyunca değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,001$). Beyaz nektarinin doğal rengi düşünüldüğünde, özellikle G değeri önemli bir kalite kriteri olarak gösterilebilir. G değeri, depolamanın başında 140,28 seviyesinde iken hafif dalgalı olsa da

azalma eğilimi göstermiş ve depolama sonunda 125,78 seviyelerine gerilemiştir. Bu durum depolama ile artan olgunluğun klorofil pigmentlerinin parçalanması sonucu beyaz nektarinlerin yeşilliğini azalttığını yansıtmaktadır (Eckardt, 2009).

HSV renk uzayındaki renk parametreleri üzerine depolamanın süresinin etkisi istatistiki olarak $p < 0,001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. H değeri yani renk tonu, depolamanın başlangıcında 0,206 düzeyinde iken düzenli bir düşüş trendi ile depolamayı 0,152 düzeyinde tamamlamıştır. S değeri yani renk doygunluğu ise, depolamanın 5. gününe kadar azalmış sonrasında tekrar yükselişe geçmiştir. Bu durumun, depolamanın başlangıcında olgunlaşmanın devam etmesi sonrasında ise bozulma reaksiyonlarının renk üzerindeki etkisini göstermesinden kaynaklandığı sanılmaktadır. Başlangıçta 0,550 olan V değeri, depolama ile düşüş yaşamış ve depolama sonunda 0,515 değerine sahip olmuştur.

YCbCr renk uzayındaki Y ve Cr renk parametreleri üzerine depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p < 0,001$), Cb parametresi üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$). Parlaklığın ifadesi olan Y değeri depolamanın başlangıcında bir miktar yükselmiş, ilerleyen günlerde düşüşe geçmiştir. Depolamanın başlangıcında 124,83 değerindeyken, depolama sonunu 119,05 değerinde tamamlamıştır. Cr değeri ise Y değerinin aksine düzenli bir artış göstererek 125,47 seviyesinden 134,98 seviyesine kadar yükselmiştir.

XYZ renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,001$). X, Y ve Z parametrelerinin her biri depolamanın başında artış göstermiş, depolamanın 5. gününden itibaren ise düşüş eğilimine yönelmiştir. Bu seyir birçok renk parametresinde görülmüş olup, depolama başlangıcında olgunluk etkisinin devamında ise bozulmaya bağlı renk değişimi etkisinin rol oynadığı öngörülmektedir.

$L^*a^*b^*$ renk uzayındaki L^* ve a^* renk parametreleri üzerine depolama süresinin etkisi istatistiki anlamda önemli bulunurken ($p < 0,001$), b^* parametresi üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$). Aydınlık/parlaklık parametresi olan L^* değeri, depolamanın 5. gününe kadar artış gösterirken devamında tekrar düşüşe geçmiştir. Depolama başında 55,52 olan değer depolama sonunda 51,82'ye gerilemiştir. -18,05 değeri ile depolama seyrine başlayan $-a^*$ değeri yeşil renk indikatörü olarak depolama boyunca büyük ölçüde azalma göstermiş ve depolamayı -7,13 değeri ile tamamlamıştır. Bu duruma klorofil degradasyonunun sebep olduğu düşünülmektedir (Guyer ve ark., 2014).

Çizelge 4.6. Beyaz nektarinlerde depolama süresinin farklı uzaylardaki (RGB, HSV, YCbCr, XYZ, $L^*a^*b^*$) renk parametreleri üzerine etkisi

Depolama Süresi (Gün)						
	0. Gün	1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün
R	122,77±2,030 ^b	119,09±1,867 ^b	136,34±1,302 ^a	133,23±1,074 ^a	133,80±0,883 ^a	131,18±2,269 ^a
G	140,28±1,276 ^a	133,27±1,190 ^b	141,50±1,041 ^a	134,04±0,884 ^b	126,93±0,880 ^c	125,78±2,727 ^c
B	67,29±2,064 ^{bc}	65,08±2,097 ^{bc}	75,28±1,809 ^a	69,31±1,695 ^b	62,25±1,629 ^{bc}	60,80±1,619 ^c
H	0,206±0,002 ^a	0,201±0,002 ^a	0,180±0,001 ^b	0,169±0,001 ^c	0,151±0,001 ^d	0,152±0,003 ^d
S	0,526±0,011 ^{ab}	0,518±0,012 ^{ab}	0,473±0,009 ^c	0,491±0,009 ^{bc}	0,538±0,010 ^a	0,538±0,010 ^a
V	0,550±0,005 ^{ab}	0,523±0,005 ^c	0,556±0,004 ^a	0,531±0,004 ^{bc}	0,525±0,003 ^c	0,515±0,009 ^c
Y	124,83±1343 ^{ab}	120,14±1268 ^{bc}	129,71±1011 ^a	124,57±0852 ^{ab}	120,44±0802 ^{bc}	119,05±2052 ^c
Cb	98,49±0,350	100,13±0,373	99,68±0,359	99,68±0,401	98,54±0,426	98,59±0,890
Cr	125,47±0,376 ^e	126,59±0,314 ^d	130,54±0,224 ^c	132,26±0,236 ^b	135,65±0,175 ^a	134,98±0,221 ^a
X	0,189±0,005 ^{bc}	0,173±0,005 ^c	0,213±0,004 ^a	0,195±0,003 ^b	0,184±0,003 ^{bc}	0,180±0,006 ^{bc}
Y	0,237±0,005 ^{ab}	0,214±0,005 ^{cd}	0,252±0,004 ^a	0,226±0,003 ^{bc}	0,207±0,003 ^d	0,205±0,007 ^d
Z	0,093±0,004 ^b	0,086±0,004 ^{bc}	0,108±0,004 ^a	0,093±0,003 ^b	0,079±0,003 ^c	0,076±0,003 ^c
L*	55,52±0,551 ^{ab}	53,12±0,522 ^{bcd}	57,04±0,423 ^a	54,55±0,358 ^{bc}	52,46±0,346 ^{cd}	51,82±1,042 ^d
a*	-18,05±0,453 ^e	-16,15±0,418 ^d	-12,10±0,299 ^c	-10,03±0,277 ^b	-6,55±0,183 ^a	-7,13±0,544 ^a
b*	36,42±0,424	34,62±0,464	34,43±0,433	34,45±0,470	35,61±0,488	35,51±1,003

* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001 istatistiksel önem düzeyini ifade etmektedir.

a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Farklı konsantrasyonlarda ozon uygulamasının beyaz nektarinlerin RGB renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.4; HSV renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.5; YCbCr renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.6; XYZ renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.7 ve $L^*a^*b^*$ renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.8’de verilmiştir.

Ozon uygulamasının RGB renk uzayı üzerindeki etkisi incelendiğinde; R ve G değerleri bakımından, 20 ppm ve 10 ppm gruplarında depolama boyunca azalma oranının diğer gruplara nazaran daha fazla olduğu görülmektedir. 1 ppm ve 5 ppm grupları ise birbirine yakın bir değişim oranı izlerken kontrol grubuna göre daha stabil bir R değerine sahip olmuştur. B değeri ise diğer renk bileşenlerine göre daha dalgalı bir seyir izlese de 1 ppm ve 5 ppm ozon uygulamalarının olumlu etkisi görülmektedir.

HSV renk uzayı bileşenlerinden H ve S değerlerinde, gruplar arası birbirine yakın değişimler görülmüştür. 20 ppm grubunun depolamanın 20. günündeki dramatik değişimi dikkat çekmektedir. Bu değişimin özellikle 20 ppm grubunda depolama sonunda yüzey küfünün çok artmış olmasından kaynaklandığı düşünölmektedir. V değerinde, 20 ppm ve 10 ppm grupları kontrolden daha fazla değişime neden olurken 1 ppm ve 5 ppm grupları daha az değişime neden olmuştur.

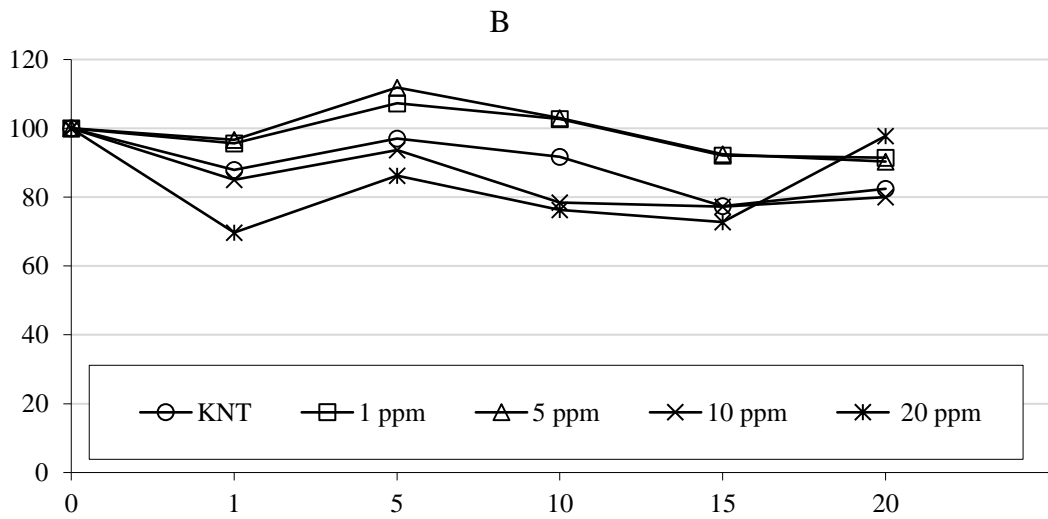
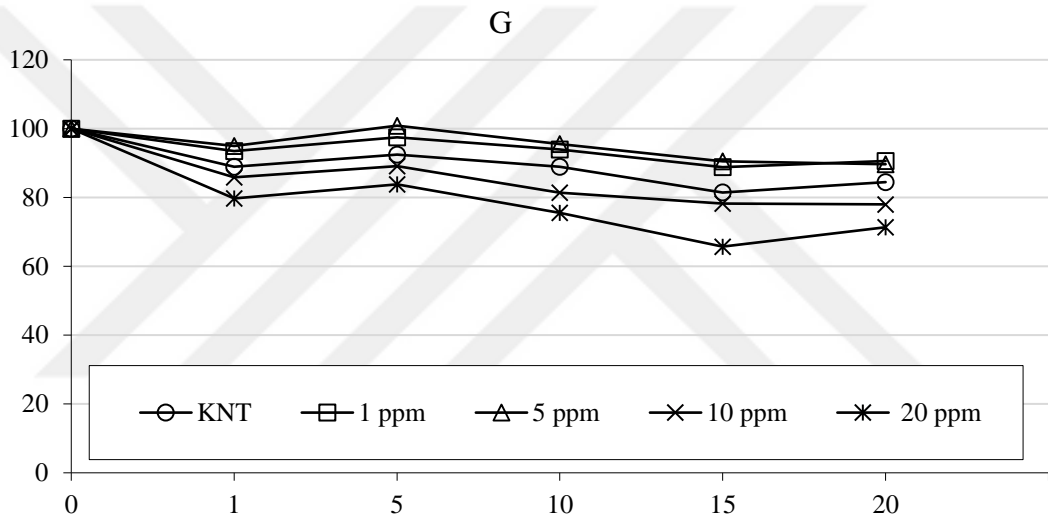
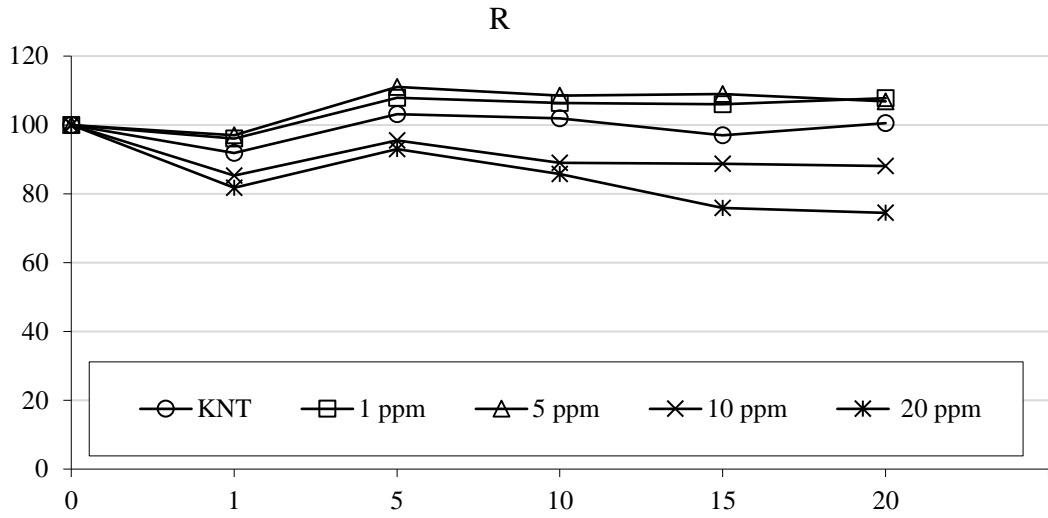
YCbCr renk uzayında parlaklığın bir ölçüsü olan Y değeri, en stabil grupların 1 ppm ve 5 ppm grupları olduğunu teyit etmiştir. Cb ve Cr değerleri, depolama boyunca çok az değişikliğe uğramış, fakat depolama sonuna doğru 20 ppm grubunun ve az bir miktar da 10 ppm grubunun diğer gruplardan ayrılarak daha fazla değişikliğe uğradığı görülmektedir.

XYZ renk uzayını RGB renk uzayıyla olan matematiksel bağlantısı değişim grafiklerine de yansımış ve son derece benzer değişim oranları saptanmıştır. 20 ppm ve 10 ppm gruplarının daha fazla değişime uğradığı, 1 ppm 5 ppm gruplarının ise daha az değişimle depolamayı sonlandırdıkları doğrulanmıştır.

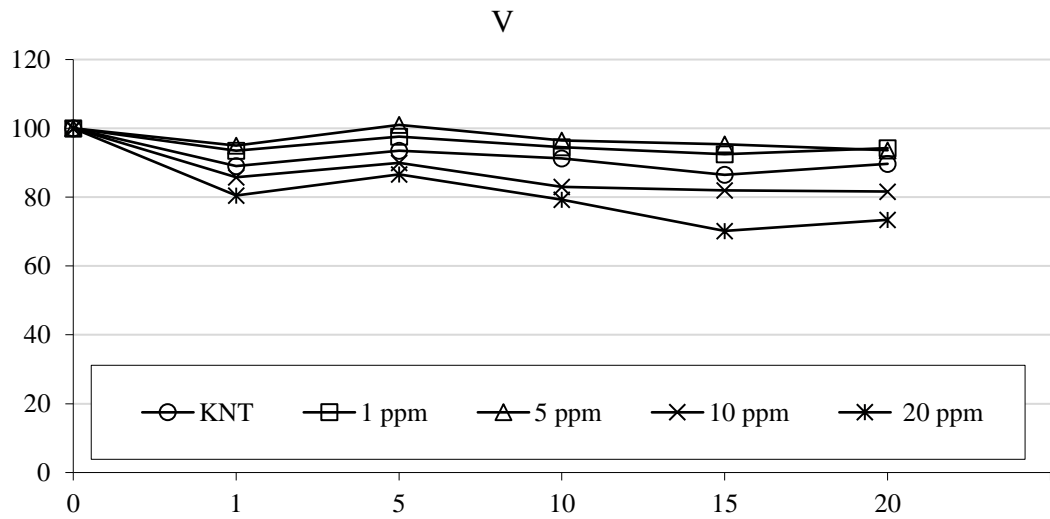
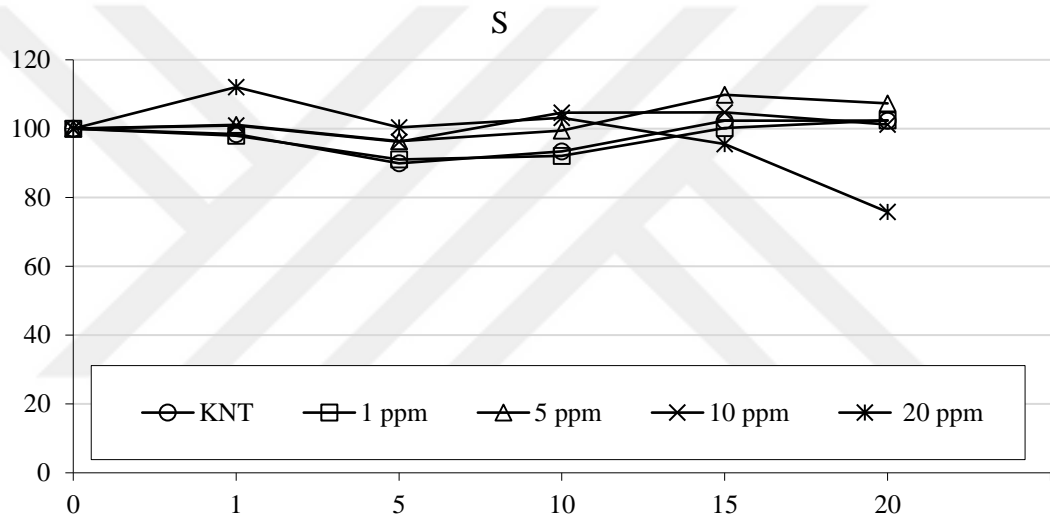
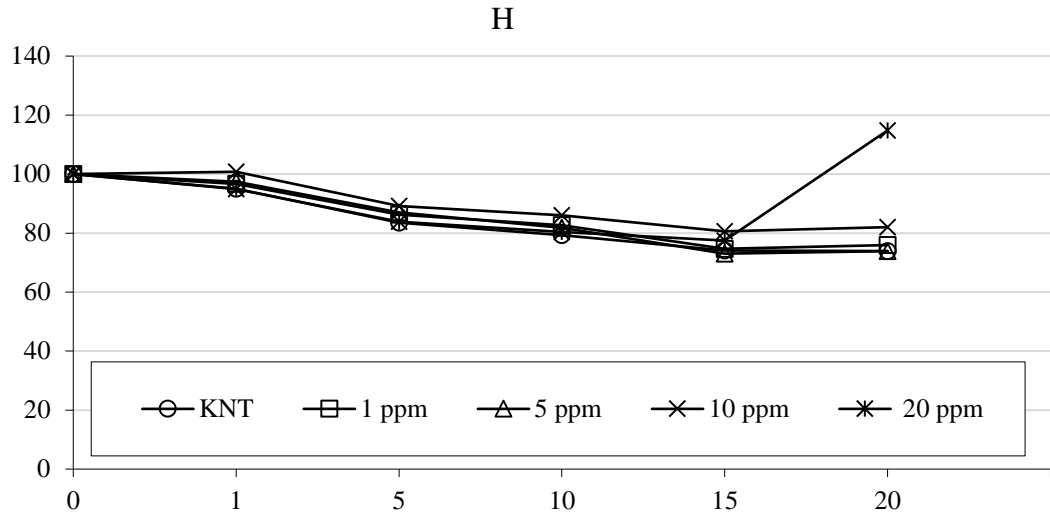
$L^*a^*b^*$ renk uzayı irdelendiğinde, L^* değerinde de 20 ppm ve 10 ppm gruplarının diğer gruplardan ayrımı net bir şekilde görülmektedir. Aşırı konsantrasyon bağlı olumsuz etki renk değerlerine yansımıştır. $-a^*$ değerinde tüm gruplarda hızlı bir düşüş yaşanmıştır. Depolama sonunda 20 ppm grubunda görölen ani çıkışın küflenme miktarının çok artmış olmasından dolayı olduğu öngörülmektedir. Durağan bir süreç izleyen b^* değerinde, depolamanın ortalarından itibaren 10 ppm ve özellikle 20 ppm gruplarında görölen dramatik düşüş dikkat çekmektedir.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, yüksek konsantrasyon ozon uygulamalarının (10 ppm ve 20 ppm) güçlü oksitleyici etkisinden dolayı beyaz nektarinlerde oksidatif stresi arttırması ve fizyolojik hasara neden olması nedeniyle daha hızlı renk değişiklikleri gerçekleşmiştir (Ong ve ark., 2014). Beyaz nektarinler için daha uygun dozlar olarak belirlenen 1 ppm ve 5 ppm uygulama grupları ise, fizyolojik aktivitenin yavaşlatılması yolu ile olgunlaşmayı geciktirmiş ve renk değişimlerini ertelemiştir (Minas ve ark., 2014),

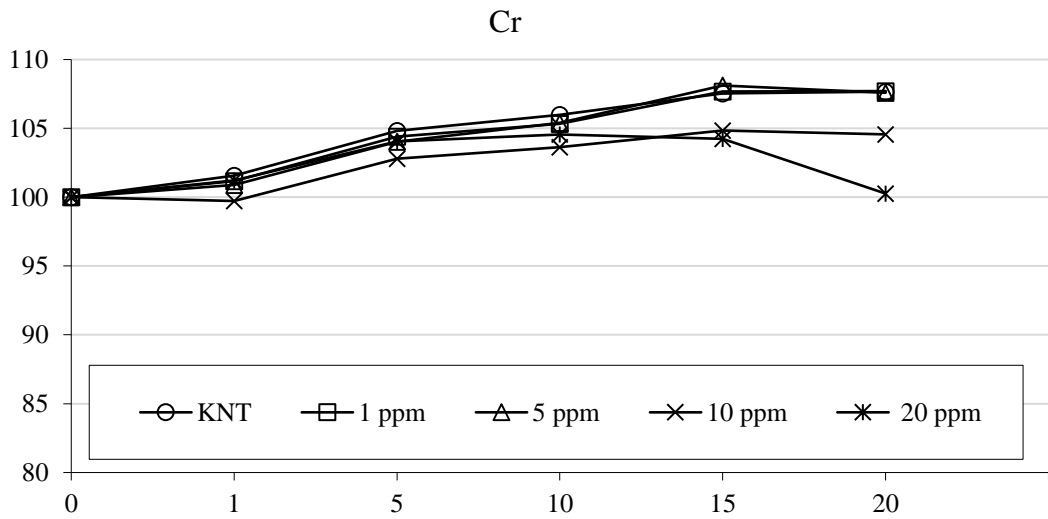
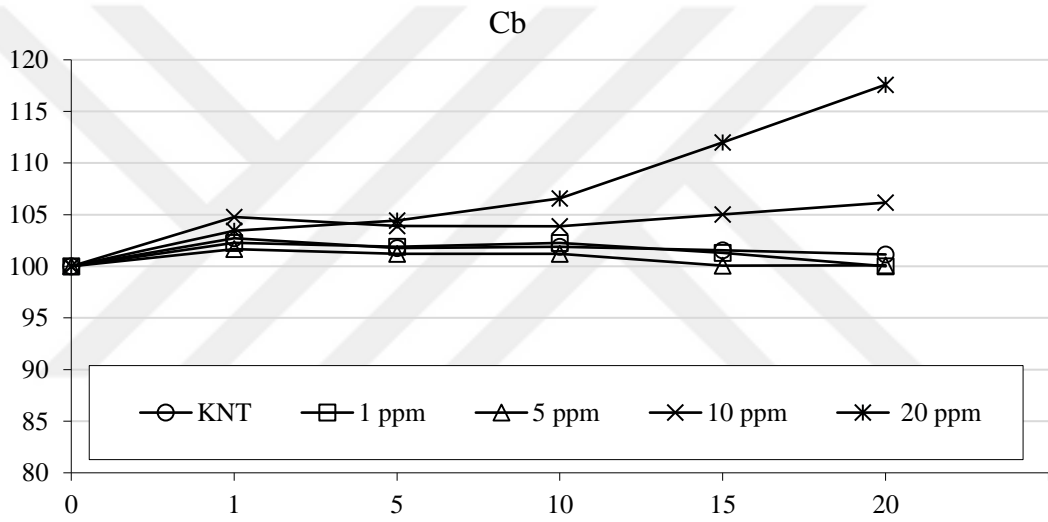
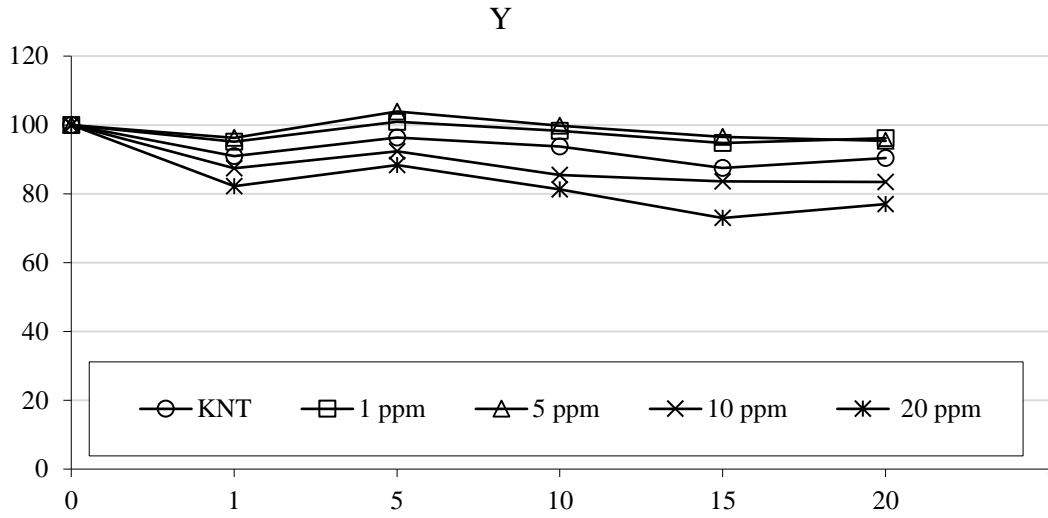




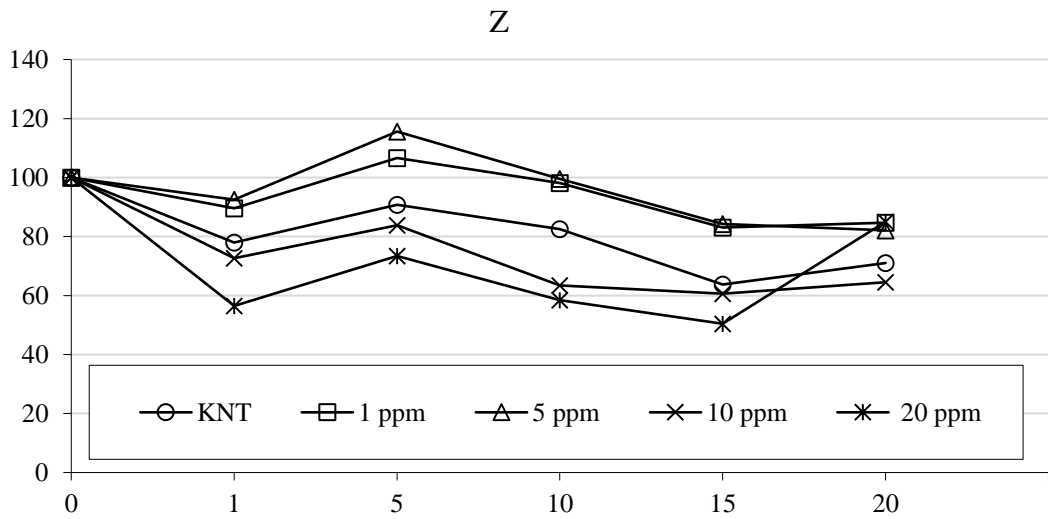
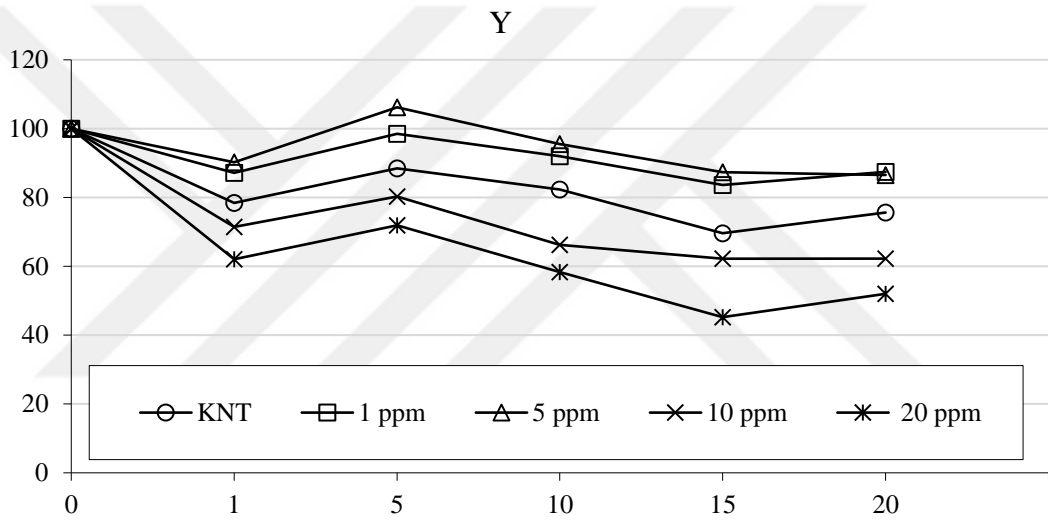
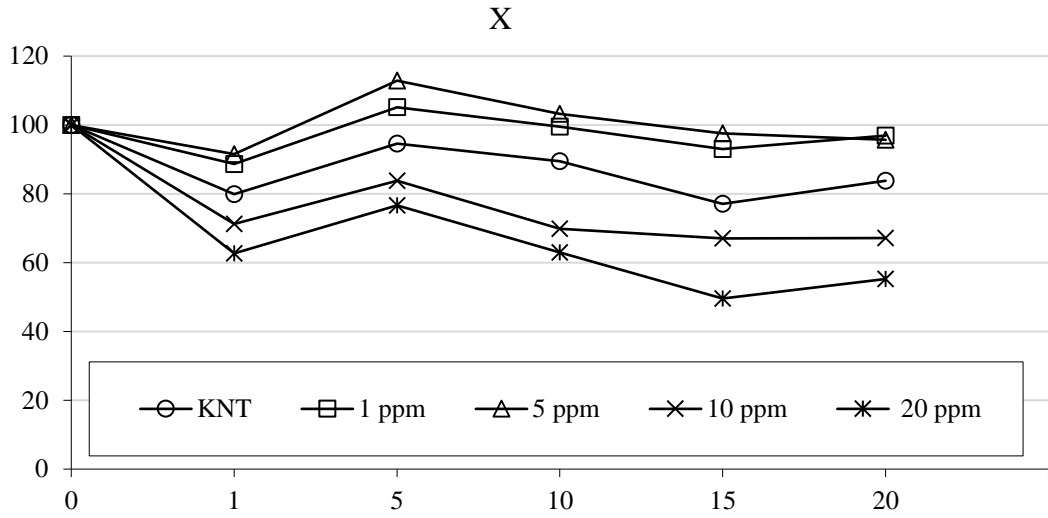
Şekil 4.4. Ozon uygulanan beyaz nektarinlerin RGB uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



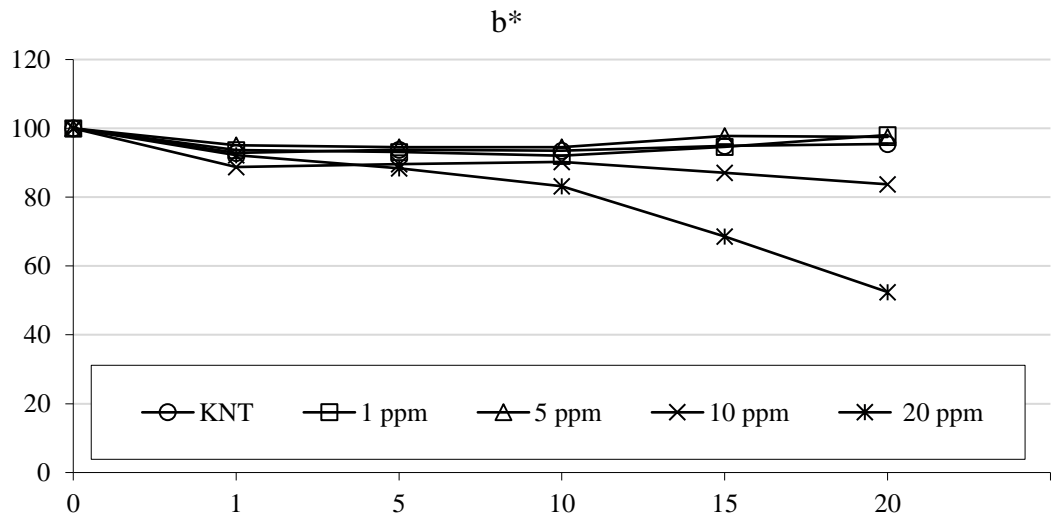
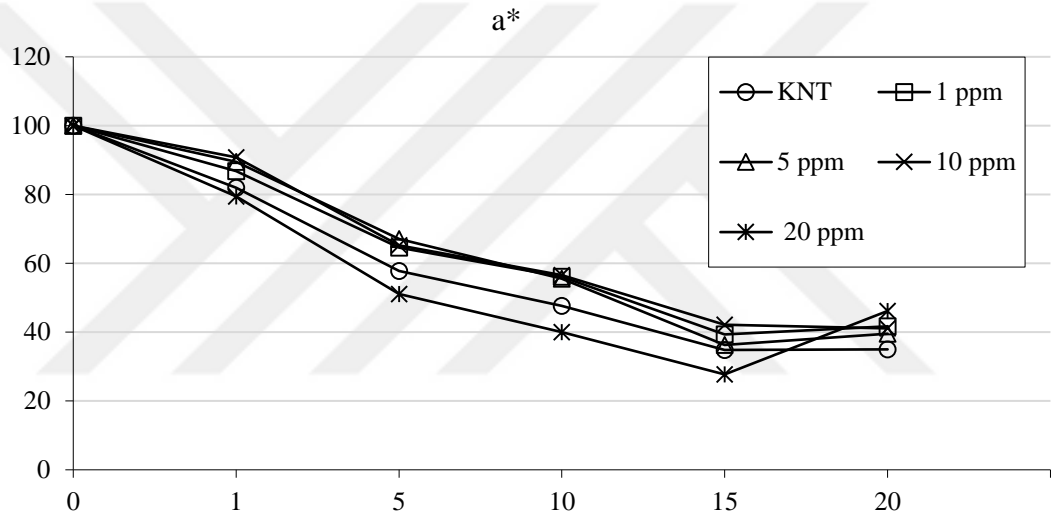
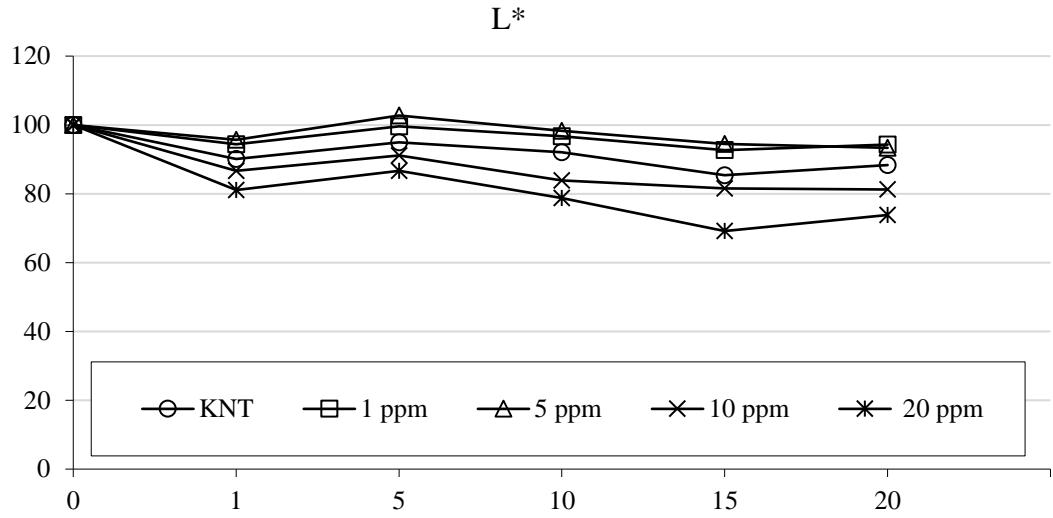
Şekil 4.5. Ozon uygulanan beyaz nektarinlerin HSV uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



Şekil 4.6. Ozon uygulanan beyaz nektarinlerin YCbCr uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



Şekil 4.7. Ozon uygulanan beyaz nektarinlerin XYZ uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



Şekil 4.8. Ozon uygulanan beyaz nektarinlerin $L^*a^*b^*$ uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi

4.1.2.2. Morfolojik Özellikler

Beyaz nektarinlerde depolama süresinin morfolojik özellikler (alan, konveks alan, çevre, çap, maks. uzunluk ve min. uzunluk) üzerine etkisi Çizelge 4.7’de görülmektedir. Yapılan istatistiksel analizler, morfolojik özelliklerin tamamı için depolama süresi etkisinin $p < 0,001$ düzeyinde önemli olduğunu ortaya koymuştur.

Beyaz nektarinlerin alanı, depolama başlangıcında $2114,54 \text{ mm}^2$ iken depolama süresince sürekli olarak düşüş göstermiş ve depolama sonunda $1781,11 \text{ mm}^2$ ’ye kadar gerilemiştir. Depolamanın 5. gününe kadar istatistiksel olarak ihmal edilebilen alan azalması, devamında daha hızlı gerçekleşmiş ve istatistiksel olarak da anlamlı hale gelmiştir. Konveks alanı ortalama $2136,75 \text{ mm}^2$ olarak belirlenen beyaz nektarinlerde bu değer depolama sonunda $1803,17 \text{ mm}^2$ olarak bulunmuştur. Depolama boyunca meydana gelen bu azalma ile alan parametresinde elde edilen bulgular desteklenmiştir.

Beyaz nektarinlerin depolama başlangıcındaki çevre ölçüsü değerleri ortalama $207,58 \text{ mm}$ olarak saptanmıştır. Depolama sürecinde düzenli bir azalmayla bu değer $190,67 \text{ mm}$ olarak neticelenmiştir. Çap parametresinin depolama seyri incelendiğinde, depolamaya $51,85 \text{ mm}$ ile başlayıp sürekli ve istikrarlı bir azalma ortaya koyarak depolamayı $47,58 \text{ mm}$ ile tamamladığı görülmektedir.

Maks. eksen uzunluğunun $53,29 \text{ mm}$ olarak belirlendiği depolama başlangıcında min. eksen uzunluğu $50,57 \text{ mm}$ olarak kayda geçmiştir. Depolamayla birlikte benzer bir trend izleyen her iki parametre de düşüş göstermiş ve depolama sonunda sırasıyla $49,05 \text{ mm}$ ve $46,30 \text{ mm}$ olarak ölçülmüştür. Beyaz nektarinlerin maks. ve min. uzunlukları arasındaki fark depolama boyunca elde edilen verilerin ortalamasına göre yaklaşık $2,65 \text{ mm}$ olarak hesaplanmıştır. Buna göre, beyaz nektarinlerin ortalama eksen uzunluğu göz önünde bulundurulduğunda meyve yuvarlaklığının yüksek düzeyde olduğu anlaşılmaktadır.

Morfolojik özelliklerin tamamı birbiriyle örtüşen sonuçlar ortaya koymuş ve istatistiksel harflendirmeleri dâhil benzer bir seyir izlemiştir. Genel anlamda morfolojik özellikleri yansıtan değerlerin depolama süresiyle doğru orantılı olarak gerçekleşen azalma, beyaz nektarinlerin depolama süresince devam eden solunum ve terleme gibi metabolik aktiviteler sonucu su kaybetmesi ve ağırlık kaybı yaşaması (Rahman ve ark., 2013) ve şekilsel olarak büzüşmesi ile açıklanmaktadır (Vázquez-Celestino ve ark., 2016).

Çizelge 4.7. Beyaz nektarinlerde depolama süresinin morfolojik özellikler üzerine etkisi

	Depolama Süresi (Gün)						
	0. Gün	1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	
Alan (mm²)	2114,54±31,27 ^a	2099,35±29,71 ^a	2007,77±29,79 ^{ab}	1916,76±25,53 ^{bc}	1810,17±25,97 ^{cd}	1781,11±27,28 ^d	***
Konveks Alan (mm²)	2136,75±31,30 ^a	2119,22±29,66 ^a	2030,62±31,35 ^{ab}	1936,47±25,65 ^{bc}	1834,19±26,80 ^{cd}	1803,17±29,02 ^d	***
Çevre (mm)	207,58±1,53 ^a	206,45±1,44 ^a	202,80±1,56 ^{ab}	196,99±1,32 ^{bc}	192,36±1,36 ^{cd}	190,67±1,54 ^d	***
Çap (mm)	51,85±0,38 ^a	51,66±0,37 ^a	50,52±0,38 ^{ab}	49,37±0,33 ^{bc}	47,97±0,34 ^{cd}	47,58±0,37 ^d	***
Maks. Uzunluk (mm)	53,29±0,36 ^a	53,01±0,34 ^a	51,92±0,37 ^{ab}	50,78±0,34 ^{bc}	49,39±0,35 ^{cd}	49,05±0,36 ^d	***
Min. Uzunluk (mm)	50,57±0,43 ^a	50,48±0,42 ^a	49,31±0,44 ^{ab}	48,13±0,36 ^{bc}	46,76±0,39 ^{cd}	46,30±0,43 ^d	***

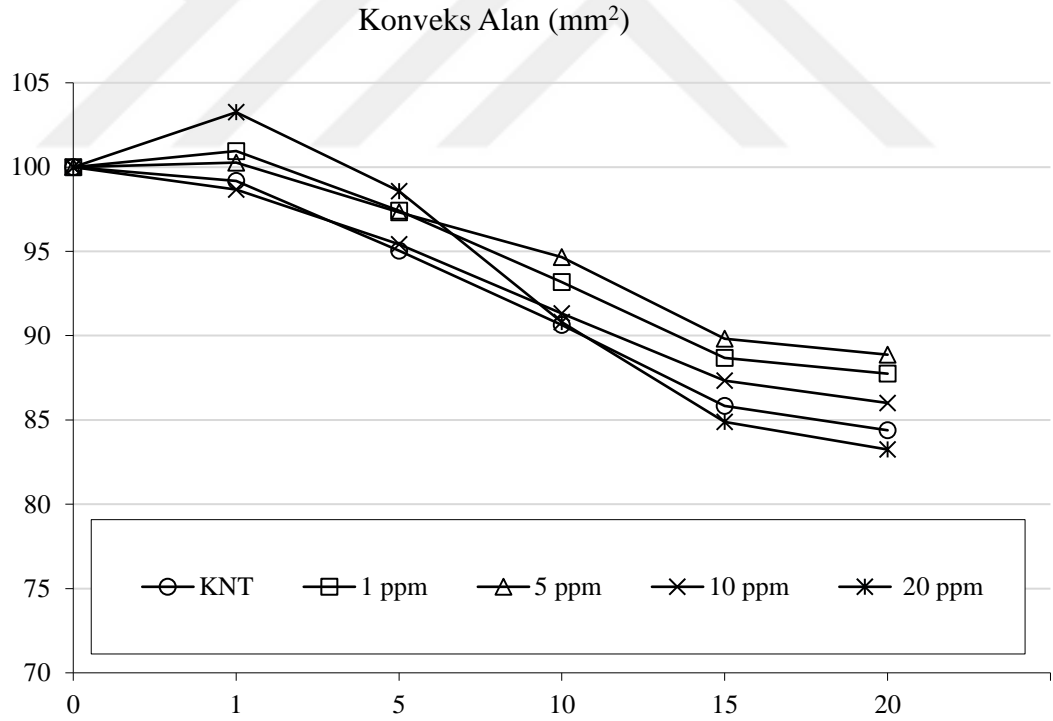
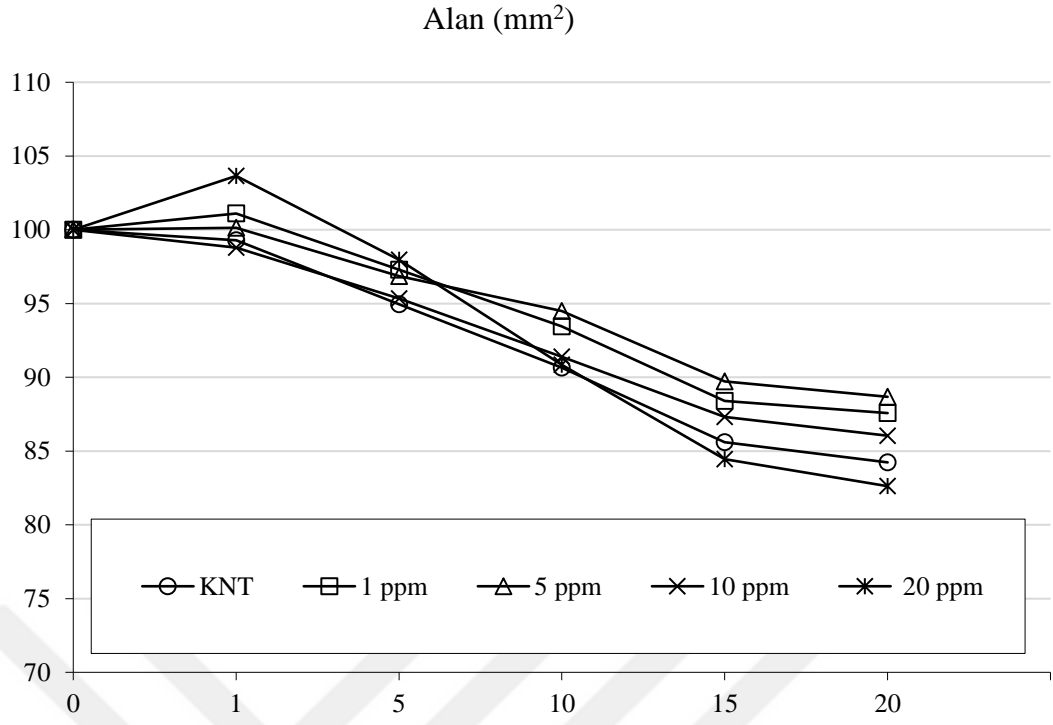
* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001 istatistiksel önem düzeyini ifade etmektedir.

a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

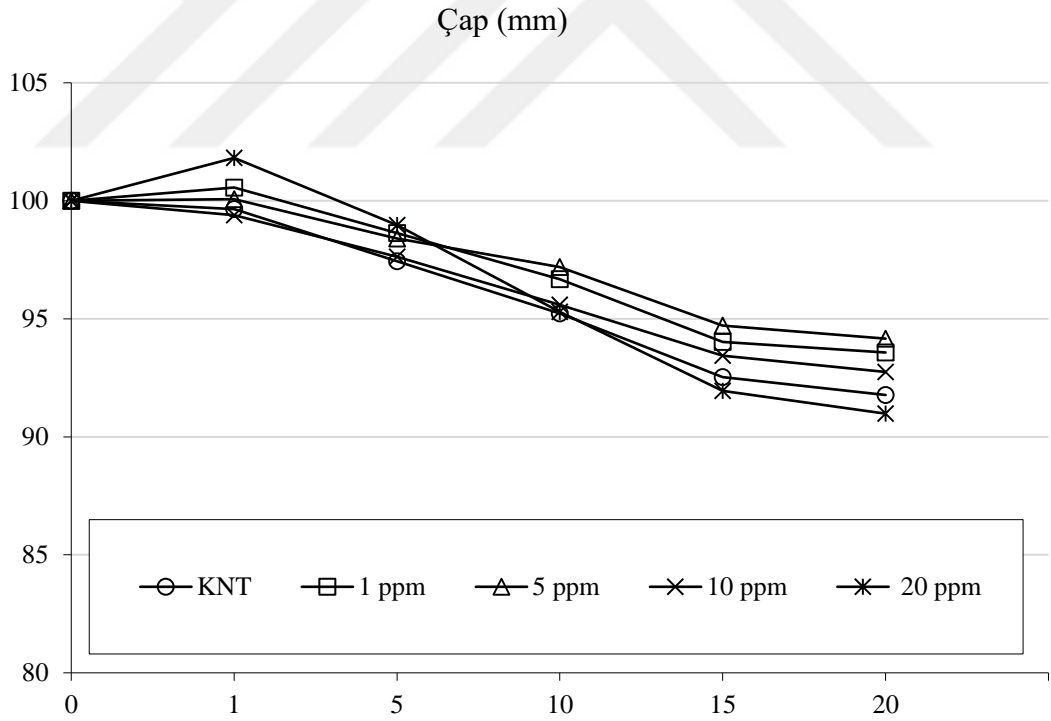
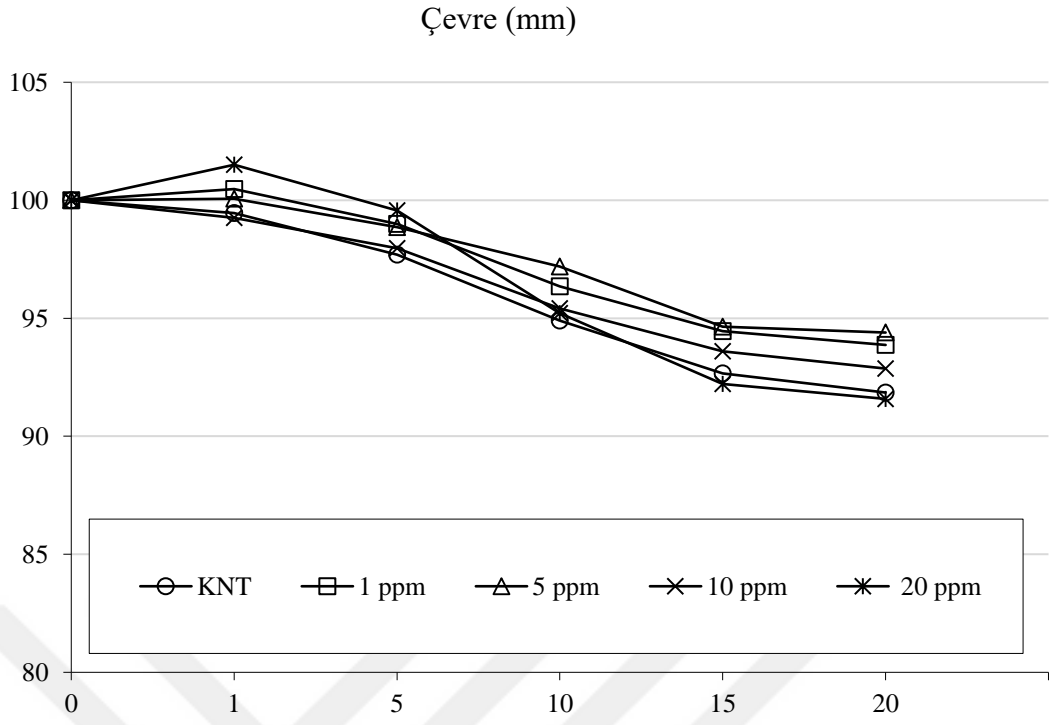
Farklı konsantrasyonlarda ozon uygulamasının beyaz nektarinlerde alan ve konveks alan parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.9; çevre ve çap parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.10; maks. uzunluk ve min. uzunluk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi ise Şekil 4.11’de sunulmuştur.

Ozon uygulamasının beyaz nektarinlerin depolama sürecindeki şekilsel özellikleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla alan, konveks alan, çevre, çap, maks. uzunluk ve min. uzunluk morfolojik özellik parametreleri belirlenmiştir. Küçük farklılıklar olsa da tüm parametreler için çok benzer bir değişim trendi elde edilmiştir. Tüm depolama günleri için oluşan uygulama grupları sıralaması birbirinin aynısıdır. Alan ve konveks alan bakımından depolama sonunda ortalama % 14’lük bir azalma; çevre, çap, maks. ve min. uzunluk parametreleri bakımında ise ortalama % 7’lik bir azalma meydana gelmiştir.

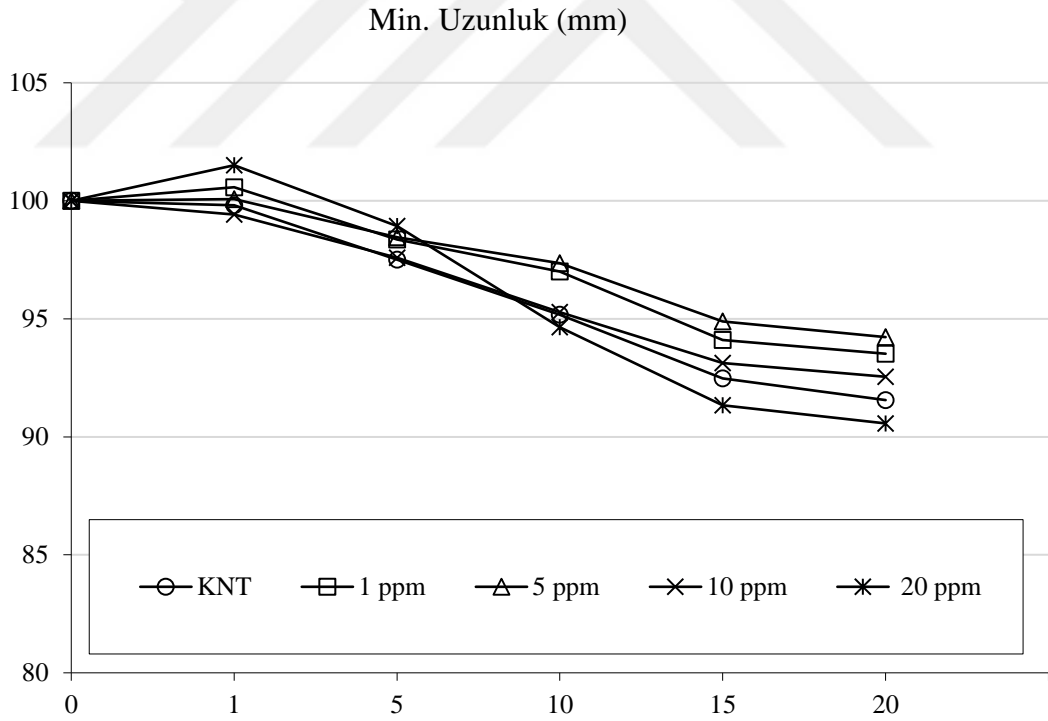
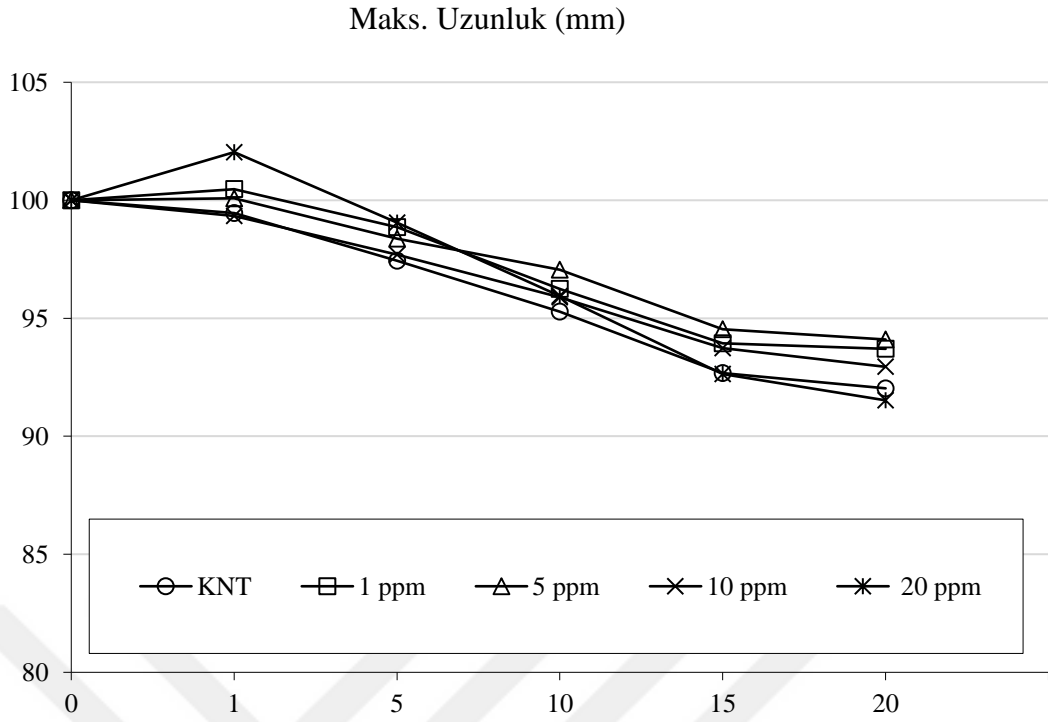
Depolama sonu verilerine bakıldığında, ozon uygulama grupları arasında 5 ppm, 1 ppm, 10 ppm, KNT ve 20 ppm sıralaması oluşmuştur. Bu sıralama 20 ppm grubunun beyaz nektarinlerin daha yüksek oranda şekil değişiklerine maruz kalmasına neden olduğunu göstermiştir. 20 ppm dozunun yüksek bir doz olması, beyaz nektarinlerin hücre çeperlerinde hasarlanmalara neden olması ve dolayısıyla su kaybını hızlandırması (Alencar ve ark., 2013) nedeniyle kontrole kıyasla olumsuz sonuçlar vermiştir. 5 ppm ozon uygulama grubu, diğer gruplardan ön plana çıkarak beyaz nektarinleri şekil farklılaşmalarına karşı en uzun süre muhafaza eden grup olmuştur. 5 ppm ozon uygulamasının görüntü işleme bulguları ile ortaya konulan olumlu etkisi, metabolik aktivitenin yavaşlatılması sureti ile solunum, terleme ve ağırlık kaybının azaltılması ile açıklanmaktadır (Huyskens-Keil ve ark., 2012).



Şekil 4.9. Ozon uygulanan beyaz nektarinlerin alan ve konveks alan parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



Şekil 4.10. Ozon uygulanan beyaz nektarinlerin çevre ve çap parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



Şekil 4.11. Ozon uygulanan beyaz nektarinlerin maks. uzunluk ve min. uzunluk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi

4.2. Ultrases Uygulamasının Beyaz Nektarin Kalitesi Üzerindeki Etkinliği

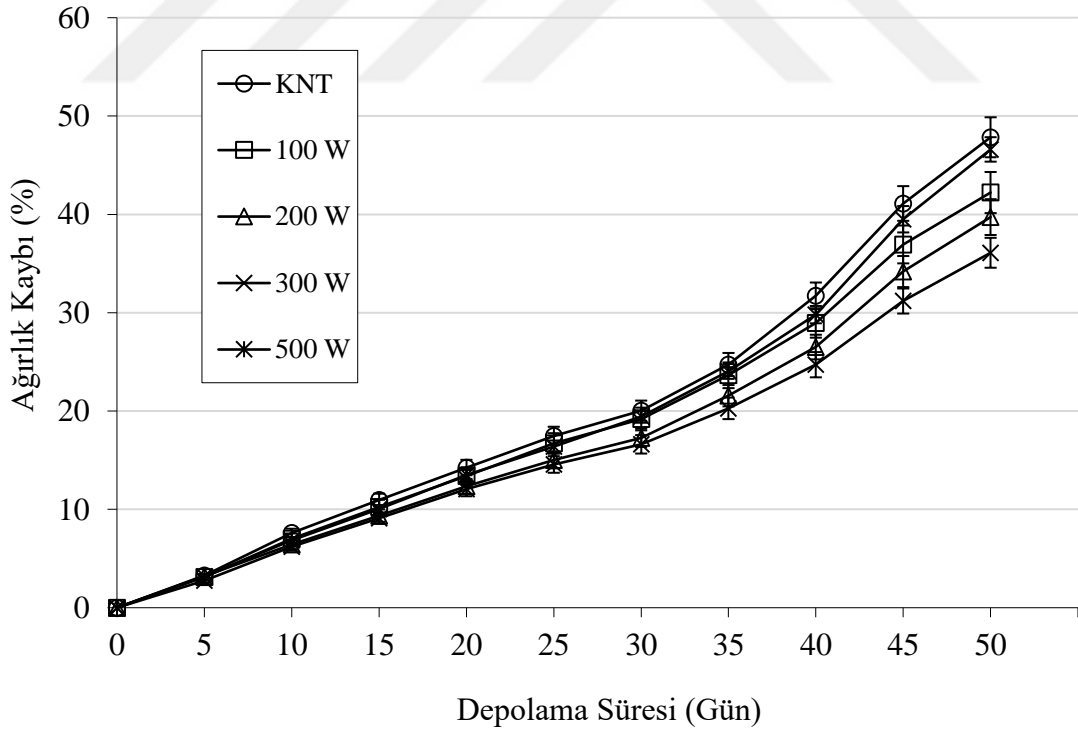
Farklı güçlerdeki (100, 200, 300 ve 500 W) ultrases uygulamasının depolama süresince (1., 5., 10., 15., 20., 30. ve 45. gün) beyaz nektarinlerin fiziko-kimyasal kalitesi ve görüntü özellikleri üzerindeki etkisini gösteren analiz bulguları aşağıda sunulmuştur.

4.2.1. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Bulguları

4.2.1.1. Ağırlık Kaybı Oranı

Meyvelerde gerçekleşen ağırlık kaybı, su kaybı ile doğrudan ilişkili olup ileriki aşamalarında yüksek metabolizma hızıyla ilişkilendirilebilen büzüşmüş meyve görünümüne neden olmaktadır (Vázquez-Celestino ve ark., 2016).

Farklı güçlerde ultrases uygulamalarının beyaz nektarinde depolama boyunca gerçekleşen ağırlık kaybı üzerindeki etkisi Şekil 4.12’de görülmektedir. Depolama sonunda, % $36,09 \pm 1,52$ değeri ile en düşük ağırlık kaybının gerçekleştiği grup 300 W olmuştur. Diğer uygulama grupları için ağırlık kaybı oranları; 200 W (% $39,72 \pm 1,82$), 100 W (% $42,22 \pm 2,09$), 500 W (% $46,60 \pm 1,24$) ve KNT (% $47,84 \pm 2,03$) şeklinde sıralanmıştır.



Şekil 4.12. Ultrases uygulamasının beyaz nektarinlerin ağırlık kaybı üzerine etkisi

Bu sonuçlara göre, 500 W ultrases uygulaması yüksek güce bağlı olarak olumsuz bir etki göstererek KNT örneklerine yakın bir ağırlık kaybına neden olmuştur. Yüksek güçte

ultrases uygulamaları meyve dokusunda hasara neden olabilmektedir (Chandrapala, 2015). Bu hasar, 500 W grubuna ait beyaz nektarinlerde diğer gruplara nazaran daha fazla ağırlık kaybının gerçekleşmesinde etkili olmuştur. Örneklerde su kaybının en az gerçekleştiği grup 300 W ultrases uygulaması olmuş ve beyaz nektarinlerin depolama boyunca ağırlık kaybına karşı korunmasında en uygun parametre olarak belirlenmiştir. Ultrases uygulaması, etilen üretimi ve solunum hızını düşürerek hasat sonrası olgunlaşma sürecini geciktirmektedir (Wang ve ark., 2015). Ultrasesin fizyolojik aktiviteyi yavaşlatıcı etkisi ağırlık kaybı bulgularından net bir şekilde görülebilmektedir.

4.2.1.2. pH Tayini

Meyve asitliğinin bir göstergesi olan pH, depolama sırasında özellikle iç dokularda artış göstermektedir. pH değeri artışı ve asitlik düşüşü, yüksek CO₂ içeren atmosferlerde depolanan meyvelerde daha belirgin olarak gerçekleşmekte ve meyvenin rengine kadar birçok parametreyi etkileyebilmektedir (Holcroft ve Kader, 1999).

Farklı güçlerde ultrases uygulamalarının beyaz nektarinde depolama boyunca değişen pH değeri üzerindeki etkisi Çizelge 4.8’de verilmiştir. Başlangıçta 3,525 olan beyaz nektarinlerin pH’ı depolamayla birlikte artış göstererek, depolama sonunda mikroperfore ambalajlı gruplarda 4’ün üzerine çıkmıştır. pH değerinde gerçekleşen bu artışın temel nedeni, depolama sürecinde meyve kompozisyonundaki organik asitlerin tüketilmesidir. Perakende satış koşullarının pH üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla bir grup beyaz nektarin ambalajlanmadan depolanmış ve analiz edilmiştir (KNT-1). Bu grupta, depolamayla birlikte pH değerlerinde en az değişim gerçekleşmiş ve depolama sonunda 3,871 seviyelerine yükselmiştir. Diğer gruplara kıyasla en az değişikliğin meydana gelmesinde, su kaybının çok fazla olması dolayısıyla organik asit konsantrasyonunun artmış olmasının rol oynadığı düşünülmektedir.

Mikroperfore ambalajlı örnekler arasında en düşük pH değeri 300 W ultrases uygulaması (4,096) grubunda elde edilirken, sırasıyla 200 W (4,254), KNT-2 (4,324), 100 W (4,443) ve 500 W (4,454) şeklinde devam etmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, farklı ultrases güçleri ve farklı depolama sürelerinin birlikte etkisini yansıtan grup x depolama interaksyonunun önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$).

Çizelge 4.8. Ultrases uygulamasının beyaz nektarinlerin pH değeri üzerine etkisi

	Depolama Süresi (Gün)						
	1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	30. Gün	45. Gün
KNT-1	3,525±0,007 A ^a	3,576±0,002 B ^{ab}	3,628±0,004 B ^b	3,657±0,003 C ^{bc}	3,641±0,005 C ^{bc}	3,725±0,003 D ^c	3,871±0,003 E ^d
KNT-2	3,525±0,007 A ^a	3,584±0,004 B ^b	3,651±0,012 B ^c	3,755±0,021 B ^d	3,913±0,016 AB ^e	4,124±0,013 A ^f	4,324±0,025 B ^g
100 W	3,525±0,007 A ^a	3,605±0,007 AB ^b	3,682±0,013 B ^c	3,805±0,003 AB ^d	3,885±0,002 B ^e	4,150±0,006 A ^f	4,443±0,009 A ^g
200 W	3,525±0,007 A ^a	3,644±0,006 AB ^b	3,727±0,005 A ^c	3,806±0,003 AB ^d	3,862±0,012 B ^d	4,045±0,005 B ^e	4,254±0,013 C ^f
300 W	3,525±0,007 A ^a	3,661±0,009 A ^b	3,722±0,004 A ^c	3,828±0,008 A ^d	3,877±0,022 B ^d	3,937±0,022 C ^e	4,096±0,014 D ^f
500 W	3,525±0,007 A ^a	3,616±0,015 AB ^b	3,727±0,006 A ^c	3,858±0,013 A ^d	3,970±0,006 A ^e	4,114±0,005 A ^f	4,454±0,003 A ^g

A, B, C: Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

KNT-1: Ambalajsız Kontrol; KNT-2: Ambalajlı Kontrol

Mikroperfore ambalajlı gruplar kendi içerisinde değerlendirildiğinde, depolamanın 5. gününde KNT-2 grubu 300 W grubuna göre daha düşük pH değerlerinde olmasına rağmen, depolama sonunda 300 W grubu en düşük pH'a sahip olmuştur ($p < 0,05$). Ayrıca, depolamanın 15. ve 20. günlerindeki istatistiksel önem düzeylerine göre, sadece 200 W ve 300 W gruplarında değişiklik olmamıştır. Daha yavaş bir pH yükselişi gözlenen 200 W ve 300 W ultrases uygulamalarında, beyaz nektarinlerin depolama boyunca gerçekleşen solunum gibi metabolizma aktivitelerini yavaşlatarak organik asit tüketimini azaltmasından kaynaklanmaktadır (Muzaffar ve ark., 2016).

100 W ultrases uygulaması yetersiz kavitasyon gücü, 500 W ultrases uygulaması ise aşırı kavitasyon gücü nedeniyle beyaz nektarin pH değerinde olumlu etki gösterememiş ve KNT-2 grubuna göre daha yüksek sonuçlar vermiştir. Ultrases uygulaması, solunum hızının düşürülmesi suretiyle CO₂ üretimini ve organik asit tüketimini yavaşlatmaktadır (Aday ve ark., 2013). Bu bilgi ışığında, beyaz nektarinlerin kalitesinin korunmasında 200 W ve 300 W uygulama gruplarının ön plana çıktığı görülmektedir.

4.2.1.3. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini

Suda çözünür kuru maddenin en temel komponenti şekerlerdir. Şeker içeriği doğrudan kimyasal analizler ile belirlenebilse de meyvenin suyunda refraktometre ile ölçümü daha hızlı, kolay ve basit olduğu için tercih edilmektedir (Peiris ve ark., 1998).

Çizelge 4.9'da farklı güçlerde ultrases uygulaması gerçekleştirilmesi ile beyaz nektarinlerin suda çözünür kuru madde (briks) değerinde depolama boyunca meydana gelen değişimler verilmiştir. Depolamanın 1. gününde % 12,32 olan beyaz nektarin briksi depolamanın 45. gününde mikroperfore ambalajlı numunelerde ortalama % 11 civarına düşmüştür. Perakende satış koşullarını simüle etmek için uygulanan ambalajsız örnek grubunda (KNT-1) ise mikroperfore ambalajlı grupların aksine depolama boyunca artış saptanmış ve briks değeri % 13,83 seviyelerine ulaşmıştır. Depolama sonunda 300 W ultrases uygulamasında % 11,69 ile ambalajlı gruplar arasında en yüksek briks değeri elde edilmiştir. Devamındaki sıralama; 200 W (% 11,14), 100 W (% 10,88), KNT-2 (% 10,73) ve 500 W (% 10,31) şeklinde gerçekleşmiştir. Mikroperfore ambalajlı gruplarda depolamayla birlikte fizyolojik aktivite için solunum hızıyla doğru orantılı olarak gerçekleşen karbonhidrat yıkımı briks azalmasından sorumlu olmaktadır (Kartal ve ark., 2012).

Çizelge 4.9. Ultrases uygulamasının beyaz nektarinlerin suda çözünür kuru madde (briks) değeri üzerine etkisi

		Depolama Süresi (Gün)								
		1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	30. Gün	45. Gün		
KNT-1		12,32±0,13 A ^a	12,83±0,03 A ^{ab}	12,90±0,00 A ^{ab}	12,55±0,03 A ^{ab}	12,35±0,06 A ^{ab}	12,93±0,02 A ^b	13,83±0,06 A ^c		
KNT-2		12,32±0,13 A ^a	12,38±0,12 ABC ^a	11,54±0,05 D ^b	11,48±0,11 C ^{bc}	11,00±0,07 CD ^{cd}	10,69±0,04 DE ^d	10,73±0,03 CD ^d		
100 W		12,32±0,13 A ^a	11,89±0,15 CD ^{ab}	11,68±0,03 CD ^{bc}	11,39±0,10 C ^c	11,25±0,13 C ^{cd}	11,41±0,02 CB ^c	10,88±0,11 C ^d		
200 W		12,32±0,13 A ^a	12,05±0,08 BCD ^{ab}	12,05±0,14 CB ^{ab}	11,75±0,02 BC ^{bc}	11,39±0,08 BC ^{cd}	11,15±0,06 DC ^d	11,14±0,06 C ^d		
300 W		12,32±0,13 A ^a	12,53±0,02 AB ^a	12,29±0,08 AB ^a	12,23±0,03 AB ^{ab}	11,76±0,02 AB ^{bc}	11,75±0,09 B ^{bc}	11,69±0,05 B ^c		
500 W		12,32±0,13 A ^a	11,55±0,02 D ^b	11,38±0,03 D ^b	10,85±0,02 D ^c	10,70±0,03 D ^{cd}	10,53±0,06 E ^{cd}	10,31±0,09 D ^d		

A, B, C: Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

KNT-1: Ambalajsız Kontrol; KNT-2: Ambalajlı Kontrol

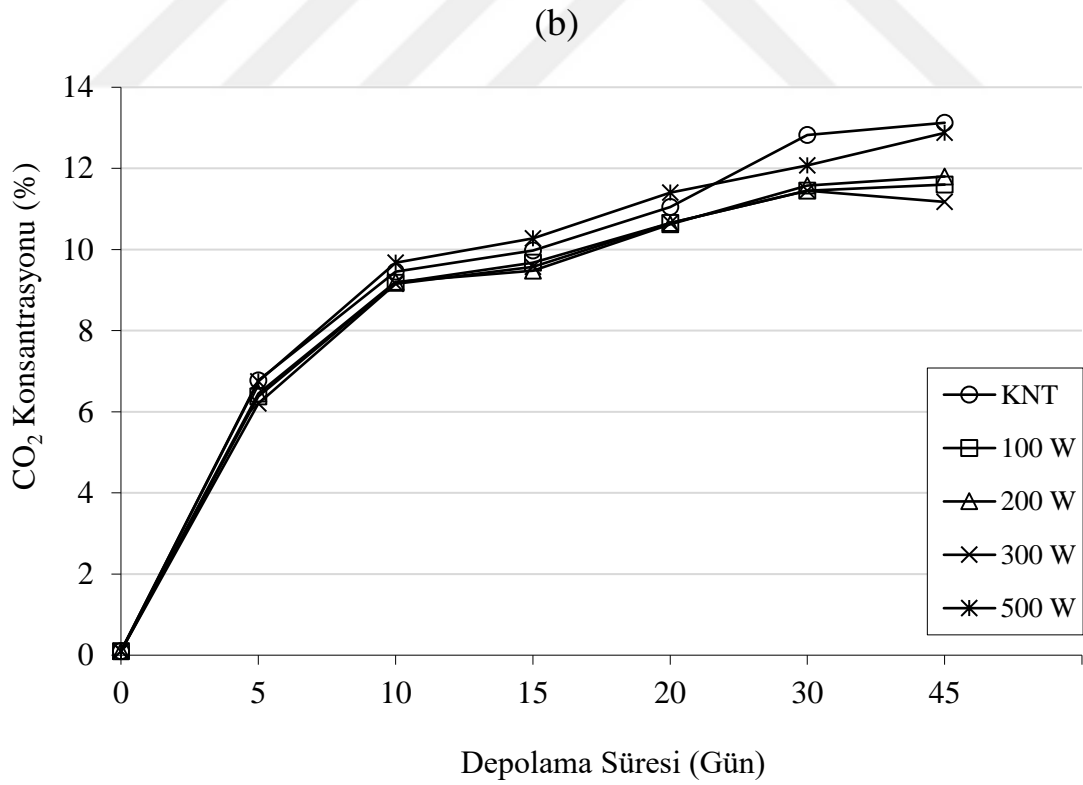
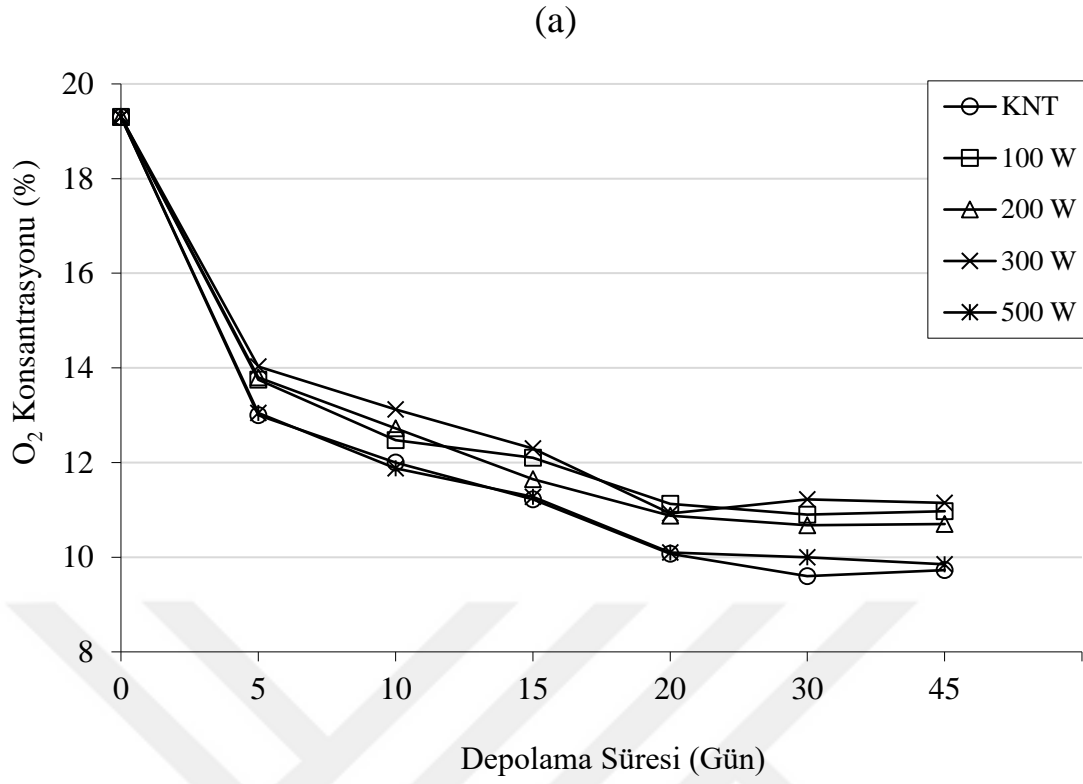
Ambalajsız beyaz nektarin grubunda (KNT-1), depolama boyunca su kaybının çok fazla olması nedeniyle suda çözünür kuru madde konsantrasyonunun artış gösterdiği ve bu artışın, karbonhidrat hidrolizine nispeten daha fazla etki ederek briks değerinin yükselmesine neden olduğu düşünülmektedir.

İstatistiksel analizlere göre, grup x depolama interaksyonu önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Ambalajsız beyaz nektarin grubu (KNT-1) tüm depolama günlerinde diğer gruplardan daha yüksek briksa sahip olurken, 100 W, 200 W ve 500 W gruplarından 5. günden itibaren farklılık göstermeye başlamış ve depolamanın 30. gününde tüm gruplardan farkı önemli hale gelmiştir. Depolama sonu gruplar arası ilişki irdelendiğinde; 500 W grubu KNT-2'den daha düşük, 100 W ve 200 W grupları ise daha yüksek briksa sahip olmuştur. Fakat bu üç grubun da farklılığı istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Yalnızca 300 W grubuna ait bulgular KNT-2 ve diğer tüm gruplardan farklılaşmış ve bu durum 300 W ultrases uygulamasının beyaz nektarinleri depolama süresince briks düşüşüne karşı daha stabil hale getirdiği şeklinde yorumlanmıştır.

Her bir grubun depolama süreci bireysel olarak incelendiğinde, 300 W uygulama grubunun en az briks değişimine uğradığı dikkat çekmektedir. 300 W uygulamasında başlangıç briksine göre değişim depolamanın 20. gününden itibaren istatistiksel bir önem kazanırken, bu durum diğer gruplarda daha erken gerçekleşmiştir. Özellikle 500 W grubunda 5. günde istatistiksel farklılık önemli hale gelmiştir. Yüksek briks değeri; şekerlerin ve organik asit içeriğinin daha yüksek olması, düşük metabolizma hızı yani azalan solunum ve geciktirilmiş olgunlaşma ile ilişkilendirilebilir (Glowacz ve Rees, 2016). Meyvelerde depolama sırasındaki toplam çözünür kuru madde kaybı, mikrobiyal azalmaya bağlı olarak ultrases uygulamasıyla engellenebilir (Fernandes ve Rodrigues, 2012). Tüm bu bilgi ve bulgular ışığında; diğer uygulama etkileri önemsiz olmasına rağmen, 300 W ultrases uygulamasının beyaz nektarinlere önemli bir briks stabilitesi sağladığı ve depolama süresince kalite muhafazasında avantajlı olabileceği söylenebilir.

4.2.1.4. Gaz Konsantrasyonu Analizi

Taze meyve ve sebzelerde hasat sonrası solunum hızı, ambalaj içi O₂ ve CO₂ konsantrasyonları ve ambalaj materyalinin gaz geçirgenliği faktörleri raf ömrü ve depolama süresi açısından önem arz etmektedir (Fonseca ve ark., 2002).



Şekil 4.13. Ultrases uygulamasının beyaz nektarinlerin ambalaj içi gaz kompozisyonu üzerine etkisi; a) O₂ konsantrasyonu ve b) CO₂ konsantrasyonu

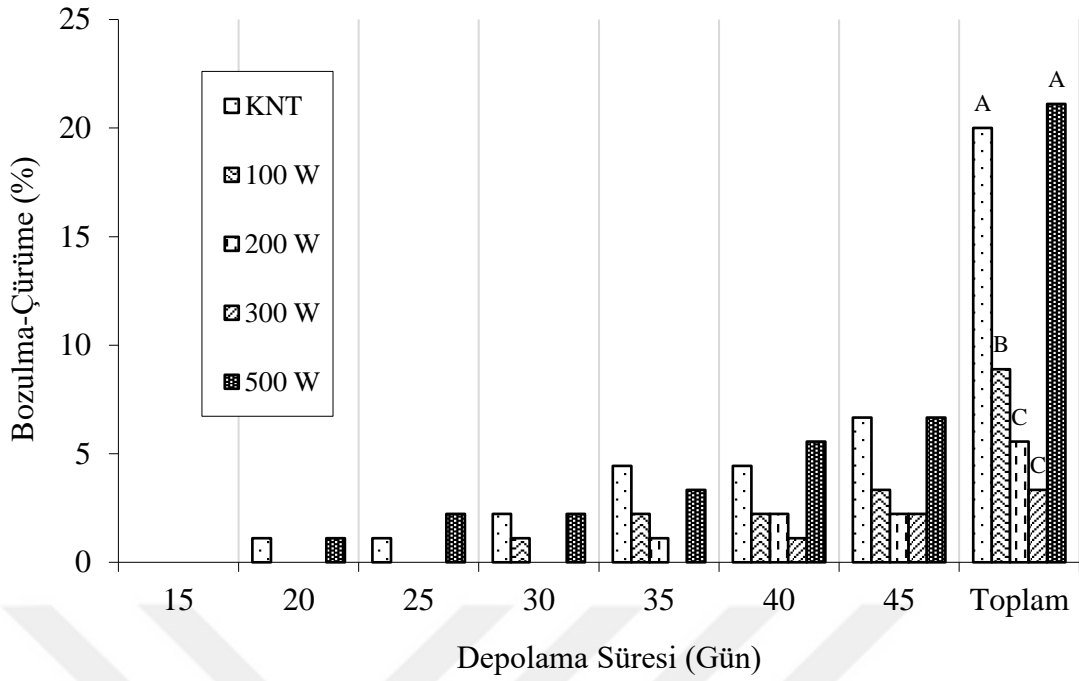
Pasif modifiye atmosfer oluşturulması amacıyla mikroperfore film kullanılarak ortam koşullarında ambalajlanmış beyaz nektarinlerde, depolama boyunca değişen ambalaj içi gaz kompozisyonu (O₂ ve CO₂ konsantrasyonları) üzerine farklı güçlerde ultrases uygulamasının etkisi Şekil 4.13'de görülmektedir. Genel bir değerlendirme yapıldığında; beyaz nektarinlerde pasif modifiye atmosfer dengesinin depolamanın 5. gününde kısmen oluştuğu ilerleyen günlerde daha stabil hale geldiği söylenebilir. Depolamanın 5. gününde genel olarak, O₂ konsantrasyonu % 14 seviyelerinin altına düşerken, CO₂ konsantrasyonu % 6 seviyelerinin üstüne çıkmıştır. Pasif modifiye atmosfer dengesi ise yaklaşık olarak % 10-11 O₂ konsantrasyonu ve % 11-12 CO₂ konsantrasyonunda oluşmuştur.

Meyve ve sebzelerde solunum hızına bağlı olarak ve belirli limitler içerisinde O₂ konsantrasyonunda düşüş ve CO₂ konsantrasyonunda artış görülmektedir (Fagundes ve ark., 2013). O₂ konsantrasyonu bakımından en düşük ve CO₂ konsantrasyonu bakımından ise en yüksek değerler KNT ve 500 W gruplarında elde edilmiştir. Bu örneklerde, depolama boyunca solunumun daha hızlı olması sonucu O₂ tüketimi ve CO₂ üretiminin daha fazla gerçekleşmesi söz konusudur. 100 W, 200 W ve 300 W ultrases uygulamaları, solunum hızını yavaşlatarak daha az O₂ tüketimi ve CO₂ üretimi sağlamış ve beyaz nektarinlerin muhafazasında daha etkili olmuştur. Erikler üzerinde yapılan bir çalışmada ultrases uygulamasının benzer şekilde solunum hızını düşürdüğü bildirilmiştir (Chen ve Zhu, 2011).

4.2.1.5. Bozulma-Çürüme Oranı

Taze ürünlerin kalitesi birçok faktöre bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Hasat sonrası oluşan besin kaybı veya piyasa değerinin azalması taze meyvelerde önemli bir kayıp oluşturmakta ve bu kayıpların kombine etkisi ise bozulma ve bozulma oranını belirlemektedir (Ahmad ve Siddiqui, 2015).

Farklı güçlerde uygulanan ultrasesin, beyaz nektarinlerde depolama boyunca meydana gelen bozulma-çürüme oranı üzerindeki etkisi Şekil 4.14'te verilmiştir. Bozulma-çürüme oranı depolama boyunca artış göstererek, depolama sonu toplamında en fazla 500 W (% 21,11) ve KNT (% 20,00) gruplarında görülmüştür. 100 W gücünde ultrases uygulamasından KNT grubuna kıyasla daha olumlu sonuçlar elde edilse de, yeterli bir koruma sağlayamayarak % 8,89 oranında bozulma-çürüme meydana gelmiştir. 200 W (% 5,56) ve 300 W (% 3,33) uygulama grupları istatistiksel olarak benzer bulunmuş ve bozulma-çürüme oranı bakımından en düşük değerler bu iki grupta elde edilmiştir.



Şekil 4.14. Ultrases uygulamasının beyaz nektarinlerde bozulma-çürüme üzerine etkisi

Elde edilen bulgular değerlendirildiğinde; 500 W grubu aşırı bir güç sağlayarak beyaz nektarinlerin hücre yapısına zarar verdiği ve mikrobiyal gelişime olanaklı bir durum sağladığı düşünülmektedir. 100 W grubunun ise, KNT örneklerine göre bozulma-çürüme oranını yarıdan fazla azaltmasına rağmen, kavitasyon gücünün düşük kalması (200 W ve 300 W'a kıyasla) nedeniyle yeterli bir mikrobiyal inaktivasyon sağlayamamıştır. Uygun ve kontrollü parametreler ile uygulanan ultrases, akustik kavitasyonun etkisi ile lokal bölgelerde sıcaklık ve basınç artışına yol açmakta ve mikroorganizma hücre duvarına hasar vererek doğrudan inaktivasyon gerçekleşmektedir (Bilek ve Turantaş, 2013; São José ve ark., 2014). 200 W ve 300 W uygulama grupları sayesinde bozulma-çürüme oranında önemli düzeyde azalma elde edilmiş ve özellikle 300 W gücünde ultrases uygulanması ile beyaz nektarinlerin depolama boyunca mikrobiyal olarak koruması ve dolayısıyla bozulma-çürüme oranının kontrol altına alınmasında kayda değer bir etki sağlanmıştır. Wang ve ark. (2015) tarafından çeri domatesleri üzerinde gerçekleştirilen çalışmada, optimum güçte ultrases uygulamalarının fizyolojik aktiviteleri yavaşlatarak olumlu etkiler sergilediği, fakat yüksek güç uygulamasının meyve bozulması dâhil birçok kalite kriterini olumsuz etkilediği belirtilmiştir. Literatürde farklı kaynaklarda benzer şekilde, meyvelerde ultrases uygulaması ile bozulmaya sebep olan mikroorganizmaların azaltılabileceği bildirilmektedir (Arrebola, 2015).

4.2.1.6. Enstrümental Renk Analizi

Meyvelerin çekici ve cezbedici olmasının nedeni bol miktarda ve geniş spektrumda renk pigmentleri içermeleridir. Depolama sırasında degrade olabilen renk bileşiklerinin (yeşil klorofil, kırmızı ila mor antosiyanin ve turuncu ila kırmızı karotenoid) korunması ürün kalitesini muhafaza etmek için büyük önem taşımaktadır (Garcia ve Barrett, 2002).

Farklı güçlerde ultrases uygulaması ile beyaz nektarinlerde depolama süresi boyunca meydana gelen renk değişimleri (L^* ve a^* değerleri) Çizelge 4.10'da sunulmuştur. Depolama sonunda, 300 W (72,39) ultrases uygulaması en yüksek L^* değerine sahip olurken; 200 W (71,50), 100 W (71,33), KNT (69,75) ve 500 W (68,41) grupları ardından sıralanmıştır. a^* değerinde ise, sıralama 300 W (-4,52), KNT (-4,08), 100 W (-3,89), 200 W (-3,85) ve 500 W (-3,51) şeklinde gerçekleşmiştir. İstatistiksel analizler gerçekleştirildiğinde; L^* değeri açısından grup x depolama interaksiyonu beyaz nektarinler üzerinde etkili olurken ($p < 0,05$), a^* değeri açısından etkili olmadığı görülmüştür ($p > 0,05$).

Başlangıç rengi ticari hasat olgunluğunda olan beyaz nektarinlerin L^* değeri 71,93 ve a^* değeri ise -17,62 olarak belirlenmiştir. Depolama sürecinde olgunluğu artan beyaz nektarinlerin L^* değeri depolamanın 20. gününe kadar artış gösterirken, sonrasında bozulma reaksiyonlarının etkinlik göstermesi sonucu düşüşe geçmiştir. Depolama sürecinde klorofilin katabolik yolu ile degradasyonu ve renksiz parçalanma ürünlerinin oluşması (Hörtensteiner, 2006) sonucu beyaz nektarinlerde yeşillik azalmış ve tüm gruplarda depolama boyunca a^* değerinde düşüş trendi tespit edilmiştir. Ayrıca, tüm bu renk değişimleri görüntü işleme bulguları içerisinde yer alan Çizelge 4.12'de görülebilir.

Gruplar arası L^* değeri ilişkisine odaklanıldığında, 500 W ultrases uygulaması depolamanın 40. gününde 300 W grubundan önemli düzeyde farklılık gösterirken, depolamanın 50. gününde KNT grubu hariç tüm gruplardan farklılaşmıştır. Bu farklılık L^* değerinin daha düşük olması yönünde olduğundan dolayı 500 W grubunun yüksek güce bağlı olarak meyvelere hasar verdiği ve bu yolla renk bileşenlerinin parçalanmasına yol açarak depolamadaki renk stabilitesini azalttığı söylenebilir (Tiwari ve ark., 2010). Ancak bu olumsuz görünen etkinin istatistiksel olarak önemli bulunmadığı belirtilmelidir ($p > 0,05$). 300 W, 200 W ve 100 W uygulama grupları depolama sonunda kontrolden daha yüksek L^* değerine sahip olsa da bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$). Dolayısıyla bahsi geçen uygulama gruplarında 500 W grubuna göre avantaj elde edilse de aynı durum kontrole karşı söz konusu olmamıştır.

Çizelge 4.10. Ultrases uygulamasının beyaz nektarınların renk değerleri üzerine etkisi

		Depolama Süresi (Gün)									
		1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün	50. Gün		
L^a değeri	KNT	71,93±0,49 A ^{bc}	74,24±0,64 A ^{ab}	76,13±0,38 A ^a	76,96±0,27 A ^a	77,01±0,70 A ^a	75,92±0,58 A ^a	73,09±0,52 A ^b	69,75±0,54 A ^b		
	100 W	71,93±0,49 A ^{cd}	74,23±0,29 A ^{bc}	76,13±0,40 A ^{ab}	77,45±0,74 A ^a	77,38±0,55 A ^a	76,76±0,43 A ^{ab}	74,43±0,67 A ^{bc}	71,33±0,91 A ^d		
	200 W	71,93±0,49 A ^{cd}	74,32±0,46 A ^{bc}	76,01±0,35 A ^{ab}	77,39±0,35 A ^a	77,61±0,34 A ^a	76,89±0,30 A ^a	74,40±0,33 A ^{bc}	71,50±0,40 A ^d		
	300 W	71,93±0,49 A ^d	74,21±0,39 A ^{cd}	76,04±0,37 A ^{abc}	77,23±0,40 A ^{ab}	77,83±0,21 A ^a	77,22±0,38 A ^{ab}	75,01±0,50 A ^{bc}	72,39±0,94 A ^d		
	500 W	71,93±0,49 A ^{bc}	74,29±0,28 A ^{abc}	76,10±0,37 A ^a	76,98±0,34 A ^a	76,31±0,37 A ^a	74,56±0,28 A ^{ab}	71,76±0,51 B ^c	68,41±0,37 B ^d		
a^b değeri	KNT	-17,62±0,17 A ^a	-15,69±0,23 A ^b	-13,45±0,26 A ^c	-11,09±0,27 A ^d	-8,72±0,35 A ^e	-6,22±0,28 A ^f	-5,23±0,07 A ^{fg}	-4,08±0,27 A ^g		
	100 W	-17,62±0,17 A ^a	-15,57±0,41 A ^b	-13,62±0,45 A ^c	-11,45±0,20 A ^d	-8,99±0,20 A ^e	-5,79±0,14 A ^f	-5,01±0,25 A ^{fg}	-3,89±0,15 A ^g		
	200 W	-17,62±0,17 A ^a	-15,37±0,17 A ^b	-13,46±0,15 A ^c	-11,28±0,41 A ^d	-8,87±0,23 A ^e	-5,92±0,28 A ^f	-4,90±0,18 A ^{fg}	-3,85±0,13 A ^g		
	300 W	-17,62±0,17 A ^a	-15,70±0,55 A ^b	-13,83±0,40 A ^c	-11,69±0,42 A ^d	-9,41±0,47 A ^e	-6,50±0,36 A ^f	-5,58±0,37 A ^{fg}	-4,52±0,24 A ^g		
	500 W	-17,62±0,17 A ^a	-15,29±0,44 A ^b	-13,27±0,35 A ^c	-10,95±0,26 A ^d	-8,56±0,19 A ^e	-5,47±0,34 A ^f	-4,68±0,28 A ^{fg}	-3,51±0,27 A ^g		
GENEL	-17,62±0,07 A ^a	-15,54±0,16 A ^b	-13,55±0,16 A ^c	-11,30±0,14 A ^d	-8,78±0,20 A ^e	-5,98±0,13 A ^f	-5,13±0,13 A ^g	-3,99±0,11 A ^h			

A, B, C: Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

a^* değerinin depolamanın farklı günlerindeki değişimi irdelendiğinde, tüm depolama günlerinin bir öncekinden istatistiksel olarak farklı olduğu ($p<0,05$) ve depolama etkisinin yüksek olduğu görülmüştür. Beyaz nektarinlerin olgunlaşma sürecinde yeşilliğinin azalma sebebi klorofilaz enzimi aktivitesi ile klorofilden fitol ve Mg^{+2} 'nin çıkarılması sonucu klorofillid ve feofitine dönüşmesidir (Fang ve ark., 1998; Eckardt, 2009; Hörtensteiner ve Kräutler, 2011; Guyer ve ark., 2014).

Tüm renk parametreleri için genel bir değerlendirme yapılması gerekirse, renk stabilitesinin korunması açısından 500 W ultrases uygulamasının diğer gruplara nazaran daha olumsuz, 300 W ultrases uygulamasının ise daha olumlu etkiler sergilediği söylenebilir. Fakat tüm bu etkilerin istatistiksel olarak önemli bulunmadığı vurgulanmalıdır ($p>0,05$).

Pinheiro ve ark. (2015) tarafından ultrases uygulamasının domates kalitesi üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, renk ve tekstür muhafazasına ilaveten önemli bir mikrobiyal inaktivasyon sağlanmış ve ultrasesin hasat sonrası taze meyvelerin raf ömrünü uzatmak için kullanılabilmesi belirtilmiştir.

4.2.1.7. Tekstür Analizi

Bir gıdanın yapısal ve mekanik özelliklerinin eldeki veya ağızdaki duyu algısını kapsayan ortak bir terim olarak tekstür, meyve ve sebzelerin kabul edilebilirliği için önemli bir kalite ölçüsüdür. Meyve ve sebzelere ait bileşenler hasattan sonra metabolize olmaya, sentezlenmeye ve katabolize olmaya devam etmektedir. Gelişim, olgunlaşma ve bozulma sırasında gerçekleşen bu dokusal değişimlerin kimyasal ve fizyolojik mekanizmalarını incelemek için tekstür parametrelerini belirlemek kritik önem taşımaktadır (Abbott, 2004).

Farklı güçlerde ultrases uygulamasının depolama boyunca beyaz nektarinlerin sertlik değerleri üzerindeki etkisi Çizelge 4.11'de görülmektedir. Depolama başlangıcında 1188,00 gf sertliğe sahip beyaz nektarinler, depolama boyunca yumuşama trendi sonucu 45. gün sonunda mikroperfore film ambalajlı örneklerde ortalama 500-550 gf seviyelerine, ambalajsız örneklerde ise 149,34 gf seviyelerine kadar düşmüştür. Bu yumuşama; nektarinlerde olgunlaşma esnasında hücreler arasındaki yapışmanın azalması, turgor basıncının azalması ve hücrelerin parçalanma eğiliminin artması ile birlikte meyve yapısındaki suyun hücre duvarı yüzeylerine hidrasyon (su tutma) ve eksüdasyonu (sızma) vasıtasıyla hücre genişlemesine yol açması sonucu gerçekleşmektedir (Harker ve Sutherland, 1993).

Çizelge 4.1.1. Ultrases uygulamasının beyaz nektarinlerin sertlik parametresi üzerine etkisi

	Depolama Süresi (Gün)						
	1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	30. Gün	45. Gün
KNT-1	1188,00±19,01 A ^a	1110,51±6,72 A ^a	916,32±7,45 C ^b	611,15±31,54 C ^c	413,30±28,03 C ^d	224,71±7,71 C ^e	149,34±5,74 D ^e
KNT-2	1188,00±19,01 A ^a	1162,42±15,48 A ^a	970,97±31,76 BC ^b	708,13±12,24 C ^c	607,84±29,27 B ^{cd}	548,64±3,74 B ^{de}	468,06±16,04 CB ^e
100 W	1188,00±19,01 A ^a	1157,07±11,33 A ^a	1056,96±15,11 AB ^b	926,33±7,52 A ^c	778,65±11,43 A ^d	610,80±9,90 AB ^e	541,81±9,66 AB ^e
200 W	1188,00±19,01 A ^a	1161,66±8,89 A ^{ab}	1091,58±13,89 A ^b	904,72±28,52 AB ^c	787,96±17,17 A ^d	597,86±11,47 AB ^e	557,51±12,62 AB ^e
300 W	1188,00±19,01 A ^a	1176,47±17,04 A ^{ab}	1093,07±17,40 A ^b	901,07±28,28 AB ^c	805,45±25,35 A ^{cd}	698,09±18,63 A ^{de}	603,78±13,87 A ^e
500 W	1188,00±19,01 A ^a	1142,10±17,04 A ^a	1013,32±21,31 ABC ^b	805,67±18,99 B ^c	573,75±18,40 B ^d	512,08±21,70 B ^d	385,39±13,72 C ^e

A, B, C: Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

KNT-1: Ambalajsız Kontrol; KNT-2: Ambalajlı Kontrol

Perakende satış koşullarını yansıtması amacıyla ambalajlanmadan depolanan ve analiz edilen örnekler sayesinde, beyaz nektarinlerin sertliğini muhafaza etmede ambalajlamanın etkisi net bir şekilde ortaya konulmuştur. Depolamanın son gününde en yüksek sertlik değerleri 300 W ultrases uygulamasında (603,78 gf) tespit edilmiştir. Sonraki sıralama; 200 W (557,51 gf), 100 W (541,81 gf), KNT-2 (468,06 gf), 500 W (385,39 gf) ve KNT-1 (149,34 gf) olarak belirlenmiştir.

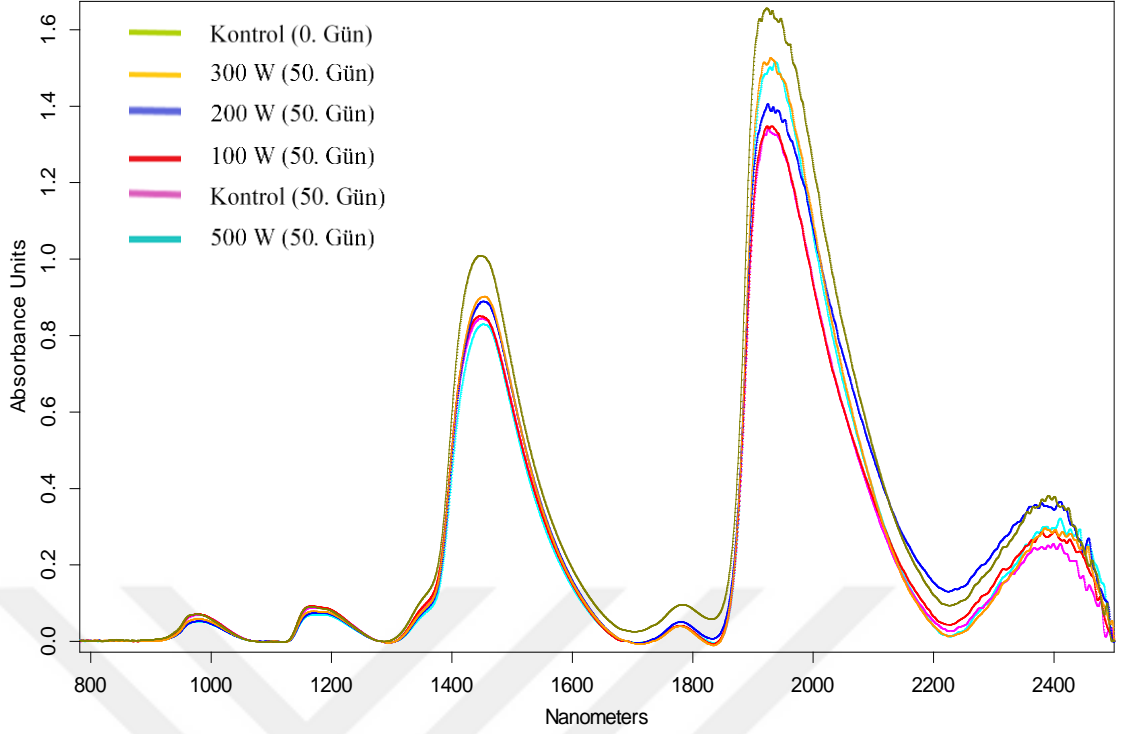
Elde edilen istatistiki bulgulara göre genel bir değerlendirme yapıldığında, beyaz nektarinler depolamanın 10. gününe kadar sertlik bakımından daha stabil bir durum sergilerken, 10-15. günlerden sonra yumuşama daha hızlı gerçekleşmiştir. 30 gün depolamanın ardından ise genel olarak istatistiksel bir değişimin gerçekleşmemesi nedeniyle beyaz nektarinlerin maksimum olgunluğa ulaştığı söylenebilir. Ayrıca, depolamanın 10. gününden itibaren ultrases uygulama grupları kontrol gruplarından istatistiksel olarak farklılık göstermeye başlamıştır.

Ultrases uygulaması ve depolama sürelerinin birlikte değerlendirildiği istatistiksel analizler sonucunda, grup x depolama interaksyonu önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Yüksek kavitasyon gücü sebebiyle hücre çeperlerinin stabilitesini kaybetmesine yol açan 500 W ultrases uygulaması, meyve sertliğini olumsuz etkileyerek diğer gruplara kıyasla meyvelerde daha fazla yumuşamaya sebep olmuştur. 300 W ultrases uygulaması elde edilen verilere göre, beyaz nektarin sertliğini depolama boyunca muhafaza etmede en etkili grup olsa da, istatistiksel olarak 100 W ve 200 W grupları ile benzer bulunmuştur ($p < 0,05$). Beyaz nektarinlerde yumuşamadan sorumlu enzimlerin aktivitesi hücre duvarı degradasyonunu doğrudan etkilemektedir (Heyes ve Sealey, 1996). Ayrıca, meyve yumuşaması olgunlaşma esnasında etilen biyosentezi ve solunum hızındaki değişiklikler gibi diğer fizyolojik etmenlerden etkilenmektedir (Li ve ark., 2010). Bu durum, fizyolojik aktivitelerin yavaşlatılması ile beyaz nektarin tekstürünün daha uzun süre korunmasını mümkün hale getirmekte ve ultrases uygulamasının (özellikle 300 W) olumlu etkilerini açıklamaktadır.

4.2.1.8. FT-NIR Spektraları

Yakın kızıl ötesi spektroskopisi, özellikle tarımsal ürünlerde ve gıda alanında yaygınlaşarak kullanımını artan ve 780-2500 nm ölçüm aralığında C-H, N-H ve O-H bantlarının organik moleküllerdeki birincil yapısını tanımlayarak ürünlerin bu bantlardaki kimyasal yapıları hakkında bilgi veren bir tekniktir (Xie ve ark., 2009).

Farklı güçlerde ultrases uygulanan beyaz nektarinlere ait depolama başlangıcı ve depolama sonu FT-NIR spektraları Şekil 4.15'te sunulmuştur.



Şekil 4.15. Ultrases uygulaması yapılan beyaz nektarinlerde FT-NIR spektrası

Beyaz nektarinlerde en yüksek absorpsiyon pikleri depolama başlangıcında kontrol grubunda görülmektedir. Depolama süresi sonuna doğru ultrases uygulamaları arasında benzerlik gözlenmiş ve depolama başlangıcına oranla depolama süresi sonunda absorpsiyon piklerinde azalmalar göze çarpmaktadır. En fazla azalma ise en yüksek ultrases gücü olan 500 W grubunda meydana gelmiştir.

1923 ve 1449 nm dalga boyunda elde edilen pikler, su içeriğinin (O-H) en yoğun olarak absorpsiyon verdiği pikler olarak değerlendirilebilir (Rodriguez-Saona ve ark., 2001). Elde edilen FT-NIR grafiklerinde, beyaz nektarinlerde yüksek su içeriğinin spektralara da etki ettiği ve su piklerinin baskın olduğu görülmektedir. Elde edilen bulgular; 300 W, 200 W ve 100 W ultrases uygulamalarının beyaz nektarinler üzerinde kalitenin daha uzun süre korunması bakımından avantajlı olduğunu ortaya koymaktadır. 500 W ultrases uygulaması ise yüksek güce bağlı tahrip edici etkisi nedeniyle depolama boyunca su kaybını arttırarak dezavantaja neden olmuştur.

4.2.2. Görüntü İşleme Bulguları








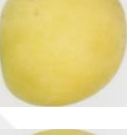

































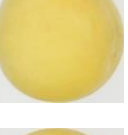








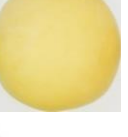

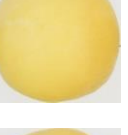


Bir meyveyi tanımaya yönelik kullanılan görüntü işleme stratejileri, nesneyi karakterize eden dört temel özelliğe dayanmaktadır: yoğunluk, renk, şekil ve doku. Meyveyi

karakterize etme ve tanıma için renk ve doku özelliklerinin verimli bir şekilde kaynaştırılması önerilmektedir (Arivazhagan ve ark., 2010).

Çalışmanın bu bölümünde, farklı güçlerde ultrases uygulamasının depolama süresince (1., 5., 10., 15., 20., 25., 30., 35., 40., 45. ve 50. gün) beyaz nektarinlerin görüntü özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu etkinin göz önüne serilmesi amacıyla görüntü işleme çalışması ile segmente edilmiş örnek beyaz nektarin görüntüleri Çizelge 4.12’de verilmiştir.



Çizelge 4.12. Ultrases uygulamasının etkisini gösteren ve görüntü işleme çalışması ile segmente edilmiş örnek beyaz nektarin görüntüleri

		Depolama Süresi (Gün)										
		0. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün	30. Gün	35. Gün	40. Gün	45. Gün	50. Gün
KNT												
100 W												
200 W												
300 W												
500 W												

4.2.2.1. Renk Özellikleri

Beyaz nektarinlerde depolama süresinin farklı uzaylardaki (RGB, HSV, YCbCr, XYZ, $L^*a^*b^*$) renk parametreleri üzerine etkisi Çizelge 4.13'de görülmektedir. Gerçekleştirilen istatistiksel analizler, tüm renk uzayları için (RGB, HSV, YCbCr, XYZ ve $L^*a^*b^*$) tüm renk parametrelerinin depolama süresinden istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilendiği göstermiştir ($p<0,001$).

RGB renk uzayının bileşenlerinden olan R değeri depolama boyunca yükseliş trendi izlemiştir. Başlangıçta 202,91 iken depolama sonunda 236,37 seviyelerine yükselmiştir. G ve B değerleri ise depolama ortalarına kadar yükselmiş sonrasında bir miktar düşüş yaşamıştır.

HSV renk uzayında yer alan H değerinde (0,168'den 0,130'a) depolama süresince düzenli bir azalma meydana gelmiş ve beyaz nektarinlerin renk tonunun depolama süresince azaldığını ortaya koymuştur. S değerinin daha dalgalı bir seyir izlediği, fakat V değerinin (0,804'den 0,927'ye) ise devamlı olarak yükseldiği belirlenmiştir.

YCbCr renk uzayındaki parlaklığı belirten Y parametresi depolamaya 180,12 düzeyinde başlayıp 190,92 düzeyine yükselerek tamamlamıştır. Depolamanın sonlarında bir miktar düşüş gerçekleşse de bu düşüş istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Cr parametresi ise, depolamaya 135,40 değeriyle başlamış ve düzenli bir artış göstererek 148,47 değeriyle neticelenmiştir.

XYZ renk uzayındaki tüm renk bileşenleri depolama süresiyle doğru orantılı olarak depolamanın 30. gününe kadar yükselmiştir. Bu süreden sonra yine tüm parametrelerde bir miktar azalma gözlenmiş, fakat bu azalma Y değerinde 40. güne kadar, X değerinde ise depolama sonuna kadar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

$L^*a^*b^*$ renk uzayında yer alan ve aydınlık/parlaklık indikatörü olan L^* değeri, depolama sürecinde 30. güne kadar artış, sonrasında ise azalma seyri izlemiştir. Olgunlaşmanın etkisiyle gerçekleştiği düşünülen başlangıç etkisini bozulma reaksiyonlarının baş göstermesi ve koyu renkli pigmentlerin artmasıyla depolama sonunda bir miktar azalma trendine girdiği öngörülmektedir. Yeşil rengi yansıtan $-a^*$ değeri, depolamanın 5. gününden sonra istatistiksel olarak bir azalma eğilimi sergilemiştir ($p<0,05$). Beyaz nektarinlerin kalite kontrolünde iyi bir renk parametresi izlenimi oluşturan a^* değeri klorofil degradasyonun etkisini de ortaya koymuştur (Fang ve ark., 1998).

Çizelge 4.13. Beyaz nektarinlerde depolama süresinin farklı uzaylardaki (RGB, HSV, YCbCr, XYZ, L*a*b*) renk parametreleri üzerine etkisi

Depolama Süresi (Gün)										
	1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün	50. Gün		
R	202,91±1,603 ^d	207,00±1,617 ^d	213,86±1,567 ^c	222,15±1,465 ^b	227,05±1,205 ^b	233,99±0,727 ^a	234,86±0,687 ^a	236,37±0,614 ^a	***	
G	203,85±1,083 ^c	205,48±1,087 ^c	207,90±1,035 ^{bc}	212,66±0,966 ^a	213,07±0,851 ^a	213,07±0,761 ^a	209,67±0,817 ^{ab}	206,58±1,009 ^{bc}	***	
B	94,44±1,586 ^d	98,29±1,731 ^{cd}	102,36±1,787 ^{bcd}	110,98±1,979 ^a	113,35±1,908 ^a	117,35±1,864 ^a	109,47±1,798 ^{ab}	102,98±2,053 ^{bc}	***	
H	0,168±0,01 ^a	0,164±0,01 ^b	0,158±0,01 ^c	0,152±0,01 ^d	0,146±0,01 ^e	0,137±0,01 ^f	0,133±0,00 ^f	0,130±0,00 ^g	***	
S	0,540±0,06 ^{ab}	0,529±0,06 ^{bc}	0,523±0,06 ^{bcd}	0,502±0,07 ^{cd}	0,502±0,07 ^{cd}	0,499±0,07 ^d	0,534±0,07 ^b	0,565±0,08 ^a	***	
V	0,804±0,05 ^d	0,816±0,05 ^d	0,839±0,06 ^c	0,871±0,06 ^b	0,890±0,05 ^b	0,918±0,03 ^a	0,921±0,03 ^a	0,927±0,02 ^a	***	
Y	180,12±1,095 ^c	182,36±1,115 ^{bc}	185,74±1,075 ^b	191,12±1,026 ^a	192,82±0,890 ^a	195,00±0,709 ^a	192,72±0,712 ^a	190,92±0,797 ^a	***	
Cb	80,02±0,267 ^{cd}	80,62±0,300 ^{bc}	80,68±0,347 ^{bc}	81,85±0,453 ^{abc}	82,09±0,485 ^{ab}	82,80±0,545 ^a	80,22±0,526 ^{bc}	78,07±0,646 ^d	***	
Cr	135,40±0,268 ^f	136,35±0,263 ^f	138,21±0,283 ^e	139,44±0,285 ^e	141,28±0,277 ^d	144,09±0,279 ^c	146,22±0,306 ^b	148,47±0,402 ^a	***	
X	0,484±0,07 ^d	0,501±0,07 ^{cd}	0,528±0,07 ^c	0,569±0,07 ^b	0,586±0,06 ^{ab}	0,611±0,05 ^a	0,601±0,05 ^a	0,595±0,06 ^{ab}	***	
Y	0,567±0,07 ^d	0,582±0,07 ^{cd}	0,604±0,07 ^c	0,643±0,07 ^{ab}	0,653±0,06 ^{ab}	0,665±0,05 ^a	0,648±0,05 ^{ab}	0,634±0,06 ^b	***	
Z	0,193±0,05 ^e	0,204±0,05 ^{de}	0,218±0,05 ^{cd}	0,247±0,06 ^{ab}	0,255±0,06 ^{ab}	0,269±0,06 ^a	0,242±0,06 ^{bc}	0,223±0,06 ^{cd}	***	
L*	79,96±0,431 ^d	80,76±0,435 ^{cd}	82,00±0,415 ^c	84,03±0,387 ^{ab}	84,57±0,333 ^{ab}	85,21±0,266 ^a	84,33±0,273 ^{ab}	83,61±0,313 ^b	***	
a*	-14,88±0,282 ^g	-13,71±0,294 ^g	-11,80±0,313 ^f	-10,09±0,326 ^e	-8,10±0,279 ^d	-4,94±0,185 ^c	-3,52±0,203 ^b	-1,80±0,268 ^a	***	
b*	53,49±0,302 ^{ab}	52,71±0,343 ^{abc}	52,41±0,390 ^{abcd}	50,90±0,502 ^{cde}	50,51±0,532 ^{de}	49,51±0,589 ^e	52,23±0,557 ^{bcd}	54,43±0,664 ^a	***	

* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001 istatistiksel önem düzeyini ifade etmektedir.

a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Farklı güçlerde ultrases uygulamasının beyaz nektarinlerin RGB renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.16; HSV renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.17; YCbCr renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.18; XYZ renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.19 ve $L^*a^*b^*$ renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.20’de verilmiştir.

RGB renk uzayındaki R değerine bakıldığında, depolamanın 30. gününe kadar görülen artış sonrasında daha sabit bir hal almıştır. Ozon uygulama grupları birbirlerine çok yakın sonuçlar verirken, sadece kontrol grubu diğerlerinden az bir farkla ayrı ve daha fazla değişikliğe uğramış olarak görünmektedir. G ve B değerleri önce artan sonra azalan bir grafik çizmiş olup, gruplar arasında net bir ayrım vermemiştir. B değerinde, 500 W uygulaması depolama başındaki artış eğiliminde diğer gruplara kıyasla daha fazla artışa sebep olmuştur.

HSV renk uzayında, H değerinde tüm gruplar birbirine yakın bir seyir izlemiş ve ortalama % 22’lik bir azalma saptanmıştır. Depolama başlarında 500 W grubunun daha fazla değişikliğe uğradığı, depolama sonunda ise 300 W grubunun en az değişikliğe uğradığı görülmektedir. S değeri, depolama başında azalırken 500 W grubu en fazla azalmayı yaşamıştır. Devamında ise yükselişe geçen S değerlerinde, tüm süreç boyunca en stabil görünüm çizen 200 W ve 300 W grupları olmuştur. V değerinde, gruplar arasında net bir ayrım söz konusu değilken, ortalama % 15’lik bir artış gerçekleşmiştir.

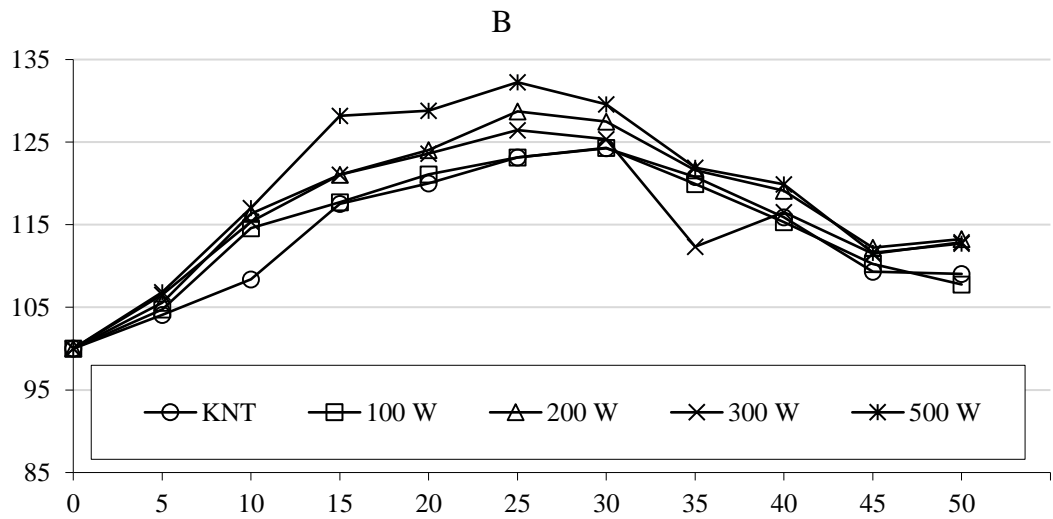
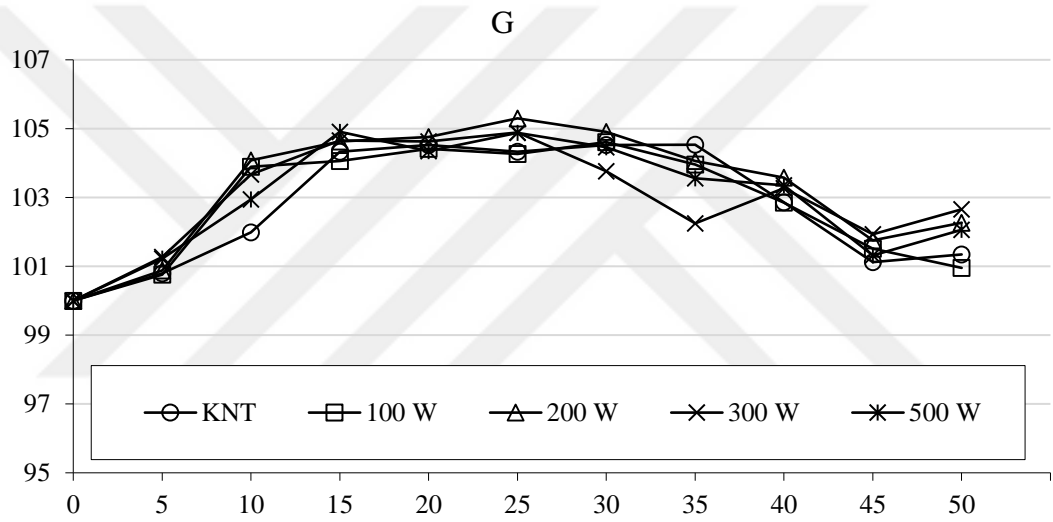
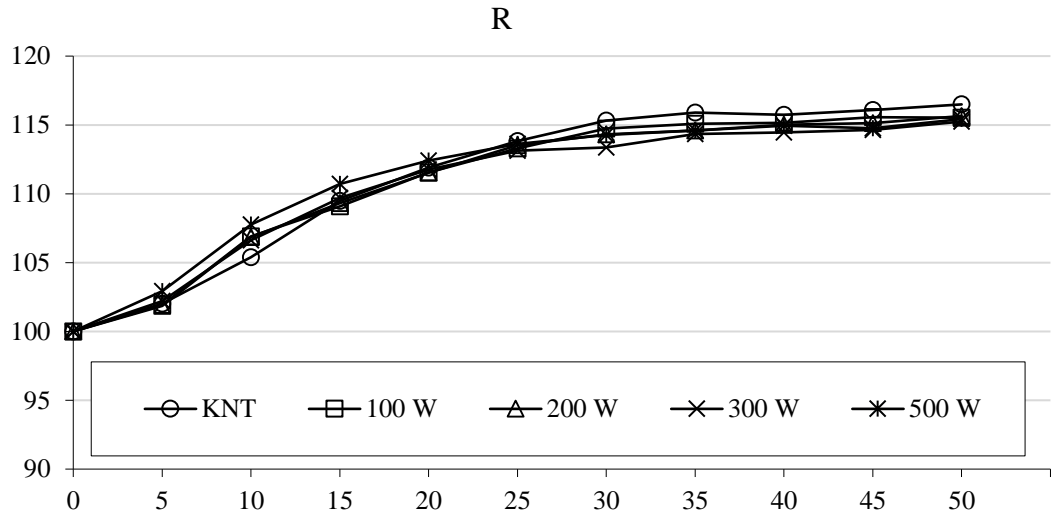
YCbCr renk uzayında, Y değeri depolama başlangıcıyla birlikte artışa geçmiş ve depolamanın 25. gününden sonra hafif bir düşüşle depolamayı tamamlamıştır. Cb parametresindeki 500 W dalgalanması dikkat çekmektedir. Cr parametresinde ise, tüm gruplar ortalama % 8,5’lik bir artışla benzer bir grafik çizmiştir. Depolama sonunda çok az bir farkla 300 W ultrases uygulamasının daha az değişime uğradığı belirlenmiştir.

XYZ renk uzayındaki renk bileşenleri ile RGB renk uzayı bileşenleri sırasıyla birbirine çok benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Ozon uygulamasının etkisi her iki uzay için benzer olduğu için aynı yorumları yapmak mümkündür.

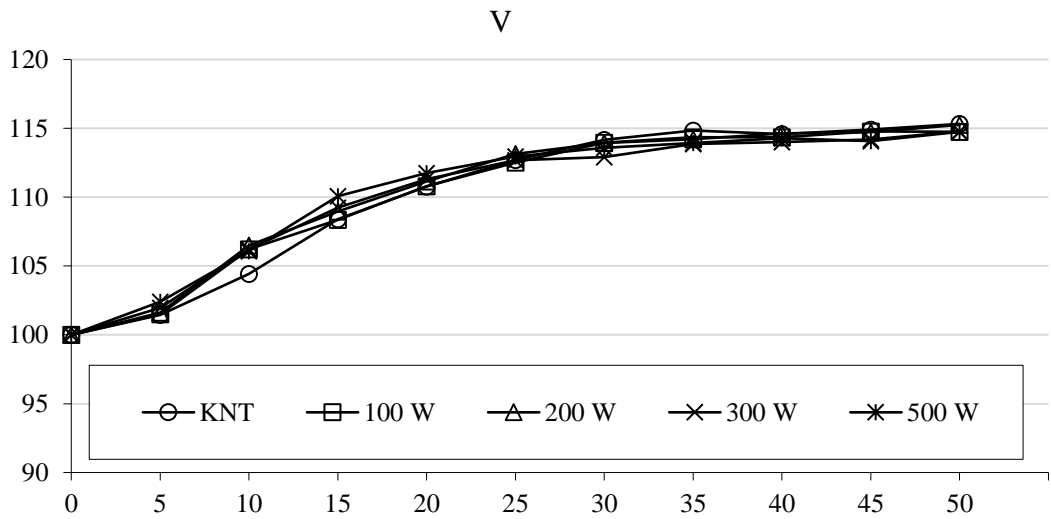
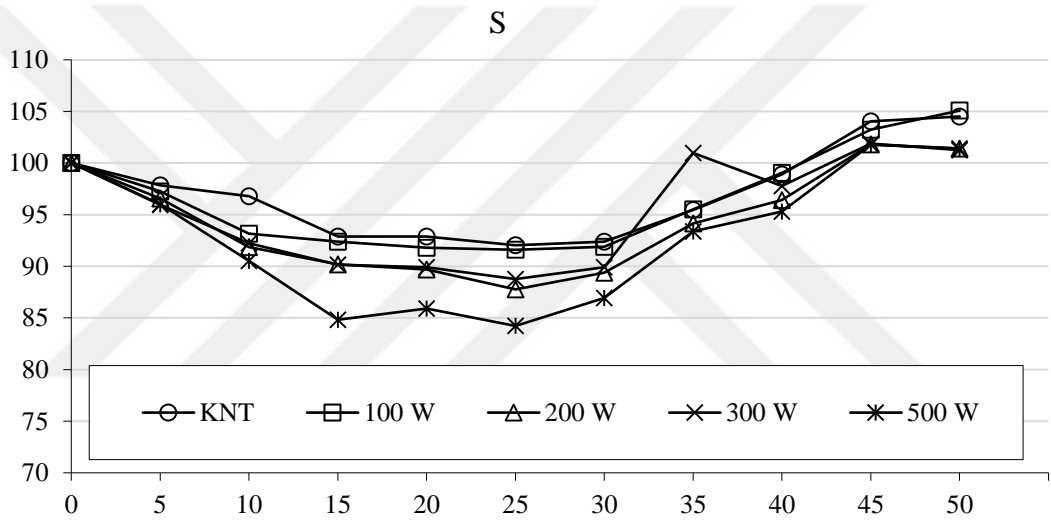
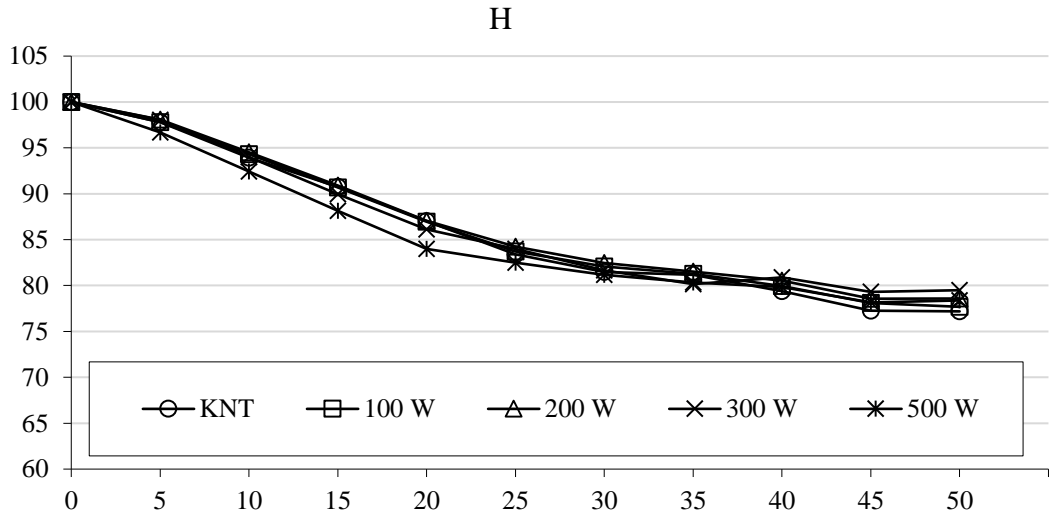
$L^*a^*b^*$ renk uzayında depolamanın 25. gününe kadar olan artış, sonrasında yerini bir miktar azalmaya bırakmıştır. $-a^*$ değerinde büyük bir düşüş gerçekleşmiş (% 85 oranında) ve depolama başındaki düşüş hızı 500 W grubunda fazla bulunmuştur. b^* değerinde azalma ve artma trendi birlikte değerlendirildiğinde, 500 W grubunun en fazla 200 W ve 300 W gruplarının ise en az değişime uğradığını söylemek mümkündür.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, 500 W gücünde ultrases uygulaması yüksek akustik güç sebebiyle beyaz nektarin renk kalitesini olumsuz etkileyerek renk değişimlerini hızlandırmıştır (Tiwari ve ark., 2010). Optimum güç olarak belirlenen 300 W ultrases uygulamasının ise depolama boyunca fizyolojik aktiviteyi sınırlandırma etkisiyle daha stabil bir renk sağladığı söylenebilir. Görüntü işleme bulgularının, fiziko-kimyasal analiz bulguları ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

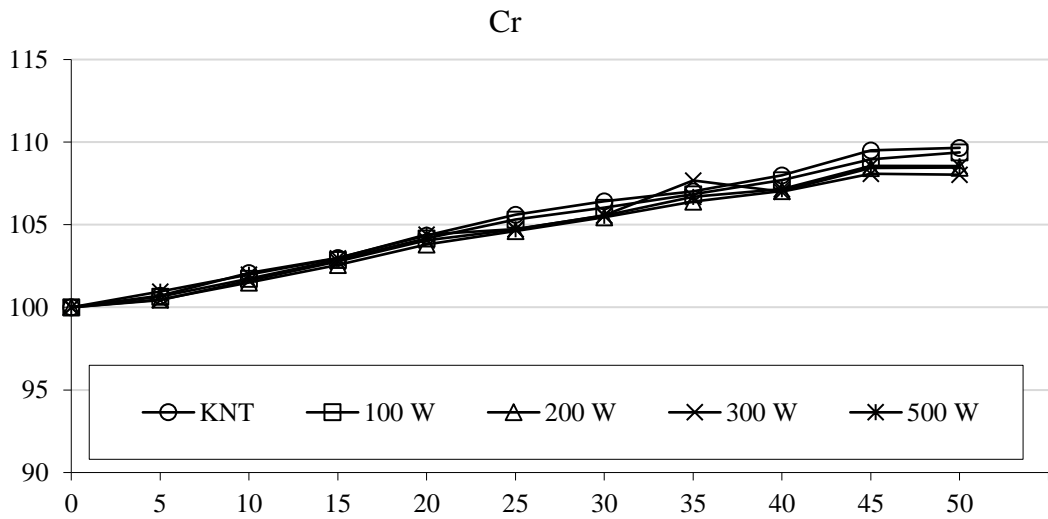
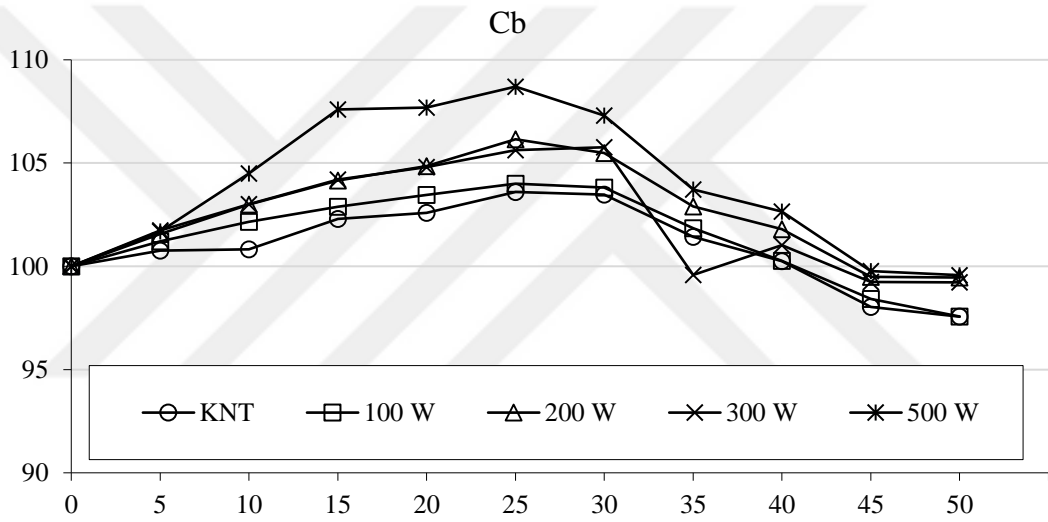
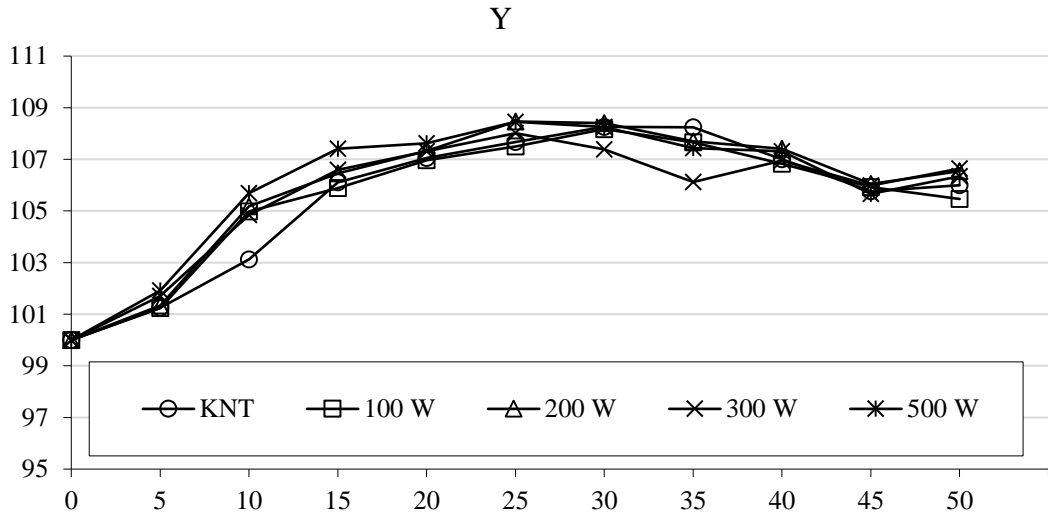




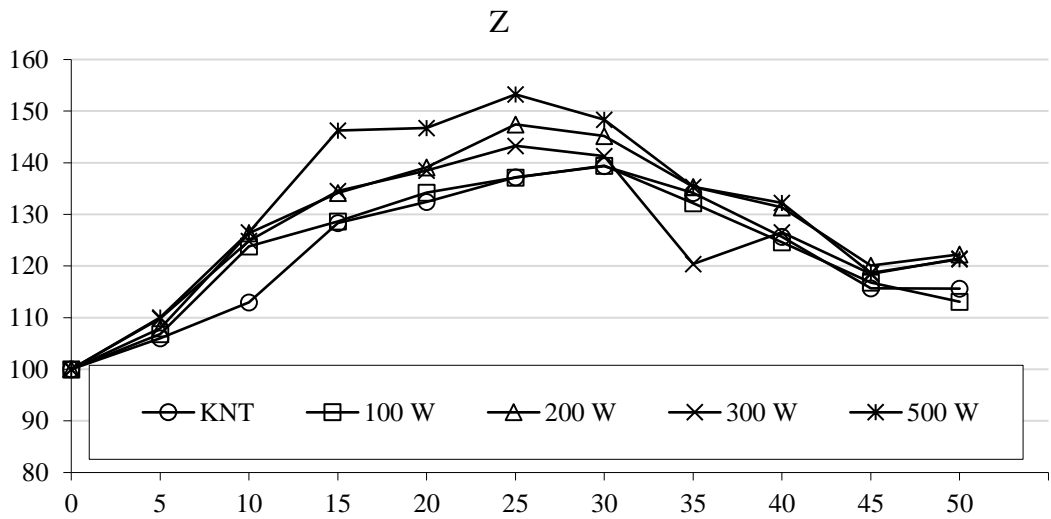
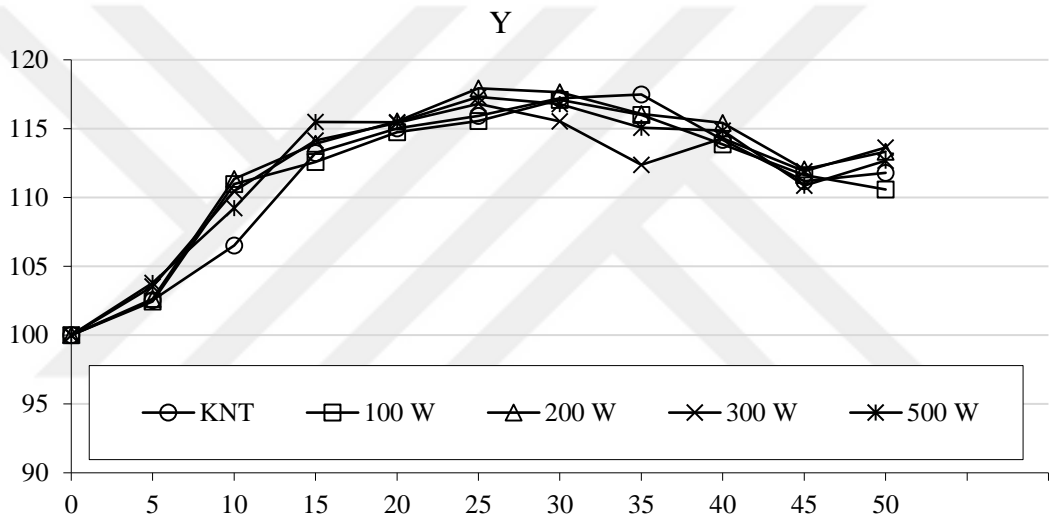
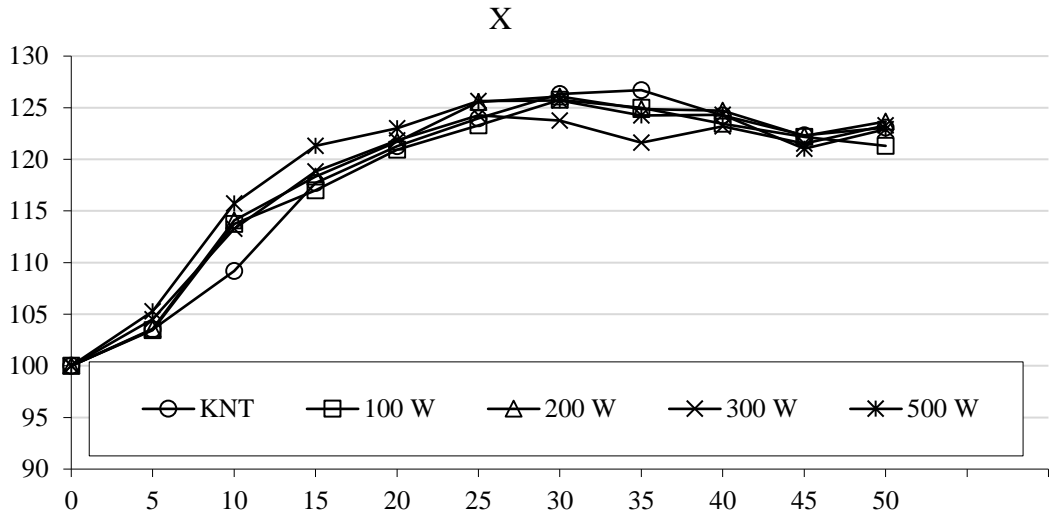
Şekil 4.16. Ultrases uygulanan beyaz nektarinlerin RGB uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



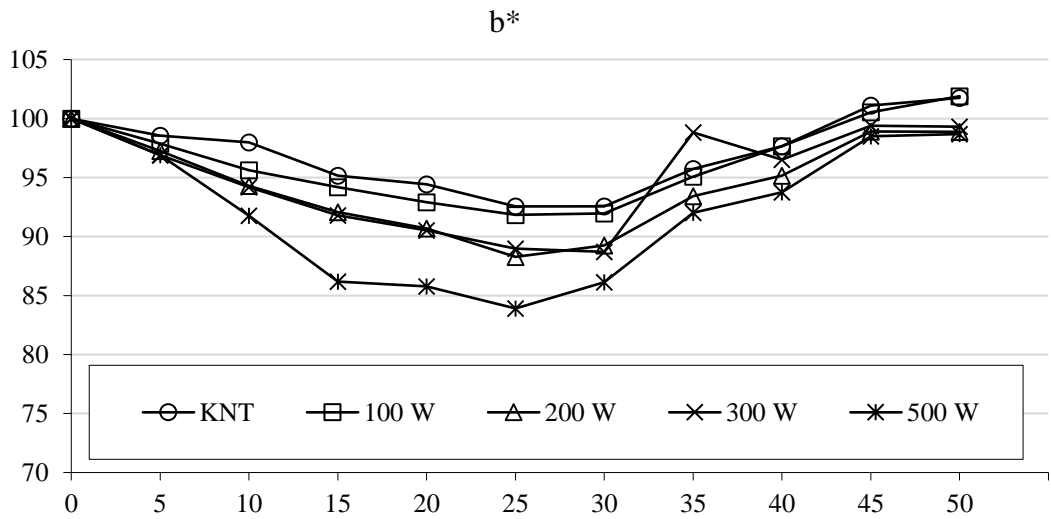
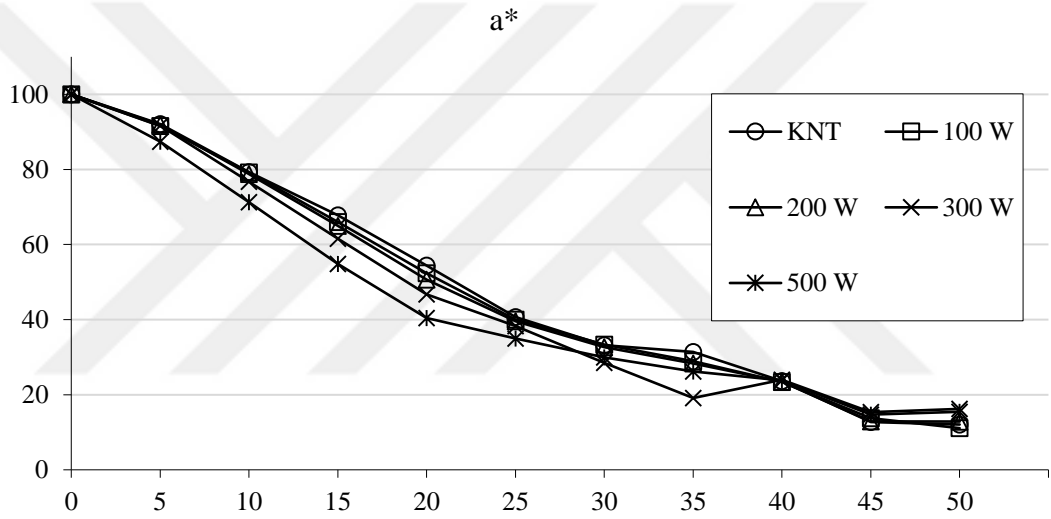
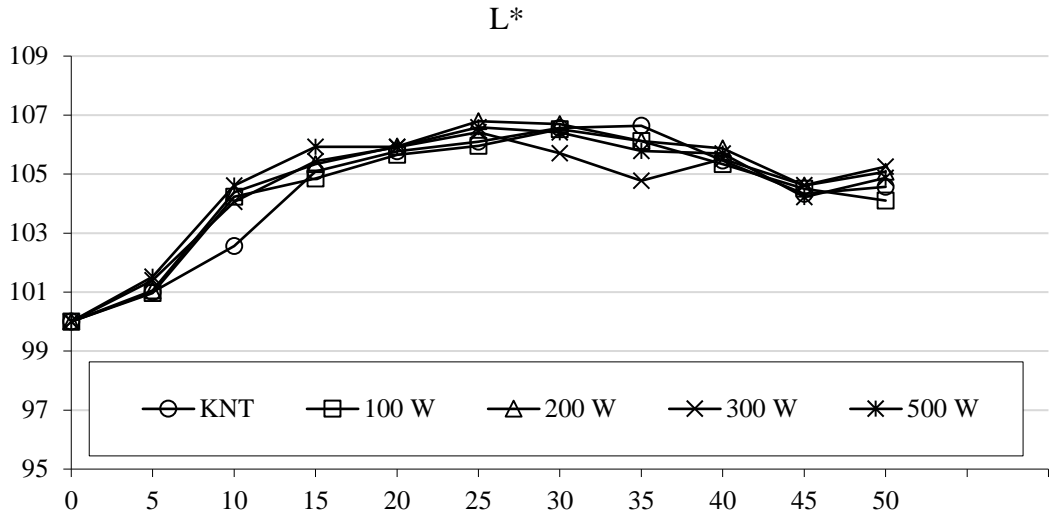
Şekil 4.17. Ultrases uygulanan beyaz nektarinlerin HSV uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



Şekil 4.18. Ultrases uygulanan beyaz nektarinlerin YCbCr uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



Şekil 4.19. Ultrases uygulanan beyaz nektarinlerin XYZ uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



Şekil 4.20. Ultrases uygulanan beyaz nektarinlerin $L^*a^*b^*$ uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi

4.2.2.2. Morfolojik Özellikler

Beyaz nektarinlerde depolama süresinin morfolojik özellikler (alan, konveks alan, çevre, çap, maks. uzunluk, min. uzunluk, dış merkezlilik, yoğunluk, katılık ve boyut) üzerine etkisi Çizelge 4.14'de görülmektedir. Yapılan istatistiksel analizler, dış merkezlilik parametresi için depolama süresi etkisinin önemli olmadığını ($p>0,05$), fakat diğer tüm morfolojik özellikler için $p<0,001$ düzeyinde önemli olduğunu ortaya koymuştur.

Beyaz nektarinlerin depolama başında $2014,57 \text{ mm}^2$ olan alan değeri depolamanın 40. gününde az bir miktar artış gösterse de genel olarak devamlı düşmüş ve $1320,27 \text{ mm}^2$ ile sonuçlanmıştır. Konveks alan ölçümlerinde ise depolama başlangıcında $2023,14 \text{ mm}^2$ değeri elde edilmiş ve depolama süresince istikrarlı bir azalma ile $1510,51 \text{ mm}^2$ değerine gerilemiştir. Konveks alan sonuçları, meyve yüzeyindeki lokal şekil bozukluklarının göz ardı edilmesinde etkili olmuş ve nitekim alan parametresinde elde edilen 40. gün dalgalanması elemine edilmiştir.

Çevre ve çap parametrelerine göz atıldığında, konveks alanda elde edilen benzer seyir ile depolama boyunca gerçekleşen bir düşüş saptanmıştır. Çevre sonuçları $201,41 \text{ mm}$ ile depolamaya başlarken çap sonuçları $50,61 \text{ mm}$ ile başlamıştır. Depolama sonunda ise, çevre $174,23 \text{ mm}$ ve çap $40,92 \text{ mm}$ seviyelerine kadar azalmıştır.

Maks. uzunluk ve min. uzunluk değerleri, beyaz nektarinlerin en uzun ve en kısa eksen uzunluklarının ortalamasını ortaya koymuştur. Maks. uzunluğu $51,66 \text{ mm}$ iken min. uzunluğu $49,64 \text{ mm}$ olan meyvelerin eksen uzunluklarında depolamanın 30. gününe doğru bir miktar dalgalanma yaşansa da depolama sonunu sırasıyla $47,26 \text{ mm}$ ve $44,94 \text{ mm}$ ile kapatmışlardır. Maks. uzunluk ve min. uzunluk parametreleri için depolama başından sonuna kadar aralarındaki farkın $0,3 \text{ mm}$ arttığı tespit edilmiştir. Bu durum beyaz nektarinlerin su kaybıyla orantılı olan hacim azalması ve büzüşmeler neticesinde yuvarlaklık kaybı ve şekil bozuklarının oluştuğuna işaret etmektedir.

Dış merkezlilik parametresi beyaz nektarinlerde depolama sürecinden istatistiksel anlamda etkilenmemiştir ($p>0,05$). Yoğunluk parametresi ise, depolama sürecinde $70,96$ 'dan $58,48$ 'e kadar gerilemiştir. Depolamanın 30. gününe doğru hafif inişli çıkışlı bir seyir izlese de genel olarak beyaz nektarin görüntülerindeki piksel yoğunluğunun azaldığını söylemek mümkündür.

Katılık parametresinin $0,996$ ile başlayıp $0,875$ ile sonuçlandığı depolama sürecinde beyaz nektarin piksellerinin sınır çizgilerindeki toplam piksellere oranını belirten boyut parametresi, depolama başında $0,794$ ve depolama sonunda ise $0,696$ değerine sahip olmuştur. Depolamanın 30. gününe doğru hafif inişli çıkışlı bir seyir izleyen bu iki parametre

için de depolama sürecindeki değişim trendi benzer bulunmuştur.

Morfolojik özelliklerin depolamayla değişimi genel anlamda değerlendirilirse; beyaz nektarinlerin hasat sonrası fizyolojik aktivitelerinin devam etmesi, solunum ve terleme olayları nedeniyle ağırlık kaybı meydana gelmesi ve meyvelerde boyut küçülmesi ile sonuçlanmıştır (Vázquez-Celestino ve ark., 2016).



Çizelge 4.14. Beyaz nektarınlerde depolama süresinin morfolojik özellikler üzerine etkisi

	Depolama Süresi (Gün)								
	1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün	50. Gün	
Alan (mm²)	2014,57±26,15 a	1940,93±24,34 a	1871,78±24,09 a	1630,31±43,26 b	1508,39±43,47 bc	1305,84±44,72 d	1369,35±35,31 cd	1320,27±31,56 d	***
Konveks Alan (mm²)	2023,14±26,19 a	1949,12±24,36 ab	1886,58±24,33 bc	1834,63±23,33 c	1788,62±23,39 cd	1720,71±22,17 de	1633,98±20,87 e	1510,51±18,50 f	***
Çevre (mm)	201,41±1,33 a	197,71±1,27 ab	194,48±1,32 bc	192,09±1,30 c	189,66±1,29 cd	185,85±1,26 de	180,94±1,18 e	174,23±1,09 f	***
Çap (mm)	50,61±0,33 a	49,68±0,31 a	48,79±0,32 a	45,44±0,61 b	43,69±0,63 bc	40,61±0,69 d	41,65±0,54 cd	40,92±0,49 d	***
Maks. Uzunluk (mm)	51,66±0,38 ab	50,73±0,34 ab	49,98±0,34 b	51,48±0,57 ab	51,84±0,65 ab	52,78±0,64 a	49,87±0,56 b	47,26±0,51 c	***
Min. Uzunluk (mm)	49,64±0,31 ab	48,71±0,32 ab	47,97±0,34 b	49,44±0,56 ab	49,72±0,66 ab	50,36±0,68 a	47,50±0,61 b	44,94±0,53 c	***
Dış Merkezlilik	0,265±0,014	0,269±0,013	0,269±0,014	0,267±0,014	0,272±0,014	0,285±0,017	0,294±0,015	0,299±0,014	
Yoğunluk	70,96±1,05 a	68,43±1,06 ab	64,99±1,05 b	60,13±0,85 c	58,83±0,69 c	56,84±0,49 c	57,99±0,51 c	58,48±0,60 c	***
Katılık	0,996±0,000 a	0,996±0,000 a	0,992±0,002 a	0,889±0,021 b	0,845±0,024 b	0,760±0,025 c	0,840±0,021 b	0,875±0,019 b	***
Boyut	0,794±0,002 a	0,794±0,002 a	0,791±0,002 a	0,707±0,017 b	0,672±0,019 b	0,606±0,021 c	0,670±0,017 b	0,696±0,015 b	***

* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001 istatistiksel önem düzeyini ifade etmektedir.

a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

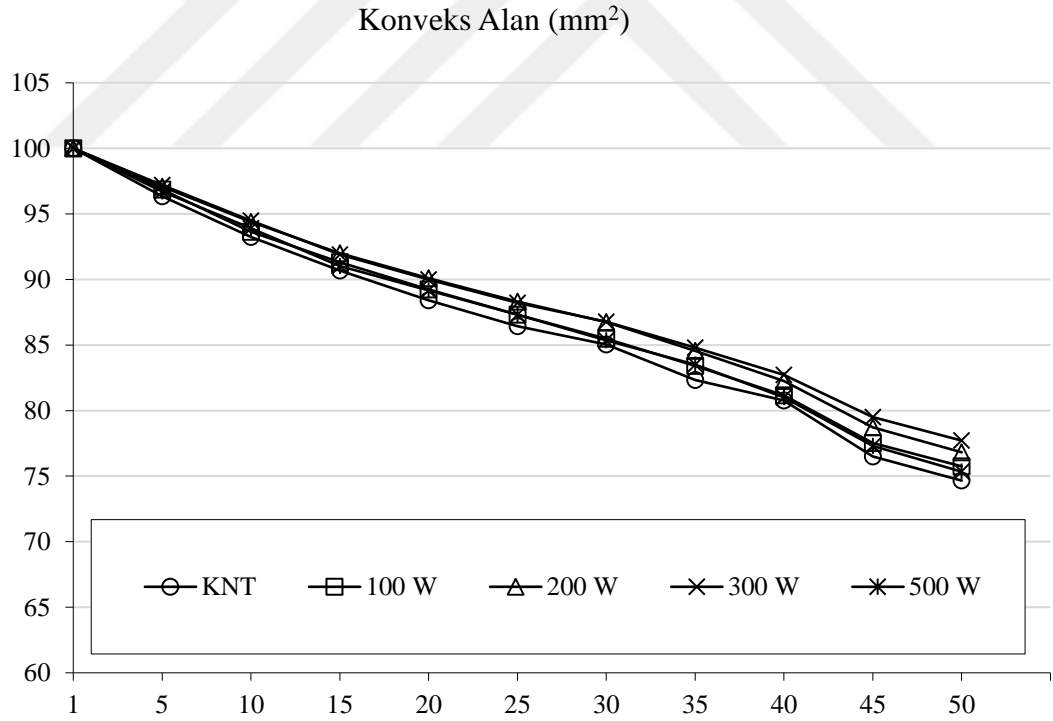
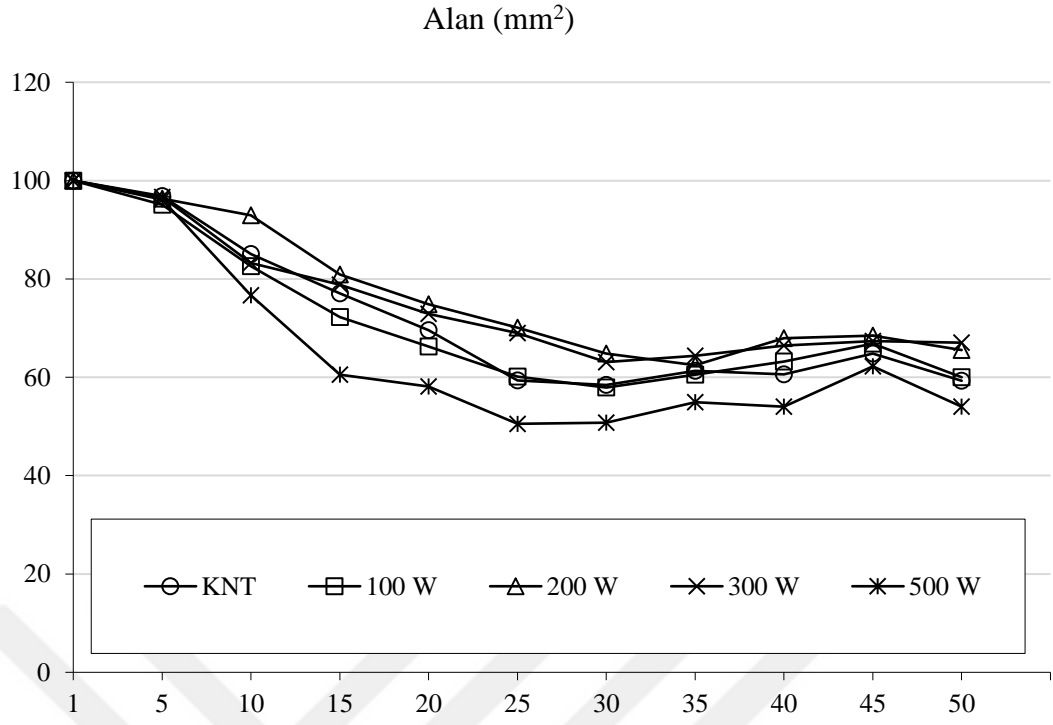
Farklı güçlerde ultrases uygulamasının beyaz nektarinlerde alan ve konveks alan parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.21; çevre ve çap parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.22; maks. uzunluk ve min. uzunluk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.23; dış merkezlilik ve yoğunluk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.24; katılık ve boyut parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.25'te görülmektedir.

Alan, çap, katılık ve boyut parametreleri birbirine çok benzer bir değişim grafiği çizdiğinden dolayı gruplandırmak ve birlikte değerlendirmek mümkündür. Depolamanın 25-30. günlerine kadar hızlı bir azalma gözlenirken sonrasında daha sabit bir görüntü çizilmiştir. 500 W grubunda bu azalmanın daha hızlı olduğu, 200 W ve 300 W gruplarında ise daha yavaş olduğu görülmektedir. Depolama sonu verileri değerlendirildiğinde, 500 W grubu en fazla ağırlık kaybı sonucu en fazla morfolojik değişim gösteren grup olmuştur. 300 W ve 200 W grupları beyaz nektarinlerin fizyolojik aktivitelerini daha yavaş hale getirerek daha az bir ağırlık kaybı ve morfolojik değişim ile avantaj sağlamışlardır.

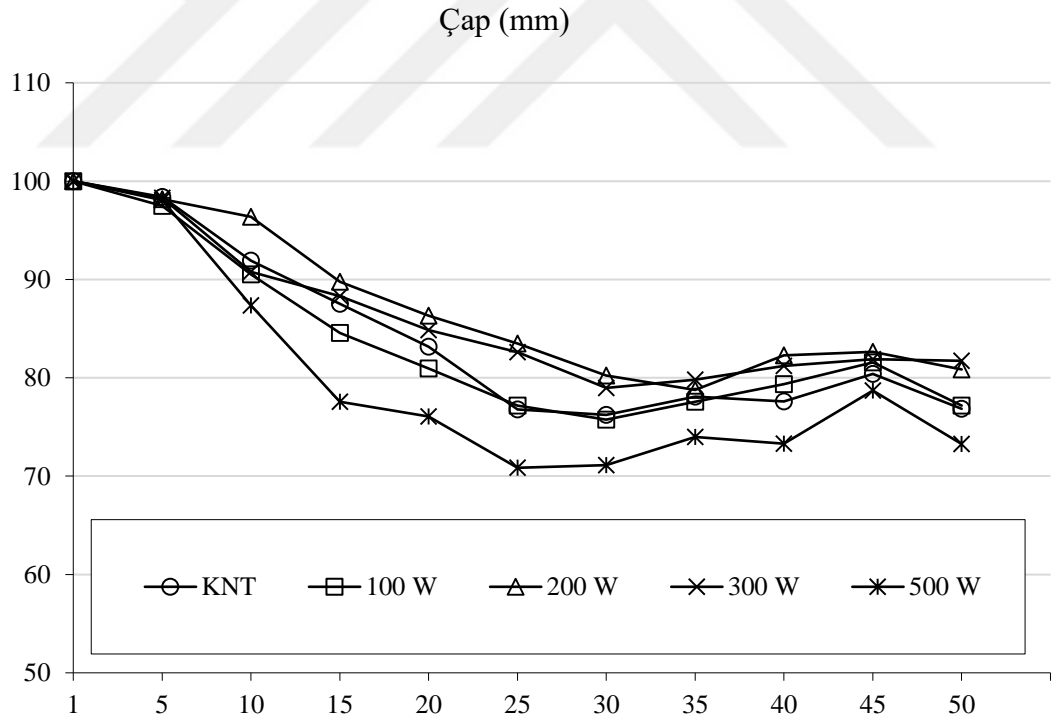
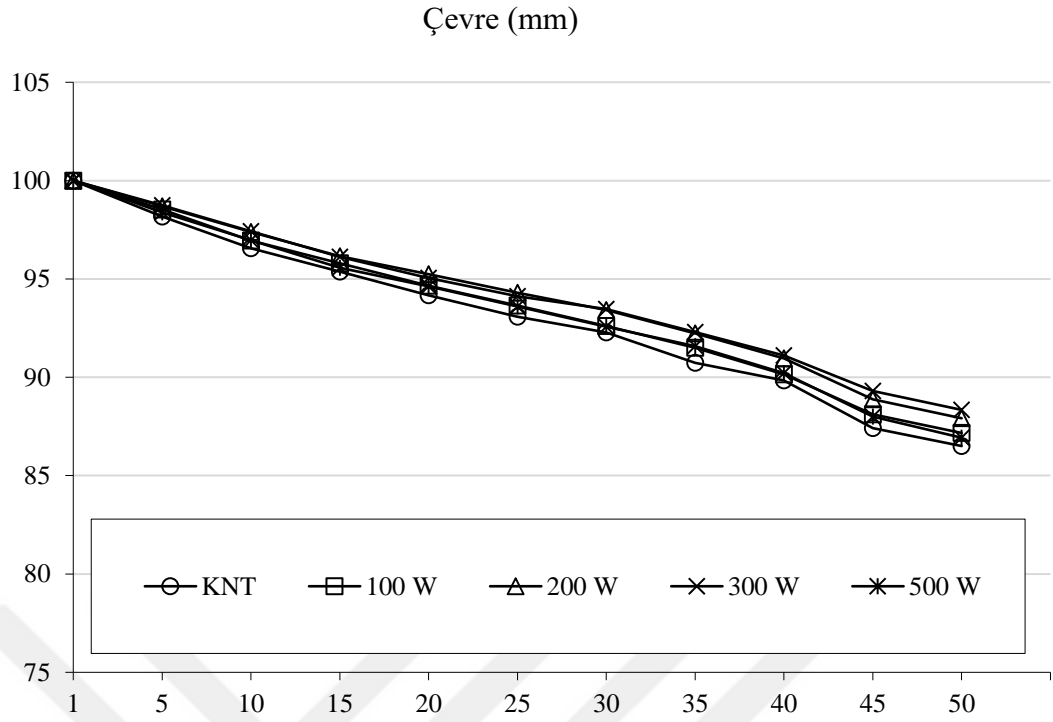
Konveks alan ve çevre parametreleri birbirlerine çok benzer lineer bir trend ile depolama boyunca değişimlerini tamamlamışlardır. Konveks alan ortalama % 24, çevre ise ortalama % 14 oranında azalama göstermiştir. Hataların minimuma indirildiği bir grafik izlenimi ile KNT grubunun en fazla, 300 W grubunun ise en az değişikliğe uğradığı belirlenmiştir.

Maks. ve min. uzunluk parametreleri açısından en stabil gruplar 200 W ve 300 W olarak görünürken, dış merkezlilik için 300 W grubu olarak dikkat çekmiştir. Yoğunluk parametresinde net bir ayırım söz konusu olmazken, sadece depolama sonunda 300 W grubunun daha az değişimle diğerlerinden ayrıldığı belirlenmiştir.

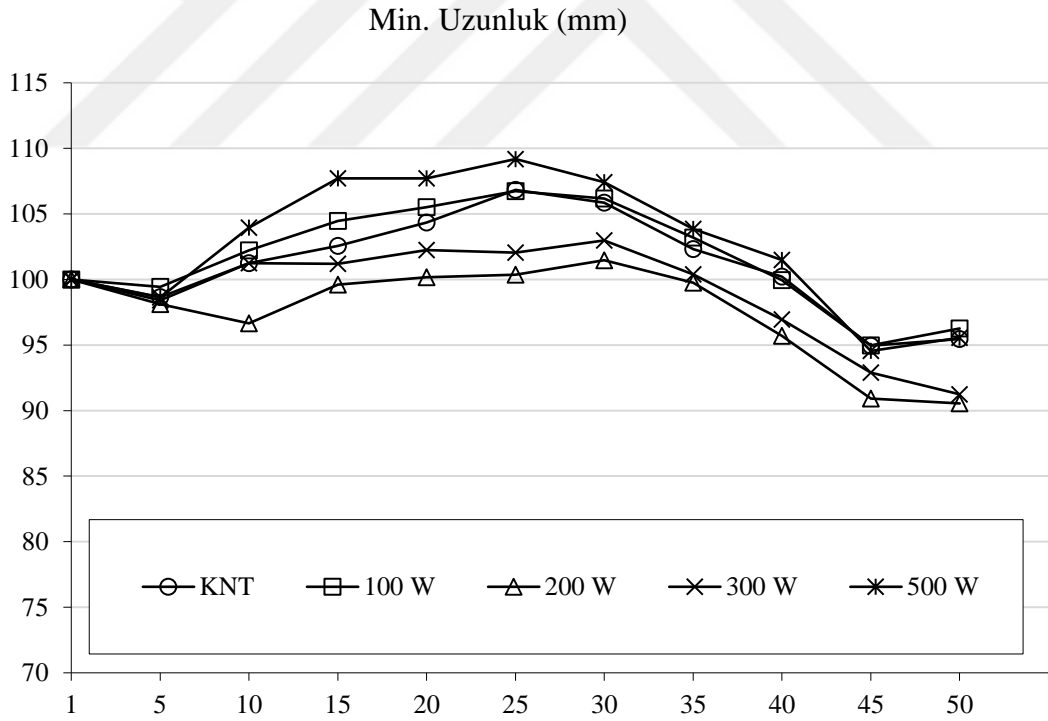
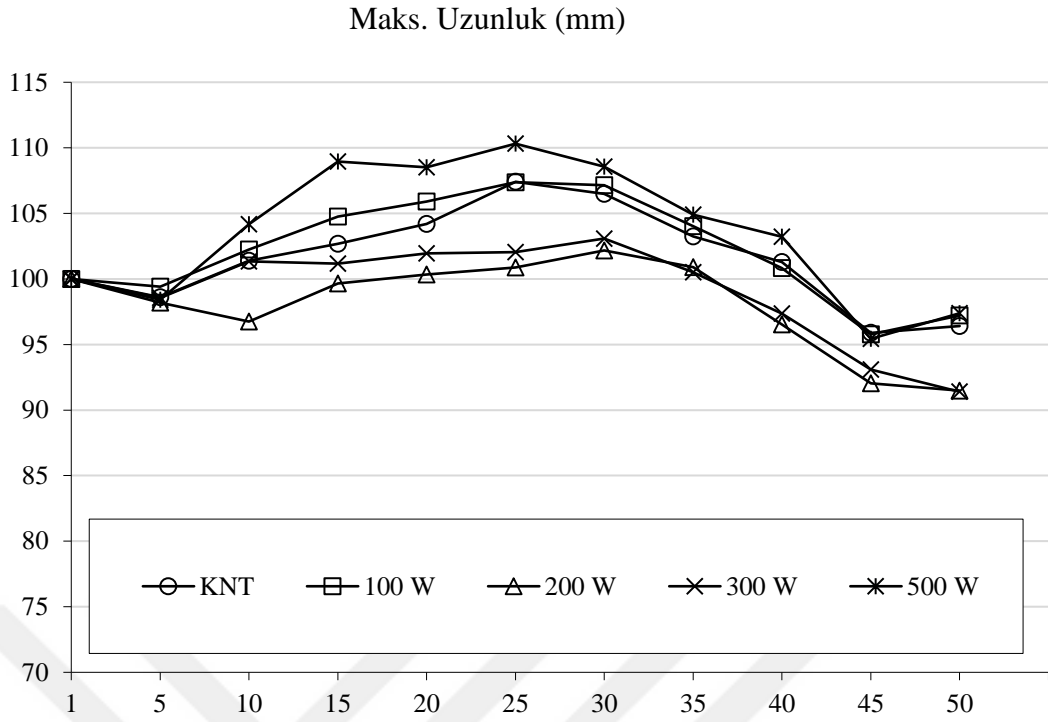
Ultrases uygulamasının beyaz nektarinlerin morfolojik özellikleri üzerindeki etkisi genel olarak değerlendirildiğinde, 500 W gücündeki uygulamanın yüksek güce bağlı olarak doku hasarı ve dolayısıyla hızlı fizyolojik aktivite (solunum, terleme gibi) sonucu (Chandrapala, 2015) en fazla değişikliğin meydana geldiği grup olmuştur. 300 W ultrases uygulaması ise, morfolojik özellikler açısından en stabil grup olarak dikkat çekmiş ve bu durum, uygun ultrases gücünün olgunlaşma sürecini geciktirici etkisinin (Wang ve ark., 2015) şekilsel değişime olumlu yansımaları olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.21. Ultrases uygulanan beyaz nektarinlerin alan ve konveks alan parametrelerinin depolama boyunca % değişimi

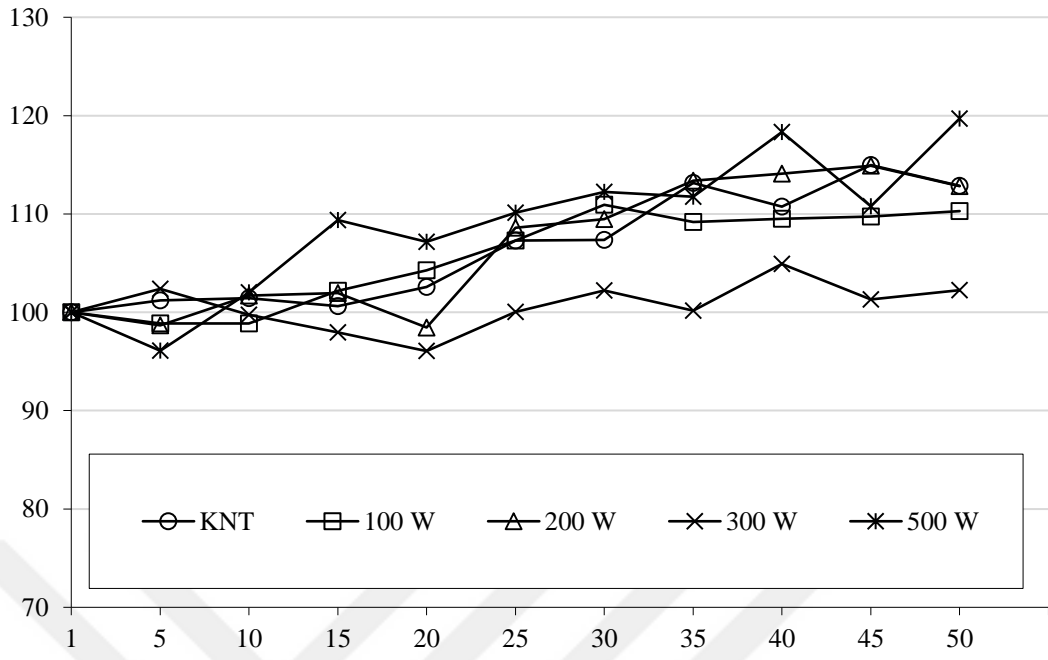


Şekil 4.22. Ultrases uygulanan beyaz nektarinlerin çevre ve çap parametrelerinin depolama boyunca % değişimi

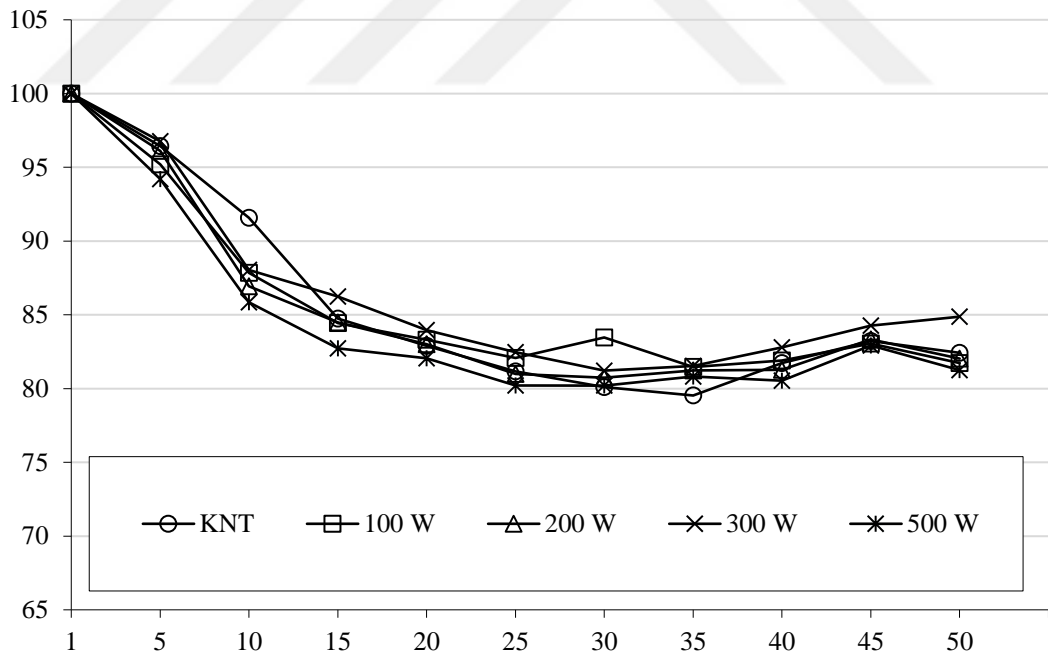


Şekil 4.23. Ultrases uygulanan beyaz nektarinlerin maks. uzunluk ve min. uzunluk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi

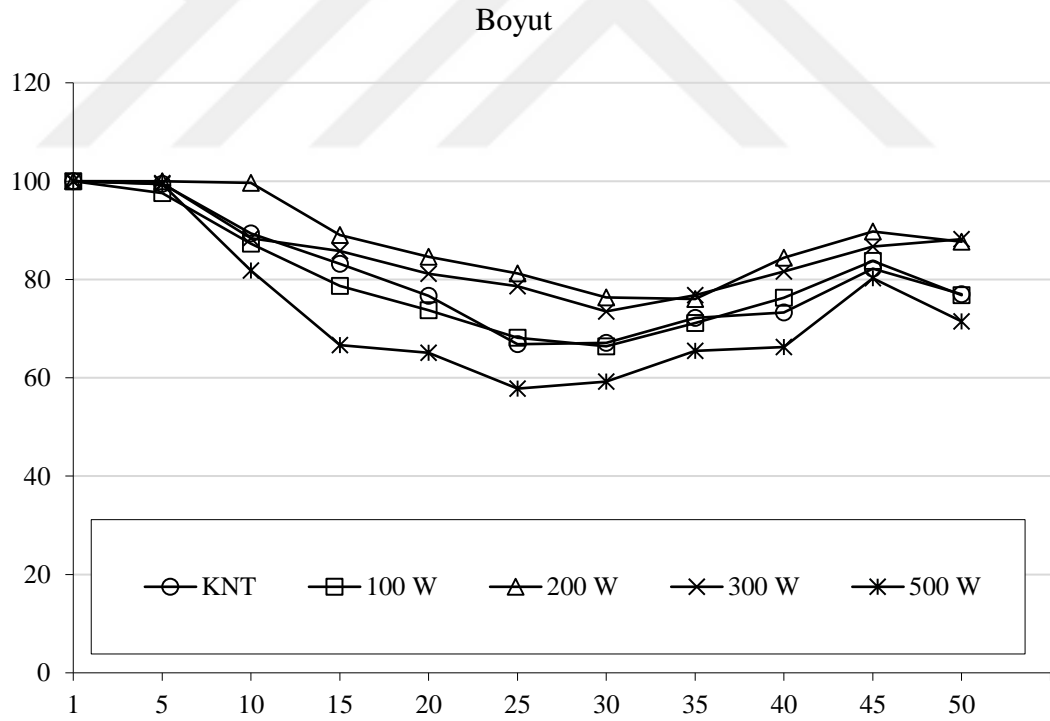
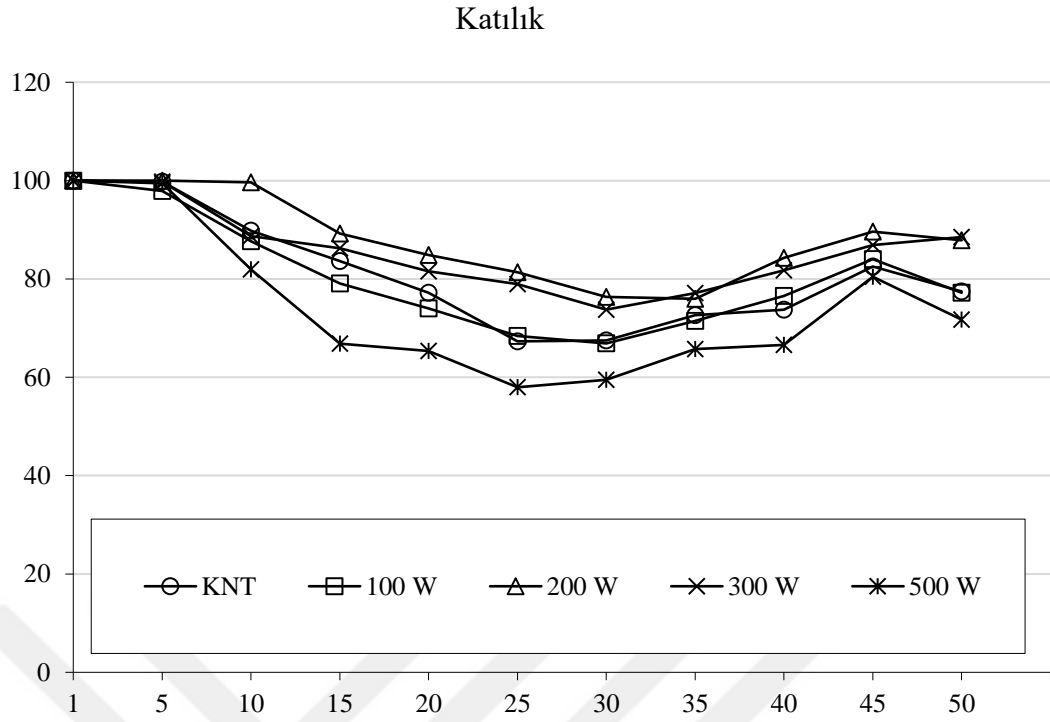
Dış Merkezlilik



Yoğunluk



Şekil 4.24. Ultrases uygulanan beyaz nektarinlerin dış merkezlilik ve yoğunluk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



Şekil 4.25. Ultrases uygulanan beyaz nektarinlerin katılık ve boyut parametrelerinin depolama boyunca % değişimi

4.3. Elektrolize Su Uygulamasının Beyaz Nektarin Kalitesi Üzerindeki Etkinliği

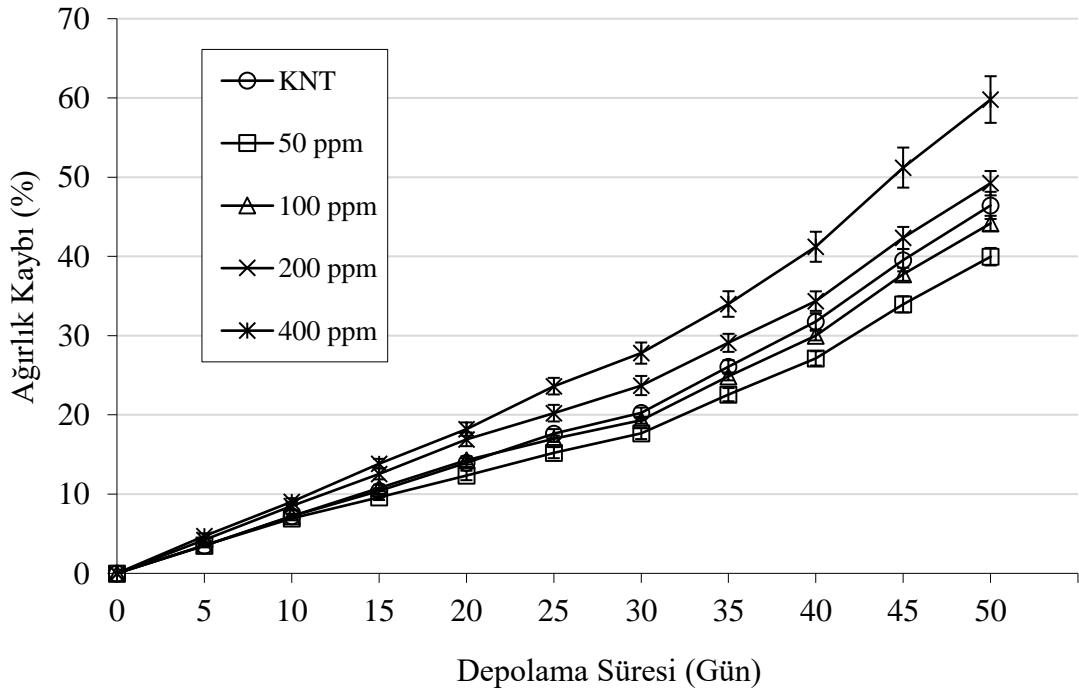
Farklı konsantrasyonlardaki (50, 100, 200 ve 400 ppm) elektrolize su uygulamasının depolama süresince (1., 5., 10., 15., 20., 30. ve 45. gün) beyaz nektarinlerin fiziko-kimyasal kalitesi ve görüntü özellikleri üzerindeki etkisini gösteren analiz bulguları aşağıda sunulmuştur.

4.3.1. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Bulguları

4.3.1.1. Ağırlık Kaybı Oranı

Ağırlık kaybı; meyvelerin solunum ve terlemesiyle doğru orantılı olarak gerçekleşmekte, su kaybı ve suda çözünür kuru madde içeriğinin birlikte değerlendirilmesi ile depolama boyunca önemli bir kalite kriteri olarak kabul görmektedir (Cosme Silva ve ark., 2017).

Beyaz nektarinde depolama boyunca gerçekleşen ağırlık kaybı üzerindeki farklı konsantrasyonlarda elektrolize su uygulamalarının etkisini gösteren grafik Şekil 4.26'da sunulmuştur. Depolama sonunda, en düşük ağırlık kaybının gerçekleştiği grup olan 50 ppm elektrolize su uygulamasında % $39,96 \pm 1,10$ kayıp meydana gelmiştir. Diğer uygulama grupları için ağırlık kaybı oranları; 100 ppm (% $44,17 \pm 0,96$), KNT (% $46,30 \pm 1,59$), 200 ppm (% $48,32 \pm 1,33$) ve 400 ppm (% $59,80 \pm 2,94$) şeklinde sıralanmıştır.



Şekil 4.26. Elektrolize su uygulamasının beyaz nektarinlerin ağırlık kaybı üzerine etkisi

Bu sonuçlar ışığında; 200 ppm ve 400 ppm elektrolize su uygulamalarında, yüksek konsantrasyona bağlı olarak KNT örneklerinden daha fazla ağırlık kaybı gerçekleştiği görülmektedir. Özellikle 400 ppm konsantrasyonunun okside edici etkisi nedeniyle hücre çeperlerine zarar vererek su kaybını hızlandırdığı düşünülmektedir. Lin ve ark. (2006) tarafından uzun süreli yüksek konsantrasyonda elektrolize su uygulamalarının meyve ve sebzelerde yüzey hasarına ve kimyasal yanıklara sebep olduğu bildirilmiştir. Genel olarak, elektrolize su uygulaması meyve ve sebzelerin kalitelerinin muhafazasında ve raf ömrünün uzatılmasında faydalı olmaktadır (Güneş ve Turan, 2017). 50 ppm ve 100 ppm konsantrasyonları KNT örneklerine kıyasla daha olumlu sonuçlar vermiş olup, 50 ppm elektrolize su uygulaması depolama boyunca beyaz nektarinlerin kalitesinin korunmasında ağırlık kaybı açısından en uygun parametre olarak saptanmıştır.

4.3.1.2. pH Tayini

pH değeri, asitliğin bir ölçüsü olarak değerlendirilmekte ve organik asit kompozisyonu ile birlikte meyvelerin duyu özellikleri üzerinde etkili olmaktadır (Colaric ve ark., 2005).

Farklı konsantrasyonlarda elektrolize su uygulamalarının beyaz nektarinde depolama boyunca değişen pH değeri üzerindeki etkisi Çizelge 4.15'te verilmiştir. Beyaz nektarinlerde depolama başlangıcında pH değeri 3,514 iken, depolama sürecinde organik asitlerin tüketilmesiyle depolama sonunda artış göstererek mikroperfore ambalajlı gruplarda 4,250 seviyelerine kadar yükselmiştir. Ayrıca, ambalajlanmadan depolanan bir grup beyaz nektarin (KNT-1) çalışma kapsamına dâhil edilerek perakende satış koşullarının pH üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. KNT-2 grubunda depolama sürecinde yüksek su kaybı sonucu organik asit konsantrasyonunun artmasından kaynaklandığı düşünülen etkiyle, pH artışı sadece 3,950 seviyesine kadar gerçekleşmiştir.

Depolama sonunda, mikroperfore ambalajlı örnekler arasında 4,251 ile en düşük pH değeri 50 ppm elektrolize su uygulamasında belirlenmiştir. Daha sonra, KNT-2 (4,306), 100 ppm (4,331), 200 ppm (4,386) ve 400 ppm (4,506) şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.15. Elektrolize su uygulamasının beyaz nektarınların pH değeri üzerine etkisi

Depolama Süresi (Gün)							
	1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	30. Gün	45. Gün
KNT-1	3,514±0,013 A ^a	3,558±0,002 B ^a	3,584±0,002 C ^{ab}	3,640±0,002 E ^{bc}	3,674±0,004 D ^{cd}	3,749±0,002 E ^d	3,950±0,001 E ^e
KNT-2	3,514±0,013 A ^a	3,573±0,002 B ^b	3,658±0,010 B ^c	3,756±0,008 CD ^d	3,865±0,021 B ^e	4,039±0,016 CD ^f	4,306±0,008 CD ^g
50 ppm	3,514±0,013 A ^a	3,592±0,009 AB ^b	3,677±0,009 B ^c	3,719±0,015 D ^{cd}	3,775±0,019 C ^d	3,986±0,014 D ^e	4,251±0,010 D ^f
100 ppm	3,514±0,013 A ^a	3,632±0,003 A ^b	3,767±0,005 A ^c	3,832±0,005 AB ^d	3,937±0,008 A ^e	4,068±0,013 C ^f	4,331±0,009 CB ^g
200 ppm	3,514±0,013 A ^a	3,638±0,013 A ^b	3,764±0,009 A ^c	3,804±0,004 BC ^c	3,932±0,006 A ^d	4,150±0,016 B ^e	4,386±0,005 B ^f
400 ppm	3,514±0,013 A ^a	3,638±0,009 A ^b	3,777±0,004 A ^c	3,885±0,006 A ^d	3,990±0,011 A ^e	4,244±0,003 A ^f	4,506±0,004 A ^g

A, B, C: Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

KNT-1: Ambalajsız Kontrol; KNT-2: Ambalajlı Kontrol

50 ppm elektrolize su uygulamasında depolamayla birlikte pH değişiminin daha yavaş gerekleştiiği görölmektedir. Özellikle depolamanın 10-20. günleri arasındaki pH değişikliğinin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Bu durumun, 50 ppm uygulamasının beyaz nektarinlerin solunum hızını düşürmesi sonucu pH stabilitesini artırdığı şeklinde yorumlanması mümkündür. Destek niteliğindeki literatür bilgilerinde, elektrolize su uygulamasının meyve yüzeyindeki hücrelerde hücre zarı potansiyelini ve hidrojen iyonu konsantrasyonlarını değiştirebileceği belirtilmekte ve böylece metabolitlerin taşınması etkilenecek ve hücre içi enzim aktiviteleri inhibe edilerek etilen üretimi ve metabolik hızın düşürülebileceği bildirilmektedir (Zhou ve ark., 2012).

İstatistiksel analizlerde, grup x depolama interaksyonu önemli bulunmuştur ($p<0,05$). 100 ppm elektrolize su uygulaması istatistiksel olarak kontrolle benzer sonuçlar verirken, 200 ppm ve 400 ppm elektrolize su uygulamaları kontrole göre daha olumsuz sonuçlar vermiştir. Yüksek konsantrasyona bağlı solunum hızının artmasıyla birlikte organik asit tüketiminin de arttığı düşünölmektedir (Lee ve ark., 2013). 50 ppm grubu, depolama sonunda kontrolden daha düşük pH derecesine sahip olsa da, bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

4.3.1.3. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini

Suda çözünür kuru madde konsantrasyonunun, titrasyon asitliği ve meyve eti sertliği parametreleri ile birlikte tüketici tarafından meyve kalitesinin algılamasında etkili olan önemli fiziko-kimyasal kalite kriterlerinden biri olduğu literatürde belirtilmektedir (Di Vaio ve ark., 2008).

Farklı konsantrasyonlarda elektrolize su uygulaması gerçekleştirilmesi ile beyaz nektarinlerin suda çözünür kuru madde (briks) değerinde depolama boyunca meydana gelen değişimler Çizelge 4.16’da verilmiştir. Depolamanın başlangıç briksi % 12,38 olan beyaz nektarinlerde depolamanın sonunda mikroperfore ambalajlı numunelerde briks değeri ortalama % 10,8 civarına kadar gerilemiştir. Bir grup beyaz nektarin numunesi (KNT-1) ambalajsız olarak depolanmış ve analize dâhil edilmiştir. Perakende koşullarını yansıtmaması amaçlanan bu grupta briks değeri artış trendi sergileyerek % 13,43 seviyelerine yükselmiştir. Depolama sürecinde ambalajlı numunelere kıyasla su kaybının çok fazla olması suda çözünür kuru madde konsantrasyonunda artışa sebep olduğu ve bu etkinin sonuçlara yansıdığı görölmektedir.

Çizelge 4.16. Elektrolize su uygulamasının beyaz nektarınların suda çözünürlük kuru madde (briks) değeri üzerine etkisi

	Depolama Süresi (Gün)						
	1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	30. Gün	45. Gün
KNT-1	12,38±0,06 A ^a	12,68±0,05 A ^{ab}	12,95±0,25 A ^{abc}	12,83±0,02 A ^{abc}	12,85±0,03 A ^{abc}	13,20±0,04 A ^{bc}	13,43±0,08 A ^c
KNT-2	12,38±0,06 A ^a	12,25±0,11 AB ^a	12,18±0,02 B ^a	12,03±0,07 B ^{ab}	11,61±0,01 BC ^{bc}	11,15±0,09 BC ^{cd}	10,79±0,04 C ^d
50 ppm	12,38±0,06 A ^a	12,41±0,03 AB ^a	12,13±0,02 B ^{ab}	12,01±0,04 B ^{ab}	11,80±0,03 B ^{bc}	11,45±0,03 B ^c	11,40±0,16 B ^c
100 ppm	12,38±0,06 A ^a	12,15±0,09 B ^{ab}	12,01±0,04 BC ^{ab}	11,71±0,12 BC ^{bc}	11,40±0,25 BC ^{cd}	10,91±0,11 C ^d	11,00±0,04 BC ^d
200 ppm	12,38±0,06 A ^a	12,00±0,11 B ^{ab}	11,78±0,05 BC ^{bc}	11,48±0,03 C ^{cd}	11,23±0,09 C ^{de}	10,90±0,07 C ^{ef}	10,71±0,04 C ^f
400 ppm	12,38±0,06 A ^a	12,00±0,23 B ^{ab}	11,53±0,10 C ^b	10,68±0,09 D ^{cd}	10,29±0,09 D ^{de}	10,21±0,01 D ^{de}	10,10±0,08 D ^e

A, B, C: Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

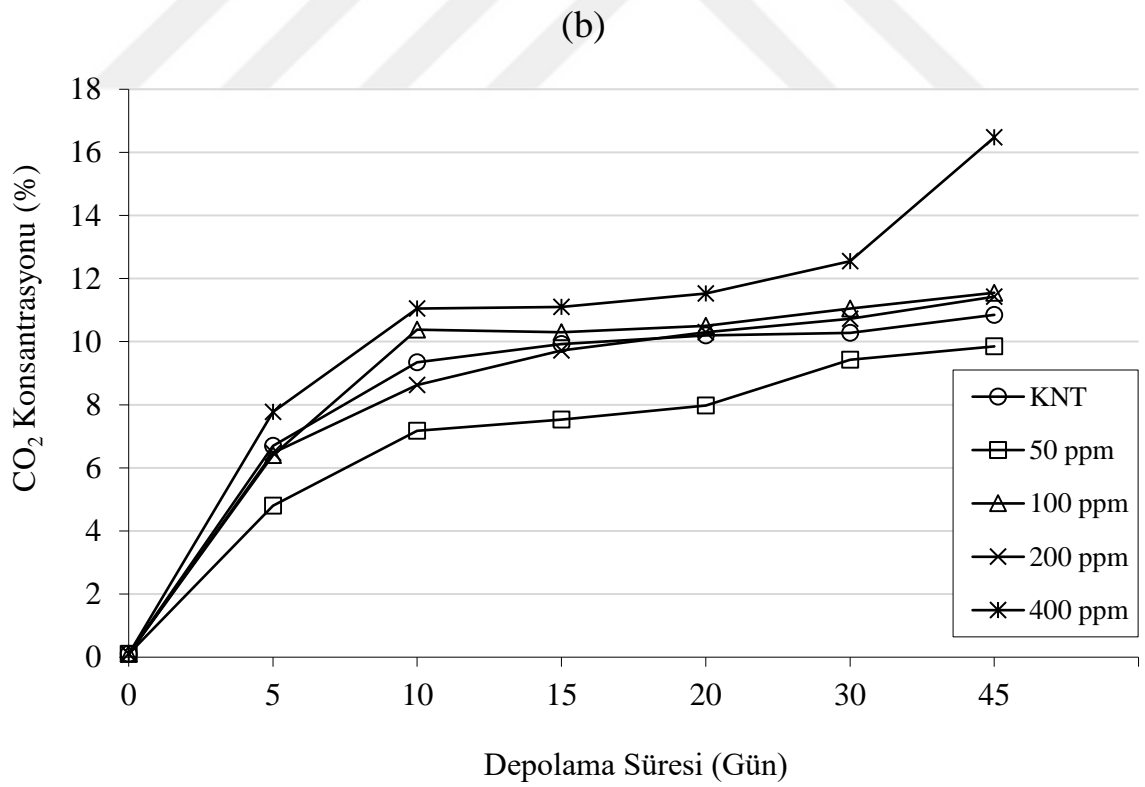
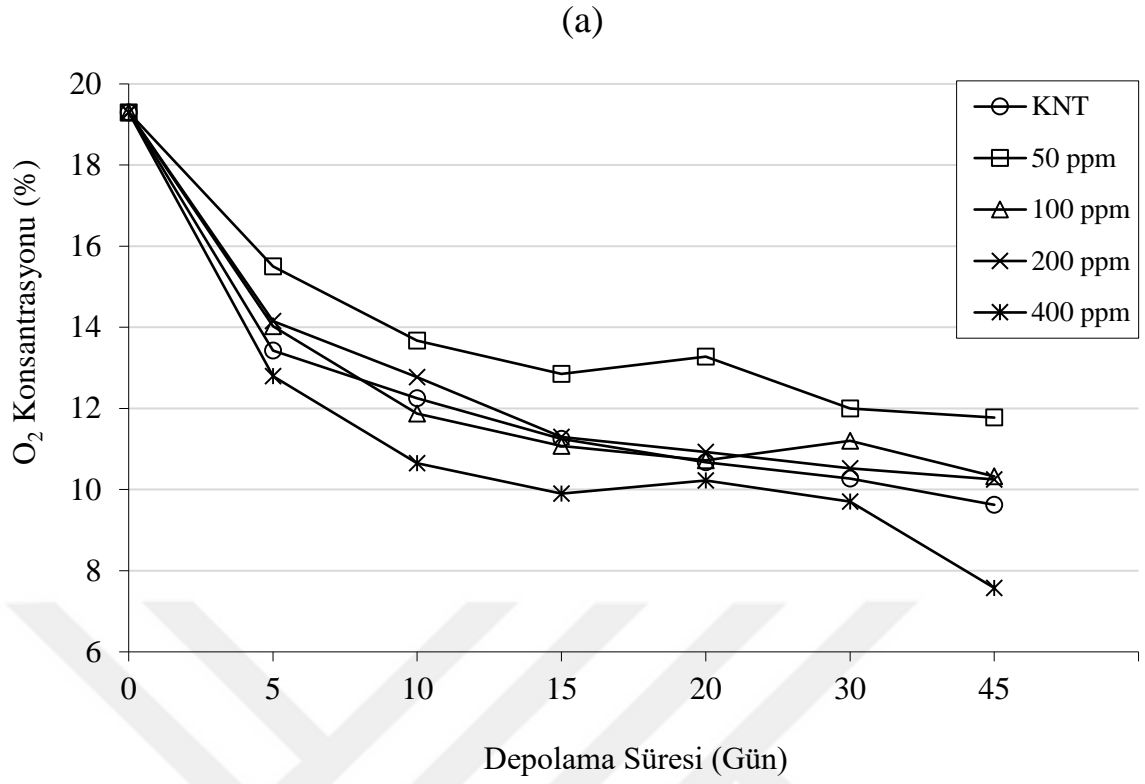
KNT-1: Ambalajsız Kontrol; KNT-2: Ambalajlı Kontrol

Mikroperfore ambalajlı beyaz nektarin grupları kendi içerisinde değerlendirildiğinde, 50 ppm elektrolize su uygulamasının ön plana çıkarak en yüksek değer olan % 11,40 briks değerine sahip olduğu saptanmıştır. Bu grubu 100 ppm (% 11,00), KNT-2 (%10,79), 200 ppm (% 10,71) ve 400 ppm (% 10,10) grupları takip etmiştir. Gözlenen briks değeri azalması, hasat sonrası yaşam faaliyetlerinden olan solunumla birlikte meyve bileşimindeki mevcut karbonhidratların hidrolizi sonucu gerçekleşmektedir (Wongmetha ve ark., 2015).

Varyans analizi bulgularına göre, grup x depolama interaksyonu önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Ambalajsız beyaz nektarin grubu (KNT-1) tüm depolama günlerinde diğer gruplardan daha yüksek briks sahip olmuş ve depolamanın 5. gününden sonra 100 ppm, 200 ppm ve 400 ppm gruplarından, depolamanın 10. gününden sonra ise tüm gruplardan istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ($p<0,05$). Sadece ambalajlı gruplar arası ilişkiye göz atıldığında, 100 ppm ve 200 ppm elektrolize su uygulamaları KNT-2'ye göre daha yüksek briks değerleri ile depolama sonuna ulaşsa da istatistiksel olarak benzer bulunmuştur ($p>0,05$). 400 ppm uygulama grubu ise, beyaz nektarinlerin hücre çeperine verdiği hasar ve hızlı metabolik faaliyetler nedeniyle olumsuz bir etki göstermiştir. Diğer tüm gruplardan farklılaşarak dikkat çeken 50 ppm grubu, beyaz nektarinlerin depolama boyunca kalitesinin muhafazasında briks değişimini yavaşlatmak suretiyle fayda sağlamıştır. Genel itibariyle; solunum ile artan CO₂ seviyesi, glikoliz yolu ile indirgen şekerlerin tüketilmesi, şekerlerin kısmi hidrolizi ve/veya ikincil metabolik yol ile doğrudan kullanımı depolama boyunca briks değeri değişimi üzerinde etkili olmuştur (Bodelón ve ark., 2010). Dolayısıyla, fizyolojik aktivitenin yavaşlatılması (50 ppm) ile depolama boyunca briks stabilitesi sağlama imkânı elde edilmiştir.

4.3.1.4. Gaz Konsantrasyonu Analizi

Taze meyve ve sebzelerde hasat sonrası yaşam faaliyetlerinin devam etmesi için (solunum için) oksijene (O₂) gereksinim vardır. Ambalajlanmış ürünlerde metabolizmayı yavaşlatmak ve mikrobiyal bozulmayı geciktirmek için genellikle düşük O₂ ve yüksek CO₂ konsantrasyonuna sahip bir atmosfer istenmektedir (Mangaraj ve Goswami, 2009).



Şekil 4.27. Elektrolize su uygulamasının beyaz nektarinlerin ambalaj içi gaz kompozisyonu üzerine etkisi; a) O₂ konsantrasyonu ve b) CO₂ konsantrasyonu

Pasif modifiye atmosfer oluşturulması amacıyla mikroperfore film kullanılarak ortam koşullarında ambalajlanmış beyaz nektarinlerde ambalaj içi gaz kompozisyonunun (O_2 ve CO_2 konsantrasyonları) farklı konsantrasyonlarda elektrolize su uygulaması ile depolama boyunca değişimini gösteren grafik Şekil 4.27'de göz önüne serilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde; depolamanın 5. gününden itibaren beyaz nektarinlerde pasif modifiye atmosfer dengesi kısmi olarak oluşmuş ve 10. günden sonra ise daha stabil hale gelmiştir. Depolamanın 5. gününde, O_2 konsantrasyonu 50 ppm grubunda yaklaşık % 15 seviyelerinde iken diğer gruplarda % 14 ve altındaki seviyelere düşmüştür. CO_2 konsantrasyonu ise 50 ppm grubunda yaklaşık % 5 seviyelerinde iken diğer gruplarda % 6 ve üstüne çıkmıştır. Pasif modifiye atmosfer dengesi ise yaklaşık olarak % 10-11 O_2 konsantrasyonu ve % 11-12 CO_2 konsantrasyonunda oluşmaktadır.

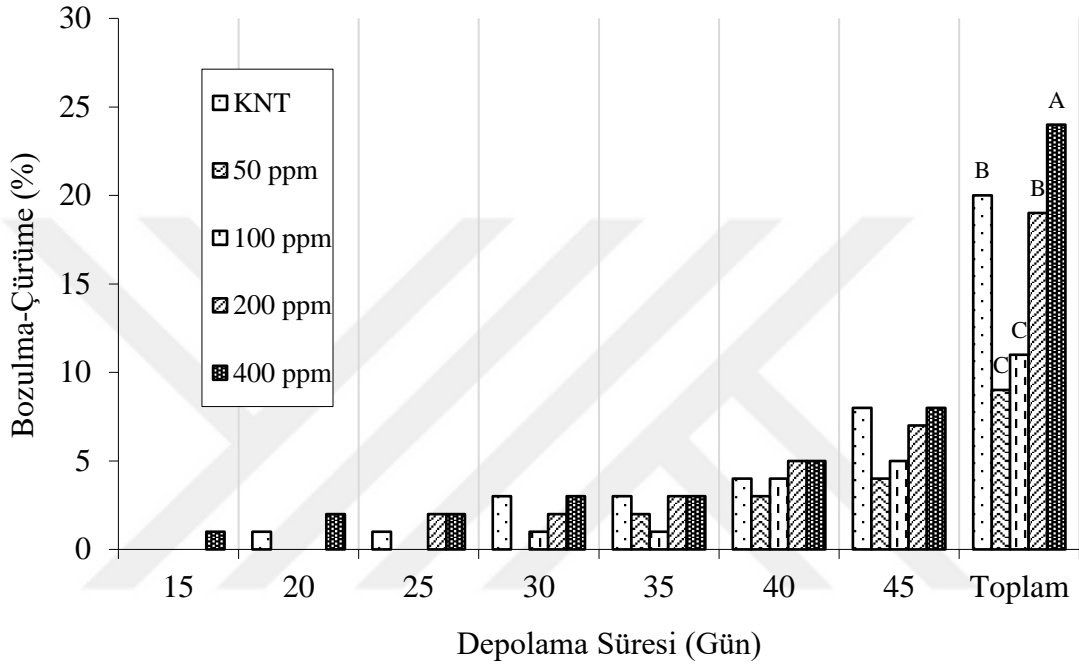
Ambalaj içi gaz kompozisyonunda CO_2 seviyesinin yüksek ve O_2 seviyesinin düşük olması sayesinde; solunum hızı, mikrobiyal gelişim, ağırlık kaybı, etilen üretimi ve dokusal bozulmalar azaltılarak kontrol altına alınabilmektedir (Torrieri ve ark., 2010). O_2 konsantrasyonu bakımından en düşük ve CO_2 konsantrasyonu bakımından en yüksek değerler, depolama boyunca solunumun daha hızlı olması ile O_2 tüketimi ve CO_2 üretiminin daha fazla gerçekleşmesi sonucu 400 ppm elektrolize su uygulamasında tespit edilmiştir. 100 ppm ve 200 ppm uygulama grupları, KNT ile yakın sonuçlar vererek beyaz nektarinlerin solunum hızının düşürülmesi konusunda bir avantaj sağlayamamıştır. Benzer sonuçlar (Hayta ve Aday, 2015) tarafından elde edilmiş ve kirazlarda 200 ppm üzeri elektrolize su uygulamalarının daha hızlı CO_2 üretimi ve O_2 tüketimine neden olduğu belirtilmiştir. 50 ppm elektrolize su uygulaması ise, diğer tüm gruplara kıyasla beyaz nektarinlerde depolama boyunca fizyolojik faaliyetleri ve solunum hızını daha fazla yavaşlatarak daha az O_2 tüketimi ve CO_2 üretimi sağlama konusunda önemli bir etki göstermiştir. Literatürde, nötral elektrolize su ve denge modifiye atmosfer uygulamaları ile solunum oranının azaltılabileceği ve daha yavaş bozulma ve kalite kaybı sağlanabileceği ifade edilmektedir (Gómez-López ve ark., 2007).

4.3.1.5. Bozulma-Çürüme Oranı

Taze meyve ve sebzelerde bozulma temel olarak; besin ve duyuşsal kayıplara neden olan enzimatik ve kimyasal reaksiyonlar ve duyuşsal kayıpların yanı sıra sağlık riskine (patojen olması durumunda) neden olan mikrobiyal çürümeler sonucu gerçekleşmektedir (Labuza ve Szybist, 2008).

Elektrolize suyun farklı konsantrasyonlarındaki çözeltileri ile muamele edilen beyaz

nektarinlerde meydana gelen bozulma-çürüme oranının depolama süresince oluşan seyri Şekil 4.28'de sunulmaktadır. Tüm gruplar için depolama boyunca artış gösteren bir bozulma-çürüme durumu görülürken, en fazla artış depolama sonu toplamında % 26,67 oranı ile 400 ppm grubunda tespit edilmiştir. Daha sonra, sıralama KNT (% 22,22), 200 ppm (% 21,11), 100 ppm (% 12,22) ve 50 ppm (% 10,00) elektrolize su uygulamaları şeklinde gerçekleşmiştir.



Şekil 4.28. Elektrolize su uygulamasının beyaz nektarinlerde bozulma-çürüme durumu üzerine etkisi

200 ppm konsantrasyonunda KNT grubundan biraz daha iyi sonuçlar alınmasına rağmen, uygulama prosedürü ve uygulama maliyeti gibi parametreler göz önünde bulundurulduğunda önemli bir katma değeri olmayacağı söylenebilir. 50 ppm uygulaması biraz daha dikkat çekici olsa da, 50 ppm ve 100 ppm grupları istatistiksel olarak benzer bir etki göstererek uygulama sonrası önemli bir mikrobiyal inaktivasyon sağlamış ve bu durum depolama sonu toplam bozulma-çürüme oranına da yansımıştır.

Bu sonuçlar ışığında; 200 ppm ve 400 ppm konsantrasyonlarının beyaz nektarinlerin muhafazası için yüksek dozlar olduğu belirtilebilir. 200 ppm ve üzeri konsantrasyonların olumsuz etkisinin, yüksek doz elektrolize su bünyesinde bulunan aşırı aktif klor içeriği dolayısıyla fitotoksisite oluşabilmesi ve meyve dokularında hasar ve lekelenmelere neden olabilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Feliziani ve ark., 2016). 50 ppm ve 100

ppm konsantrasyonlarının mikrobiyal gelişmeyi kontrol altına alarak depolama boyunca beyaz nektarinlerde meydana gelen bozulma-çürüme oranının azaltılmasında kullanılabilceği düşünülmektedir. Elektrolize suyun içerdiği aktif klor türleri (özellikle HOCl) mikrobiyal hücre zarına difüze olmakta ve hücreye hem dışarıdan hem de hücre içinden saldırarak enzim inaktivasyonu ve DNA hasarı yoluyla mikrobiyal inaktivasyon sağlamaktadır (Sudheer ve Indira, 2007; Hati ve ark., 2012; Rahman ve ark., 2016)., Şeftaliler üzerinde yapılan bir çalışmada, serbest klor içeriği 290 mg/L olan elektrolize okside su muamelesi ile hasat sonrası kahverengi çürüme 7 güne kadar ertelemiştir (Al-Haq ve ark., 2001).

4.3.1.6. Enstrümental Renk Analizi

İnsan, doğası gereği çevresindeki kararların büyük bir oranını renkle ifade etmektedir. Gıdaların rengi; tat eşiklerini, tatlılık algılamasını, memnuniyet ve kabul edilebilirliğini etkileyerek gıda seçiminde önemli bir rol oynamaktadır. Bireyler üzerinde oluşturduğu etki, diğer duyuşal özelliklerin tanımlanmasına da müdahale ederek genel kabul edilirliliği önemli ölçüde belirlemektedir (Clydesdale, 1993).

Farklı güçlerde ultrases uygulaması ile beyaz nektarinlerde depolama süresi boyunca meydana gelen renk değışimleri (L^* ve a^* değeri) Çizelge 4.17’de sunulmuştur. Depolama sonu en yüksek L^* değeri 73,57 ile 50 ppm elektrolize su uygulamasında elde edilmiştir. Sonraki sıralama; 100 ppm (73,01), KNT (72,65), 200 ppm (71,95) ve 400 ppm (70,22) olarak belirlenmiştir. a^* değeri sıralaması da aynı şekilde 50 ppm (-4,86), 100 ppm (-4,52), KNT (-4,22), 200 ppm (-3,90) ve 400 ppm (-2,93) olarak sonuçlanmıştır. Ayrıca, varyans analizleri her iki renk parametresi için de farklı ozon konsantrasyonları ve depolama günlerinin birlikte etkisi olarak tanımlanan grup x depolama interaksyonunun beyaz nektarinler üzerinde etkili olmadığını ortaya koymuştur ($p>0,05$). Renk parametreleri üzerinde depolama süresinin etkisi dikkat çekici olarak göze çarpmaktadır.

Çizelge 4.17. Elektrolize su uygulamasının beyaz nektarinlerin renk değerleri üzerine etkisi

		Depolama Süresi (Gün)							
		1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün	50. Gün
L* değeri	KNT	72,05±0,45 A ^c	73,21±0,38 A ^{bc}	74,73±0,66 A ^{abc}	75,43±0,70 A ^{ab}	75,84±0,64 A ^a	75,39±0,29 A ^{ab}	74,29±0,43 A ^{abc}	72,65±0,21 AB ^c
	50 ppm	72,05±0,45 A ^c	73,42±0,65 A ^{bc}	74,74±0,45 A ^{ab}	75,66±0,29 A ^{ab}	76,02±0,27 A ^a	75,89±0,60 A ^a	75,03±0,41 A ^{ab}	73,57±0,81 A ^{abc}
	100 ppm	72,05±0,45 A ^c	73,21±0,34 A ^{abc}	74,64±0,36 A ^{abc}	75,50±0,42 A ^{ab}	75,88±0,43 A ^a	75,23±0,52 A ^{ab}	74,45±0,21 A ^{abc}	73,01±0,43 A ^{bc}
	200 ppm	72,05±0,45 A ^{bc}	73,26±0,36 A ^{abc}	74,62±0,34 A ^{ab}	75,44±0,33 A ^a	75,63±0,38 A ^a	75,05±0,38 A ^a	73,65±0,40 A ^{abc}	71,95±0,35 AB ^c
	400 ppm	72,05±0,45 A ^{bc}	73,41±0,49 A ^{ab}	74,64±0,54 A ^{ab}	75,38±0,39 A ^a	75,54±0,50 A ^a	74,79±0,58 A ^a	73,13±0,72 A ^{ab}	70,22±0,45 B ^c
	GENEL	72,05±0,19 ^d	73,30±0,20 ^c	74,68±0,21 ^{bc}	75,49±0,20 ^{ab}	75,78±0,20 ^a	75,28±0,23 ^{ab}	74,14±0,21 ^c	72,21±0,30 ^d
a* değeri	KNT	-17,59±0,18 A ^a	-15,92±0,17 A ^b	-14,09±0,18 A ^c	-11,93±0,25 A ^d	-9,85±0,24 A ^e	-6,86±0,10 A ^f	-5,25±0,09 AB ^g	-4,22±0,09 AB ^g
	50 ppm	-17,59±0,18 A ^a	-15,96±0,21 A ^b	-14,09±0,13 A ^c	-12,19±0,27 A ^d	-10,18±0,25 A ^e	-7,46±0,25 A ^f	-5,87±0,23 A ^g	-4,86±0,11 A ^g
	100 ppm	-17,59±0,18 A ^a	-15,99±0,25 A ^b	-14,11±0,16 A ^c	-12,01±0,28 A ^d	-9,53±0,28 A ^e	-6,81±0,13 A ^f	-5,43±0,15 AB ^g	-4,52±0,12 AB ^g
	200 ppm	-17,59±0,18 A ^a	-15,70±0,34 A ^b	-13,97±0,28 A ^c	-11,67±0,45 A ^d	-9,69±0,33 A ^e	-6,88±0,25 A ^f	-4,97±0,28 AB ^g	-3,90±0,13 AB ^g
	400 ppm	-17,59±0,18 A ^a	-15,63±0,48 A ^b	-13,76±0,31 A ^c	-11,59±0,31 A ^d	-9,30±0,28 A ^e	-6,26±0,48 A ^f	-3,99±0,51 B ^g	-2,93±0,11 B ^g
	GENEL	-17,59±0,07 ^a	-15,83±0,14 ^b	-14,00±0,10 ^c	-11,88±0,17 ^d	-9,76±0,13 ^e	-6,86±0,14 ^f	-5,09±0,17 ^g	-4,21±0,11 ^h

A, B, C: Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Ticari hasat olgunluğunda gerçekleştirilen 1. gün renk analizleri sonucunda, beyaz nektarinlerin 72,05 seviyesinde L^* değerine ve -17,59 seviyesinde a^* değerine sahip olduğu saptanmıştır. Depolamayla birlikte olgunluğun artması beyaz nektarinlerde L^* değerinin depolamanın 20. gününe kadar artış göstermesine ve bu günden itibaren bozulma reaksiyonlarının etkinliğini ile düşüş trendine girmesine neden olmuştur. Aynı zamanda, depolamayla birlikte enzim aktivitesi ve hızlı metabolizma sonucu klorofil pigmentlerinin parçalanması a^* değerinde düşüşle sonuçlanmıştır. Renk parametrelerinde gerçekleşen değişimler görsel olarak görüntü işleme bulguları içerisinde yer alan Çizelge 4.19'da sunulmuştur.

L^* ve a^* değerleri bakımından gruplar arası ilişkiye bakıldığında, 200 ppm ve 400 ppm elektrolize su uygulamalarının renk stabilitesini olumsuz etkilemesi, beyaz nektarin muhafazası için fazla konsantrasyon olarak nitelendirilmesine olanak tanımıştır. 100 ppm grubu ve özellikle 50 ppm grubu kontrole kıyasla daha stabil bir renk sağlayarak depolama boyunca kalite muhafazası konusunda fayda sağlamıştır. Ayrıca, a^* değerinin istatistiksel verileri depolama süresinin son derece etkili olduğunu yansıtmıştır. Depolama süresince her analiz periyodunda beyaz nektarinlerin yeşilliği önemli düzeyde azalmıştır ($p < 0,05$). Vandekinderen ve ark. (2009), elektrolize suyun yüksek konsantrasyonlarının dokulara daha fazla zarar verdiğini ve özellikle a^* değeri artışının enzimatik olmayan esmerleşme ve klorofil pigmentlerinin bozunumundan ileri geldiğini bildirmiştir.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, 400 ppm elektrolize su uygulamasının aşırı konsantrasyona bağlı olarak olumsuz etkiye neden olduğu ve 50 ppm elektrolize su uygulamasının ise fizyolojik aktiviteyi yavaşlatarak klorofil degradasyonu ve bozulma reaksiyonlarının geciktirilmesi suretiyle olumlu etki sağladığı kanısı oluşmuştur. Zhou ve ark. (2012) tarafından şeftalilerde yapılan bir çalışmada, elektrolize su uygulamasının depolama sırasındaki renk değişikliklerini azaltabileceği belirtilmiştir.

4.3.1.7. Tekstür Analizi

Akademik olarak, dokunun kimyasal ve fizyolojik mekanizmalarının çalışılması için; ticari olarak ise, ambalajlama esnasında ürünün kalitesini sağlamak için tekstür parametrelerinin niceliksel olarak belirlenmesi gerekmektedir. Olgunlaşma ve bozulma gibi fizyolojik değişimlerin tam olarak tanımlanabilmesinde tekstürel özelliklerin ortaya konulması fayda sağlamaktadır (Abbott, 2004).

Farklı konsantrasyonlarda uygulanan elektrolize suyun beyaz nektarinlerin sertlik değerleri üzerinde depolama boyunca yaptığı değişim Çizelge 4.18'de izlenmektedir.

Depolamanın ilk gününde 1159,99 gf sertliğe sahip beyaz nektarinler, depolama boyunca yumuşama göstererek 45. gün sonunda mikroperfore film ambalajlı örneklerde ortalama 450-550 gf seviyelerine, ambalajsız örneklerde ise 129,35 gf seviyesine kadar düşmüştür.

Ambalajlanmadan depolanan ve analiz edilen örnekler ile perakende satış koşullarının simüle edilmesi amaçlanmış ve bu sayede ambalajlamanın beyaz nektarinlerin sertliğinin korunmasındaki etkisi göz önüne serilmiştir. 50 ppm elektrolize su uygulaması depolamanın sonunda 581,60 gf ile en yüksek sertlik değerini vermiştir. Ardından, sırasıyla; 100 ppm (506,02 gf), 200 ppm (461,63 gf), KNT-2 (416,29 gf), 400 ppm (355,61 gf) ve KNT-1 (129,35 gf) grupları gelmiştir.

İstatistiksel değerlendirmeler sonucunda, grup x depolama interaksyonu önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Depolamanın 10. gününe kadar tüm gruplar için meyve sertliği stabilitesi korunurken, 15. günden itibaren ambalajsız beyaz nektarinler (KNT-1) ve 400 ppm elektrolize su grubu diğer gruplardan farklılık göstermeye başlamış ve yumuşama hızı artış göstermiştir. Yine tüm gruplar için, 30. gün ile 45. gün değerleri arasında istatistiksel bir fark bulunamamış olması beyaz nektarinlerin maksimum olgunluğa ulaşma süresini 30 gün olduğu şeklinde bir yorum getirilmesini sağlamıştır.

400 ppm elektrolize su konsantrasyonu, yüksek oksidasyon kapasitesi ile beyaz nektarinlerin hücre çeperlerinde zararlanmalara ve depolamayla fazlaca su kaybına neden olarak meyve sertliği bakımından stabilite kaybına yol açmıştır (Batisse ve ark., 1996). Elde edilen verilere göre, 50 ppm elektrolize su uygulaması depolama boyunca beyaz nektarin sertliğinin korunmasında daha etkili olsa da, istatistiksel olarak 100 ppm ve 200 ppm grupları ile arasında fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Kirazlar (Hayta ve Aday, 2015) ve mantarlar (Aday, 2016) üzerinde yapılan çalışmalarda, 50 ppm ve altındaki konsantrasyonların meyve sertliğini muhafaza etmede daha etkili olduğu sonucuna erişilmiştir.

Chen ve ark. (2017) yaptıkları çalışma sonucunda, elektrolize su uygulamasının hücre duvarını parçalayan enzimleri deaktive ederek hücre duvarı bileşenlerinin bozunmasını önlediğini ve yaban mersini yumuşama sürecini geciktirdiği raporlanmıştır.

Çizelge 4.18. Elektrolize su uygulamasının beyaz nektarınların sertlik parametresi üzerine etkisi

	Depolama Süresi (Gün)								
	1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	30. Gün	45. Gün		
KNT-1	1159,99±31,34 A ^a	1115,89±31,73 A ^a	1013,04±58,74 A ^a	662,49±5,81 C ^b	354,88±10,91 C ^c	223,43±1,00 C ^{cd}	129,35±3,14 D ^d		
KNT-2	1159,99±31,34 A ^a	1097,04±31,72 A ^{ab}	1002,56±20,82 A ^{bc}	869,09±11,64 AB ^c	634,89±10,12 B ^d	456,01±14,21 B ^e	416,29±11,15 BC ^e		
50 ppm	1159,99±31,34 A ^a	1142,05±26,80 A ^a	1049,71±16,75 A ^{ab}	970,24±28,55 A ^{bc}	855,52±17,24 A ^c	688,84±11,24 A ^d	581,60±20,37 A ^d		
100 ppm	1159,99±31,34 A ^a	1105,88±21,80 A ^{ab}	1029,58±22,13 A ^{bc}	924,16±24,05 AB ^c	730,42±15,13 AB ^d	637,10±14,60 A ^{de}	506,02±23,22 AB ^e		
200 ppm	1159,99±31,34 A ^a	1108,29±15,31 A ^{ab}	1019,62±15,65 A ^{bc}	888,49±22,94 AB ^c	655,00±10,96 B ^d	588,74±17,84 A ^{de}	461,63±12,72 ABC ^e		
400 ppm	1159,99±31,34 A ^a	1078,00±18,40 A ^{ab}	990,12±24,16 A ^b	847,28±13,04 B ^c	624,96±16,58 B ^d	462,98±6,22 B ^e	355,61±14,78 C ^e		

A, B, C: Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

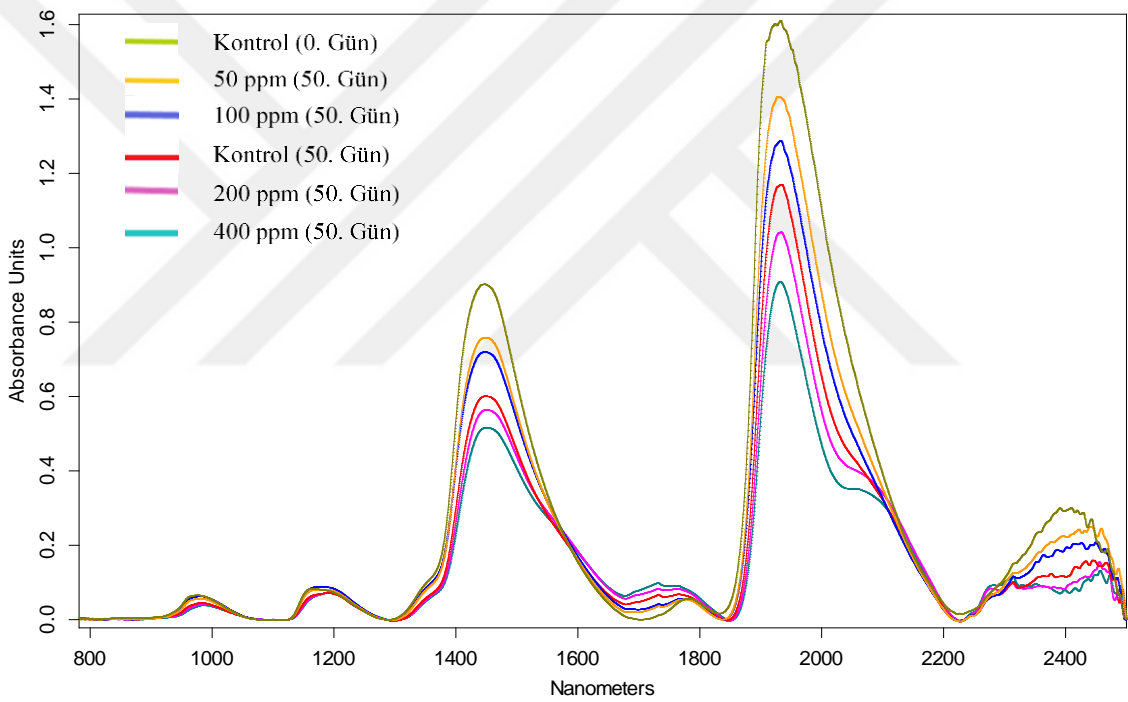
a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

KNT-1: Ambalajsız Kontrol; KNT-2: Ambalajlı Kontrol

4.3.1.8. FT-NIR Spektraları

Yakın kızıl ötesi spektroskopisi, beyaz nektarinlere herhangi bir hasar vermeden, hızlı ve tekrarlanabilirliği yüksek bir kalite kontrol tekniği olarak kullanılmaktadır (Manley, 2014). Beyaz nektarinlerin sahip olduğu yüksek su içeriğini (O-H grubu) belirleme konusunda net sonuçlar elde edilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlere ait depolama sonu FT-NIR spektraları Şekil 4.29'da görülmektedir.

Spektralar incelendiğinde, depolama başındaki absorpsiyon değerlerinin tüm gruplar için düşüş yaşadığı ve depolama sonlarında daha düşük absorpsiyonlar elde edildiği görülmüştür. En yüksek pikler 1490 ve 1950 nm dalga boylarında elde edilmiş olup, bu pikler su bileşeninin absorpsiyon değerini göstermektedir (Nicolai ve ark., 2007).



Şekil 4.29. Elektrolize su uygulaması yapılan beyaz nektarinlerde FT-NIR spektraları

Depolama süresi sonunda düşük konsantrasyonlu (50 ve 100 ppm) elektrolize su uygulanan beyaz nektarinler yüksek konsantrasyonlu elektrolize su (200 ve 400 ppm) uygulananlara göre su piklerinin absorpsiyon değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yüksek konsantrasyon elektrolize su uygulamaları ürünlerin dış dokusuna zarar vererek depolama sürecinde daha fazla su kaybetmesine neden olmuştur. Düşük konsantrasyon elektrolize su uygulamaları ise, ürünlerin su muhteviyatının daha uzun süre muhafaza edilmesine olanak sağlamıştır.
























































4.3.2. Görüntü İşleme Bulguları

Teknolojinin hayatımızda yaygınlaşmasının getirilerinden biri olarak veritabanına kaydedilen görüntülerden sayısal veri elde etmek mümkün olmaktadır. Bilgi ihtiyacının karşılanması için nesnelerin renk, şekil ve doku özellikleri kullanılmaktadır. Görüntü işleme sistemleri sayesinde işlem maliyeti düşük ve kaliteli veri alımı sağlanmaktadır (Şaykol ve ark., 2005).

Çalışmanın bu bölümünde, farklı konsantrasyonlarda elektrolize su uygulamasının depolama süresince (1., 5., 10., 15., 20., 25., 30., 35., 40., 45. ve 50. gün) beyaz nektarinlerin görüntü özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu etkinin göz önüne serilmesi amacıyla görüntü işleme çalışması ile segmente edilmiş örnek beyaz nektarin görüntüleri Çizelge 4.19'da sunulmuştur.



Çizelge 4.19. Elektrolize su uygulamasının etkisini gösteren ve görüntü işleme çalışması ile segmente edilmiş örnek beyaz nektarin görüntüleri

		Depolama Süresi (Gün)										
		0. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün	30. Gün	35. Gün	40. Gün	45. Gün	50. Gün
KNT	          											
50 PPM	          											
100 PPM	          											
200 PPM	          											
400 PPM	          											

4.3.2.1. Renk Özellikleri

Beyaz nektarinlerde depolama süresinin farklı uzaylardaki (RGB, HSV, YCbCr, XYZ, $L^*a^*b^*$) renk parametreleri üzerine etkisi Çizelge 4.20’de sunulmuştur. Yapılan varyans analizleri, tüm renk uzayları için tüm renk bileşenlerinin depolama süresinden istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilendiğini ortaya koymuştur ($p<0,001$).

RGB uzayındaki renk bileşenlerinde R değeri depolama süresince artarak 207,86’den 239,82 düzeyine yükselmiştir. Bu artış, istatistiksel anlamda 5. günden sonra önemli hale gelirken, 30. günden sonra önemsizleşmiştir. G ve B değerleri ise, depolamanın 30. gününe kadar yükselme sonrasında ise düşme trendinde olmuştur.

HSV renk uzayında dikkatleri üzerine çeken H değeri depolama boyunca düşüş göstermiştir. Depolamanın başında 0,165 olan H değeri depolama sonunda 0,130 değerine kadar gerilemiştir. S değeri ise depolama sonlarında artış gösterse de depolamanın 30. gününe kadar düşme eğilimi ortaya koymuştur. V değerine göz atıldığında, depolamanın başından (0,820) sonuna (0,940) kadar düzenli bir artış meydana geldiği görülmüştür. İstatistiki veriler; bu artışın 5. günden itibaren önemli olduğu ($p<0,05$), 30. günden sonra ise önemsiz olduğunu ifade etmektedir ($p>0,05$).

YCbCr renk uzayındaki renk bileşenlerinin depolama sürecindeki değişimine odaklanıldığında, Y değerinin yani parlaklığın en yüksek olduğu depolama gününün 30. gün olduğu belirlenmiştir. Cr değeri depolamanın 5. gününden itibaren istatistiksel anlamda önemli hale gelen yükselişini depolama sonuna kadar sürdürmüştür. 136,01 ile başladığı depolama sürecini 147,63 ile tamamlamıştır.

XYZ renk uzayındaki renk bileşenlerinin tamamı düzenli bir artış seyrederek depolamanın 30. gününde en yüksek değerlerine ulaşmış, X değeri için istatistiksel olarak önemli olmasa da tüm değerler düşüşe geçmiştir. Genel anlamda depolamanın 30. gününden sonra renk değerleri değişim yönünün farklılaşması beyaz nektarinlerin olgunlaşmadan bozulmaya doğru geçişine işaret etmektedir.

$L^*a^*b^*$ renk uzayında, depolamanın başlamasıyla birlikte L^* değeri artışı başlamış ve 30. günden sonra tekrar azalma gözlenmiştir. a^* değeri ise, klorofil parçalanma reaksiyonları etkisiyle (Matile ve ark., 1999) son derece istikrarlı bir düşüş trendi (tüm depolama günleri arası $p<0,05$) ile depolama başlangıcında -14,07 iken depolama sonunda -2,02 değerine sahip olmuştur.

Çizelge 4.20. Beyaz nektarinlerde depolama süresinin farklı uzaylardaki (RGB, HSV, YCbCr, XYZ, L*a*b*) renk parametreleri üzerine etkisi

	Depolama Süresi (Gün)									
	1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün	50. Gün		
R	207,86±1,344 ^e	211,02±1,331 ^e	219,82±1,325 ^d	226,20±1,127 ^c	231,20±0,809 ^b	237,98±0,408 ^a	238,64±0,319 ^a	239,82±0,285 ^a	***	
G	207,11±0,832 ^d	207,68±0,731 ^d	212,73±0,790 ^{bc}	214,94±0,553 ^{ab}	214,92±0,446 ^{ab}	217,43±0,389 ^a	213,65±0,503 ^{bc}	211,21±0,694 ^c	***	
B	99,63±1,647 ^d	103,12±1,665 ^d	112,70±1,943 ^c	118,40±1,744 ^{bc}	120,52±1,476 ^{ab}	126,22±1,184 ^a	117,43±1,329 ^{bc}	112,34±1,565 ^c	***	
H	0,165±0,001 ^a	0,161±0,001 ^b	0,156±0,001 ^c	0,149±0,001 ^d	0,142±0,001 ^e	0,136±0,001 ^f	0,133±0,000 ^{fg}	0,130±0,000 ^g	***	
S	0,525±0,006 ^a	0,514±0,006 ^{ab}	0,489±0,006 ^{bc}	0,477±0,006 ^c	0,479±0,005 ^c	0,470±0,005 ^c	0,508±0,006 ^{ab}	0,532±0,007 ^a	***	
V	0,820±0,004 ^e	0,829±0,005 ^e	0,862±0,005 ^d	0,887±0,004 ^c	0,907±0,003 ^b	0,933±0,002 ^a	0,936±0,001 ^a	0,940±0,001 ^a	***	
Y	183,54±0,900 ^d	184,98±0,856 ^d	190,73±0,901 ^c	194,04±0,703 ^b	195,51±0,541 ^b	199,09±0,350 ^a	196,49±0,386 ^{ab}	195,06±0,503 ^b	***	
Cb	80,61±0,358 ^d	81,49±0,376 ^{cd}	82,93±0,483 ^{abc}	83,83±0,499 ^{ab}	84,07±0,454 ^a	84,83±0,416 ^a	81,99±0,472 ^{bcd}	80,30±0,549 ^d	***	
Cr	136,01±0,248 ^g	136,98±0,256 ^g	138,31±0,258 ^f	139,85±0,269 ^e	141,89±0,222 ^d	143,60±0,229 ^c	145,90±0,282 ^b	147,63±0,344 ^a	***	
X	0,507±0,006 ^e	0,519±0,006 ^e	0,563±0,007 ^d	0,591±0,006 ^c	0,608±0,004 ^{bc}	0,640±0,003 ^a	0,628±0,002 ^{ab}	0,623±0,003 ^{ab}	***	
Y	0,591±0,006 ^d	0,599±0,006 ^d	0,639±0,006 ^c	0,662±0,005 ^b	0,670±0,004 ^b	0,696±0,003 ^a	0,676±0,003 ^{ab}	0,665±0,004 ^b	***	
Z	0,209±0,005 ^d	0,219±0,005 ^d	0,252±0,006 ^c	0,272±0,006 ^{bc}	0,279±0,005 ^{ab}	0,301±0,004 ^a	0,270±0,004 ^{bc}	0,253±0,005 ^c	***	
L*	81,28±0,340 ^d	81,73±0,315 ^d	83,88±0,329 ^c	85,05±0,247 ^b	85,48±0,190 ^b	86,78±0,128 ^a	85,77±0,147 ^{ab}	85,20±0,198 ^b	***	
a*	-14,07±0,325 ^h	-12,78±0,331 ^g	-10,91±0,356 ^f	-8,95±0,362 ^e	-6,73±0,265 ^d	-4,76±0,179 ^c	-3,34±0,198 ^b	-2,02±0,239 ^a	***	
b*	52,71±0,408 ^a	51,67±0,427 ^{ab}	49,86±0,543 ^{bc}	48,65±0,556 ^{cd}	48,25±0,501 ^{cd}	47,21±0,452 ^d	50,22±0,502 ^{bc}	51,98±0,575 ^{ab}	***	

* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001 istatistiksel önem düzeyini ifade etmektedir.

a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Farklı konsantrasyonlarda elektrolize su uygulamasının beyaz nektarinlerin RGB renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.30; HSV renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.31; YCbCr renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.32; ; XYZ renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.33 ve $L^*a^*b^*$ renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.34'te verilmiştir.

RGB renk uzayındaki renk bileşenlerinden R değerinde, depolama başlangıcında 50 ppm ve 100 ppm uygulamalarının daha az değişikliğe uğradığı, depolama sonu verilerine göre ise az bir farkla 50 ppm elektrolize su uygulamasının en az değişiklikle depolamayı bitirdiği görülmüştür. G değerine göre yine 50 ppm ve 100 ppm gruplarının depolama başlangıcında avantaj sağladığı, devamında ise inişli çıkışlı izlenen grafikler sonucu net bir ayırım olmadığı belirlenmiştir. B değerinde, depolamanın ortalarına kadar yükselme sonrasında ise azalma eğilimi gözlenmiştir. Bu yükselme sırasında en yüksek değerlere 400 ppm grubunun ulaştığı tespit edilmiştir. XYZ renk uzayındaki renk bileşenleri de RGB ile çok benzer bir değişiklik izlemiştir.

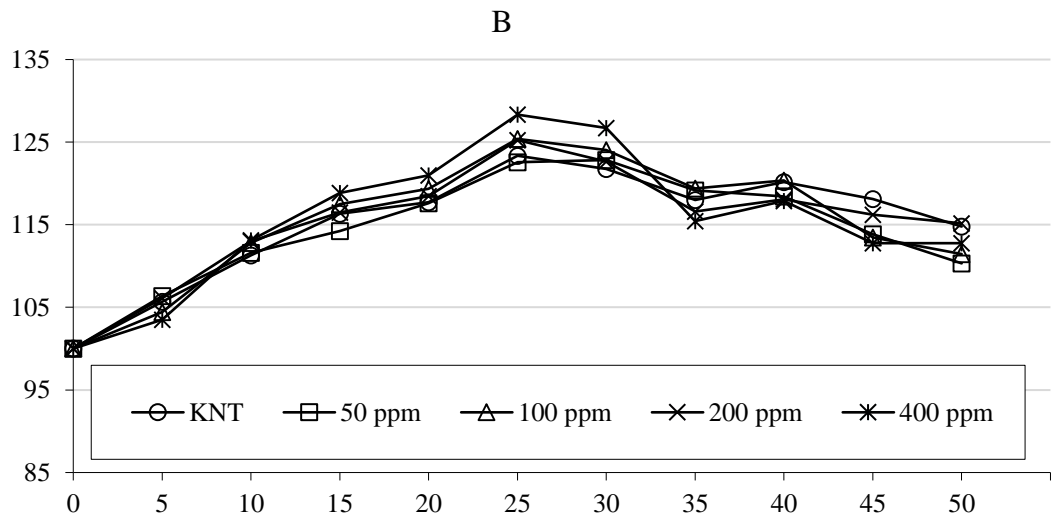
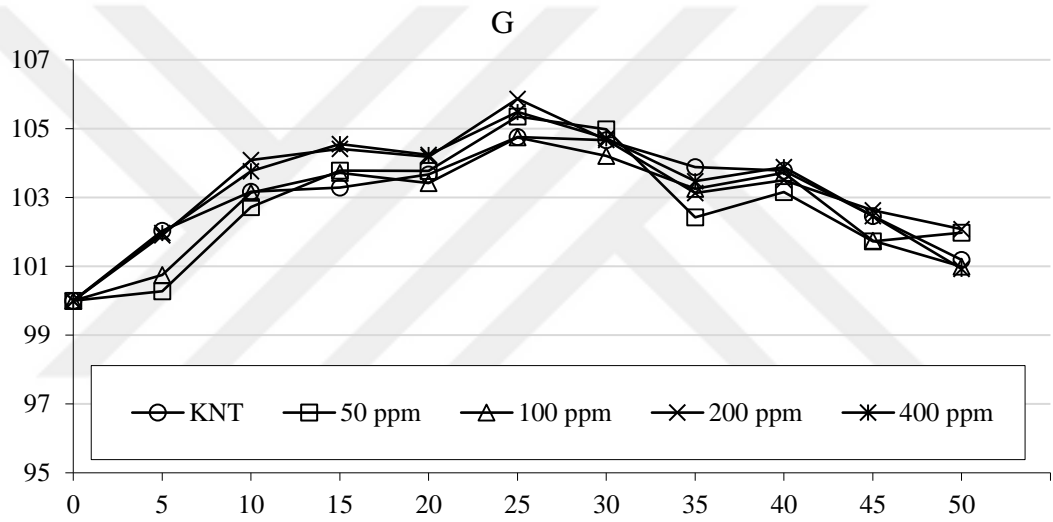
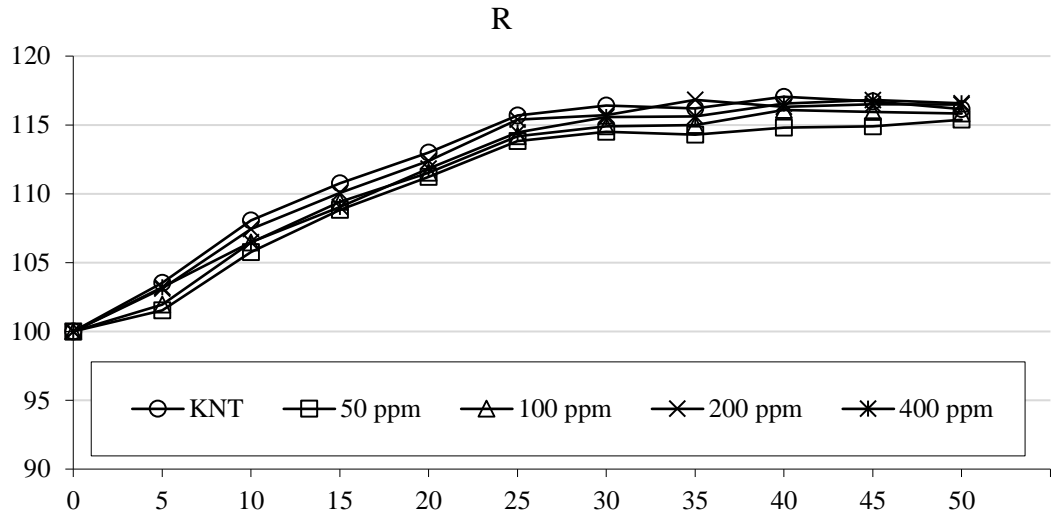
HSV renk uzayına bakıldığında, H parametresi depolama boyunca düşüş göstermiş ve ortalama % 22 oranında azalma göstermiştir. Depolama sonunda çok az bir farkla en az değişim 50 ppm grubunda tespit edilmiştir. S parametresinde ise, önce azalma sonrasında ise yükselme trendi elde edilmiştir. 400 ppm uygulama grubu en fazla düşüş yaşayan grup olarak, 50 ppm grubu ise en stabil grup olarak dikkat çekmiştir. V parametresi, depolama başlangıcında artış göstermiş, depolama ortalarından sonra ise daha stabil bir seyir izlemiştir. Depolama başında ve sonunda en az değişikliğe uğrayan grup 50 ppm grubu olmuştur.

YCbCr renk uzayındaki Y değeri, depolamanın ortalarına kadar artış gösterirken sonrasında bir miktar düşüş meydana gelmiştir. Depolama başlarındaki verilere odaklanıldığında, 50 ppm ve 100 ppm gruplarında bu artışın daha yavaş gerçekleştiği görülmüştür. Cb değerinde, 400 ppm grubu en fazla değişime uğrayan grup, 50 ppm grubu ise en stabil grup izlenimi oluşturmuştur. Cr değeri istikrarlı bir artış grafiği çizmiştir. Depolama boyunca 50 ppm elektrolize su grubuna ait grafik biraz daha düşük değerler izlemiştir.

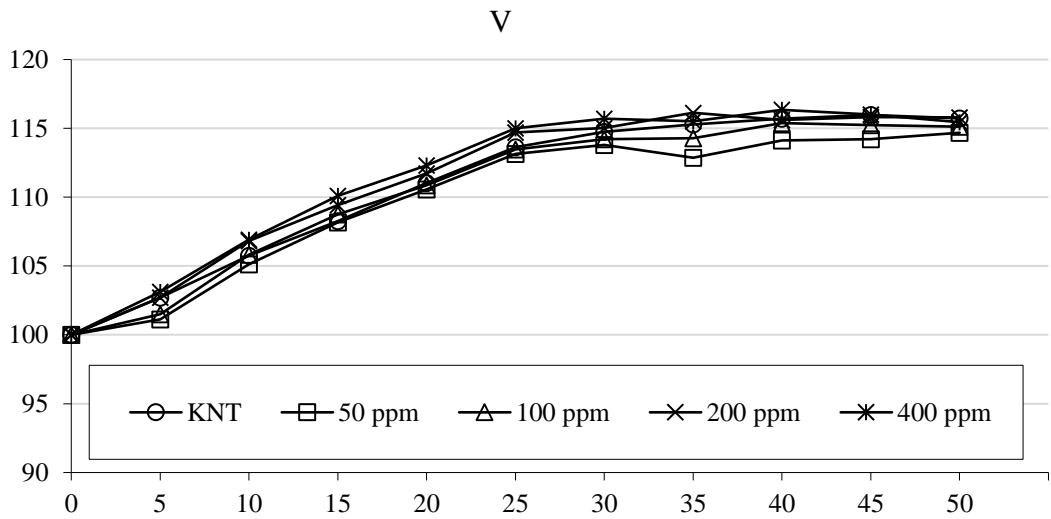
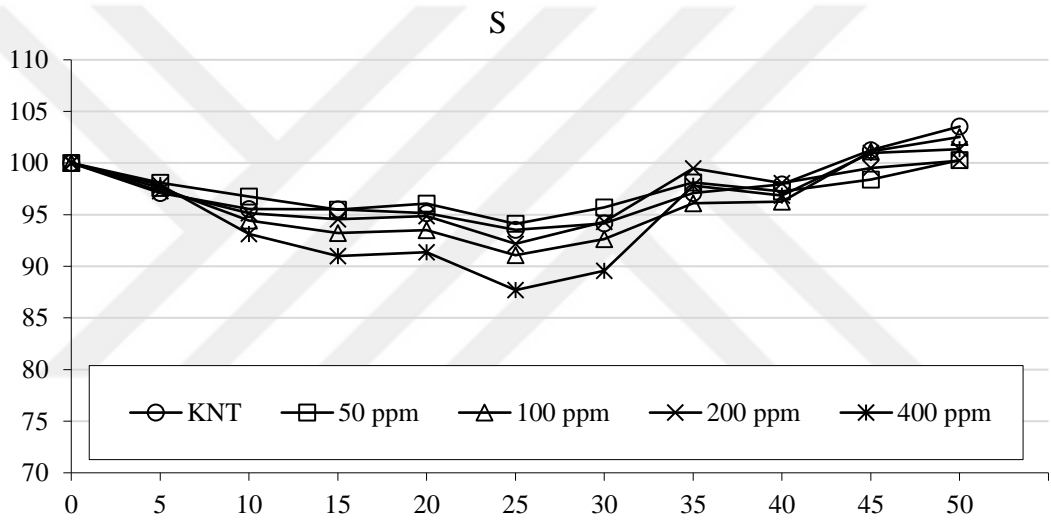
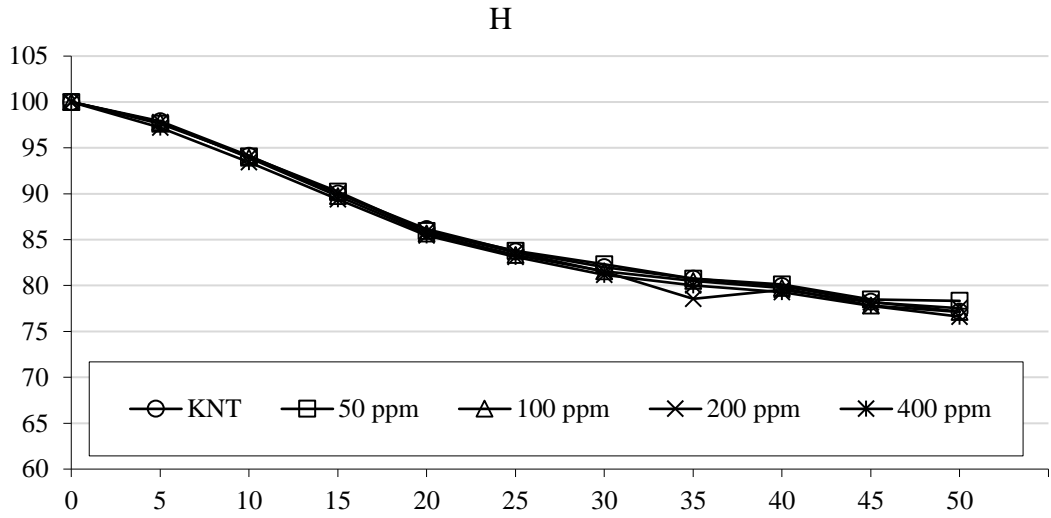
$L^*a^*b^*$ renk uzayında parlaklığı gösteren L^* değeri, YCbCr'deki Y değeri ile; b^* değeri ise, Cb değeri ile aynı değişimleri yaşamışlardır. $-a^*$ değeri, beyaz nektarinlerin depolamayla birlikte yeşilliğini büyük oranda kaybettiğini göstermiştir. Az bir farkla da olsa 50 ppm grubunun en az değişimle depolamayı tamamladığı görülmektedir.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, yüksek konsantrasyon elektrolize su uygulamalarının (200 ppm ve üzeri) beyaz nektarinlerde metabolik reaksiyonları hızlandırarak renk kayıplarının yaşanmasına yol açmıştır (Vandekinderen ve ark., 2009). 50 ppm elektrolize su konsantrasyonu ise, fiziko-kimyasal analiz bulgularında olduğu gibi görüntü işleme çalışmalarında da optimum konsantrasyon olarak belirlenmiş ve en stabil renk sağlayan grup olarak ön plana çıkmıştır.

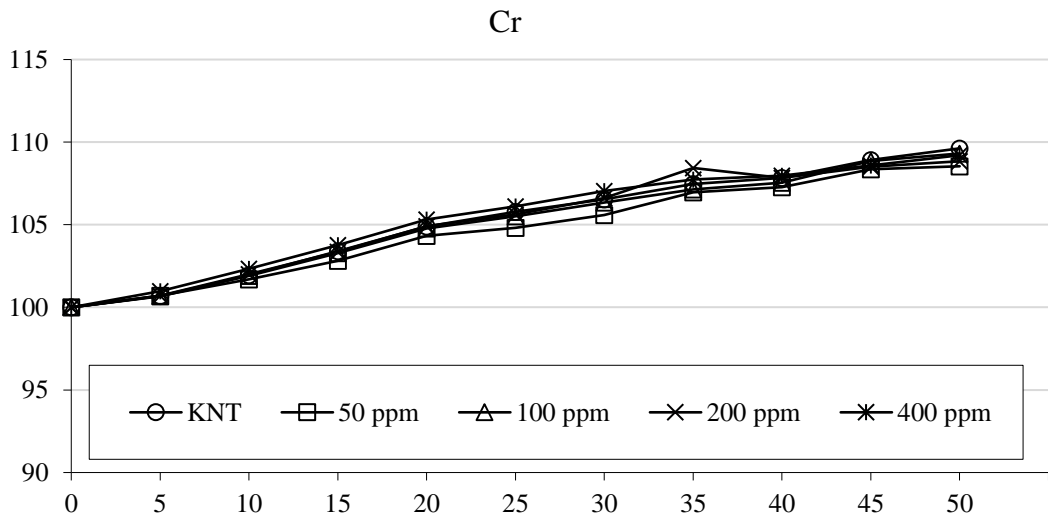
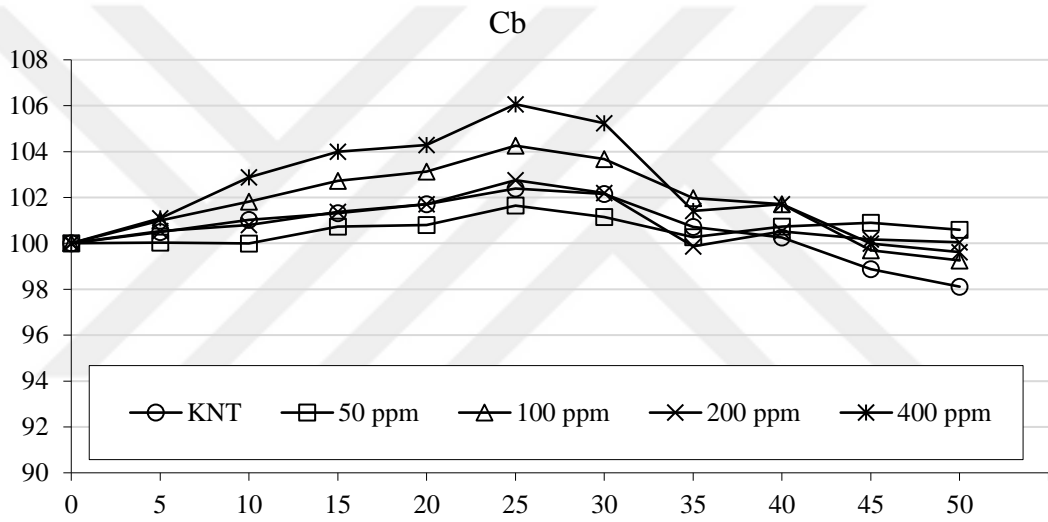
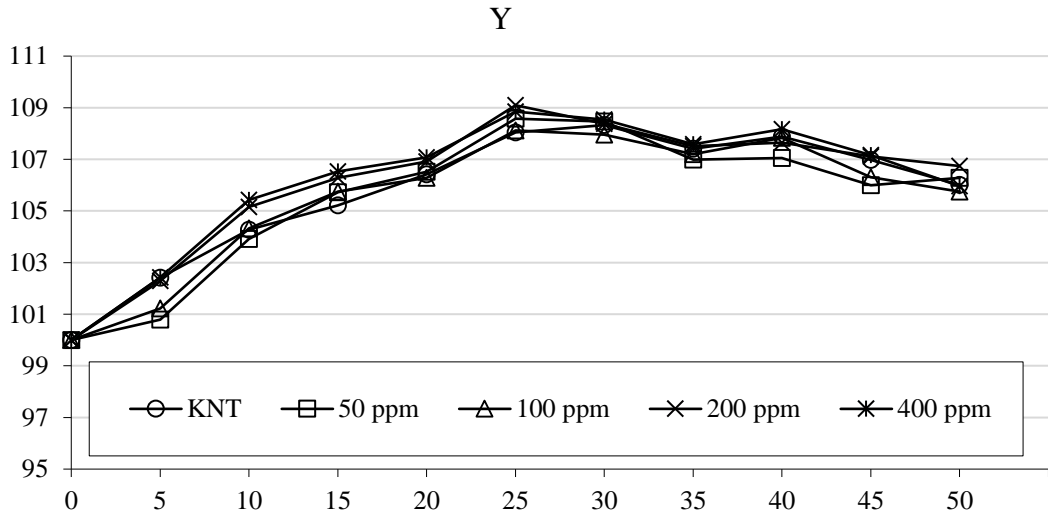




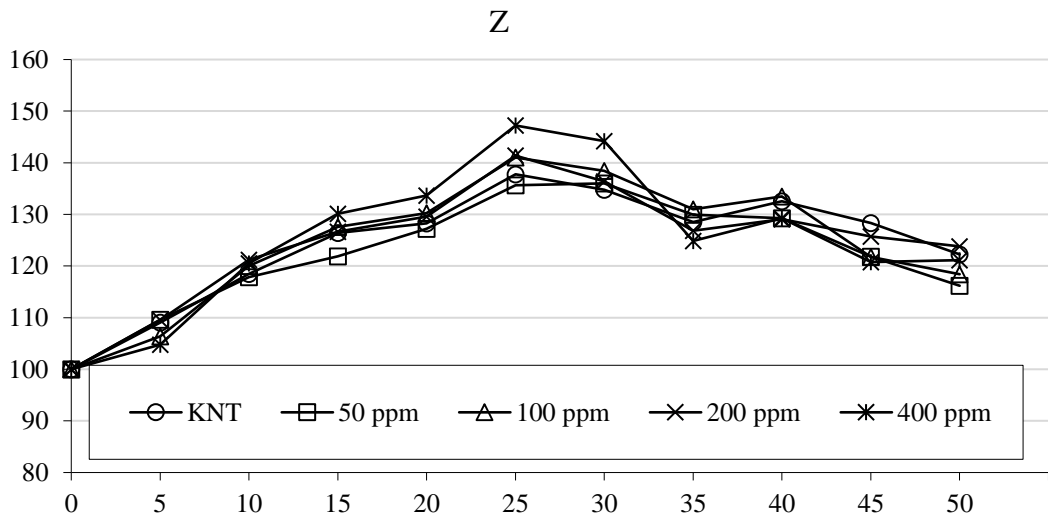
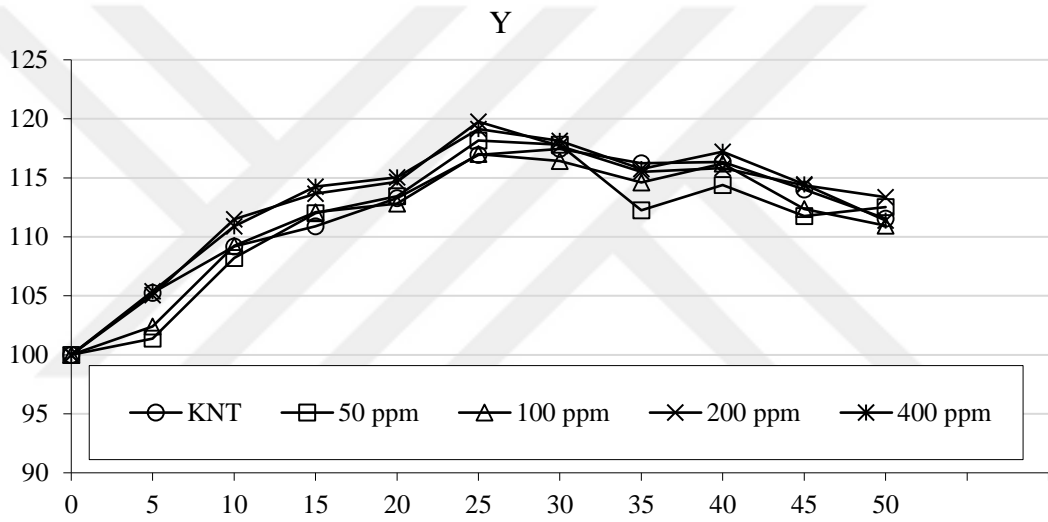
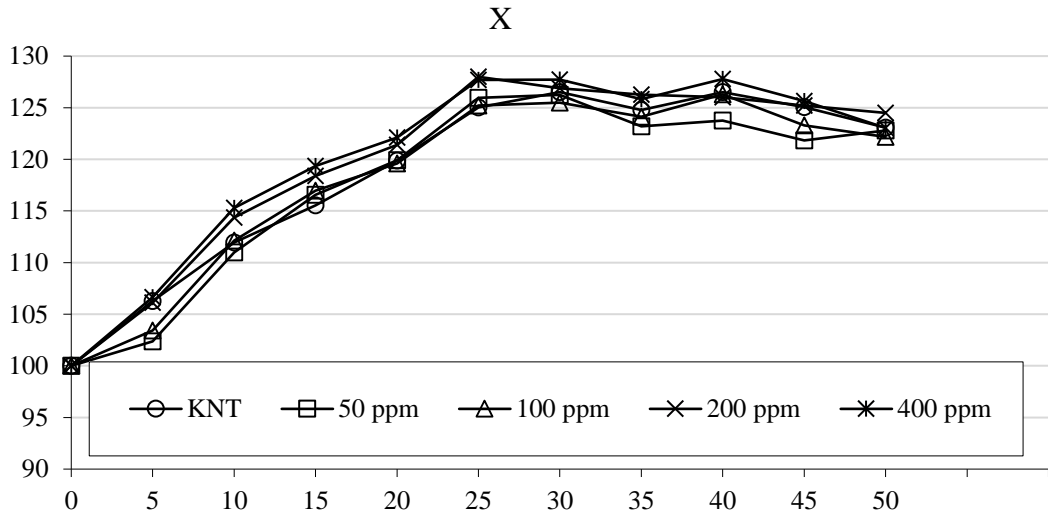
Şekil 4.30. Elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlerin RGB uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



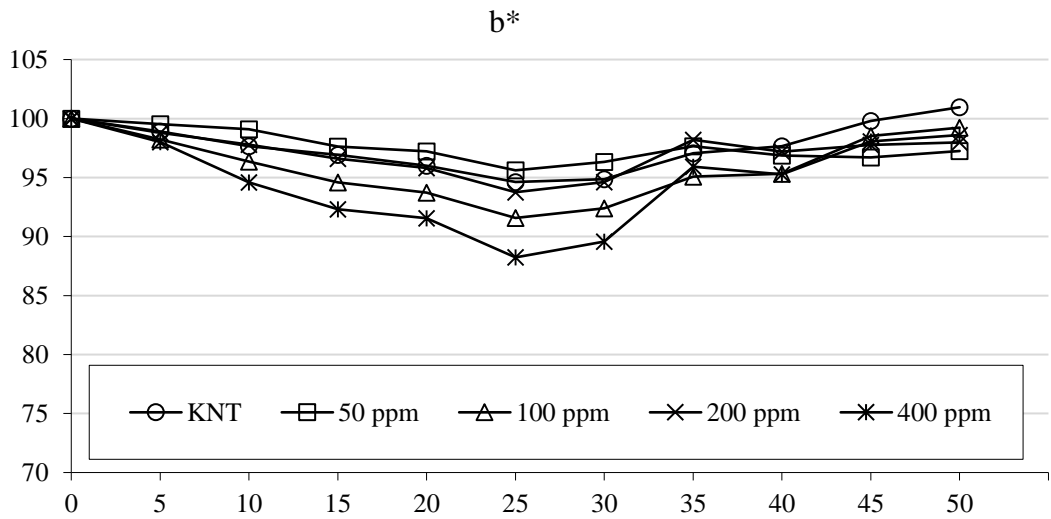
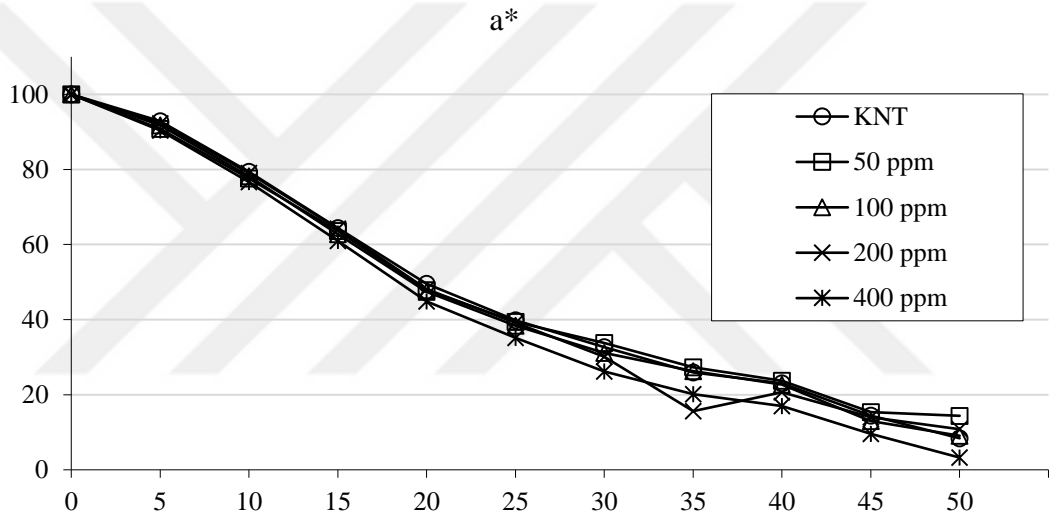
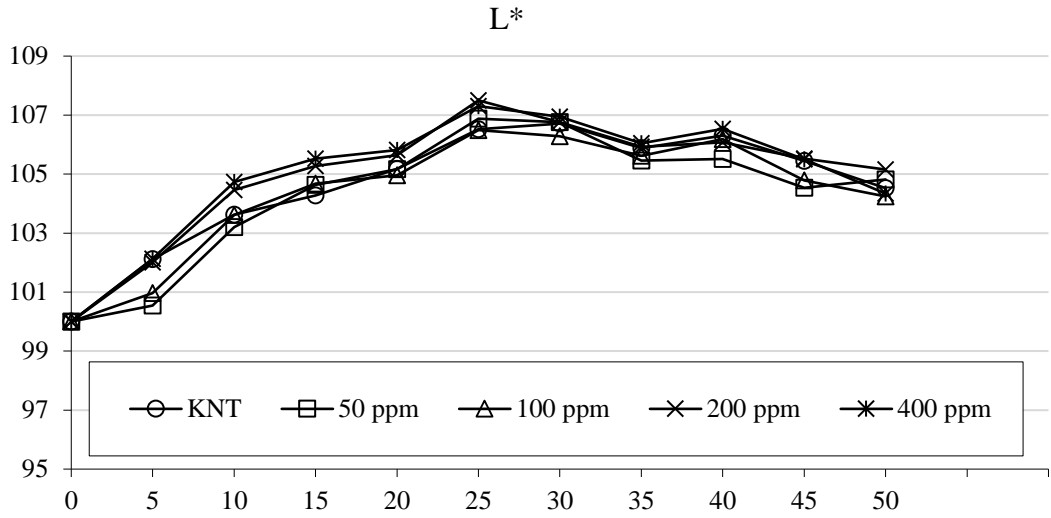
Şekil 4.31. Elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlerin HSV uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



Şekil 4.32. Elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlerin YCbCr uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



Şekil 4.33. Elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlerin XYZ uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



Şekil 4.34. Elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlerin $L^*a^*b^*$ uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi

4.3.2.2. Morfolojik Özellikler

Beyaz nektarinlerde depolama süresinin morfolojik özellikler (alan, konveks alan, çevre, çap, maks. uzunluk, min. uzunluk, dış merkezlilik, yoğunluk, katılık ve boyut) üzerine etkisi Çizelge 4.21’de sunulmuştur. Varyans analizleri ışığında, dış merkezlilik parametresi için depolama süresi etkisinin önemli olmadığı ($p>0,05$), fakat diğer tüm morfolojik özellikler için $p<0,001$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür.

Beyaz nektarinlerin alanı, 2204,79 mm² ile başladığı depolama serüvenine azalarak devam etmiş (sonlara doğru istatistiksel olarak önemsiz bir artış olsa da ($p>0,05$)) ve 1281,64 mm² ile sonuçlanmıştır. Konveks alan parametresi ise, 2218,17 mm² ile başladığı depolamayı istikrarlı bir düşüş göstererek 1705,77 mm² ile tamamlamıştır. Konveks alanın hesaplanması sayesinde, alan parametresinde her ne kadar istatistiksel önemi olmasa da depolama sürecinde meydana gelen şekil bozuklukları kaynaklı hata göz ardı edilebilmiştir.

Çevre verileri dikkate alındığında, 210,75 mm olan başlangıç değeri kademeli bir düşüş sergileyerek depolama sonunda 185,38 mm seviyesine kadar gerilemiştir. Çap verilerinde de benzer bir değişim trendi saptanmış, 52,94 mm olan başlangıç değeri 40,28 mm seviyesinde depolamayı tamamlamıştır.

Beyaz nektarinlerin eksen uzunluklarını ifade eden maks. uzunluk ve min. uzunluk parametreleri, depolamanın hemen başında azalırken sonrasında bir miktar dalgalanma meydana gelmiştir. Depolama başında, 54,19 mm olan maks. uzunluk depolama sonunda 52,38 mm’ye; 51,97 mm olan min. uzunluk ise 50,34 mm’ye gerileme göstermiştir.

Beyaz nektarinlerin dış merkezliliği istatistiksel olarak depolama süresinden etkilenmeyen tek morfolojik parametre olarak kayda geçmiştir ($p>0,05$). Beyaz nektarin görüntülerinin piksel yoğunluğu değeri üzerinde, depolama sonunda istatistiki anlamı olmayan bir artış gözlenirse de, depolama süresinin azaltıcı etkisi hâkim olmuştur. Depolama başındaki değeri 67,63 iken depolama sonunda 56,59 değeri elde edilmiştir.

Katılık ve boyut parametreleri birebir aynı süreci ortaya koymuşlardır. Depolama ile azalan bir grafik çizmişler, fakat depolama sonunda bir miktar artış göstermişlerdir. Depolama sürecine katılık değeri 0,994 ile başlarken boyut 0,793 ile başlamış ve depolama sonunda sırasıyla 0,596 ve 0,751 değerleri elde edilmiştir. Genel itibari ile beyaz nektarinlerin morfolojik özelliklerinde saptanan azalma eğilimi depolama boyunca meydana gelen ağırlık kaybının yansıması olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.21. Beyaz nektarinlerde depolama süresinin morfolojik özellikler üzerine etkisi

	Depolama Süresi (Gün)								
	1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün	50. Gün	
Alan (mm²)	2204,79±33,06 a	2148,66±31,20 a	1913,95±40,51 b	1689,17±46,84 c	1533,88±42,34 c	1139,68±27,83 d	1283,88±35,19 d	1281,64±37,12 d	***
Konveks Alan (mm²)	2218,17±32,37 a	2158,99±31,14 ab	2092,90±29,57 bc	2049,31±29,17 bc	2004,40±27,91 cd	1924,08±26,44 de	1820,48±24,92 ef	1705,77±23,34 f	***
Çevre (mm)	210,75±1,58 a	208,07±1,55 ab	205,09±1,52 abc	202,98±1,53 bcd	200,89±1,49 cd	196,71±1,44 de	191,51±1,37 ef	185,38±1,34 f	***
Çap (mm)	52,94±0,40 a	52,26±0,38 a	49,28±0,53 b	46,24±0,65 c	44,07±0,61 c	38,01±0,47 d	40,32±0,55 e	40,28±0,57 de	***
Maks. Uzunluk (mm)	54,19±0,44 bcd	53,30±0,43 cd	54,28±0,65 bcd	55,85±0,83 bc	56,45±0,80 ab	59,08±0,62 a	55,18±0,62 bc	52,38±0,58 d	***
MİN. Uzunluk (mm)	51,97±0,36 cd	51,36±0,36 cd	52,29±0,56 bcd	53,68±0,72 bc	54,47±0,72 ab	56,84±0,59 a	52,91±0,53 bc	50,34±0,50 d	***
Dış Merkezlilik	0,275±0,011	0,256±0,013	0,256±0,013	0,262±0,014	0,248±0,014	0,261±0,014	0,270±0,014	0,264±0,013	
Yoğunluk	67,63±0,88 a	66,09±0,84 a	60,91±0,75 b	58,43±0,45 c	57,45±0,34 cd	55,02±0,25 d	56,06±0,26 cd	56,59±0,32 cd	***
Katılık	0,994±0,002 a	0,995±0,000 a	0,916±0,017 b	0,828±0,024 c	0,769±0,023 cd	0,595±0,015 e	0,706±0,018 d	0,751±0,019 d	***
Boyut	0,793±0,002 a	0,793±0,002 a	0,728±0,013 b	0,658±0,019 c	0,610±0,018 cd	0,473±0,012 e	0,560±0,014 d	0,596±0,015 d	***

* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001 istatistiksel önem düzeyini ifade etmektedir.

a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Farklı konsantrasyonlarda elektrolize su uygulamasının beyaz nektarinlerde alan ve konveks alan parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.35; çevre ve çap parametreleri üzerine etkisi Şekil 4.36; maks. uzunluk ve min. uzunluk parametreleri üzerine etkisi Şekil 4.37; dış merkezlilik ve yoğunluk parametreleri üzerine etkisi Şekil 4.38; katılık ve boyut parametreleri üzerine etkisi Şekil 4.39'da sunulmuştur.

Alan, çap, katılık ve boyut parametrelerinin her biri diğerine çok benzer bir değişim grafiği oluşturmuştur. Bu parametreler için, gruplar arası değişim birbirine yakın seyretmiş, fakat 50 ppm grubu bir miktar daha az değişim göstermiştir. 400 ppm elektrolize su grubu ise daha büyük bir farkla diğer gruplardan ayrılmış ve en fazla değişikliğe neden olan grup olarak kayda geçmiştir.

Konveks alan ve çevre parametreleri de birbirine benzer bir değişim trendi dolayısıyla birlikte değerlendirmeye alınmıştır. Bu parametrelerin genel grafik seyri dikkate alındığında lineer bir görünüm oluşmuştur. Bu durum, diğer parametrelerde (alan, çap, vs.) bulunan tesadüfi hatalardan arındırılmış bir değişim grafiği izlenimine neden olmuştur. Depolama sonundaki değişim oranlarına göre 200 ppm ve 400 ppm grupları diğerlerinden ayrılarak daha fazla değişimin gerçekleştiğine işaret etmişlerdir. 50 ppm elektrolize su uygulaması ise çok az bir farkla en üstte yer almış ve en stabil grup olmuştur.

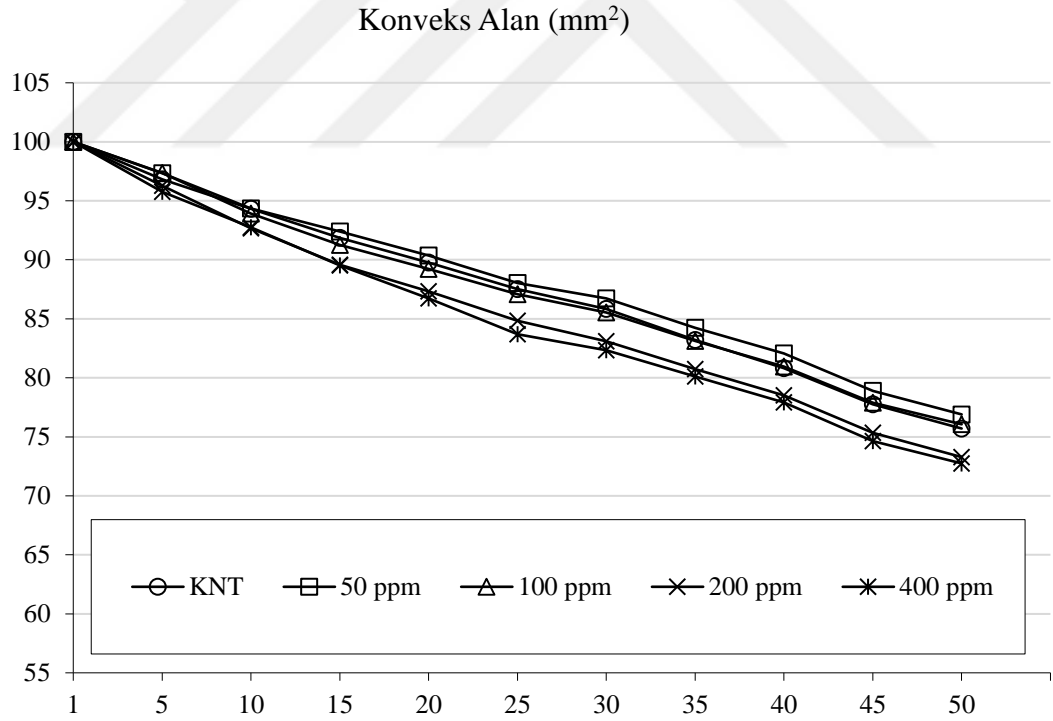
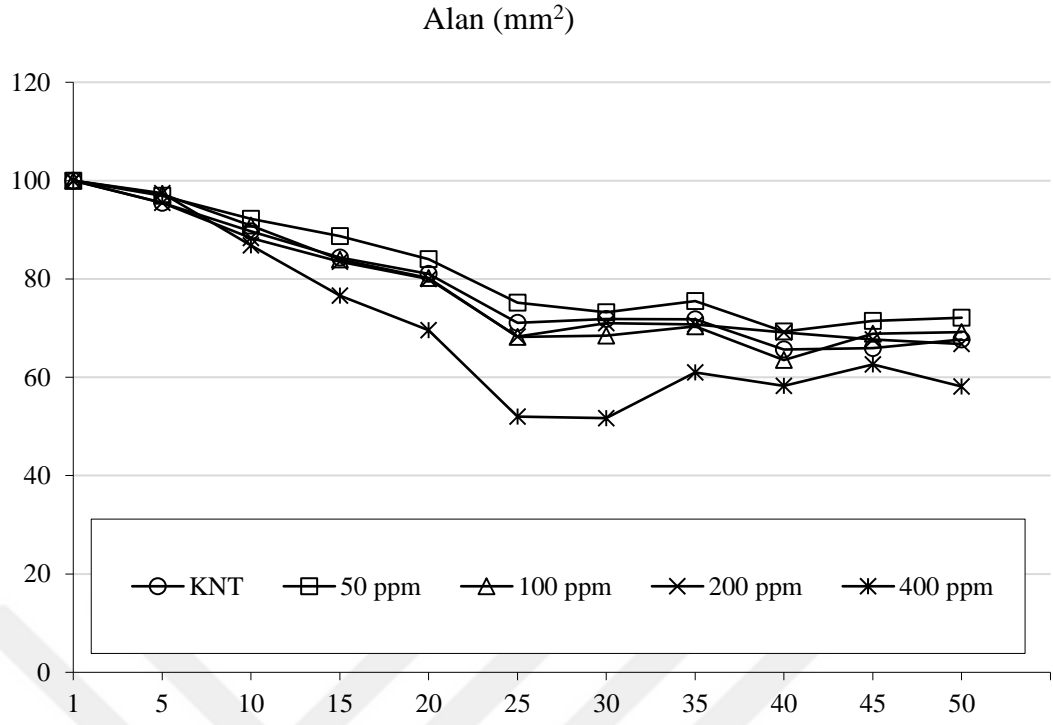
Morfolojik özellikler içerisindeki maks. uzunluk ve min. uzunluk parametrelerinin hesaplanması ile elektrolize su uygulamasının beyaz nektarinlerin eksen uzunlukları üzerindeki etkisi ortaya konulmuştur. 400 ppm grubu dışındaki diğer uygulama ve kontrol gruplarında birbirine yakın bir azalma eğilimi gözlenmiştir. 400 ppm grubu ise hem dalgalı hem de diğer gruplardan ayrılan bir görünüm ortaya koymuştur.

Dış merkezlilik değerleri son derece istikrarsız değişimlerle istatistiksel olarak depolama etkisinin önemsiz olması sonucunu teyit etmiştir. Fakat 50 ppm grubuna dikkat edildiğinde, diğer gruplara nazaran çok daha stabil bir görünüme sahip olmuştur. 100 ppm grubu da 50 ppm'e en yakın grup olarak dikkat çekmiştir. Yoğunluk parametresinde, depolamayla başlayan düşüş depolama ortalarında sabit bir hal almıştır. 50 ppm ve 100 ppm grupları depolama başında, tek başına 50 ppm grubu ise depolama sonunda en az değişikliğin meydana geldiği grup olmuştur.

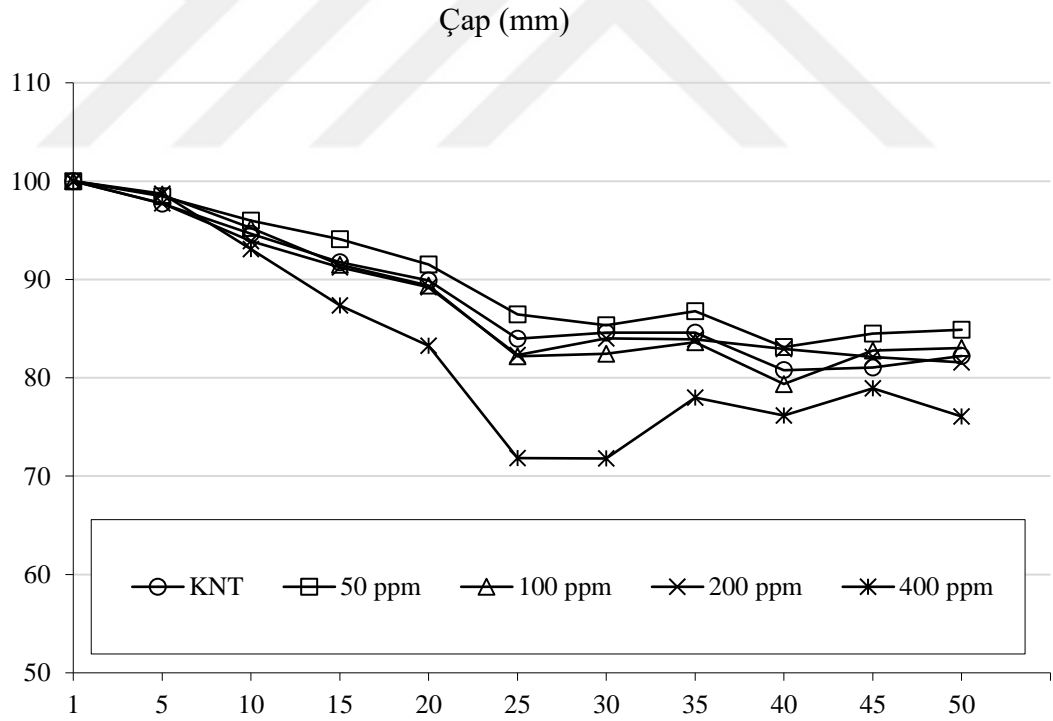
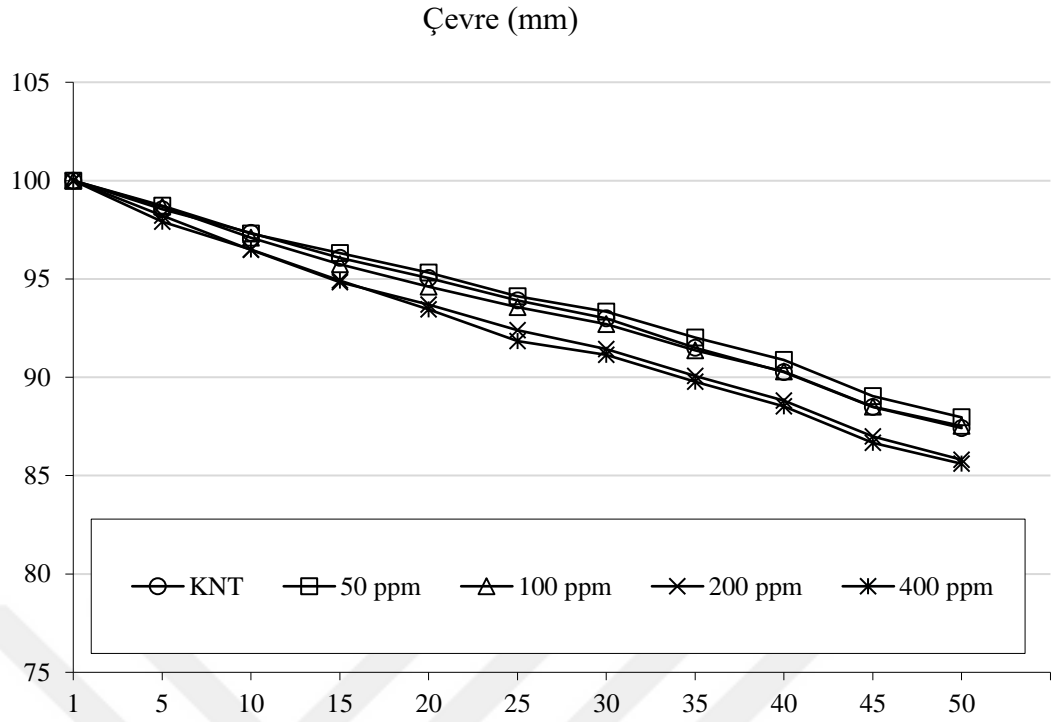
Genel bir değerlendirme yapıldığında, farklı konsantrasyonlardaki elektrolize su uygulama grupları arasındaki farklılıklar görüntü işleme teknikleri ile ayırt edilebilmiştir. Fiziko-kimyasal analiz bulgularında da olduğu gibi 400 ppm grubunun diğer gruplardan önemli bir farkla ayrıldığı belirlenmiştir. Bu durum, yüksek elektrolize su konsantrasyonunun beyaz nektarinlerde neden olduğu hücre çeperi hasarı (Lin ve ark., 2006;

Feliziani ve ark., 2016) ve oksidatif strese bağlı hızlı metabolizma (Hayta ve Aday, 2015) sonucu ağırlık kaybını artmış olmasından kaynaklanmaktadır. 50 ppm konsantrasyonu ise şekil ve boyutsal küçülmeleri geciktirerek beyaz nektarinler üzerinde hasat sonrası kaliteyi koruyucu etkisiyle ön plana çıkmıştır.

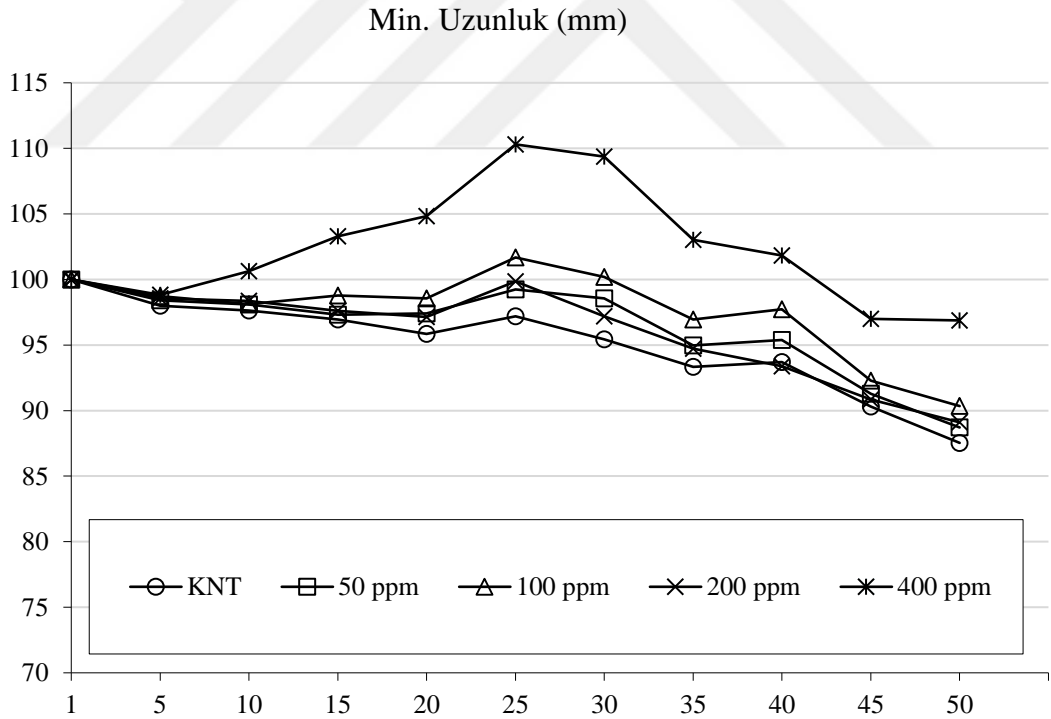
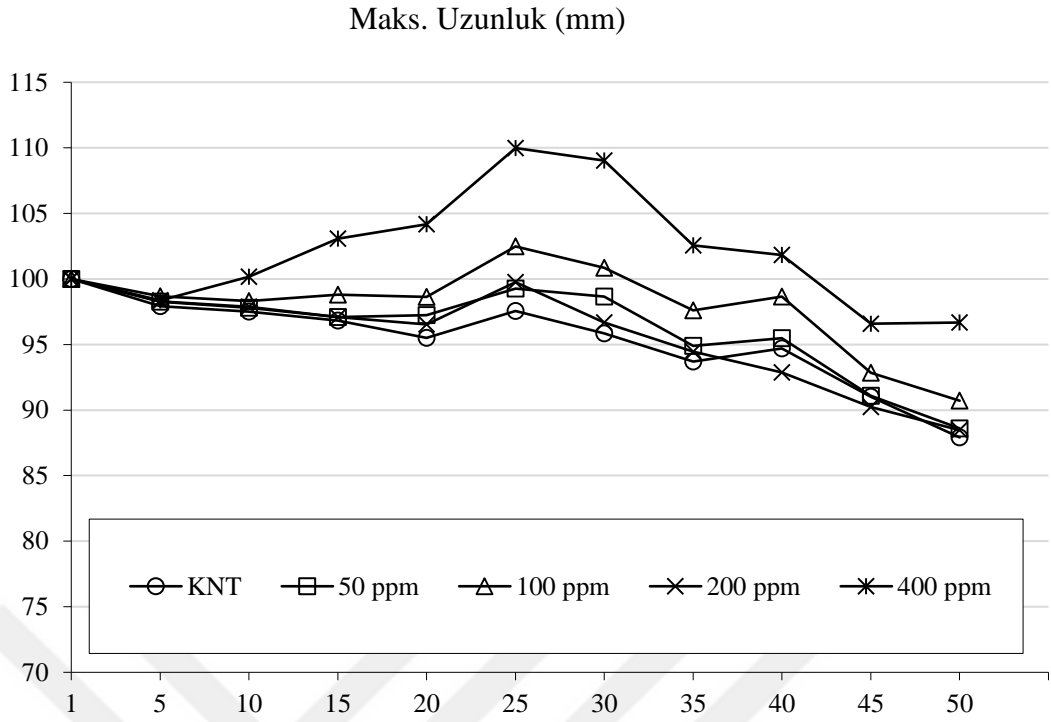




Şekil 4.35. Elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlerin alan ve konveks alan parametrelerinin depolama boyunca % değişimi

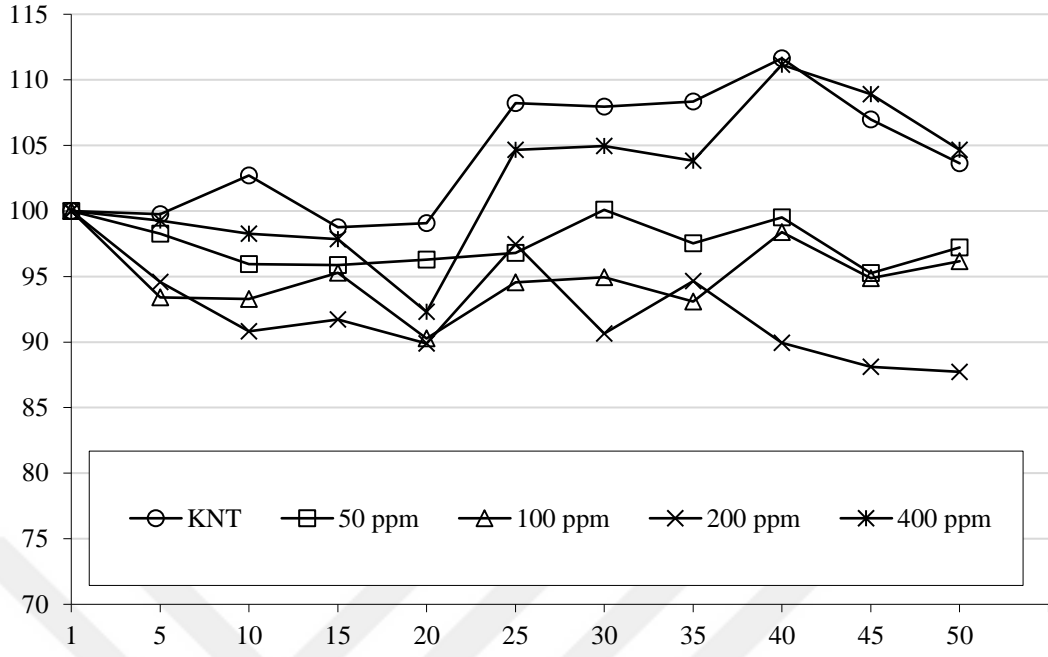


Şekil 4.36. Elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlerin çevre ve çap parametrelerinin depolama boyunca % değişimi

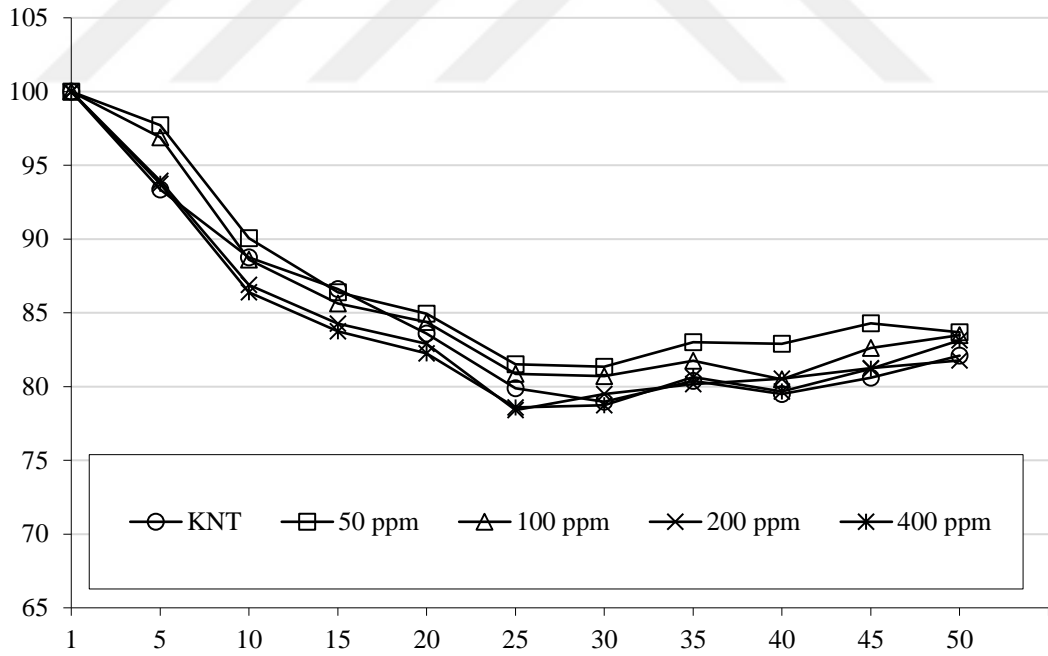


Şekil 4.37. Elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlerin maks. uzunluk ve min. uzunluk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi

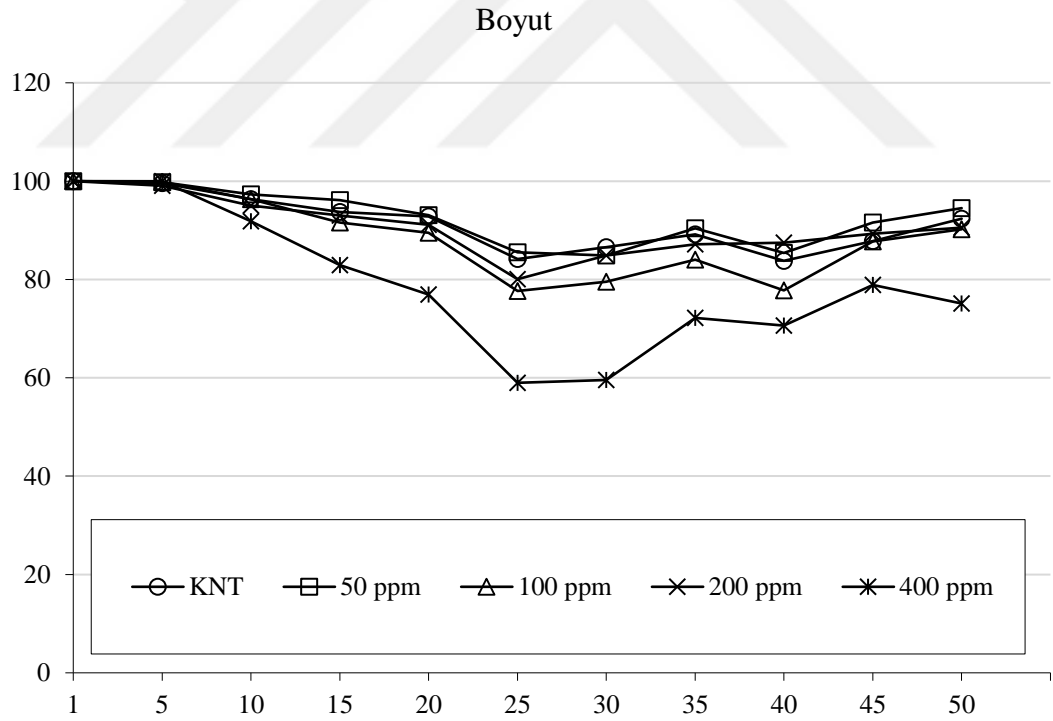
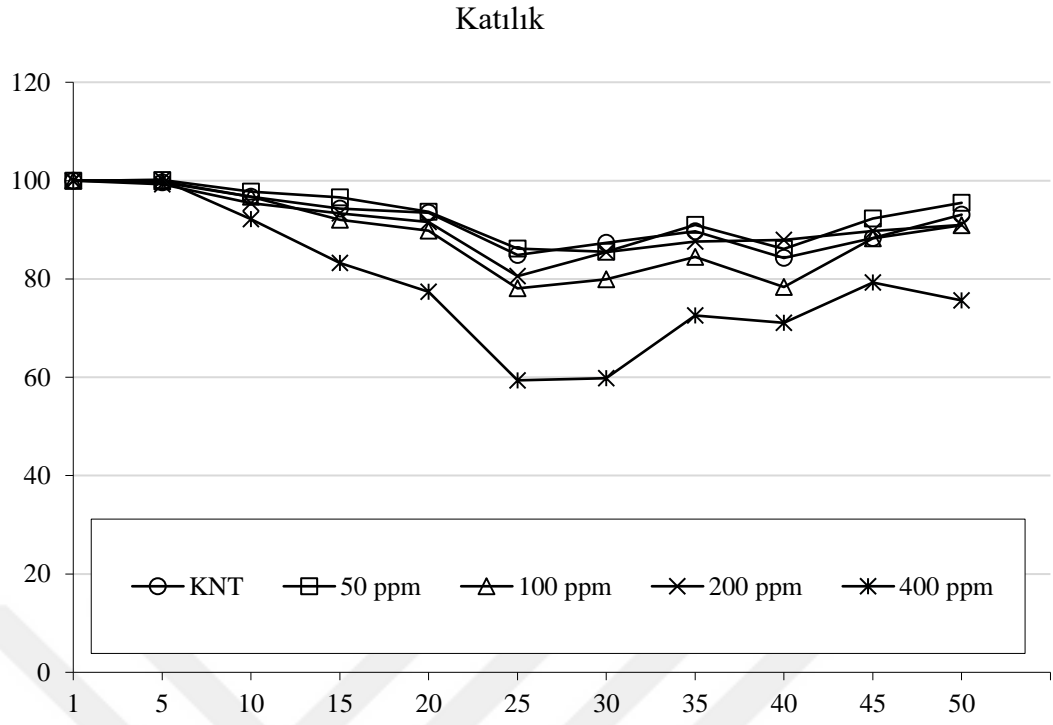
Dış Merkezlilik



Yoğunluk



Şekil 4.38. Elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlerin dış merkezlilik ve yoğunluk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



Şekil 4.39. Elektrolize su uygulanan beyaz nektarinlerin katılık ve boyut parametrelerinin depolama boyunca % değişimi

4.4. Ozon, Ultrases ve Elektrolize Su Yöntemlerinin Kombinasyon Uygulamalarının Beyaz Nektarin Kalitesi Üzerindeki Etkinliği

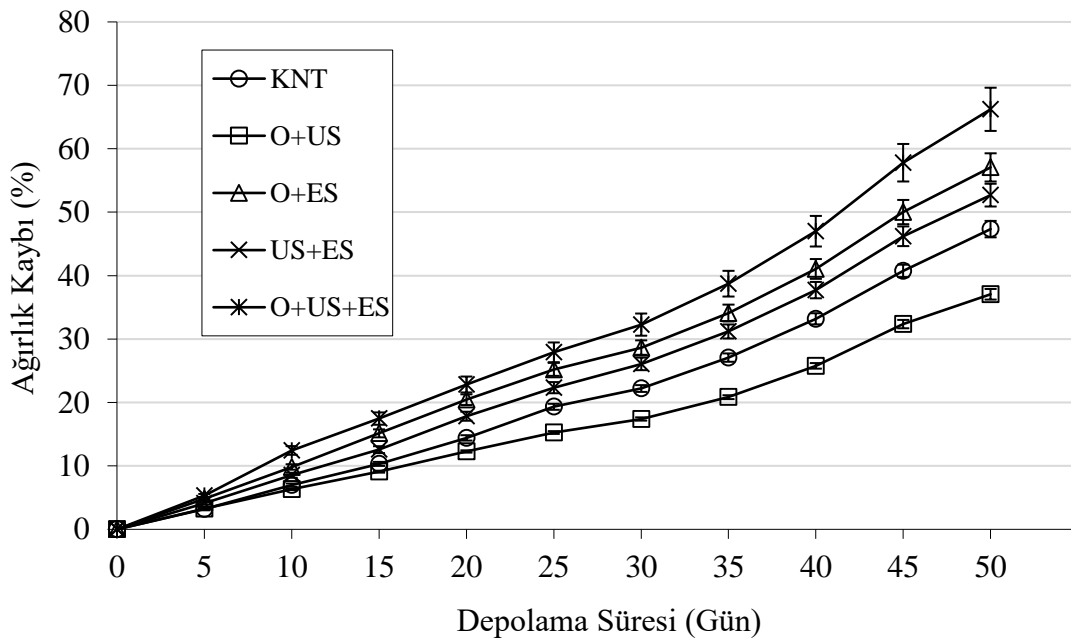
İlk üç bölümde elde edilen optimum doz ve konsantrasyonlardaki ozon (O), ultrases (US) ve elektrolize su (ES) uygulamalarının çeşitli kombinasyonlarının (O+US, O+ES, US+ES ve O+US+ES) depolama süresince (1., 5., 10., 15., 20., 30. ve 45. gün) beyaz nektarinlerin fiziko-kimyasal kalitesi ve görüntü özellikleri üzerindeki etkisini gösteren analiz bulguları aşağıda sunulmuştur.

4.4.1. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Bulguları

4.4.1.1. Ağırlık Kaybı Oranı

Hasat sonrası meyvelerin depolanması ile ilgili temel sorunlardan birisi, bozulmalara ve duyusal olarak tüketici kabulünde azalmalara neden olan ağırlık kaybı ve büzüşmenin gerçekleşmesidir (Li ve ark., 2016)

Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamalarının ikili ve üçlü kombinasyonlarının depolama boyunca beyaz nektarinlerin ağırlık kaybı üzerindeki etkisine dair grafik Şekil 4.40'da verilmiştir. Depolama sonunda, en düşük ağırlık kaybı % $37,06 \pm 0,84$ değeri ile O+US grubunda meydana gelmiştir. Diğer uygulama grupları için ağırlık kaybı; sırasıyla KNT (% $47,17 \pm 1,33$), US+ES (% $52,69 \pm 1,79$), O+ES (% $57,07 \pm 2,22$) ve O+US+ES (% $66,22 \pm 3,41$) şeklinde gerçekleşmiştir.



Şekil 4.40. Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının beyaz nektarinlerin ağırlık kaybı üzerine etkisi

Elde edilen ağırlık kaybı bulgularına göre; sadece O+US kombinasyon uygulaması KNT örneklerinden daha düşük sonuçlar verirken, diğer tüm gruplar daha fazla kayba sebep olmuştur. Bazı kombinasyon uygulamalarında, özellikle elektrolize suyun yer aldığı uygulamalarda, uygulama süresinin artması ile oksidasyon etkisinin artması ve tekil uygulamalardaki yüksek doz muamelesi ile benzer etkiler yapması sonucu olumsuz etkilerin görüldüğü düşünülmektedir. Mevcut veriler doğrultusunda, O+US kombine uygulaması depolama boyunca beyaz nektarinlerin su kaybının azaltılması ve dolayısıyla kalitesinin korunmasında ön plana çıkmaktadır. Genel olarak, solunum hızına bağlı terleme olayının su kaybına neden olması sebebiyle (Becker ve Fricke, 1996) fizyolojik aktiviteyi sınırlandırıcı etki gösteren uygulamalar olgunlaşma sürecinin ve ağırlık kaybının geciktirilmesinde etkili olmuştur (Wang ve ark., 2015).

4.4.1.2. pH Tayini

pH seviyesi, organik asitler ile ilişkili olup düşük pH'larda daha yüksek antimikrobiyal aktivite gözlenmekte ve meyve kalitesinin muhafazası için tavsiye edilmektedir (Soliva-Fortuny ve Martín-Belloso, 2003).

Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının beyaz nektarinde depolama boyunca değişen pH değeri üzerindeki etkisini yansıtan tablo Çizelge 4.22'de verilmiştir. Beyaz nektarinlerde depolama başlangıcında 3,492 olan pH değeri, depolama sürecinde solunumla birlikte organik asitlerin tüketilmesi sonucu artış trendi göstererek depolama sonunda ambalajsız grupta (KNT-1) 3,948, mikroperfore ambalajlı gruplarda ise 4,200'ün üzerindeki seviyelere yükselmiştir.

Ambalajsız depolanan ve analiz edilen beyaz nektarin grubu ile perakende satış koşullarının simüle edilmiştir. Bu grupta, depolama sürecinde diğer gruplara kıyasla fazla su kaybı gerçekleşmesinin organik asit konsantrasyonunun artışına neden olduğu ve bu durumun daha düşük pH değerinden sorumlu olduğu düşünülmektedir.

Mikroperfore ambalajlı örneklerde, depolama sonunda en düşük pH, 4,216 değeri ile O+US grubunda saptanmıştır. Bu gurubu, 4,262 ile US+ES, 4,286 ile KNT-2, 4,327 ile O+ES ve 4,396 ile O+US+ES grupları takip etmiştir. Ayrıca, yapılan istatistiksel analizler grup x depolama interaksyonunun önemli olduğunu göstermiştir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.22. Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının beyaz nektarınların pH değerleri üzerine etkisi

	Depolama Süresi (Gün)								
	1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	30. Gün	45. Gün		
KNT-1	3,492±0,004 A ^a	3,534±0,001 C ^a	3,598±0,001 C ^a	3,687±0,009 C ^a	3,715±0,006 D ^a	3,791±0,004 D ^a	3,948±0,005 E ^a		
KNT-2	3,492±0,004 A ^a	3,609±0,002 AB ^a	3,688±0,010 B ^a	3,833±0,008 B ^a	3,930±0,009 B ^a	4,065±0,012 BC ^{cd}	4,286±0,008 BC ^a		
O+US	3,492±0,004 A ^a	3,576±0,008 BC ^a	3,689±0,007 B ^a	3,748±0,003 C ^a	3,810±0,008 C ^a	4,011±0,015 C ^a	4,216±0,012 D ^a		
O+ES	3,492±0,004 A ^a	3,627±0,010 AB ^a	3,725±0,006 B ^a	3,858±0,010 AB ^a	3,956±0,013 AB ^a	4,110±0,019 B ^a	4,327±0,009 B ^a		
US+ES	3,492±0,004 A ^a	3,626±0,003 AB ^a	3,735±0,005 AB ^a	3,812±0,011 B ^a	3,958±0,012 AB ^a	4,054±0,020 BC ^{cd}	4,262±0,019 CD ^a		
O+US+ES	3,492±0,004 A ^a	3,653±0,006 A ^a	3,788±0,009 A ^a	3,910±0,020 A ^a	4,002±0,020 A ^a	4,183±0,010 A ^a	4,396±0,011 A ^a		

A, B, C: Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

KNT-1: Ambalajsız Kontrol; KNT-2: Ambalajlı Kontrol

Meyvelerde depolama sürecinde meydana gelen pH artışı metabolik aktivite sonucu organik asitlerin degrade olmasından ileri gelmektedir (Sweetman ve ark., 2014). O+ES ikili kombinasyonu ve O+ES+US üçlü kombinasyonunun kontrol grubuna nazaran daha yüksek pH değerlerine sebep olması tekil uygulamaların yüksek güç veya dozajlarında görülen olumsuz etkiyi anımsatmaktadır. Özellikle, her ikisi de güçlü oksidant olan ozon ve elektrolize su uygulamalarının yer aldığı kombinasyonlarda gerçekleşmesi dikkat çekmektedir. Bu etkinin, beyaz nektarin hücre duvarlarında meydana getirdiği hasardan, yüksek solunum hızından ve daha hızlı organik asit tüketiminden kaynaklandığı sanılmaktadır. US+ES ve O+US ikili kombinasyonları kontrolle kıyaslandığında daha stabil bir pH sağlamıştır. Fakat istatistiksel olarak, sadece O+US grubunun kontrole göre avantaj sağladığı belirlenmiştir ($p<0,05$). Ozon (Han ve ark., 2017), ultrases (Wang ve ark., 2015) ve elektrolize su (Zhou ve ark., 2012) uygulamalarının meyvelerde solunum ve metabolizma hızını (fizyolojik aktiviteyi) yavaşlatmakta ve bu yavaşlatıcı etkinin pH değeri üzerindeki yansımaları analiz bulgularında görülebilmektedir.

4.4.1.3. Suda Çözünür Kuru Madde Tayini

Suda çözünür kuru madde içeriğinden nektarinlerde meyve olgunluğunun ifade edilmesinde yararlanılmaktadır (Crisosto ve Crisosto, 2005).

Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının gerçekleştirilmesi ile beyaz nektarinlerin suda çözünür kuru madde (briks) değerinde depolama boyunca meydana gelen değişimler Çizelge 4.23'te yansıtılmıştır. % 12,49 briks sahip olan beyaz nektarinler depolama sürecinde fizyolojik faaliyetlerin bir sonucu olan solunuma paralel olarak şeker hidroliziyle artış trendine girmiş ve depolama sonunda mikroperfore ambalajlı olanlar ortalama olarak % 10,9 civarında briks değerlerine sahip olmuştur. Ambalajlanmadan depolanan bir grup beyaz nektarin (KNT-1) perakende satış koşullarını simüle ederek ambalajlı grupların aksine depolamayla briks artışı yaşamış ve depolama sonunda % 13,70 değerine ulaşmıştır. Bu ters etkinin, depolama sürecinde gerçekleşen yoğun su kaybından ve orantısız olarak konsantrasyon artışının şeker yıkımından daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.23. Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının beyaz nektarınların suda çözünür kuru madde (briks) değeri üzerine etkisi

	Depolama Süresi (Gün)								
	1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	30. Gün	45. Gün		
KNT-1	12,49±0,07 A ^a	12,70±0,04 A ^a	12,28±0,03 A ^a	12,43±0,03 A ^a	12,80±0,06 A ^a	12,95±0,03 A ^{ab}	13,70±0,09 A ^b		
KNT-2	12,49±0,07 A ^a	12,30±0,08 AB ^{ab}	11,90±0,02 AB ^{abc}	11,70±0,04 ABC ^{bc}	11,41±0,11 BC ^{cd}	11,13±0,27 BC ^{cd}	11,04±0,18 BC ^d		
O+US	12,49±0,07 A ^a	12,45±0,13 A ^a	12,19±0,09 A ^{ab}	12,10±0,02 AB ^{ab}	11,79±0,05 B ^b	11,68±0,08 B ^b	11,59±0,09 B ^b		
O+ES	12,49±0,07 A ^a	11,79±0,18 B ^b	11,36±0,25 B ^{bc}	11,14±0,07 C ^{cd}	10,83±0,18 CD ^{cd}	10,75±0,03 CD ^{cd}	10,70±0,05 CD ^d		
US+ES	12,49±0,07 A ^a	12,30±0,15 AB ^a	12,25±0,09 A ^a	11,56±0,03 BC ^b	11,25±0,22 BC ^{bc}	11,21±0,22 BC ^{bc}	10,90±0,03 C ^c		
O+US+ES	12,49±0,07 A ^a	11,99±0,07 AB ^{ab}	11,39±0,01 B ^{bc}	11,20±0,11 C ^{cd}	10,59±0,04 D ^{de}	10,19±0,02 D ^e	10,24±0,11 D ^e		

A, B, C: Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

KNT-1: Ambalajsız Kontrol; KNT-2: Ambalajlı Kontrol

Mikroperfore ambalajlı kontrol ve kombinasyon uygulamaları kendi içerisinde değerlendirildiğinde, O+US ikili kombinasyon uygulamasının % 11,59 değeri ile en yüksek briks sahip olduğu; sonraki sıralamanın KNT-2 (% 11,04), US+ES (%10,90), O+ES (% 10,70) ve O+US+ES (% 10,24) şeklinde olduğu görülmektedir.

İstatistiksel analiz bulguları, grup x depolama interaksyonunun önemli olduğunu ve farklı kombinasyon uygulamaları ile depolama süreleri etkileşiminin briks değerleri üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuştur ($p<0,05$). Ambalajsız beyaz nektarin grubu (KNT-1) tüm depolama günlerinde diğer gruplardan daha yüksek briks sahip olmuş ve depolamanın 20. günü itibarıyla tüm gruplardan istatistiksel olarak farklılaşmıştır ($p<0,05$).

Sadece ambalajlı gruplar arası ilişkiye göz atıldığında, O+US+ES üçlü kombinasyon uygulamasının tekil uygulamalardaki yüksek konsantrasyona benzer etki yaparak şeker hidrolizini artırması ve dolayısıyla briks değeri üzerindeki olumsuz etkisi göze çarpmaktadır. O+US ikili kombinasyonu ise kontrolden daha yüksek briks sergileyen tek grup olmasına rağmen, istatistiksel olarak kontrolden farklı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Mikroperfore ambalajlama, meyvelerde hasat sonrası metabolizma ve solunum hızıyla ilişkilendirilebilen karbonhidrat yıkımını ve briks azalmasını doğrudan etkilemektedir (Kartal ve ark., 2012). Yani, beyaz nektarinlerin uygulamalar sonrası mikroperfore film kullanılarak ambalajlanması ile denge modifiye atmosfer oluşum hızının briks değeri üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Gruplar her bir depolama günü göz önünde bulundurularak kendi içerisinde bireysel olarak değerlendirildiğinde, tüm grupların briks değerlerinin depolamayla birlikte azaldığı ve bu azalmanın en fazla O+US+ES ve sonrasında O+ES gruplarında yaşandığı görülmektedir. Bu durum ozon ve elektrolize su uygulamalarının kombine edildiği gruplarda gerçekleşmesi nedeniyle bu iki güçlü oksidasyon ajanının birlikte antagonistik etki yaptığını düşündürmektedir. Bunlara ilave olarak, briks düşüşü en yavaş olarak O+US ikili kombinasyon grubunda gerçekleşmiş ve daha stabil bir durum sağlanmıştır. Stabilitenin sağlanmasında, düşük fizyolojik aktivite ve solunum hızına bağlı olarak olgunlaşma sürecinin yavaşlatılması doğrudan etkili olmuştur (Glowacz ve Rees, 2016).

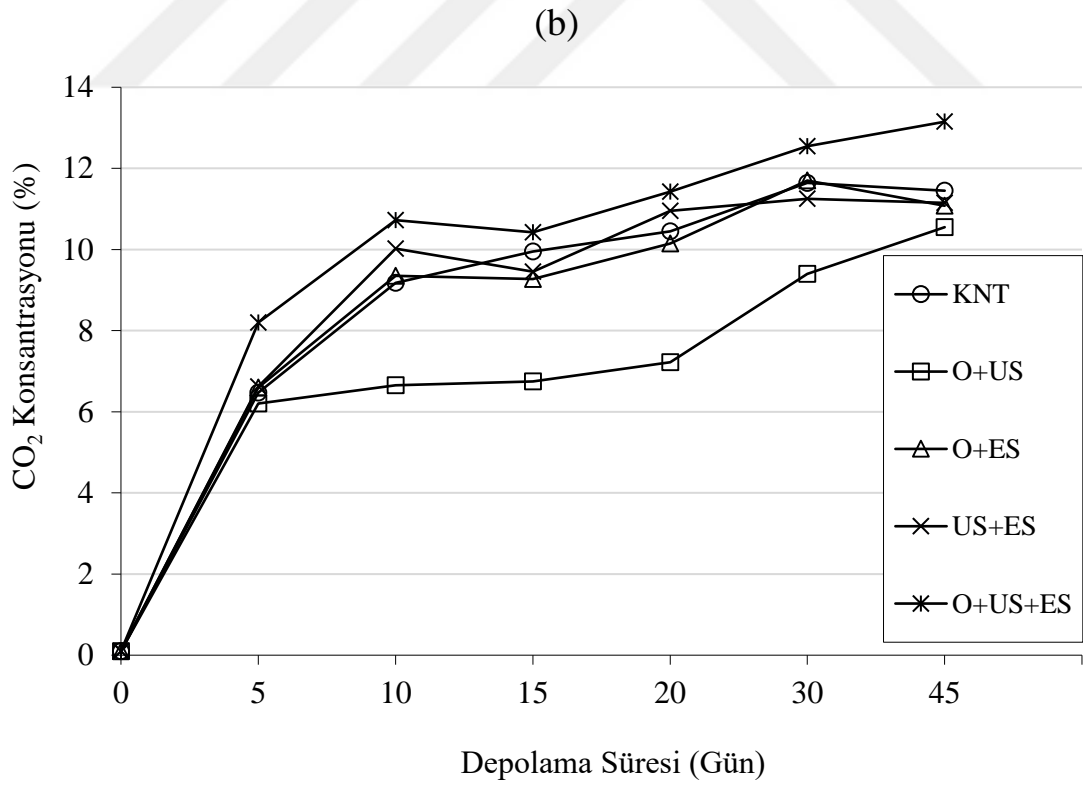
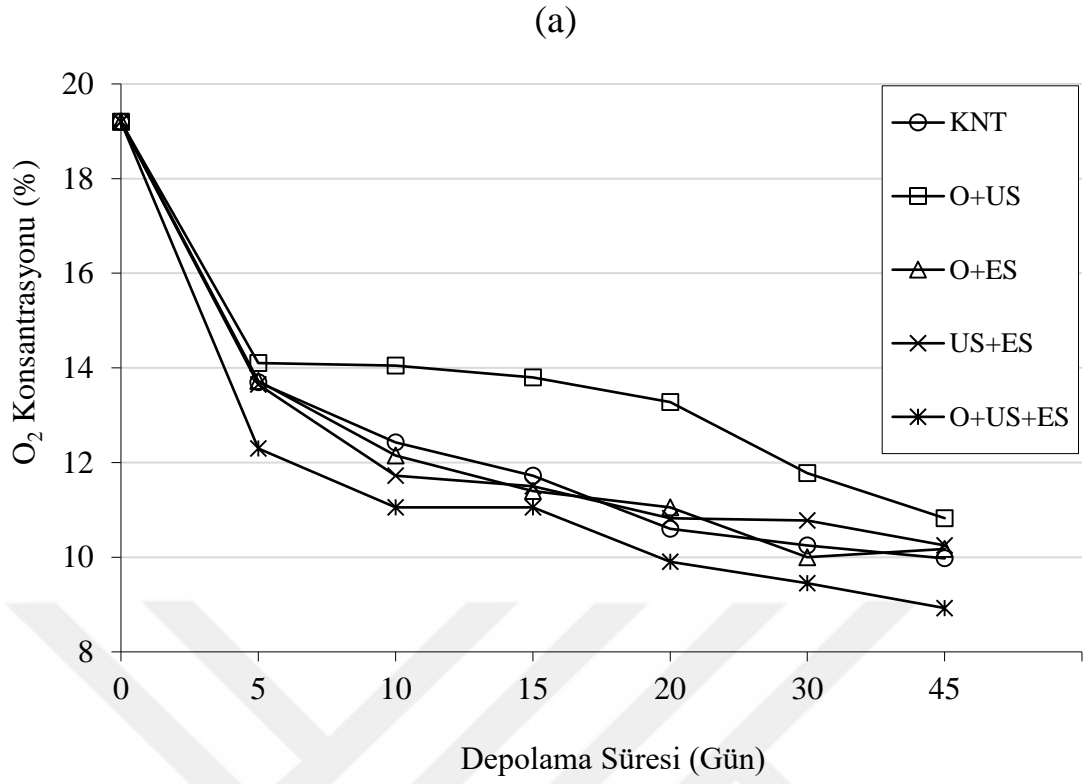
4.4.1.4. Gaz Konsantrasyonu Analizi

Ambalajlı meyvelerde, solunum hızı ve ambalaj materyalindeki gaz geçişi modifiye atmosferin oluşması ve raf ömrünün uzamasını sağlamaktadır (Mattos ve ark., 2012).

Şekil 4.41, pasif modifiye atmosfer oluşturulması amacıyla mikroperfore film kullanılarak ortam koşullarında ambalajlanmış beyaz nektarinlerin ambalaj içi gaz

kompozisyonu (O_2 ve CO_2 konsantrasyonları) üzerine depolama boyunca ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının etkisini göstermektedir. Elde edilen bulgular irdelendiğinde; depolamanın 5. gününden itibaren beyaz nektarinlerde pasif modifiye atmosfer dengesinin kısmen oluştuğu ve 10. günden sonra ise daha stabil hale geldiği görülmektedir. Depolamanın 5. gününde, O_2 konsantrasyonu % 14'ün altına düşerken, CO_2 konsantrasyonu % 6'nın üzerine yükselmiştir. Pasif modifiye atmosfer dengesi ise, yaklaşık olarak % 11-12 O_2 konsantrasyonu ve % 10-11 CO_2 konsantrasyonunda oluşmaktadır.

Modifiye atmosfer ortamı, yüksek CO_2 ve düşük O_2 konsantrasyonu ile solunum ve biyokimyasal reaksiyon hızlarını kontrol altına alarak hasat sonrası meyve kalitesinin muhafaza edilmesini sağlamaktadır (Kader ve ark., 1989). Bu yüzden, yüksek CO_2 ve düşük O_2 konsantrasyonu bir kalite kriteri olarak değerlendirilmelidir. Depolama süresince solunumun hızlı olması ile birlikte O_2 tüketimi ve CO_2 üretiminin daha fazla gerçekleşmesi sonucu O_2 konsantrasyonu bakımından en düşük ve CO_2 konsantrasyonu bakımından en yüksek değerler, O+US+ES üçlü kombinasyon grubunda bulunmuştur. O+ES ve US+ES ikili kombine uygulamalarda, KNT ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ozon (Zhang ve ark., 2011), ultrases (Chen ve Zhu, 2011) ve elektrolize su (Gómez-López ve ark., 2007) uygulamaları bireysel olarak çeşitli meyveler üzerinde solunum hızını azaltıcı etki göstermektedir. O+US kombinasyon uygulaması da benzer şekilde, beyaz nektarinlerde depolama boyunca diğer gruplara nazaran solunum hızını daha fazla yavaşlatmak suretiyle daha az O_2 tüketimi ve CO_2 üretimi sağlayarak önemli avantaj ortaya koymuştur.

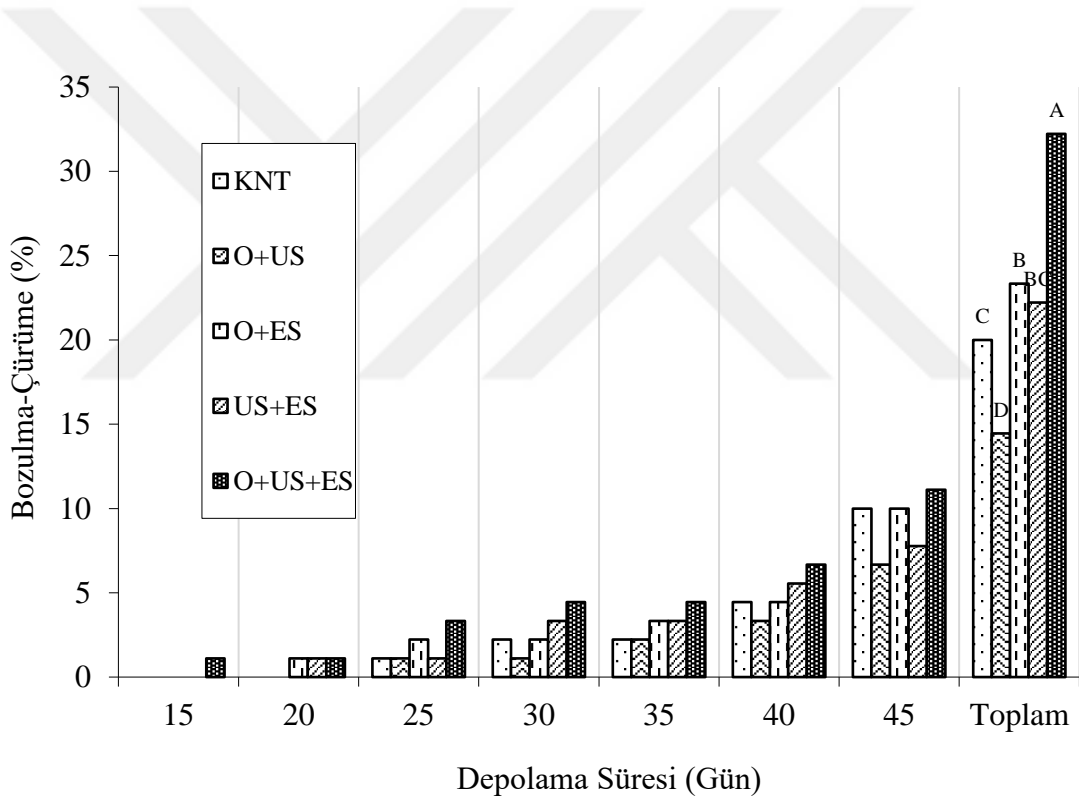


Şekil 4.41. Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının beyaz nektarinlerin ambalaj içi gaz kompozisyonu üzerine etkisi; a) O₂ konsantrasyonu ve b) CO₂ konsantrasyonu

4.4.1.5. Bozulma-Çürüme Oranı

Meyve sebze endüstrisinin karşı karşıya olduğu en büyük problem fiziksel etkenlerden ve bozulma-çürümelerden kaynaklanan hızlı kalite kayıpları ve kısa raf ömrüdür (Siddiqui ve ark., 2011).

Beyaz nektarinlerde meydana gelen bozulma-çürüme oranının ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonları ile depolama süresince değişimi Şekil 4.42’de verilmiştir. Depolama boyunca KNT ve tüm kombinasyon gruplarında bozulma-çürüme oranı artışı söz konusu olurken, depolama sonunda toplam % 32,22 oranı ile en fazla artış O+US+ES üçlü kombinasyonunda görülmüştür. Sonrasında, sıralama O+ES (% 23,33), US+ES (% 22,22), KNT (% 20,00) ve O+US (% 12,44) uygulama grupları şeklinde gerçekleşmiştir.



Şekil 4.42. Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının beyaz nektarinlerde bozulma-çürüme durumu üzerine etkisi

Taze meyvelerde hasat sonrası canlılık devam etmekte (Tadesse, 1989) ve oluşan kalite, besin ve değer kayıpları bozulma oranını belirlemektedir (Ahmad ve Siddiqui, 2015). Ozon (Boonkorn ve ark., 2012), ultrases (São José ve ark., 2014) ve elektrolize su (Hati ve ark., 2012) uygulamaları ile mikrobiyal inaktivasyon sağlayarak bozulma ve çürümeyi geciktirmek mümkündür. US+ES, O+ES ve O+US+ES ikili ve üçlü kombinasyonlarında

KNT grubundan daha olumsuz sonuçlar elde edilmesi, beyaz nektarinlerin hücre çeperlerinde muhtemel olan hasarın depolama süresince mikroorganizma gelişimini teşvik etmesi olarak yorumlanabilir.

O+US ikili kombinasyonu, KNT grubuna göre daha düşük bir bozulma-çürüme oranı sağlaması nedeniyle beyaz nektarinlerin mikrobiyal inaktivasyonu ve bozulma-çürüme oranının azaltılmasında diğer gruplara nazaran tavsiye edilebilir niteliktedir. Al-Hashimi ve ark. (2015), ozon ve ultrases uygulamalarının bakteri inaktivasyonu üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada; sadece ozon uygulaması ile % 93 azalma, sadece ultrases uygulaması ile % 24 azalma, kombine uygulama sayesinde ise sinerjik bir etki sağlanarak % 99'luk bir azalma elde edildiği bildirilmiştir.

4.4.1.6. Enstrümental Renk Analizi

Meyve rengi, meyvenin karakteristik tanımlayıcısı olarak meyvenin kendisi ile eşleşmekte ve tüketici açısından ilk akla gelen özelliği olmaktadır. Ayrıca, meyve olgunluğu hakkında fikir veren önemli bir kalite kriteridir (Willson ve Whelan, 1990).

Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının uygulanması ile beyaz nektarinlerde depolama süresi boyunca meydana gelen renk değişimleri (L^* ve a^* değerleri) Çizelge 4.24'te verilmiştir. Ticari olarak tüketiciye sunulan olgunlukta hasat edilen beyaz nektarinlerin depolama başlangıcındaki L^* değeri 71,53 ve a^* değeri -16,73 olarak elde edilmiştir. Depolama sürecinde olgunluğu artan beyaz nektarinlerin L^* değeri depolamanın 20. gününe kadar artış gösterirken, sonrasında düşüş göstermeye başlamıştır. Bu düşüşten, metabolik aktivite sonucu gerçekleşen bozulma reaksiyonlarının sorumlu olduğu düşünülmektedir. Depolamayla birlikte a^* değerlerinde sürekli bir azalma saptanmıştır. Bu azalma ise klorofilaz enziminin klorofil pigmentlerini yıkıma uğratması sonucu gerçekleşmiştir (Luo ve ark., 2009). İlave olarak, renk parametrelerinde gerçekleşen tüm değişimleri görüntü işleme bulguları içerisinde yer alan Çizelge 4.26'da görsel olarak sunulmuştur.

Çizelge 4.24. Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının beyaz nektarınların renk değerleri üzerine etkisi

Depolama Süresi (Gün)										
	1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün	50. Gün		
L* değeri	KNT	71,53±0,30 A ^c	73,34±0,23 A ^b	74,72±0,28 A ^{ab}	76,11±0,31 A ^a	76,35±0,36 A ^a	75,37±0,37 A ^a	73,49±0,30 A ^b	71,41±0,22 AB ^c	
	O+US	71,53±0,30 A ^e	73,35±0,35 A ^{cd}	74,79±0,27 A ^{bc}	76,16±0,23 A ^{ab}	76,57±0,16 A ^a	75,83±0,27 A ^{ab}	74,30±0,48 A ^c	72,32±0,34 A ^{de}	
	O+ES	71,53±0,30 A ^{de}	73,27±0,24 A ^{bc}	74,57±0,39 A ^{abc}	75,79±0,45 A ^a	76,03±0,33 A ^a	74,69±0,25 A ^{ab}	72,81±0,43 A ^{cd}	70,31±0,51 B ^e	
	US+ES	71,53±0,30 A ^{cd}	73,21±0,18 A ^{bc}	74,65±0,34 A ^{ab}	75,94±0,25 A ^a	75,97±0,25 A ^a	74,99±0,30 A ^{ab}	73,61±0,16 A ^b	71,00±0,40 AB ^d	
	O+US+ES	71,53±0,30 A ^{cd}	73,06±0,25 A ^{bc}	74,48±0,30 A ^{ab}	75,52±0,34 A ^a	75,74±0,39 A ^a	74,85±0,32 A ^a	72,68±0,27 A ^c	69,90±0,49 B ^d	
	GENEL	71,53±0,13 ^d	73,24±0,11 ^c	74,63±0,14 ^b	75,91±0,14 ^a	76,16±0,14 ^a	75,15±0,15 ^b	73,36±0,18 ^c	71,01±0,22 ^d	
a* değeri	KNT	-16,73±0,33 A ^a	-15,02±0,34 A ^b	-13,18±0,33 A ^c	-11,08±0,36 A ^d	-8,67±0,39 A ^e	-5,93±0,22 A ^f	-5,08±0,10 A ^{fg}	-3,85±0,21 A ^g	
	O+US	-16,73±0,33 A ^a	-15,29±0,28 A ^a	-13,10±0,39 A ^b	-11,45±0,43 A ^b	-8,92±0,22 A ^c	-6,46±0,12 A ^d	-5,30±0,14 A ^{de}	-4,28±0,12 A ^e	
	O+ES	-16,73±0,33 A ^a	-15,27±0,18 A ^a	-13,13±0,20 A ^b	-11,25±0,26 A ^c	-8,71±0,26 A ^d	-6,19±0,14 A ^e	-4,83±0,18 A ^{ef}	-3,55±0,20 A ^f	
	US+ES	-16,73±0,33 A ^a	-15,31±0,37 A ^a	-13,10±0,29 A ^b	-11,20±0,18 A ^c	-8,46±0,13 A ^d	-6,14±0,08 A ^e	-4,85±0,14 A ^{ef}	-3,71±0,15 A ^f	
	O+US+ES	-16,73±0,33 A ^a	-15,13±0,31 A ^a	-13,20±0,30 A ^b	-11,13±0,35 A ^c	-8,45±0,32 A ^d	-5,71±0,48 A ^e	-4,53±0,47 A ^{ef}	-3,36±0,16 A ^f	
	GENEL	-16,73±0,14 ^a	-15,21±0,13 ^b	-13,14±0,13 ^c	-11,22±0,14 ^d	-8,63±0,12 ^e	-6,07±0,14 ^f	-4,89±0,13 ^g	-3,78±0,09 ^h	

A, B, C: Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Depolama sonu verilerine ışık tutulduğunda, O+US (72,32) ikili kombinasyonunun en yüksek L^* değeri ile ön plana çıktığı görülmektedir. Sonrasında; KNT (71,41), US+ES (71,00), O+ES (70,31) ve O+US+ES (69,90) sıralaması oluşmuştur. a^* değeri bakımından da aynı sıralama gerçekleşerek (O+US (-4,28), KNT (-3,85), US+ES (-3,71), O+ES (-3,55) ve O+US+ES (-3,36)) elde edilen bulgular birbirini desteklemiştir. İstatistiksel analizler ile, her iki renk parametresinde de grup x depolama interaksiyonunun beyaz nektarinler üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Ayrıca, depolama süresinin renk parametrelerine dikkat çekici şekilde etkidiği görülmektedir.

Beyaz nektarinlerin depolama boyunca a^* değeri değişimleri detaylı olarak incelendiğinde, tüm depolama günlerinin ortalama değerlerinin bir öncekinden istatistiksel olarak farklı olduğu görülmüş ($p<0,05$), bu sayede depolamanın beyaz nektarinler üzerindeki etkisinin ne denli yüksek olduğu göz önüne serilmiştir.

Renk parametrelerinin (L^* ve a^* değeri) gruplar arası ilişkisi irdelendiğinde, O+US ikili kombinasyon uygulamasının kontrolden daha az değişikliğe sebep olan tek grup olduğu ortaya konulmuştur. Diğer tüm uygulama grupları ise, kontrolden daha fazla renk değişimine neden olarak olumsuz neticelenmiştir. Solunum, terleme vb. metabolik aktivitelerin yavaşlatılması ile birlikte bozulma reaksiyonlarının ve klorofil degradasyonunun da azalması (Minas ve ark., 2014) O+US grubunun renk kalitesinde stabilite sağlaması ile sonuçlanmıştır.

4.4.1.7. Tekstür Analizi

Meyve ve sebzelerin bünyesinde bulunan pektin, hemiselüloz ve selüloz gibi hücre duvarı ana bileşenlerinin kimyasal yapısı ve depolama boyunca uğradıkları değişimler tekstürel özelliklerini doğrudan etkilemektedir (Van Buren, 1979).

Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının depolama boyunca beyaz nektarinlerin sertlik değerleri üzerine etkisi Çizelge 4.25'te sunulmuştur. Depolamanın 1. gününde 1173,52 gf sertliğe sahip olan ve depolama boyunca yumuşama eğilimi gösteren beyaz nektarinlerde, 45. gün sonunda mikroperfore film ambalajlı örneklerde ortalama 450 gf seviyelerine, ambalajsız örneklerde (KNT-1) ise 145,11 gf seviyelerine kadar düşüş gerçekleşmiştir. Meydana gelen yumuşamanın sebebi olarak, meyve hücrelerindeki turgor basıncının azalması ile hücrelerin birbirinden ayrışması ve parçalanması gösterilebilir (Harker ve Sutherland, 1993; Han ve ark., 2017).

Perakende satış koşullarının simüle edilmesi amaçlanarak bir grup beyaz nektarin ambalajlanmadan depolanmış ve analize alınmıştır. Diğer gruplara göre çok daha düşük

sertlik değerleri elde edilmesi ile beyaz nektarinlerde mikroperfore ambalajlama sayesinde depolama süresince gerçekleşen yumuşamanın ne derece azaltılabileceğine dikkat çekilmiştir.

O+US ikili kombinasyonu ile elde edilen 538,31 gf sertlik değeri depolama sonundaki en yüksek değer olmuştur. Sonrasında, US+ES (489,02 gf), KNT-2 (465,35 gf), O+ES (407,74 gf), O+US+ES (339,71 gf) ve KNT-1 (145,11 gf) şeklinde bir sıralama gerçekleşmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, kombinasyon uygulamalarının ve depolama süresinin birlikte etkisini yansıtan grup x depolama interaksiyonu önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Tüm gruplar kendi içerisinde değerlendirildiğinde, depolamanın 10. gününe kadar meyve sertliklerinde istatistiksel bir değişiklik olmamış, 15. günden itibaren ise ambalajsız grup (KNT-1) ve O+US+ES üçlü kombine grup değerlerinden farklılık göstermeye başlamıştır. Beyaz nektarinlerde depolamanın 30. gününden sonra istatistiksel bir değişiklik gözlenmemiş ve 30. gün maksimum olgunlaşma süresi olarak yorumlanmıştır. Depolamayla yumuşama devam etse de, bu durum istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

O+ES ikili ve O+US+ES üçlü kombinasyonları, tekil uygulamaların yüksek güç ve dozajlarında görülen benzer olumsuz etkiye sebep olarak KNT-2 grubuna göre daha düşük sertliğe yol açmıştır. Bu durumun, yüksek konsantrasyon benzeri etkinin oksidatif stresi artırması (Bortolin ve ark., 2016) ve hücre çeperi stabilitesinin kaybına yol açması sonucu (Heyes ve Sealey, 1996) oluştuğu düşünülmektedir. O+US tüm gruplardan daha yüksek, US+ES ise KNT-2 grubunda daha yüksek sertlik verilerine sahip olmasına rağmen, bu farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamış ($p>0,05$) ve bu kombinasyon uygulamaları ile beyaz nektarinlerin sertliğinin muhafaza edilmesinde önemli bir avantaj sağlanamamıştır.

Çizelge 4.25. Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının beyaz nektarinlerin sertlik parametresi üzerine etkisi

	Depolama Süresi (Gün)								
	1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	30. Gün	45. Gün		
KNT-1	1173,52±22,26 A ^a	1112,54±19,54 A ^a	920,30±19,57 A ^b	567,58±26,40 B ^c	402,78±9,56 C ^c	235,07±13,08 D ^d	145,11±16,54 D ^d		
KNT-2	1173,52±22,26 A ^a	1108,29±24,78 A ^a	991,96±24,41 A ^b	793,41±20,44 AB ^c	683,68±30,35 AB ^c	543,99±16,47 AB ^d	465,35±16,45 AB ^d		
O+US	1173,52±22,26 A ^a	1139,18±19,00 A ^a	976,75±18,32 A ^b	825,45±22,23 A ^c	758,54±18,06 A ^{cd}	656,75±23,80 A ^{de}	538,31±12,93 A ^e		
O+ES	1173,52±22,26 A ^a	1094,34±30,02 A ^a	962,13±24,21 A ^b	740,52±11,50 AB ^c	628,93±23,85 AB ^d	507,83±12,14 B ^e	407,74±20,05 BC ^e		
US+ES	1173,52±22,26 A ^a	1103,81±22,23 A ^{ab}	1019,09±18,78 A ^b	805,17±19,30 A ^c	723,19±27,04 A ^{cd}	586,59±21,47 AB ^{de}	489,02±19,99 AB ^e		
O+US+ES	1173,52±22,26 A ^a	1074,61±35,65 A ^{ab}	988,86±18,95 A ^b	686,82±13,37 B ^c	575,75±12,03 B ^c	390,24±15,61 C ^d	339,71±24,10 C ^d		

A, B, C: Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

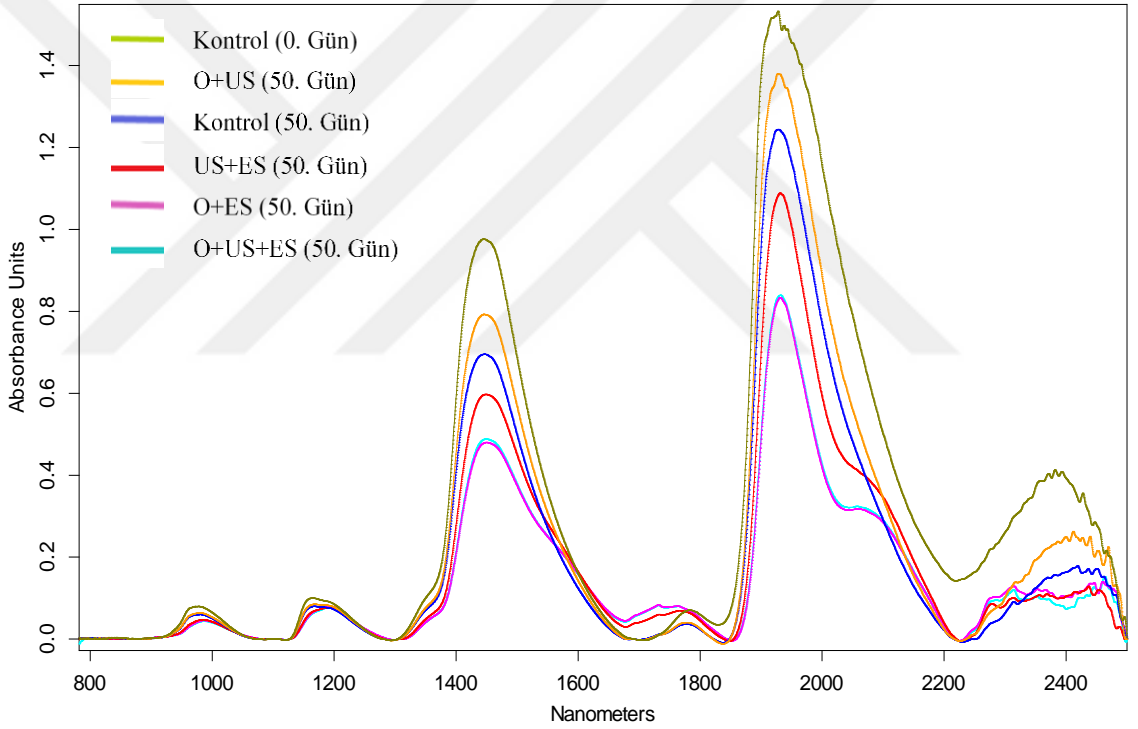
a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

KNT-1: Ambalajsız Kontrol; KNT-2: Ambalajlı Kontrol

4.4.1.8. FT-NIR Spektraları

Yakın kızıl ötesi spektroskopisi, ürünlerin kimyasal bileşenlerine bağlı olan özel fonksiyonel grupların hızlı, hasarsız ve tekrar kullanılabilir şekilde ölçülmesini sağlayan bir tekniktir (Rodriguez-Saona ve ark., 2001). Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonları ile muamele edilen beyaz nektarinlere ait depolama sonu FT-NIR spektraları Şekil 4.43'te verilmiştir.

Yansıma modunda gerçekleştirilen spektrum taramalarında, beyaz nektarin numunelerinde en yüksek absorbanslar 1450 ve 1925 nm dalga boylarında elde edilmiş olup, bu piklerin yoğun su içeriğinden kaynaklandığı literatür ile doğrulanmıştır (Rodriguez-Saona ve ark., 2001; Nicolai ve ark., 2007).



Şekil 4.43. Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının uygulaması yapılan beyaz nektarinlerde FT-NIR spektraları

Depolama sonu ölçümlerinde başlangıç kontrol grubuna en yakın absorbansı O+US uygulaması vermiş, yani depolama boyunca su kaybının en az olduğu grup olarak dikkat çekmiştir. Diğer kombinasyon uygulamaları ise su piklerinin absorbans değeri bakımından başlangıç kontrol grubuna göre daha düşük seviyede kalması bu grupların su kaybı ve ağırlık kaybını artırarak olumsuz bir etki oluşturduğunu göstermektedir.








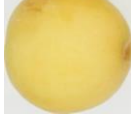
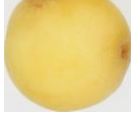
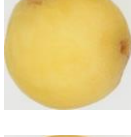
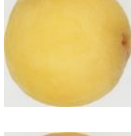








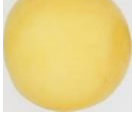
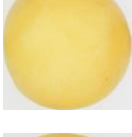








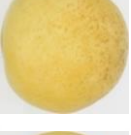













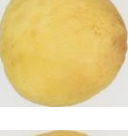







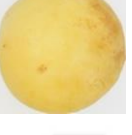
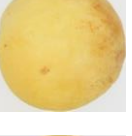
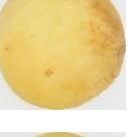

Literatürde, 1650-1780 nm ve 2250-2400 nm dalga boyları aralığındaki pikler C-H bağlarının olduğu ve dolayısıyla şeker içeriklerinin tespit edildiği pikler olarak tanımlanmaktadır (Xie ve ark., 2009). Beyaz nektarinlerde solunum hızı gibi fizyolojik aktivitelere bağlı olarak depolama boyunca şeker parçalanması gerçekleşmektedir. FT-NIR spektralarında, başlangıç kontrol grubuna en yakın şeker içeriğini gösteren absorbands değeri O+US uygulamasında sağlandığı gözlenmiş olup, diğer kombinasyon uygulamalarına ait şeker içeriklerinin depolama başlangıcı kontrol grubuna göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum, diğer tüm kombinasyon gruplarının aksine O+US ikili kombinasyon uygulamasının fizyolojik aktiviteleri yavaşlatarak beyaz nektarin kalitesinin depolama boyunca daha uzun süre korunmasını sağladığına işaret etmektedir. Elde edilen bulgular fiziko-kimyasal analizlerde elde edilen bulgularla uyum sağlamaktadır.

4.4.2. Görüntü İşleme Bulguları

Gıda endüstrisinde geleneksel sınıflandırma işlemi manuel olarak operatörler tarafından yapılmaktadır. Bu yöntemin objektif olmaması ve insan faktöründen kaynaklı hatalar, maliyet artışı ve işlem yavaşlığı gibi bazı dezavantajları söz konusudur. Görüntü işleme sistemleri kullanılarak bu dezavantajların üstesinden gelinebilmekte, meyve-sebzelerde renk ve şekil özelliklerinin belirlenmesi ve objektif sınıflandırma yapılması mümkün olmaktadır (Kondhare ve ark., 2014).

Çalışmanın bu bölümünde, ozon (O), ultrases (US) ve elektrolize su (ES) uygulamalarının ikili ve üçlü kombinasyonlarının (O+US, O+ES, US+ES ve O+US+ES) depolama süresince (1., 5., 10., 15., 20., 25., 30., 35., 40., 45. ve 50. gün) beyaz nektarinlerin görüntü özellikleri üzerindeki etkisi irdelenmiştir. Bu etkinin göz önüne serilmesi amacıyla görüntü işleme çalışması ile segmente edilmiş örnek beyaz nektarin görüntüleri Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Kombinasyon uygulamalarının etkinliğini gösteren ve görüntü işleme çalışması ile segmente edilmiş örnek beyaz nektarin görüntüleri

		Depolama Süresi (Gün)										
		0. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	25. Gün	30. Gün	35. Gün	40. Gün	45. Gün	50. Gün
KNT												
O+US												
O+ES												
ES+US												
O+ES+US												

4.4.2.1. Renk Özellikleri

Beyaz nektarinlerde depolama süresinin farklı uzaylardaki (RGB, HSV, YCbCr, XYZ, $L^*a^*b^*$) renk parametreleri üzerine etkisi Çizelge 4.27'de göz önüne serilmiştir. İstatistiki analizler neticesinde, tüm renk uzayları için (RGB, HSV, YCbCr, XYZ ve $L^*a^*b^*$) tüm renk bileşenlerinin depolama süresinden istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilendiği belirlenmiştir ($p<0,001$).

RGB uzayında yer alan R parametresi, depolamaya 209,23 değeri ile başlamış olup depolama boyunca yükselerek sonuç olarak 239,20 değerine ulaşmıştır. Depolamanın 30. gününden sonraki R değeri değişimi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). G değeri ise, depolama başlangıcında bir miktar yükselirken depolama sonunda düşüşe geçmiştir. Depolamanın 10. günü ile 30. günü arasında en yüksek değerlere ulaşmış olup, istatistiksel olarak kendi aralarında benzer oldukları tespit edilmiştir ($p>0,05$). B değerine odaklanıldığında, depolamanın B değerini 30. güne kadar arttırdığı sonrasında ise düşürdüğü saptanmıştır.

HSV renk uzayında renk tonunu yansıtan H değeri, düzenli bir azalma göstererek depolama başlangıcında 0,165 olan değerini 0,128'e düşürmüştür. Renk doygunluğunun indikatörü olan S değeri ise, depolamayla başlangıçta (0,517) bir miktar azalırken depolama sonunda en yüksek değerine (0,541) ulaşmıştır. V değerinde, depolama ile istikrarlı bir artış oluşmuş ve bu artış 30. günden sonra istatistiki olarak önemsiz hale gelmiştir ($p>0,05$).

YCbCr renk uzayında yer alan Y değeri; depolamanın başında 184,74 iken, 30. günde en yüksek değerini (198,45) göstermiş ve depolamayı 193,68 ile tamamlamıştır. Depolamaya 136,00 ile başlayan Cr parametresi ise, düzenli bir artış göstererek depolama sonunda 148,23'e kadar tırmanmıştır.

XYZ renk uzayındaki her üç renk bileşeni de benzer bir değişim seyri göstermiştir. Tüm parametreler başlangıçtan itibaren yükselişe geçmiş ve depolamanın 30. gününde en yüksek değerlerine ulaşmıştır.

$L^*a^*b^*$ renk uzayında aydınlık/parlaklık göstergesi olan L^* değeri, depolamanın 30. gününe kadar yükselirken sonrasında bir miktar düşmüştür. Bu durum 30. günde olgunlaşmanın tamamlanarak bozulma reaksiyonlarının hızlanmasıyla açıklanabilir. $-a^*$ değeri klorofil yıkımı etkisiyle (Heaton ve Marangoni, 1996) istikrarlı bir azalma göstererek beyaz nektarinler için iyi bir kalite kriteri olduğu izlenimi oluşturmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 4.27. Beyaz nektarinlerde depolama süresinin farklı uzaylardaki (RGB, HSV, YCbCr, XYZ, L*a*b*) renk parametreleri üzerine etkisi

	Depolama Süresi (Gün)									
	1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün	50. Gün		
R	209,23±1,520 ^e	214,14±1,475 ^d	222,29±1,248 ^c	229,22±1,059 ^b	233,52±0,717 ^b	238,36±0,403 ^a	239,38±0,371 ^a	239,20±0,398 ^a	***	
G	208,35±1,071 ^d	210,34±0,990 ^{cd}	215,11±0,844 ^{ab}	217,01±0,770 ^a	215,60±0,693 ^{ab}	216,17±0,723 ^{ab}	212,98±0,807 ^{bc}	209,28±0,753 ^d	***	
B	101,95±2,343 ^c	107,82±2,528 ^c	117,46±2,638 ^{ab}	122,39±2,508 ^a	122,07±2,100 ^a	125,26±1,856 ^a	117,50±1,712 ^{ab}	109,87±1,568 ^{bc}	***	
H	0,165±0,001 ^a	0,161±0,01 ^b	0,155±0,001 ^c	0,147±0,001 ^d	0,140±0,001 ^e	0,134±0,001 ^f	0,131±0,001 ^{fg}	0,128±0,001 ^g	***	
S	0,517±0,008 ^{ab}	0,499±0,009 ^{bcd}	0,473±0,009 ^d	0,467±0,009 ^d	0,478±0,008 ^{cd}	0,475±0,007 ^{cd}	0,509±0,007 ^{abc}	0,541±0,007 ^a	***	
V	0,825±0,005 ^e	0,841±0,005 ^e	0,872±0,005 ^d	0,899±0,004 ^c	0,916±0,003 ^b	0,935±0,002 ^a	0,939±0,001 ^a	0,938±0,002 ^a	***	
Y	184,74±1,131 ^c	187,58±1,102 ^c	193,03±0,974 ^b	196,24±0,865 ^{ab}	196,60±0,675 ^{ab}	198,45±0,594 ^a	196,34±0,614 ^{ab}	193,68±0,554 ^b	***	
Cb	81,07±0,576 ^b	82,33±0,660 ^{ab}	83,97±0,780 ^a	84,56±0,775 ^a	84,19±0,685 ^a	84,71±0,629 ^a	82,12±0,590 ^{ab}	79,89±0,592 ^b	***	
Cr	136,00±0,230 ^g	137,04±0,220 ^{fg}	138,18±0,232 ^f	140,13±0,253 ^e	142,59±0,286 ^d	144,30±0,292 ^c	146,42±0,291 ^b	148,23±0,293 ^a	***	
X	0,516±0,008 ^d	0,538±0,008 ^d	0,580±0,007 ^c	0,609±0,007 ^b	0,619±0,005 ^{ab}	0,638±0,004 ^a	0,629±0,004 ^{ab}	0,615±0,003 ^{ab}	***	
Y	0,600±0,008 ^c	0,618±0,007 ^c	0,656±0,007 ^b	0,678±0,006 ^{ab}	0,678±0,005 ^{ab}	0,690±0,004 ^a	0,674±0,005 ^{ab}	0,654±0,004 ^b	***	
Z	0,218±0,007 ^c	0,236±0,008 ^c	0,271±0,010 ^{ab}	0,289±0,009 ^a	0,286±0,008 ^a	0,298±0,007 ^a	0,270±0,006 ^{ab}	0,244±0,005 ^{bc}	***	
L*	81,75±0,425 ^c	82,74±0,404 ^c	84,76±0,346 ^b	85,88±0,306 ^{ab}	85,88±0,245 ^{ab}	86,48±0,227 ^a	85,66±0,246 ^{ab}	84,62±0,228 ^b	***	
a*	-13,92±0,344 ^g	-12,42±0,350 ^f	-10,65±0,353 ^e	-8,38±0,324 ^d	-5,98±0,285 ^c	-4,04±0,213 ^b	-2,69±0,216 ^a	-1,50±0,209 ^a	***	
b*	52,17±0,646 ^a	50,67±0,741 ^{ab}	48,65±0,867 ^{bc}	47,78±0,857 ^{bc}	48,02±0,752 ^{bc}	47,31±0,685 ^c	50,08±0,636 ^{abc}	52,47±0,627 ^a	***	

* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001 istatistiksel önem düzeyini ifade etmektedir.

a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

Ozon, ultrases ve elektrolize su uygulamaları ikili ve üçlü kombinasyonlarının beyaz nektarinlerin RGB renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.44; HSV renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.45; YCbCr renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.46; XYZ renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.47 ve $L^*a^*b^*$ renk uzayındaki renk parametrelerinin depolama süresi boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.48'de verilmiştir.

RGB renk uzayı renk bileşenlerinden biri olan R değeri, depolama başlangıcında hızlı bir artışın ardından depolama ortalarından itibaren sabit bir görünüm kazanmıştır. O+US grubunun daha az değişimle, O+US+ES üçlü kombinasyon grubunun ise en fazla değişimle depolamayı kapattığı sonucuna ulaşılmıştır. G ve B değerlerinin depolamayla değişimi değişken verilerden oluşmuş olup net bir ayırım söz konusu olmamıştır. XYZ renk bileşenlerinin ozon uygulamaları sonucu depolamayla birlikte değişimi RGB'ye benzer bulunmuştur.

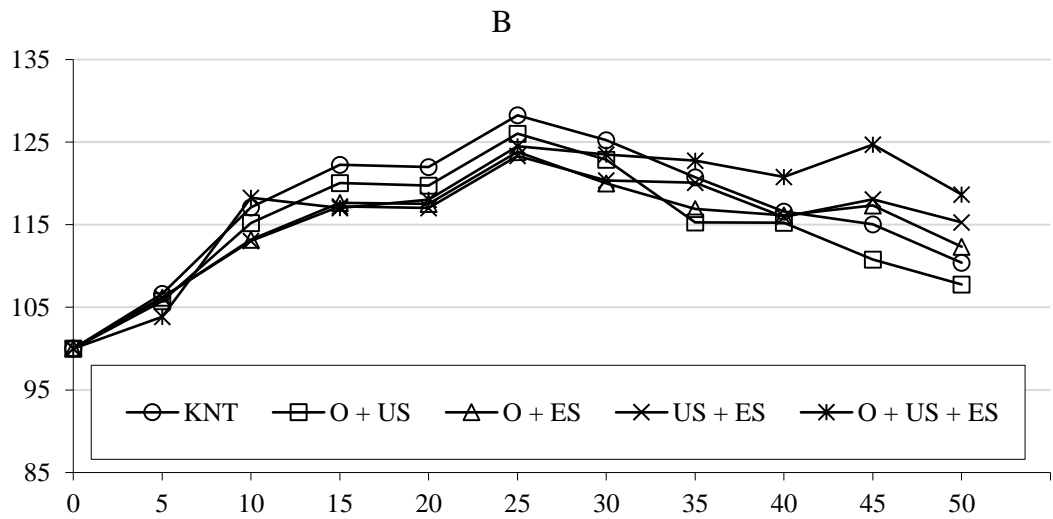
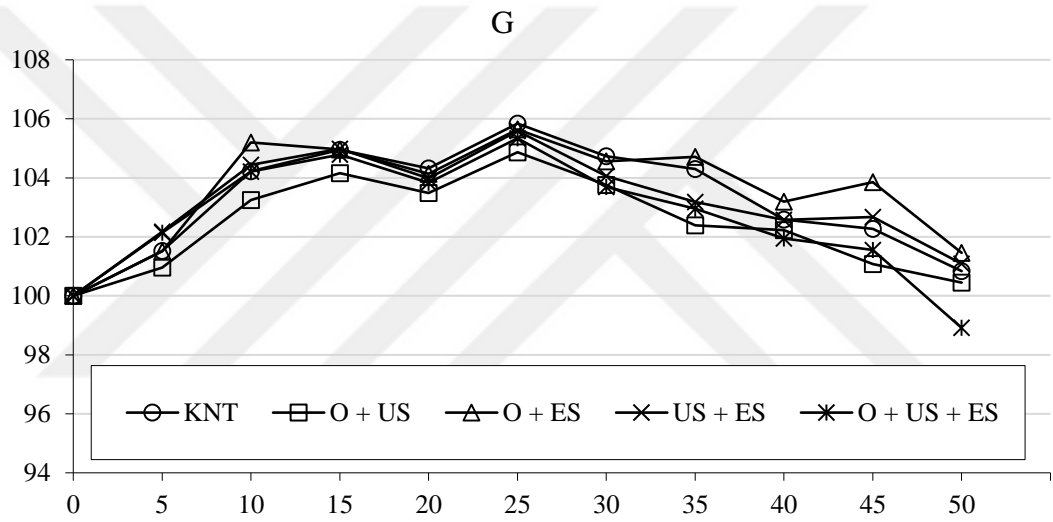
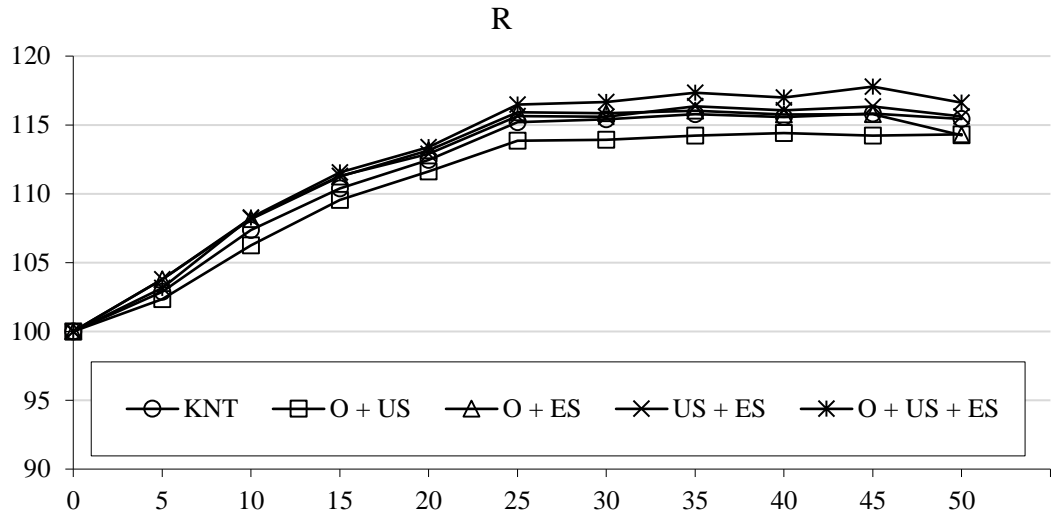
HSV renk uzayı bünyesindeki H değeri, depolamayla birlikte ortalama % 22 civarında bir azalmayla karşılaşmıştır. Uygulama grupları ve kontrol değişimleri birbirine çok yakın elde edilmiştir. S değerinde, önce bir miktar düşüş akabinde ise tekrar bir yükseliş gözlenmiştir. O+US ve US+ES grupları diğerlerine nazaran daha stabil bir izlenim oluşturmuştur. V değerinde ise, depolama ortalarına kadar gerçekleşen artış sonrasında yerini sabit bir seyire bırakmıştır. Dikkat çekici olan O+US ikili kombinasyonun en az değişime sebep olması olmuştur.

YCbCr renk uzayında parlaklığın ifadesi olan Y değerinde, depolama başlangıcında gerçekleşen artıştan en az etkilenen grup O+US ikili kombinasyon grubu olmuştur. Cb değerinde; O+US, KNT ve US+ES grupları son derece sabit bir grafik oluştururken, O+ES ve O+US+ES gruplarında önce artış sonrasında ise azalma eğilimi görülmüştür. Cr parametresinde, tüm gruplar birbirine yakın ve yaklaşık % 9'luk bir artış trendi ile depolamayı tamamlamıştır.

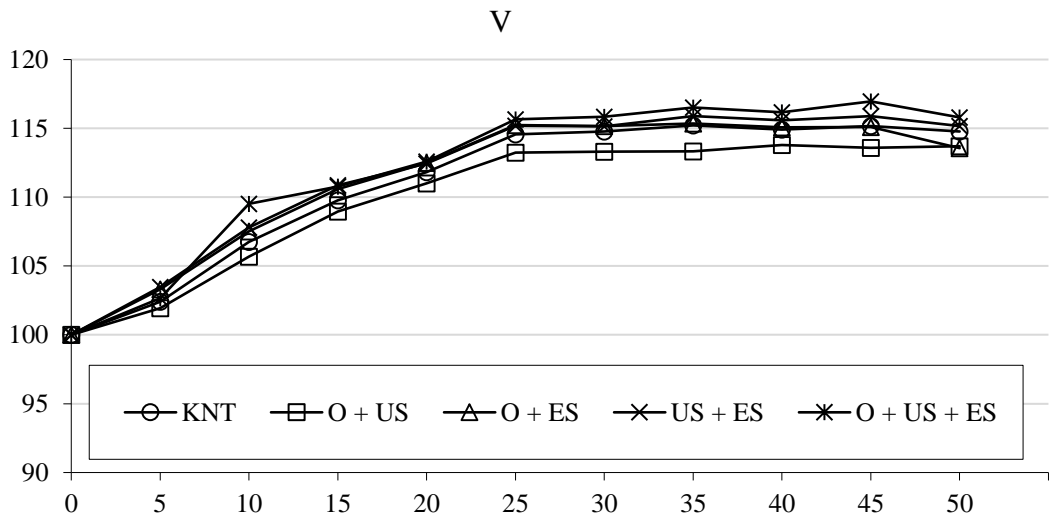
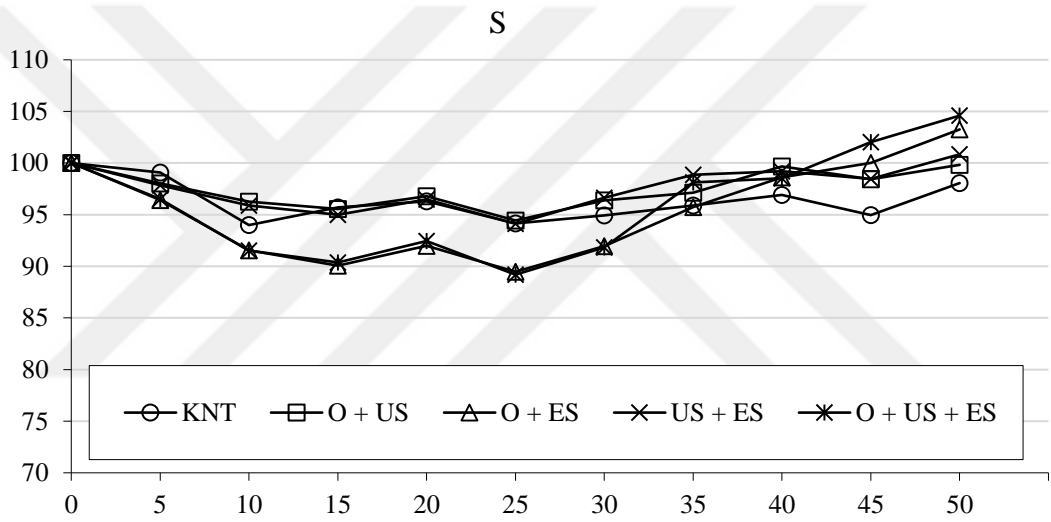
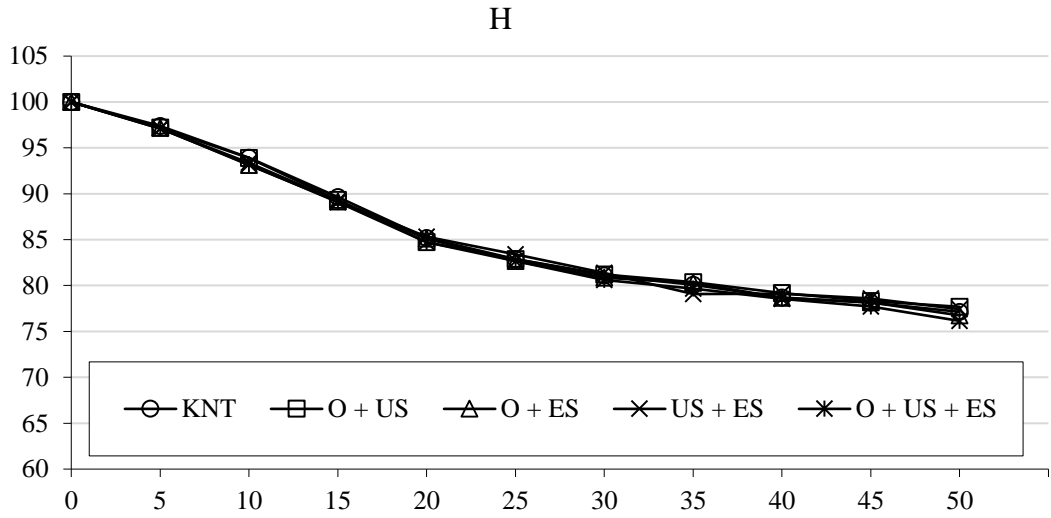
$L^*a^*b^*$ renk uzayına ait L^* ve b^* parametreleri, YCbCr renk uzayındaki Y ve Cb parametreleri ile sırasıyla benzer bir grafik oluşturduğundan dolayı aynı şekilde değerlendirilmişlerdir. $-a^*$ değerlerinde, depolamayla birlikte çok büyük bir düşüş yaşanarak beyaz nektarinlerin yeşilliğinde ortalama % 95'lik bir kayıp saptanmıştır. Kontrole nazaran yeşil rengin daha uzun süre korunmasında başarılı olan tek grup O+US grubu olmuştur.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, sırasıyla O+US+ES, O+ES ve US+ES gruplarına ait beyaz nektarinlerde kontrole kıyasla daha fazla renk değişimi söz konusu olmuştur. Elektrolize su uygulamalarının (özellikle elektrolize su ve ozon birlikte kullanıldığında) yer aldığı gruplarda olumsuz etki daha belirgin olmuştur. Bu durum, elektrolize suyun yüksek konsantrasyonlarda dokulara daha fazla zarar vermesi ve enzimatik olmayan esmerleşme ve klorofil pigmentlerinin bozunumunu arttırmasına (Vandekinderen ve ark., 2009) ek olarak kombine uygulamalarda antagonistik etki göstermesi sebebiyle olabileceği düşünölmektedir. O+US ikili kombinasyon uygulaması renk stabilitesinin daha uzun süre korunmasında etkili olan tek grup olmuştur.

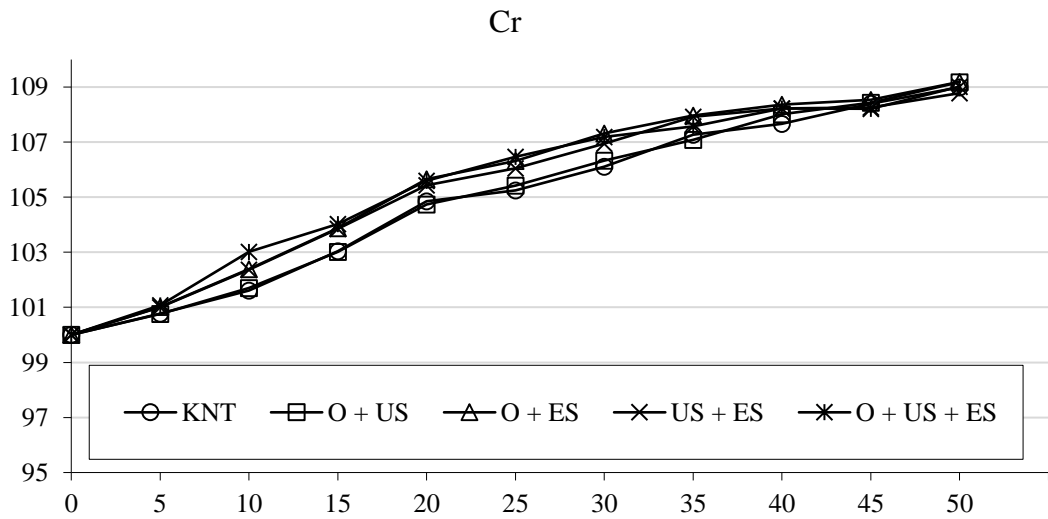
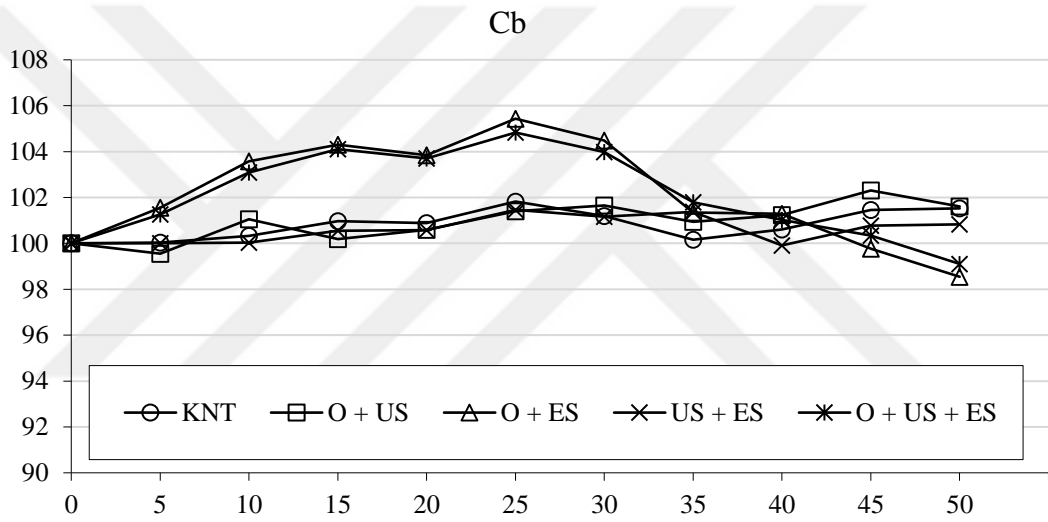
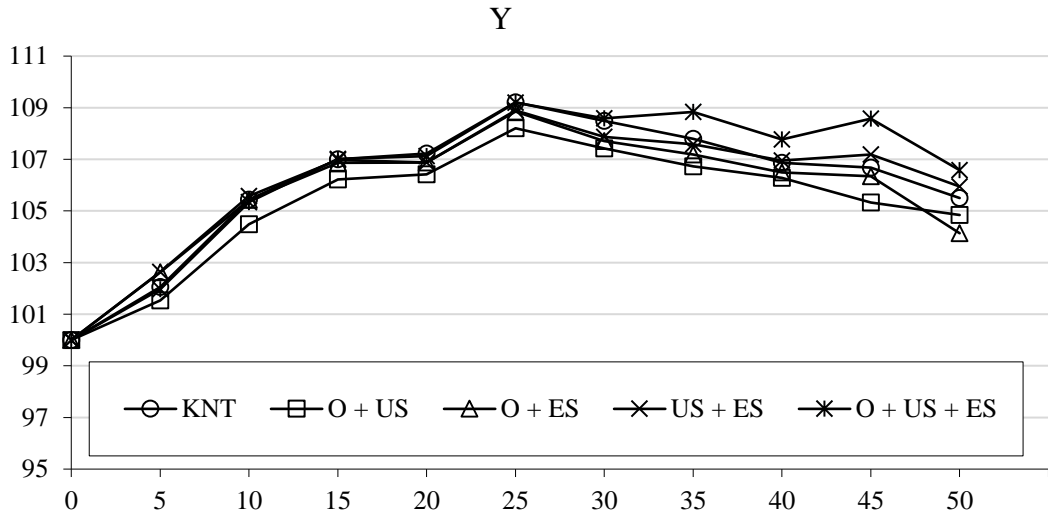




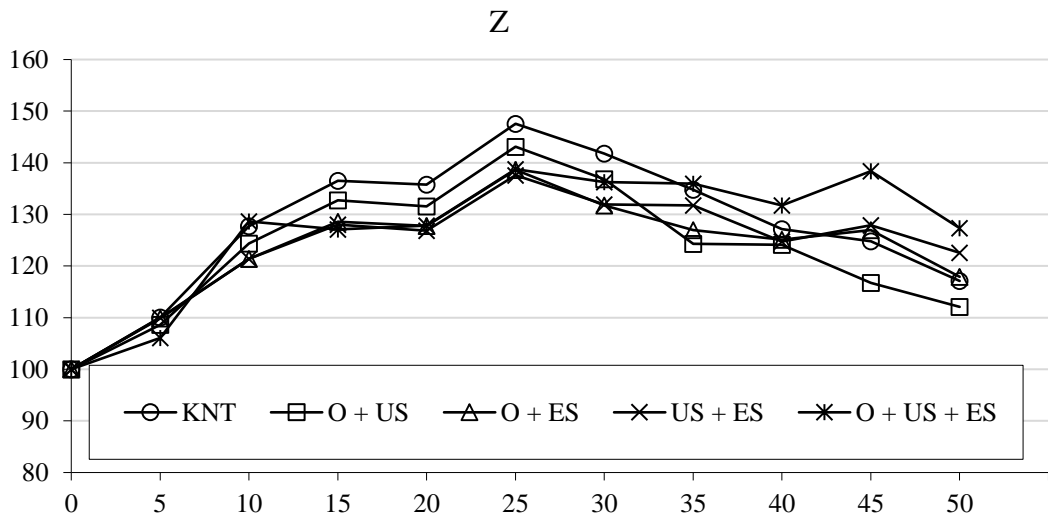
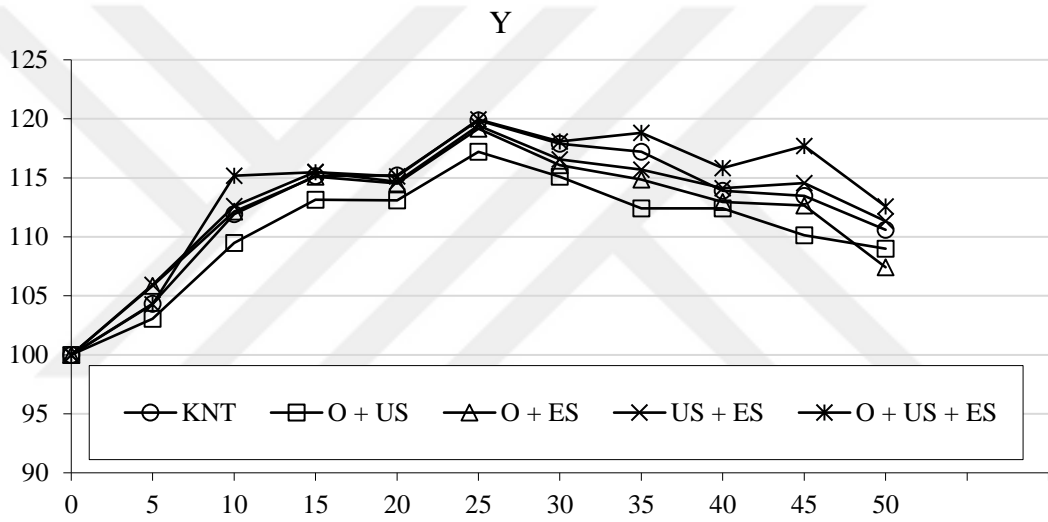
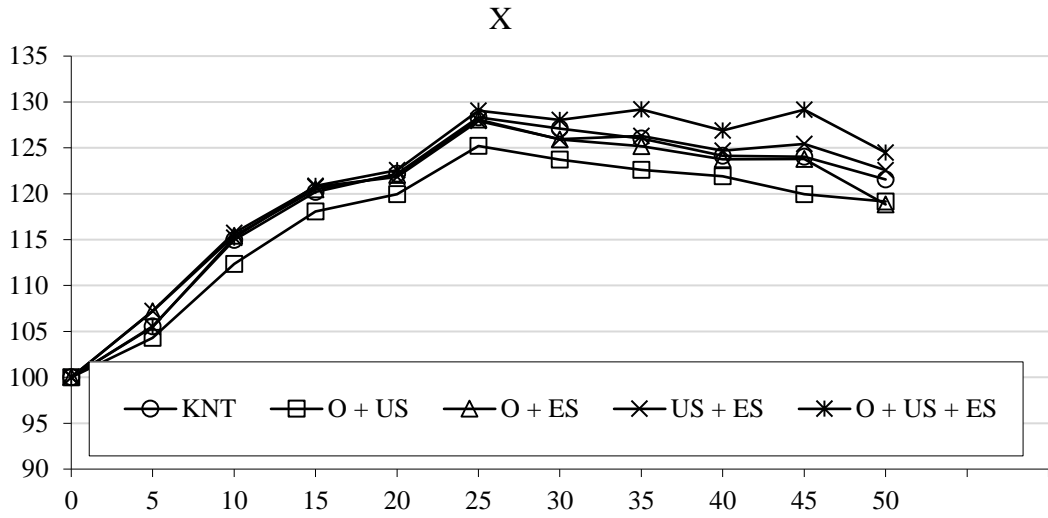
Şekil 4.44. Kombinasyon uygulanan beyaz nektarinlerin RGB uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



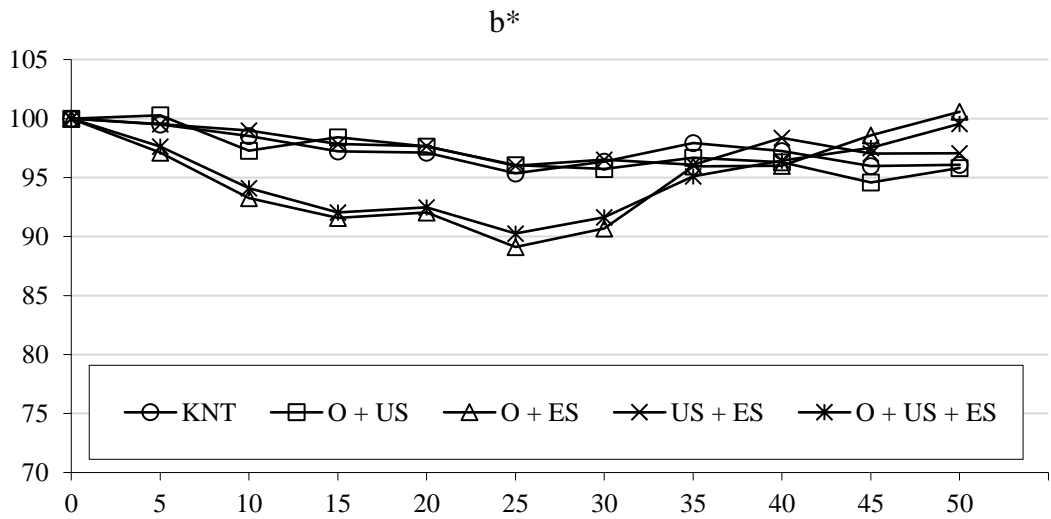
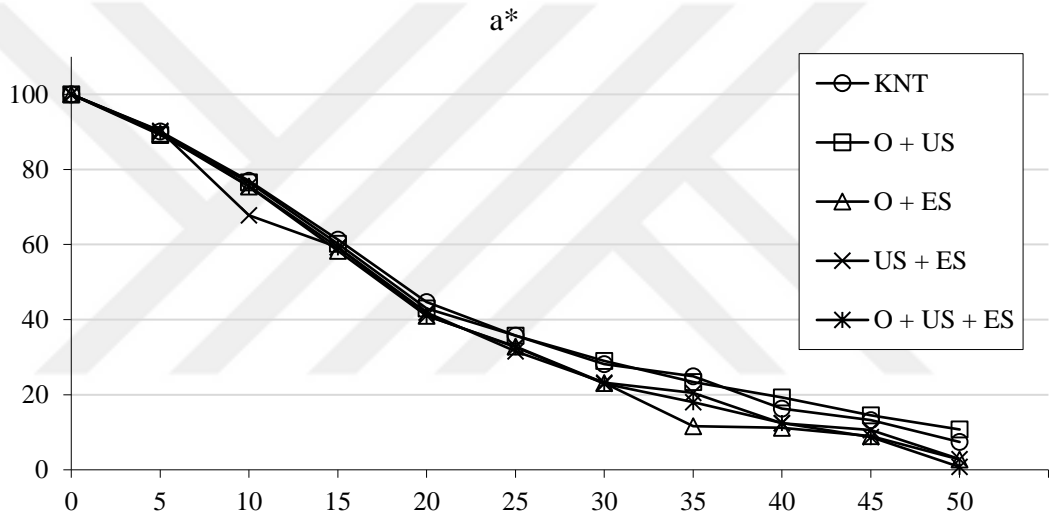
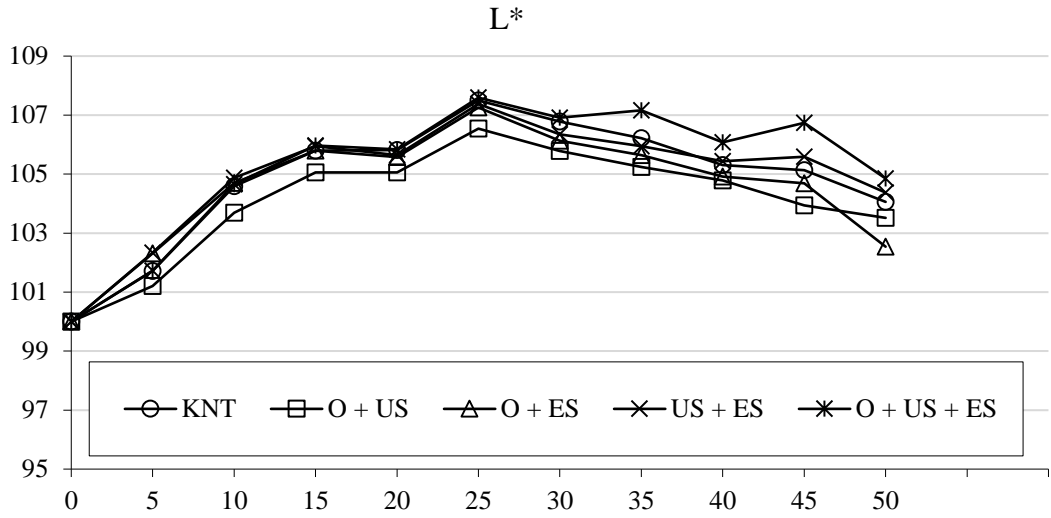
Şekil 4.45. Kombinasyon uygulanan beyaz nektarinlerin HSV uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



Şekil 4.46. Kombinasyon uygulanan beyaz nektarinlerin YCbCr uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



Şekil 4.47. Kombinasyon uygulanan beyaz nektarinlerin XYZ uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



Şekil 4.48. Kombinasyon uygulanan beyaz nektarinlerin $L^*a^*b^*$ uzayındaki renk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi

4.4.2.2. Morfolojik Özellikler

Beyaz nektarinlerde depolama süresinin morfolojik özellikler (alan, konveks alan, çevre, çap, maks. uzunluk, min. uzunluk, dış merkezlilik, yoğunluk, katılık ve boyut) üzerine etkisi Çizelge 4.28’de göz önüne serilmiştir.

Başlangıçta 2259,63 mm² alana sahip olan beyaz nektarinler, depolama sürecinde boyutsal olarak küçülmüş ve depolama sonu ortalama alan 1499,78 mm² olarak belirlenmiştir. Depolamanın 30. gününe kadar orantılı bir düşüş gözlenirken sonrasında beklenmeyen bir artış göze çarpmaktadır. Konveks alan değerleri incelendiğinde ise, böyle bir artış söz konusu olmayıp sürekli bir azalma kaydedilmiştir. Böylelikle, alan parametrelerindeki beklenmedik etkinin elemine edilebilmesinde konveks alan parametresinin önemi ortaya konulmuştur.

Beyaz nektarinlerin çevre ölçülerine bakıldığında, 214,41 mm başlangıç değerine sahip oldukları ve azalma eğilimi sergileyerek depolama sonunda 190,55 mm civarına geriledikleri tespit edilmiştir. Çap sonuçları da benzer bulgular ortaya koymuş ve başlangıçta 53,59 mm iken depolama sonunda 43,60 mm dolaylarına düşüş göstermişlerdir. Her iki parametrenin de beyaz nektarinlerin şekilsel değişim sürecini yansıtmada başarılı oldukları söylenebilir.

Maks. uzunluk ve min. uzunluk parametrelerinin depolama başında 55,47 mm ve 53,20 mm değerlerinde, depolama sonunda ise 52,24 mm ve 50,28 mm değerlerinde olduğu belirlenmiştir. Depolama sürecinin 5. gününe kadar azalma gözlenirken, sonrasında bir miktar dalgalanmalar yaşansa da depolama sonu verileri beyaz nektarin şekil özelliklerindeki değişimi desteklemiştir.

Beyaz nektarinlerde dış merkezlilik verisi üzerine depolama sürecinin etkisi istatistiksel olarak önemli değildir ($p>0,05$). Yoğunluk parametresi ise, depolamadan etkilenmiş ve sürecin büyük bölümünde azalma eğiliminde olmuştur. Depolama başlangıcında 67,05 olduğu tespit edilirken, depolama sonunda 57,76 olarak belirlenmiştir.

Beyaz nektarin görüntülerinden elde edilen katılık ve boyut parametreleri depolama sürecini birbirine çok benzer (istatistiksel harflendirmeler aynı) bir değişim yaşayarak tamamlamışlardır. Katılık değeri 0,983 ve boyut değeri 0,786 olan depolama başlangıcı sonrası hafif iniş çıkışlar görülse de, genel itibari ile düşüş yönelimi sonucu depolama sonunda sırasıyla 0,832 ve 0,661 değerleri elde edilmiştir.

Beyaz nektarinlerin depolama sürecinde yaşadığı morfolojik değişim görüntü işleme tekniği kullanılarak net olarak ortaya konulmuştur. Ayrıca, bu bulgular ile fiziko-kimyasal analiz sonuçlarının uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Elde edilen en temel sonuç,

beyaz nektarinlerin depolama sürecinde canlılığın devamı gereği gerçekleşen solunum ve terleme sonucu su ve ağırlık kaybı yaşaması (Becker ve Fricke, 1996) ve şekilsel olarak büzüşmesidir (Li ve ark., 2016).



Çizelge 4.28. Beyaz nektarinlerde depolama süresinin morfolojik özellikler üzerine etkisi

	Depolama Süresi (Gün)									
	1. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	30. Gün	40. Gün	50. Gün		
Alan (mm²)	2259,63±34,29 a	2138,83±37,34 a	1868,05±52,69 b	1546,00±59,47 c	1487,21±45,81 c	1258,57±41,18 d	1367,18±43,57 cd	1499,10±35,78 c	***	
Konveks Alan (mm²)	2300,78±32,22 a	2237,55±30,15 ab	2190,08±29,73 abc	2119,53±28,04 bc	2069,15±27,98 cd	1992,10±26,51 de	1897,10±26,38 ef	1805,54±25,37 f	***	
Çevre (mm)	214,41±1,45 a	211,66±1,36 ab	209,67±1,38 abc	206,25±1,37 bc	203,73±1,38 cd	199,98±1,36 de	195,18±1,38 ef	190,55±1,38 f	***	
Çap (mm)	53,59±0,41 a	52,12±0,47 a	48,62±0,71 b	44,12±0,88 c	43,36±0,68 c	39,88±0,65 d	41,57±0,67 cd	43,60±0,52 c	***	
Maks. Uzunluk (mm)	55,47±0,46 cd	55,22±0,62 cd	56,91±0,88 abc	58,81±1,01 ab	58,38±0,83 abc	59,31±0,74 a	56,05±0,71 bc	52,24±0,64 d	***	
Min. Uzunluk (mm)	53,20±0,46 cd	53,11±0,62 cd	54,86±0,86 abc	56,46±0,91 ab	56,18±0,80 abc	56,96±0,74 a	53,64±0,68 bc	50,28±0,61 d	***	
Dış Merkezlilik	0,272±0,014 a	0,262±0,014 a	0,252±0,015 b	0,267±0,014 cd	0,262±0,013 de	0,266±0,015 e	0,277±0,015 de	0,259±0,014 bc	***	
Yoğunluk	67,05±0,98 a	64,24±0,89 b	59,73±0,60 c	57,48±0,43 cd	56,80±0,33 d	55,35±0,28 d	56,47±0,39 d	57,76±0,41 cd	***	
Katılık	0,983±0,008 a	0,958±0,016 a	0,858±0,027 b	0,736±0,032 cd	0,724±0,025 de	0,635±0,023 e	0,723±0,023 de	0,832±0,019 bc	***	
Boyut	0,786±0,006 a	0,765±0,013 a	0,684±0,022 b	0,586±0,025 cd	0,577±0,020 de	0,506±0,018 e	0,575±0,019 de	0,661±0,015 bc	***	

* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001 istatistiksel önem düzeyini ifade etmektedir.

a, b, c: Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05).

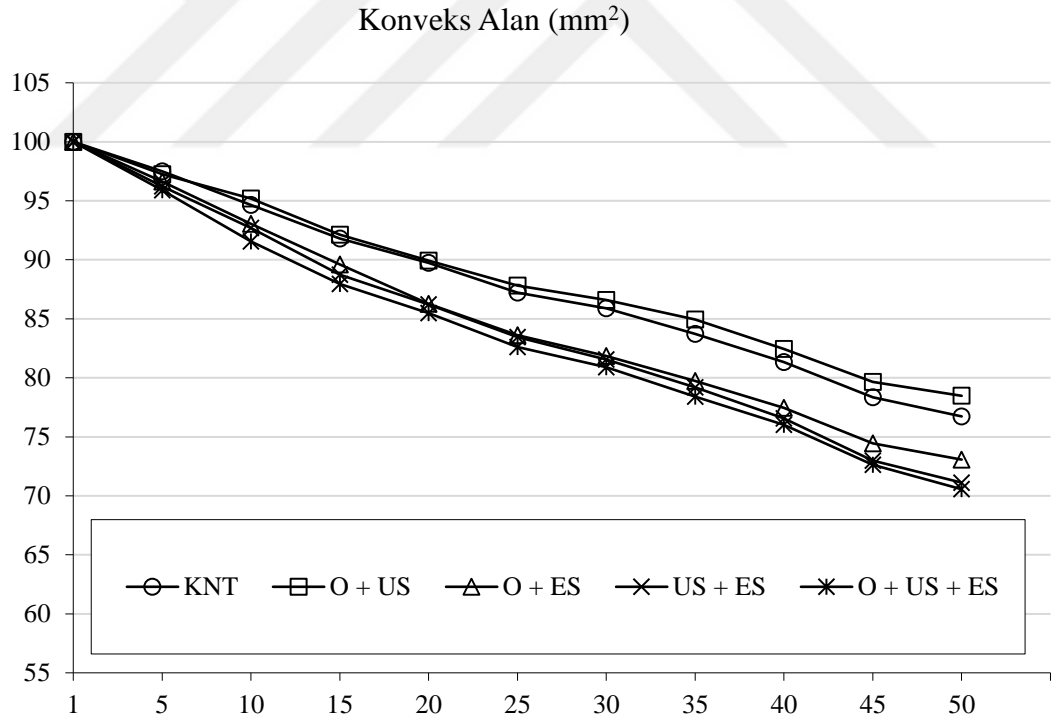
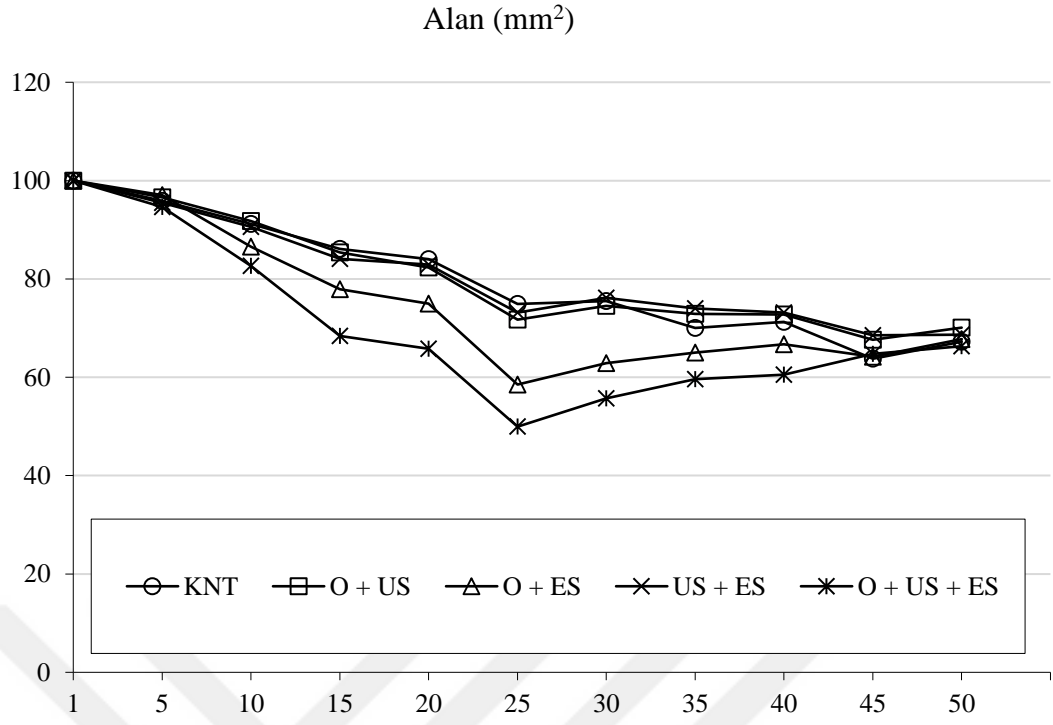
Ozon, ultrases ve elektrolize su kombinasyonlarının beyaz nektarinlerde alan ve konveks alan parametrelerinin depolama boyunca % değişimi üzerine etkisi Şekil 4.49; çevre ve çap parametreleri üzerine etkisi Şekil 4.50; maks. uzunluk ve min. uzunluk parametreleri üzerine etkisi Şekil 4.51; dış merkezlilik ve yoğunluk parametreleri üzerine etkisi Şekil 4.52; katılık ve boyut parametreleri üzerine etkisi Şekil 4.53'te verilmiştir.

Morfolojik özelliklerden alan, çap, katılık ve boyut parametreleri birbirine çok yakın grafikler ile sonuçlandığından dolayı birlikte değerlendirilmiştir. Depolama sonunda tüm gruplar birbirine yakın değerlere sahip olsa da depolama süreci incelendiğinde; O+US, KNT ve US+ES gruplarının istikrarlı bir değişim, O+ES ve O+US+ES gruplarının ise dalgalı bir değişim seyrettiği görülmüştür.

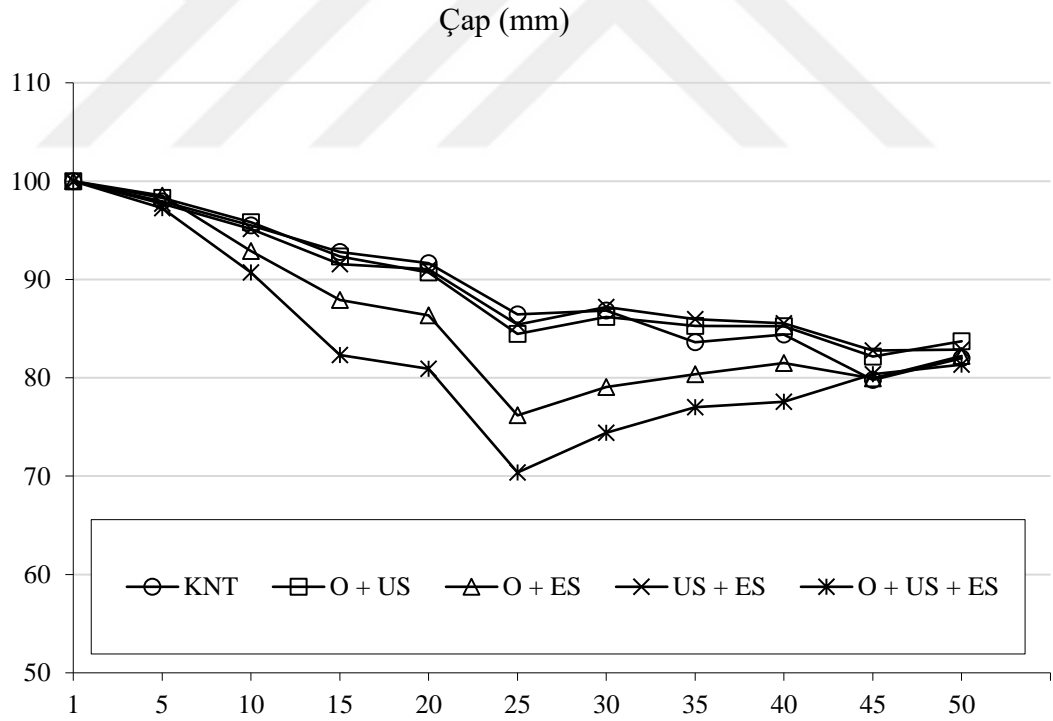
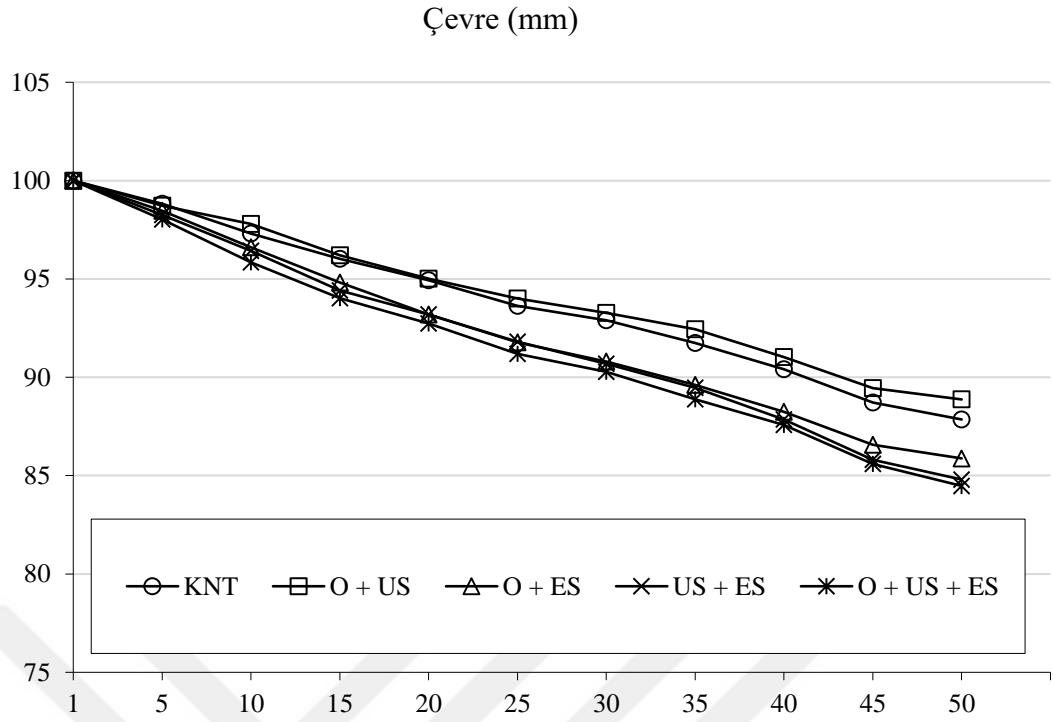
Konveks alan ve çevre parametreleri birbirinin aynı seyri izlemiş ve birlikte değerlendirilmiştir. Grafiklerin doğrusallığı göz önünde bulundurulduğunda, hataların elemine edildiği grafiklerin oluşturulduğu düşüncesi meydana gelmektedir. Kontrole kıyasla O+ES, US+ES ve O+US+ES grupları daha fazla azalmaya neden olmuştur. Kontrol grubuna göre daha olumlu sonuçlar sergileyen tek grubun O+US kombinasyon grubu olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Maks. ve min. uzunluk parametreleri bakımından O+US+ES ve O+ES grupları diğerlerinden ayrılarak farklı bir grafik çizmiştir. Dış merkezlilik verilerine göre, son derece dalgalı sonuçlar arasında O+US, US+ES ve KNT nispeten daha stabil bir durum ortaya koymuştur. Yoğunluk değerlerinde gerçekleşen azalmadan en az etkilenen grup yine O+US ikili kombinasyon uygulaması olmuştur.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, morfolojik özelliklerin birbirlerine göre bazı avantaj veya dezavantajları bulunsa da beyaz nektarin meyvesinin depolama sürecindeki boyutsal azalmasını ortaya koymuştur. Hasat sonrası devam eden solunum ve terleme gibi fizyolojik olayların neticesi olarak gerçekleşen su kaybı ve ağırlık kaybı (Liberty ve ark., 2014) morfolojik özelliklerin belirlenmesi ile net bir şekilde göz önüne serilmiştir. Kombinasyon uygulamalarının etkileri değerlendirildiğinde, güçlü sanitasyon ajanları olan ozon ve elektrolize su uygulamalarının birlikte uygulandığı gruplarda oksidatif stresin artması ve fizyolojik aktivitenin hızlanması suretiyle ağırlık kaybının arttığı belirlenmiştir. O+US ikili kombinasyonunun en stabil uygulama grubu olduğu belirlenmiş olup; bu olumlu etkinin, fizyolojik aktivite ve solunum hızına bağlı olarak olgunlaşma sürecinin yavaşlatılması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Glowacz ve Rees, 2016).

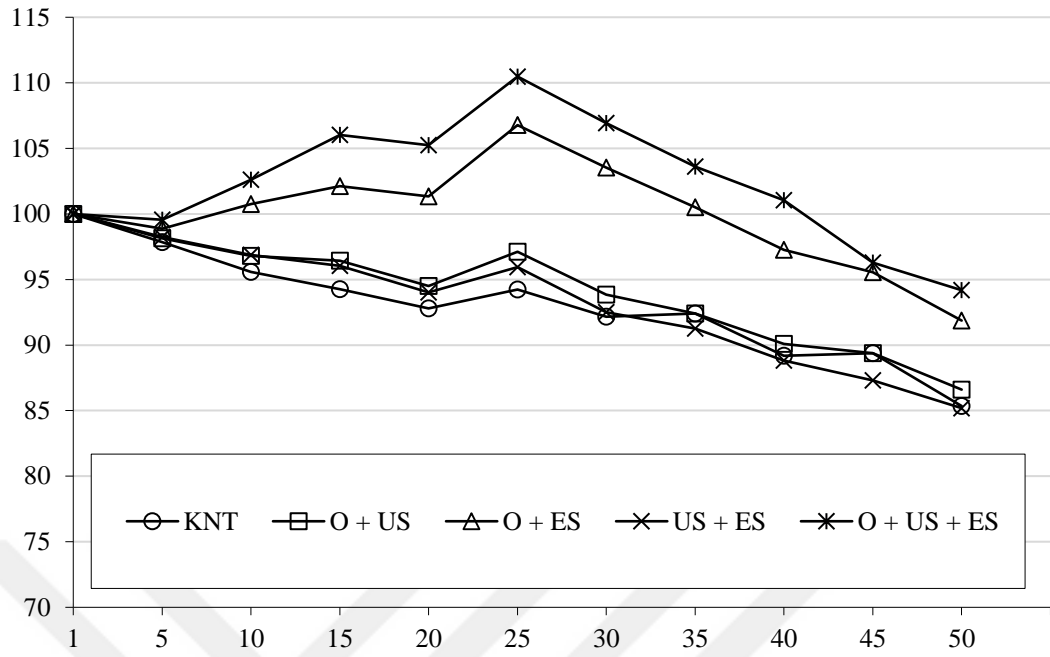


Şekil 4.49. Kombinasyon uygulanan beyaz nektarinlerin alan ve konveks alan parametrelerinin depolama boyunca % değişimi

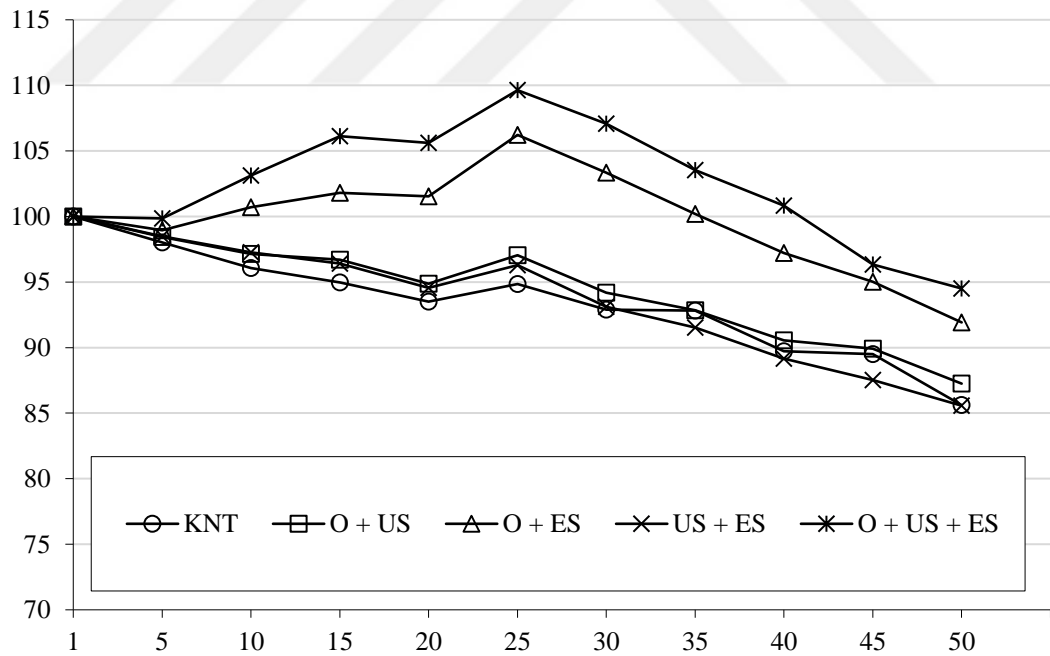


Şekil 4.50. Kombinasyon uygulanan beyaz nektarinlerin çevre ve çap parametrelerinin depolama boyunca % değişimi

Maks. Uzunluk (mm)

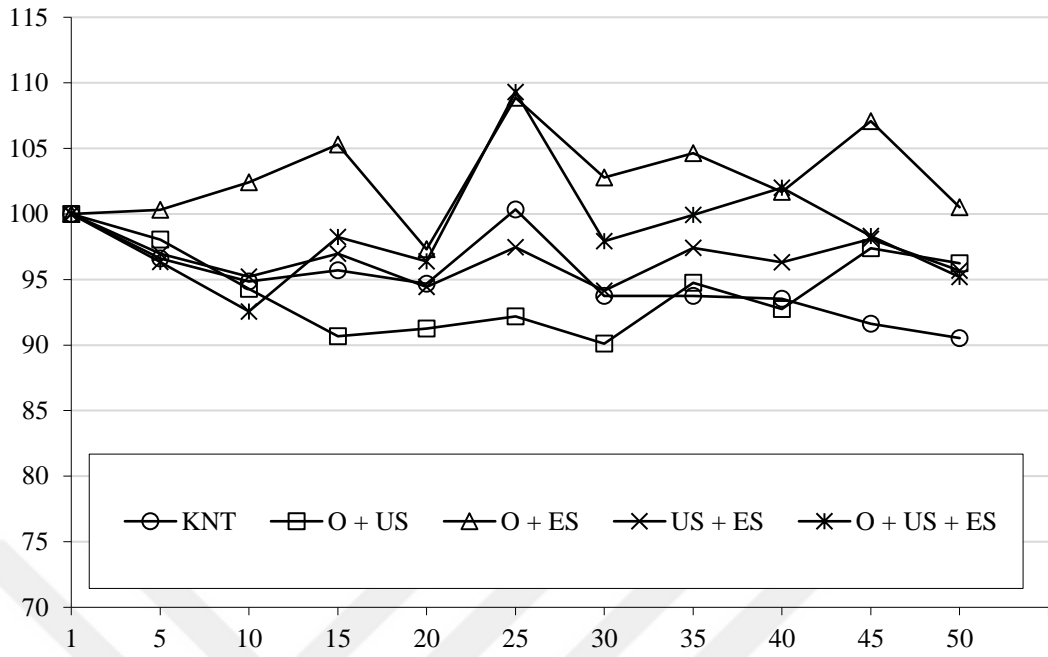


Min. Uzunluk (mm)

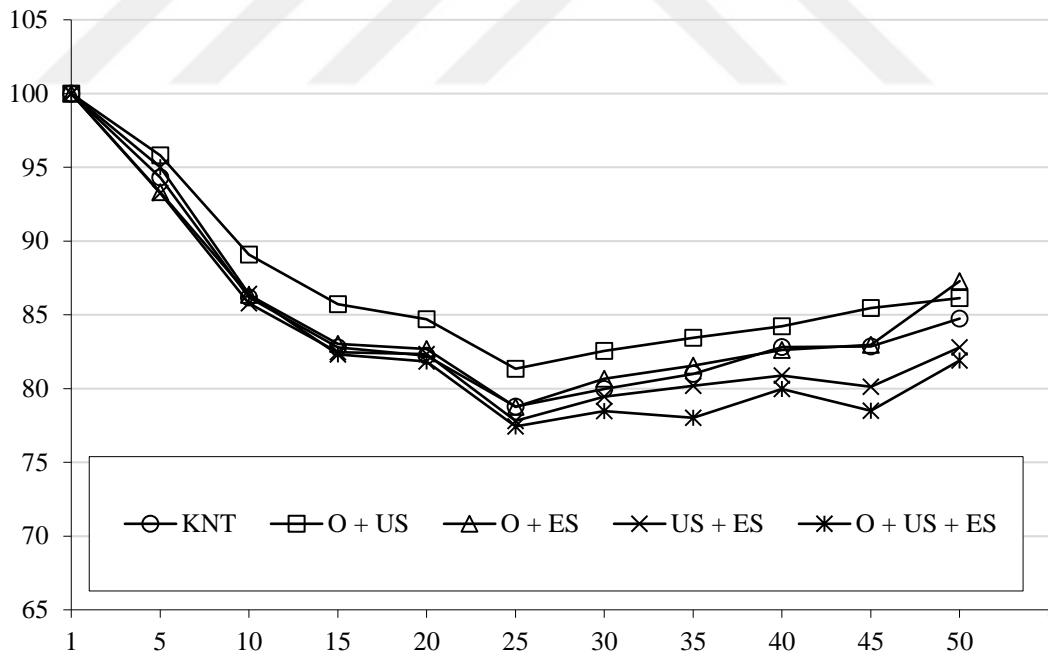


Şekil 4.51. Kombinasyon uygulanan beyaz nektarinlerin maks. uzunluk ve min. uzunluk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi

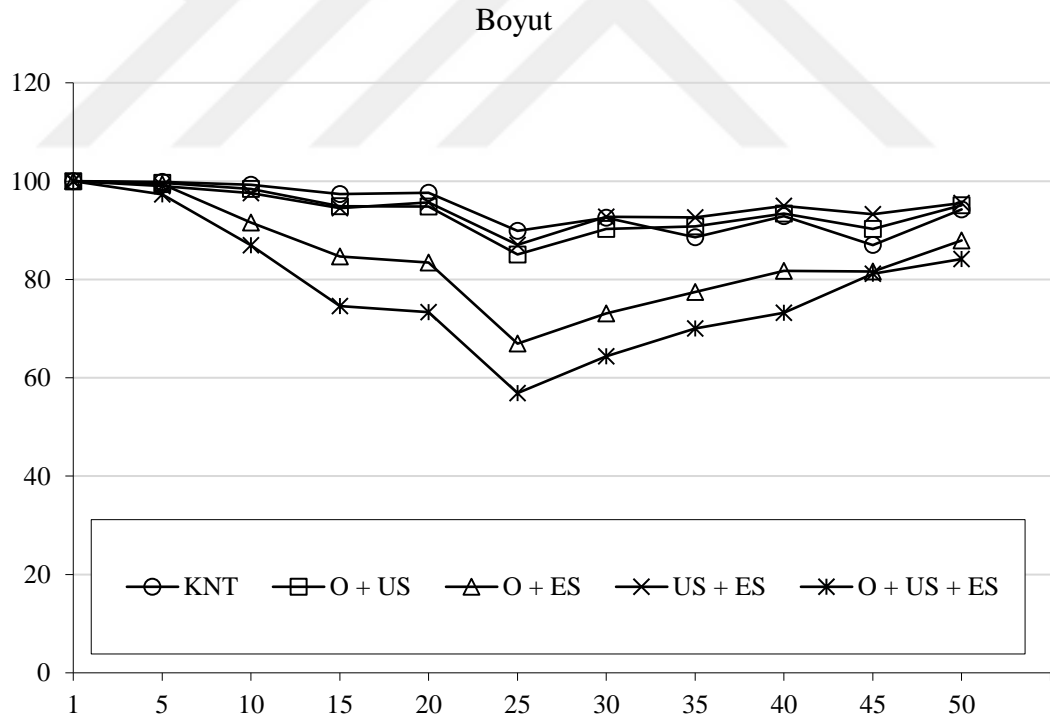
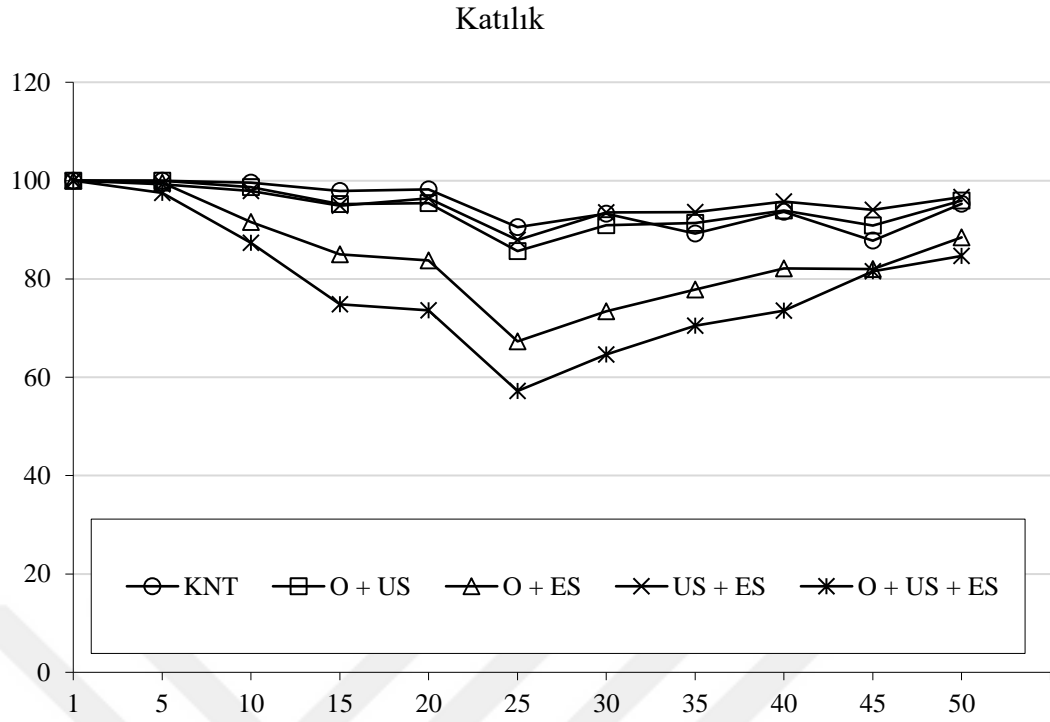
Dış Merkezlilik



Yoğunluk



Şekil 4.52. Kombinasyon uygulanan beyaz nektarinlerin dış merkezlilik ve yoğunluk parametrelerinin depolama boyunca % değişimi



Şekil 4.53. Kombinasyon uygulanan beyaz nektarinlerin katılık ve boyut parametrelerinin depolama boyunca % değişimi

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Şeftali ve nektarin gibi sert çekirdekli meyvelerin yetiştiriciliğinde ülke olarak önemli bir yere sahip olduğumuz yadsınamaz bir gerçektir. Bölgesel üretim bazlı düşünüldüğünde; Çanakkale ili, şeftali ve nektarin meyvelerinin toplam üretiminde Türkiye 2.'si iken sadece nektarin üretiminde Türkiye 1.'si konumundadır. Ayrıca, “Bayramiç Beyazı” ismi ile coğrafi işarete sahip olan ve yeni sayılabilecek bir tür olan beyaz nektarin sadece Çanakkale ili sınırları içerisinde üretilmektedir. Gelecek vadeden bir meyve türü olarak kendine has tadı ve kokusu sayesinde beğenilmekte ve her geçen gün bilinirliği artmaktadır.

Meyve ve sebzeler, gerek sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin her geçen gün daha iyi anlaşılması gerekse ekonomik bir kaynak olarak kullanılması sebebiyle yaygın bir şekilde üretilmekte ve tüketilmektedir. Fakat genel olarak, raf ömürleri çok uzun olamayan bir gıda grubu olması ve hasat, taşıma ve depolama gibi süreçlerde meydana gelen tahribatlar ülke ekonomisine katkısını azaltmaktadır. Bu sebeplerden dolayı, meyve ve sebzelerin raf ömrünü uzatma çalışmaları önem kazanmaktadır. Günümüz dünyasında, ısılmayan muhafaza teknikleri gıda bileşenlerini koruyarak mikrobiyal yükü azaltmalarına binaen alternatif yöntemler olarak araştırılmakta ve gıda sektöründe kısmen kullanılmaktadır.

Gerçekleştirilen çalışmada, yöresel bir ürün olan beyaz nektarin meyvesi üzerinde ısılmayan yeni muhafaza yöntemleri (ozon, ultrases, elektrolize su ve kombinasyonları) araştırılarak tarladan sofraya kadar ki zincirde kalite kriterlerinin daha uzun süre korunması ve raf ömrünün arttırılması amaçlanmıştır. Bu amaca uygun olarak, beyaz nektarinlere ozon, ultrases, elektrolize su ve çeşitli kombinasyonları uygulandıktan sonra soğuk hava koşullarında depolanmıştır. Belirlenen depolama periyotlarında ağırlık kaybı, pH, suda çözünür kuru madde (briks), ambalaj içi gaz konsantrasyonu, bozulma-çürüme oranı, renk, tekstür ve FT-NIR gibi fiziko-kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Bunlara ilaveten, ısılmayan muhafaza yöntemlerinin etkinliğinin objektif, hızlı ve hasarsız olarak belirlenmesi amacıyla görüntü işleme tekniklerinin kullanım potansiyeli araştırılmıştır. Görüntü işleme teknikleri ile beyaz nektarinlerin farklı renk uzaylarındaki renk bileşenleri (RGB, HSV, YCbCr, XYZ ve $L^*a^*b^*$) ve çeşitli morfolojik özellikleri (alan, konveks alan, çevre, çap, maks. ve min. uzunluk, dış merkezlilik, yoğunluk, katılık ve boyut) belirlenmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde, farklı dozlarda (1 ppm, 5 ppm, 10 ppm ve 20 ppm) ozon gazı uygulaması gerçekleştirilmiş ve depolama periyotlarında yapılan analizler ile beyaz nektarin kalitesi üzerindeki etkinliği değerlendirilmiştir. Yapılan fiziko-kimyasal

analizler sayesinde 5 ppm ve 1 ppm ozon uygulamalarının avantaj sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Kısmen 10 ppm ve özellikle 20 ppm düzeyinde bir ozon gazı uygulamasının beyaz nektarinlerin muhafazası için yüksek bir doz olduğu ve birçok parametre üzerine olumsuz etki yaptığı gözlenmiştir. Genel olarak, beyaz nektarin muhafazası için 10 ppm üzeri bir ozon gazı uygulamasının aşırı doz olduğu söylenebilir. Ağırlık kaybı, L^* değeri, FT-NIR ve görüntü işleme ile saptanan morfolojik özellik bulguları 5 ppm uygulama grubunun; pH, briks, bozulma-çürüme oranı, a^* değeri, sertlik ve meyve eti sertliği bulguları ise 1 ppm uygulama grubunun en iyi sonuçları verdiğini göstermiştir. Görüntü işleme ile elde edilen renk özellikleri ise bazı parametreler bakımından 1 ppm, bazı parametreler bakımından ise 5 ppm grubunun üstün olduğunu ortaya koymuştur.

Çalışmanın ikinci bölümünde, farklı güçlerde (100 W, 200 W, 300 W ve 500 W) ultrases uygulaması gerçekleştirilmiş ve depolama periyotlarında yapılan analizler ile beyaz nektarin kalitesi üzerindeki etkinliği değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilen fiziko-kimyasal analizler ile 300 W gücünde ultrases uygulamasının üstünlük sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Ultrases gücünün 500 W'a ulaşması durumunda beyaz nektarinlerde yüksek güce bağlı olarak oluşabilen hücre duvarı tahribatı neticesinde fiziko-kimyasal özellikler bakımından bazı dezavantajlar ortaya çıkmıştır. Ağırlık kaybı, pH, briks, O_2 ve CO_2 konsantrasyonu, bozulma-çürüme oranı, renk, sertlik ve FT-NIR analizlerinin tamamı 300 W ultrases uygulamasının beyaz nektarinlerin kalitesini muhafaza etme konusunda en başarılı grup olduğunu ortaya koymuş ve bu sonuç görüntü işleme teknikleriyle elde edilen renk ve morfolojik özellik bulguları sayesinde doğrulanmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, farklı konsantrasyonlarda (50 ppm, 100 ppm, 200 ppm ve 400 ppm) elektrolize su uygulaması gerçekleştirilmiş ve depolama periyotlarında yapılan analizler ile beyaz nektarin kalitesi üzerindeki etkinliği değerlendirilmiştir. Fiziko-kimyasal analiz sonuçları, optimum elektrolize su konsantrasyonunun 50 ppm olduğunu ve 200 ppm ve üzeri elektrolize su uygulamalarının ise aşırı doz olarak değerlendirilebileceğini göstermiştir. Ağırlık kaybı, pH, briks, O_2 ve CO_2 konsantrasyonu, bozulma-çürüme oranı, renk, sertlik ve FT-NIR analizlerinin tamamında sözü edilen sonuçlara ulaşılmış olup bu durum, görüntü işleme tekniklerinden elde edilen renk ve morfolojik özellikler ile örtüşmektedir.

Çalışmanın dördüncü ve son bölümünde, ilk üç bölümde elde edilen optimum parametrelerin ikili ve üçlü kombinasyonları (O+US, O+ES, US+ES ve O+US+ES) uygulanmış ve depolama periyotlarında yapılan fiziko-kimyasal analizler ile beyaz nektarin kalitesi üzerindeki etkinlikleri değerlendirilmiştir. Depolama boyunca yapılan fiziko-

kimyasal analizler (ağırlık kaybı, pH, briks, O₂ ve CO₂ konsantrasyonu, bozulma-çürüme oranı, renk, sertlik ve FT-NIR) ve görüntü işleme analizleri (renk ve morfolojik özellikler) sonucu raf ömrü boyunca beyaz nektarin kalite muhafazasında en başarılı grubun ozon ve ultrases uygulamalarının kombinasyonu (O+US) olduğu belirlenmiştir. Ozon ve elektrolize su uygulamalarının birlikte kullanıldığı kombinasyon grupları (O+ES ve O+US+ES) ise beyaz nektarinlerde oksidatif stresi artırarak raf ömrü üzerinde olumsuz etki yapmıştır. Bu bulgular ışığında, ozon ve elektrolize su uygulamalarının kombine edilmesiyle antagonistik etki olduğu söylenebilir. Ayrıca, ozon ve ultrases uygulamalarının kombinasyonu ile sinerjik etki düzeyinde olmasa da ilave etki düzeyinde bir avantaj sağlandığı belirtilmelidir.

Farklı ısı olmayan muhafaza tekniklerinin beyaz nektarin kalitesinin korunması için uygulanması ve görüntü işleme tekniklerinin kullanım potansiyelinin değerlendirmesi amacıyla yapılan çalışmaya ait genel çıkarım ve öneriler aşağıda listelenmiştir:

- Isıl olmayan muhafaza tekniklerinin (ozon, ultrases ve elektrolize su) beyaz nektarin kalitesinin muhafazasında ve raf ömrünü arttırmada kullanılabileceği ortaya konulmuştur.
- Isıl olmayan muhafaza tekniklerinin aşırı doza/konsantrasyona/güce bağlı olarak olumsuz etkileri göz önüne alındığında, her bir yöntemin kullanılabilmesi için her ürüne özgü optimum doz/konsantrasyon/güç ve süre çalışmalarının gerçekleştirilmesi büyük önem arz etmektedir.
- Maliyet hesabında ilk kurulum/cihaz giderleri dışında önemli bir masrafı olmayan ısı olmayan muhafaza tekniklerinin hayata geçirilmesi ile gıda sektöründe sağlanacak katma değer düşünüldüğünde son derece ekonomik olduğu söylenebilir.
- Isıl olmayan muhafaza tekniklerinin kombinasyon uygulamaları ile sinerjist bir etki sağlanamamış olması dolayısıyla gıda sanayiinde kullanımı ve ileriki çalışmaların dizaynı açısından kombine uygulamalar yerine bireysel muhafaza yöntemlerinin optimizasyonuna yönelmesi önerilmektedir. Bu sayede, hem muhafaza etkinliği hem de maliyet avantajı sağlanabileceği düşünülmektedir.
- Çalışmada mikroperfore film ambalaj tekniği kullanılmış olup, perakende satış koşullarını yansıtmaması amacıyla bir grup ambalajsız beyaz nektarin de depolanmış ve analizlere tabi tutulmuştur. Bu sayede, beyaz nektarinlerde ve dolayısıyla meyve ve sebzelerde ambalajlamanın raf ömrü ve ürün kalitesi üzerindeki olumlu etkisi çok net bir şekilde ortaya konulmuştur. Elde edilen sonuçların önemine binaen, gıda sektöründe ve gelecek araştırmalarda doğru ambalajlama tekniklerinin uygulanması ve yaygınlaştırılması önerilmektedir.

- Görüntü işleme teknikleri ile elde edilen farklı renk uzaylarındaki renk bileşenlerinden ürüne özgü çıkarımlar yapılarak ve uygun ürüne uygun parametrelerin belirlenmesiyle son derece objektif renk değerlendirmeleri yapılabilir.
- Görüntü işleme tekniklerinin, renk ve morfolojik özellikler sayesinde meyve-sebzelerin depolama boyunca takibi dışında tasnif ve sınıflandırma proseslerinde de başarılı bir şekilde kullanılabilceği söylenebilir.
- Görüntü işleme tekniklerinin beyaz nektarin kalite kontrolünde genel olarak başarılı sonuçlar vermesi dolayısıyla görüntü işleme tekniklerinin meyve-sebze sektöründe ve ileriki çalışmalarda objektif, hızlı ve hasarsız kalite kontrol teknikleri olarak kullanılması önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- Abbott J.A., 2004. Textural Quality Assessment for Fresh Fruits and Vegetables. In: F. Shahidi, A.M. Spanier, C.-T. Ho and T. Braggins Eds. Quality of Fresh and Processed Foods. Springer US, Boston, MA. 265-279.
- Abdullah M.Z., 2007. Computer Vision and Infrared Techniques for Image Acquisition in the Food and Beverage Industries. In: Eds. Computer Vision Technology in the Food and Beverage Industries. Woodhead Publishing. 3-26.
- Aboonajmi M., Faridi H., 2016. Nondestructive Quality Assessment of Agro-Food Products. 3. Iranian International NDT Conference, Tehran, IRAN, 1-9.
- Açu M., Yerlikaya O., Kınık Ö., 2014. Gıdalarda Isıl Olmayan Yeni Teknikler ve Mikroorganizmalar Üzerine Etkileri. Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi, 14: 23-25.
- Aday M.S., 2016. Application of Electrolyzed Water for Improving Postharvest Quality of Mushroom. LWT - Food Science and Technology, 68: 44-51.
- 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., Temizkan R., Buyukcan M.B., Caner C., 2013. An Innovative Technique for Extending Shelf Life of Strawberry: Ultrasound. LWT - Food Science and Technology, 52(2): 93-101.
- Ahmad M.S., Siddiqui M.W., 2015. Factors Affecting Postharvest Quality of Fresh Fruits. In: M.S. Ahmad and M.W. Siddiqui Eds. Postharvest Quality Assurance of Fruits: Practical Approaches for Developing Countries. Springer International Publishing, Cham. 7-32.
- Al-Haq M.I., Seo Y., Oshita S., Kawagoe Y., 2001. Fungicidal Effectiveness of Electrolyzed Oxidizing Water on Postharvest Brown Rot of Peach. HortScience, 36(7): 1310-1314.
- Al-Haq M.I., Sugiyama J., Isobe S., 2005. Applications of Electrolyzed Water in Agriculture & Food Industries. Food Science and Technology Research, 11(2): 135-

150.

Al-Hashimi A.M., Mason T.J., Joyce E.M., 2015. Combined Effect of Ultrasound and Ozone on Bacteria in Water. *Environ Sci Technol*, 49(19): 11697-11702.

Alcicek Z., Balaban M.O., 2012. Development and Application of "The Two Image" Method for Accurate Object Recognition and Color Analysis. *Journal of Food Engineering*, 111(1): 46-51.

Alencar E.R.d., Faroni L.R.D.A., Pinto M.d.S., Costa A.R.d., Silva T.A.d., 2013. Postharvest Quality of Ozonized" Nanicão" cv. Bananas. *Revista Ciência Agronômica*, 44(1): 107-114.

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.

Alipasandi A., Ghaffari H., Alibeyglu S.Z., 2013. Classification of Three Varieties of Peach Fruit Using Artificial Neural Network Assisted with Image Processing Techniques. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4(9): 2179-2186.

Anonim, (2017a). "*Bayramiç Beyazı*" Üreticinin Yüzünü Güldürdü - Bayramiç Ziraat Odası. 27 Şubat 2017, <http://bzob.com.tr/haberler-1028/guncel/165323/bayramic-beyazi-ureticinin-yuzunu-guldurdu>.

Anonim, (2017b). *Color Space Visualization*. 21 Haziran 2017, <http://www.personal-view.com/talks/discussion/7344/color-space-visualization/p1>.

Anonim, (2017c). *The Effects of Ultrasonic Cavitation*. 18 Mayıs 2017, <https://www.hielscher.com/ultrasonic-crystallization-and-precipitation.htm>.

Anonim, (2017d). *Near Infrared Measurements - How Do They Work ?* 2 Ağustos 2017,

Anonim, (2017e). *Ozone - Wikipedia*. 8 Mart 2017, <https://en.wikipedia.org/wiki/Ozone>.

Anonim, (2017f). *Ozone - Wordpress*. 8 Mart 2017, <https://anhourofchemaday.files.wordpress.com/2013/03/ozone2.png>.

Anonim, (2017g). *Symposium "Innovative Multi-Hurdle Technology Concepts"*. 20 Mayıs

- 2017, <http://www.dil-ev.de/en/news/detailliste/news/symposium-innovative-multi-hurdle-technology-concepts.html>.
- Anonim, (2017h). *TürKomp - Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı*. 27 Temmuz 2017, www.turkomp.gov.tr/.
- Arakeri M.P., Lakshmana, 2016. Computer Vision Based Fruit Grading System for Quality Evaluation of Tomato in Agriculture Industry. *Procedia Computer Science*, 79: 426-433.
- Arivazhagan S., Shebiah R.N., Nidhyandhan S.S., Ganesan L., 2010. Fruit Recognition Using Color and Texture Features. *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, 1(2): 90-94.
- Arrebola E., 2015. Advances in Postharvest Diseases Management in Fruits. In: M.W. Siddiqui Eds. *Postharvest Biology and Technology of Horticultural Crops: Principles and Practices for Quality Maintenance*. CRC Press. 243-292.
- Awad T.S., Moharram H.A., Shaltout O.E., Asker D., Youssef M.M., 2012. Applications of Ultrasound in Analysis, Processing and Quality Control of Food: A Review. *Food Research International*, 48(2): 410-427.
- Balcı M., Altun A.A., Taşdemir Ş., 2016. Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Napolyon Tipi Kirazların Sınıflandırılması. *Seçuk-Teknik Dergisi*, 15(3): 221-237.
- Banach J.L., Sampers I., Van Haute S., van der Fels-Klerx H.J., 2015. Effect of Disinfectants on Preventing the Cross-Contamination of Pathogens in Fresh Produce Washing Water. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(8): 8658-8677.
- Barbosa-Canovas G.V., Bermúdez-Aguirre D., 2011. Introduction. In: H.Q. Zhang, G.V. Barbosa-Cánovas, V.M. Balasubramaniam ve ark. Eds. *Nonthermal Processing Technologies for Food*. Wiley-Blackwell, Oxford, UK. i-xxx.
- Batisse C., Buret M., Coulomb P.J., 1996. Biochemical Differences in Cell Wall of Cherry Fruit Between Soft and Crisp Fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(2): 453-457.
- Becker B.R., Fricke B.A., 1996. *Transpiration and Respiration of Fruits and Vegetables*.

Science et Technique du Froid (France).

- Bilek S.E., Turantaş F., 2013. Decontamination Efficiency of High Power Ultrasound in the Fruit and Vegetable Industry, A Review. *International Journal of Food Microbiology*, 166(1): 155-162.
- Blasco J., Aleixos N., Cubero S., Gómez-Sanchís J., Moltó E., 2009. Automatic Sorting of Satsuma (*Citrus Unshiu*) Segments Using Computer Vision and Morphological Features. *Computers and Electronics in Agriculture*, 66(1): 1-8.
- Blasco J., Aleixos N., Moltó E., 2003. Machine Vision System for Automatic Quality Grading of Fruit. *Biosystems Engineering*, 85(4): 415-423.
- Bodelón O.G., Blanch M., Sanchez-Ballesta M.T., Escribano M.I., Merodio C., 2010. The Effects of High CO₂ Levels on Anthocyanin Composition, Antioxidant Activity and Soluble Sugar Content of Strawberries Stored at Low Non-Freezing Temperature. *Food Chemistry*, 122(3): 673-678.
- 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.
- Bortolin R.C., Caregnato F.F., Divan Junior A.M., Zanotto-Filho A., Moresco K.S., de Oliveira Rios A., de Oliveira Salvi A., Ortmann C.F., de Carvalho P., Reginatto F.H., Gelain D.P., Fonseca Moreira J.C., 2016. Chronic Ozone Exposure Alters the Secondary Metabolite Profile, Antioxidant Potential, Anti-Inflammatory Property, and Quality of Red Pepper Fruit from *Capsicum Baccatum*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 129: 16-24.
- 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.
- Buyukcan M.B., Kavdir I., 2017. Prediction of Some Internal Quality Parameters of Apricot Using Ft-Nir Spectroscopy. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(2): 651-659.
- Byron K.M., Michael J.D., 1989. A Color Vision System for Peach Grading. 32(4).

- Caner C., Aday M.S., Demir M., 2008. Extending the Quality of Fresh Strawberries by Equilibrium Modified Atmosphere Packaging. *European Food Research and Technology*, 227(6): 1575-1583.
- Cárdenas-Pérez S., Chanona-Pérez J., Méndez-Méndez J.V., Calderón-Domínguez G., López-Santiago R., Perea-Flores M.J., Arzate-Vázquez I., 2017. Evaluation of the Ripening Stages of Apple (Golden Delicious) by Means of Computer Vision System. *Biosystems Engineering*, 159: 46-58.
- Cen H.Y., He Y., 2007. Theory and Application of Near Infrared Reflectance Spectroscopy in Determination of Food Quality. *Trends in Food Science & Technology*, 18(2): 72-83.
- Chandrapala J., 2015. Low Intensity Ultrasound Applications on Food Systems. *International Food Research Journal*, 22(3): 888-895.
- Chemat F., Zill e H., Khan M.K., 2011. Applications of Ultrasound in Food Technology: Processing, Preservation and Extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*, 18(4): 813-835.
- Chen Y., Hung Y.-C., Chen M., Lin H., 2017. Effects of Acidic Electrolyzed Oxidizing Water on Retarding Cell Wall Degradation and Delaying Softening of Blueberries During Postharvest Storage. *LWT - Food Science and Technology*, 84: 650-657.
- Chen Z., Zhu C., 2011. Combined Effects of Aqueous Chlorine Dioxide and Ultrasonic Treatments on Postharvest Storage Quality of Plum Fruit (*Prunus Salicina* L.). *Postharvest Biology and Technology*, 61(2): 117-123.
- Clevenger T., Wu Y., DeGruson E., Brazos B., Banerji S., 2007. Comparison of the Inactivation of *Bacillus Subtilis* Spores and Ms2 Bacteriophage by Miox, Clortec and Hypochlorite. *Journal of Applied Microbiology*, 103: 2285-2290.
- Clydesdale F.M., 1993. Color as A Factor in Food Choice. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 33(1): 83-101.
- Colaric M., Veberic R., Stampar F., Hudina M., 2005. Evaluation of Peach and Nectarine Fruit Quality and Correlations Between Sensory and Chemical Attributes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(15): 2611-2616.
- Condón S., Mañas P., Cebrián G., 2010. Novel Technologies in Combined Processes. In:

- H.Q. Zhang, G.V. Barbosa-Cánovas, V.M. Balasubramaniam ve ark. Eds. Nonthermal Processing Technologies for Food. Wiley-Blackwell. 377-405.
- Cosme Silva G.M., Silva W.B., Medeiros D.B., Salvador A.R., Cordeiro M.H.M., da Silva N.M., Santana D.B., Mizobutsi G.P., 2017. The Chitosan Affects Severely the Carbon Metabolism in Mango (*Mangifera Indica* L. cv. Palmer) Fruit During Storage. *Food Chemistry*, 237: 372-378.
- Crisosto C.H., Crisosto G.M., 2005. Relationship Between Ripe Soluble Solids Concentration (RSSC) and Consumer Acceptance of High and Low Acid Melting Flesh Peach and Nectarine (*Prunus Persica* (L.) Batsch) Cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 38(3): 239-246.
- Crisosto C.H., Crisosto G.M., Echeverria G., Puy J., 2006. Segregation of Peach and Nectarine (*Prunus Persica* (L.) Batsch) Cultivars According to Their Organoleptic Characteristics. *Postharvest Biology and Technology*, 39(1): 10-18.
- Çatal H., İbanoğlu Ş., 2010. Gıdaların Ozonlanması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(3): 47-55.
- Davies E.R., 2012. Computer Vision for Automatic Sorting in the Food Industry. In: Eds. Computer Vision Technology in the Food and Beverage Industries. Woodhead Publishing. 150-180.
- Di Egidio V., Sinelli N., Limbo S., Torri L., Franzetti L., Casiraghi E., 2009. Evaluation of Shelf-Life of Fresh-Cut Pineapple Using FT-NIR and FT-IR Spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology*, 54(2): 87-92.
- Di Vaio C., Graziani G., Marra L., Cascone A., Ritieni A., 2008. Antioxidant Capacities, Carotenoids and Polyphenols Evaluation of Fresh and Refrigerated Peach and Nectarine Cultivars from Italy. *European Food Research and Technology*, 227(4): 1225-1231.
- Ding T., Xuan X.-T., Liu D.-H., Ye X.-Q., Shi J., Warriner K., Xue S., Jones C.L., 2015. Electrolyzed Water Generated Using A Circulating Reactor. *International Journal of Food Engineering*, 11(1): 79-84.
- 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.

Du C.-J., Sun D.-W., 2006. Learning Techniques Used in Computer Vision for Food Quality Evaluation: A Review. *Journal of Food Engineering*, 72(1): 39-55.

Duran M., Aday M.S., Zorba N.N.D., Temizkan R., Buyukcan 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.

Durmuş E., Yiğit A., 2003. Türkiye'nin Meyve Üretim Yörelere. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi (Fırat University Journal Of Social Science)*, 13(2): 23-54.

Eckardt N., 2009. A New Chlorophyll Degradation Pathway. *The Plant cell*, 21(3): 700.

Ekici L., Sağdıç O., Kesmen Z., 2006. Gıda Endüstrisinde Alternatif Bir Dezenfektan: Ozon. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1: 47-57.

El-Ramady H.R., Domokos-Szabolcsy É., Abdalla N.A., Taha H.S., Fári M., 2015. Postharvest Management of Fruits and Vegetables Storage. In: Eds. *Sustainable Agriculture Reviews*. Springer. 65-152.

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.

Fang Z., Bouwkamp J.C., Solomos T., 1998. Chlorophyllase Activities and Chlorophyll Degradation During Leaf Senescence in Non-Yellowing Mutant and Wild Type of *Phaseolus Vulgaris* L. *Journal of Experimental Botany*, 49(320): 503-510.

FAO, (2017). *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) - Crop Production Statistics*. 22 Şubat 2017, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>.

Feliziani E., Lichter A., Smilanick J.L., Ippolito A., 2016. Disinfecting Agents for Controlling Fruit and Vegetable Diseases After Harvest. *Postharvest Biology and Technology*, 122: 53-69.

Fernandes F.A., Rodrigues S., 2012. Ultrasound Applications in Fruit Processing. In: S. Rodrigues and F.A. Fernandes Eds. *Advances in Fruit Processing Technologies*.

CRC Press. 51-86.

- 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.
- Fu L., Sun S., Li R., Wang S., 2016. Classification of Kiwifruit Grades Based on Fruit Shape Using A Single Camera. *Sensors*, 16(7): 1012.
- Gallego-Juárez J.A., 2017. Basic Principles of Ultrasound. In: M. Villamiel, J.V. Garcia-Perez, A. Montilla, J.A. Carcel and J. Benedito Eds. *Ultrasound in Food Processing: Recent Advances*. Wiley. 4-24.
- Gani A., Baba W.N., Ahmad M., Shah U., Khan A.A., Wani I.A., Masoodi F.A., Gani A., 2016. Effect of Ultrasound Treatment on Physico-Chemical, Nutraceutical and Microbial Quality of Strawberry. *LWT - Food Science and Technology*, 66: 496-502.
- Gao S., Hemar Y., Ashokkumar M., Paturel S., Lewis G.D., 2014. Inactivation of Bacteria and Yeast Using High-Frequency Ultrasound Treatment. *Water Research*, 60: 93-104.
- Garcia E., Barrett M.D., 2002. Preservative Treatments for Fresh-Cut Fruits and Vegetables. In: O. Lamikanra Eds. *Fresh-cut fruits and vegetables*. CRC Press, Boca Raton, FL. 267-303.
- Gibbs V., Cole D., Sassano A., 2011. *Ultrasound Physics and Technology E-Book: How, Why and When*. Elsevier Health Sciences. 132 p.
- Giray S.G., Baysal T., 2012. Engel Teknolojisi. In: T. Baysal and F. İçier Eds. *Gıda Mühendisliğinde Isıl Olmayan Teknolojiler*. Nobel Yayın. 11-42.
- Glowacz M., Rees D., 2016. Using Jasmonates and Salicylates to Reduce Losses within the Fruit Supply Chain. *European Food Research and Technology*, 242(2): 143-156.
- Gómez-López V.M., Ragaert P., Ryckeboer J., Jeyachandran V., Debevere J., Devlieghere F., 2007. Shelf-Life of Minimally Processed Cabbage Treated with Neutral Electrolysed Oxidising Water and Stored Under Equilibrium Modified Atmosphere. *International Journal of Food Microbiology*, 117(1): 91-98.
- Greene A.K., Güzel-Seydim Z.B., Seydim A.C., 2012. Chemical and Physical Properties

- of Ozone. In: Eds. Ozone in Food Processing. Wiley-Blackwell. 19-32.
- Guentzel J.L., Lam K.L., Callan M.A., Emmons S.A., Dunham V.L., 2010. Postharvest Management of Gray Mold and Brown Rot on Surfaces of Peaches and Grapes Using Electrolyzed Oxidizing Water. *International Journal of Food Microbiology*, 143(1): 54-60.
- Guo F., Cao Q., 2004. Study on Color Image Processing Based Intelligent Fruit Sorting System. *Fifth World Congress on Intelligent Control and Automation (IEEE Cat. No.04EX788)*, 4802-4805 Vol.4806.
- Gustafsson J., Cederberg C., Sonesson U., Emanuelsson A., 2013. The Methodology of the FAO study: Global Food Losses and Food Waste-Extent, Causes and Prevention"- FAO, 2011. SIK - The Swedish Institute for Food and Biotechnology, SIK Report No. 857.
- Guyer L., Hofstetter S.S., Christ B., Lira B.S., Rossi M., Hörtensteiner S., 2014. Different Mechanisms Are Responsible for Chlorophyll Dephytylation During Fruit Ripening and Leaf Senescence in Tomato. *Plant Physiology*, 166(1): 44-56.
- Guzel-Seydim Z.B., Greene A.K., Seydim A.C., 2004. Use of Ozone in The Food Industry. *LWT - Food Science and Technology*, 37(4): 453-460.
- Gül M., Akpınar M.G., 2006. Dünya ve Türkiye Meyve Üretimindeki Gelişmelerin İncelenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1): 15-27.
- Güneş G., Turan D., 2017. New Technologies and Edible Coatings for Minimally Processed and Refrigerated (MPR) Fruits and Vegetables (Fresh Cuts and Freshly Squeezed Juices). In: F. Yildiz and R.C. Wiley Eds. *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables*. Springer US, Boston, MA. 587-617.
- Gür E., Şeker M., 2012. Beyaz Nektarin Tiplerinin AFLP Moleküler Markör Polimorfizminin Prunus Cinsine Giren Önemli Türlerle Karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2): 29-36.
- Gür E., Şeker M., 2014. Beyaz Nektarin Tiplerinin Prunus Cinsine Giren Önemli Türlerle Melezlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1): 65-72.
- Han Q., Gao H., Chen H., Fang X., Wu W., 2017. Precooling and Ozone Treatments

- Affects Postharvest Quality of Black Mulberry (*Morus Nigra*) Fruits. *Food Chemistry*, 221: 1947-1953.
- Harker F.R., Sutherland P.W., 1993. Physiological Changes Associated with Fruit Ripening and The Development of Mealy Texture During Storage of Nectarines. *Postharvest Biology and Technology*, 2(4): 269-277.
- Hati S., Mandal S., Minz P.S., Vij S., Khetra Y., Singh B.P., Yadav D., 2012. Electrolyzed Oxidized Water (EOW): Non-Thermal Approach for Decontamination of Food Borne Microorganisms in Food Industry. *Food and Nutrition Sciences*, 3: 760-768.
- Hayta E., Aday M.S., 2015. The Effect of Different Electrolyzed Water Treatments on the Quality and Sensory Attributes of Sweet Cherry During Passive Atmosphere Packaging Storage. *Postharvest Biology and Technology*, 102: 32-41.
- Heaton J.W., Marangoni A.G., 1996. Chlorophyll Degradation in Processed Foods and Senescent Plant Tissues. *Trends in Food Science & Technology*, 7(1): 8-15.
- Heyes J.A., Sealey D.F., 1996. Textural Changes During Nectarine (*Prunus Persica*) Development and Ripening. *Scientia Horticulturae*, 65(1): 49-58.
- Holcroft D.M., Kader A.A., 1999. Controlled Atmosphere-Induced Changes in pH and Organic Acid Metabolism May Affect Color of Stored Strawberry Fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 17(1): 19-32.
- Hörtensteiner S., 2006. Chlorophyll Degradation During Senescence. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 57: 55-77.
- Hörtensteiner S., Kräutler B., 2011. Chlorophyll Breakdown in Higher Plants. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics*, 1807(8): 977-988.
- Hricova D., Stephan R., Zweifel C., 2008. Electrolyzed Water and Its Application in the Food Industry. *Journal of Food Protection*, 71(9): 1934-1947.
- Hsu S.-Y., 2005. Effects of Flow Rate, Temperature and Salt Concentration on Chemical and Physical Properties of Electrolyzed Oxidizing Water. *Journal of Food Engineering*, 66(2): 171-176.
- Huang Y.-R., Hung Y.-C., Hsu S.-Y., Huang Y.-W., Hwang D.-F., 2008. Application of Electrolyzed Water in the Food Industry. *Food Control*, 19(4): 329-345.

- Huyskens-Keil S., Hassenberg K., Herppich W., 2012. Impact of Postharvest UV-C and Ozone Treatment on Textural Properties of White Asparagus (*Asparagus Officinalis* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 84(2): 229.
- Ingram M., Haines R., 1949. Inhibition of Bacterial Growth by Pure Ozone in the Presence of Nutrients. *Epidemiology & Infection*, 47(2): 146-158.
- Javanmardi J., Kubota C., 2006. Variation of Lycopene, Antioxidant Activity, Total Soluble Solids and Weight Loss of Tomato During Postharvest Storage. *Postharvest Biology and Technology*, 41: 151-155.
- Jayas D., Paliwal J., Visen N., 2000. Multi-layer Neural Networks for Image Analysis of Agricultural Products. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 77(2): 119-128.
- Jha S.N., 2010a. Food Quality and Safety: An Overview. In: S.N. Jha Eds. *Nondestructive Evaluation of Food Quality: Theory and Practice*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. 1-16.
- Jha S.N., 2010b. Near Infrared Spectroscopy. In: S.N. Jha Eds. *Nondestructive Evaluation of Food Quality: Theory and Practice*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. 141-212.
- Jongen W., 2002. *Fruit and Vegetable Processing: Improving Quality*. Elsevier. 388 p.
- Kader A.A., 2004. Increasing Food Availability by Reducing Postharvest Losses of Fresh Produce. V. International Postharvest Symposium 682, 2169-2176.
- Kader A.A., Zagory D., Kerbel E.L., Wang C.Y., 1989. Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28(1): 1-30.
- Karaca H., Velioglu Y.S., 2007. Ozone Applications in Fruit and Vegetable Processing. *Food Reviews International*, 23(1): 91-106.
- Kartal S., Aday M.S., Caner C., 2012. Use of Microperforated Films and Oxygen Scavengers to Maintain Storage Stability of Fresh Strawberries. *Postharvest Biology and Technology*, 71: 32-40.
- Kentish S., Ashokkumar M., 2011. The Physical and Chemical Effects of Ultrasound. In: H. Feng, G. Barbosa-Canovas and J. Weiss Eds. *Ultrasound Technologies for Food*

- and Bioprocessing. Springer New York, New York, NY. 1-12.
- Kentish S., Feng H., 2014. Applications of Power Ultrasound in Food Processing. Annual review of food science and technology, 5: 263-284.
- 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.
- Kilcast D., 2004. Texture in Food Volume 2, Solid Foods. 537.
- 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.
- Kıvanç M., Yılmaz M., 2009. Gıda Muhafazasında Yeni Teknolojiler. In: F. Susuz Alanyalı Eds. Gıda Muhafaza. TC. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 1948. 90-115.
- Knorr D., Zenker M., Heinz V., Lee D.-U., 2004. Applications and Potential of Ultrasonics in Food Processing. Trends in Food Science & Technology, 15(5): 261-266.
- Komatsu T., Mohammadi S., Busa L.S.A., Maeki M., Ishida A., Tani H., Tokeshi M., 2016. Image Analysis for A Microfluidic Paper-Based Analytical Device Using the CIE L* a* a* Color System. Analyst, 141(24): 6507-6509.
- Kondhare A., Singh G., Hiralkar N., Vanjale M.S., 2014. Colour And Shape Based Object Sorting. International Journal Of Scientific Research And Education, 2(3): 553-562.
- Labuza T.P., Szybist L.M., 2008. Open Dating of Foods. John Wiley & Sons. p.
- Lee P.-R., Tan R.-M., Yu B., Curran P., Liu S.-Q., 2013. Sugars, Organic Acids, and Phenolic Acids of Exotic Seasonable Tropical Fruits. Nutrition & Food Science, 43(3): 267-276.
- Leistner L., 2000. Basic Aspects of Food Preservation by Hurdle Technology. International Journal of Food Microbiology, 55(1): 181-186.
- Leistner L., 2009. Hurdle Technology. In: G.V. Barbosa-Cánovas Eds. Food Engineering - Volume III. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). 311-328.
- Leo M., Medioni G., Trivedi M., Kanade T., Farinella G.M., 2017. Computer Vision for Assistive Technologies. Computer Vision and Image Understanding, 154: 1-15.

- Li L., Lichter A., Chalupowicz D., Gamrasni D., Goldberg T., Nerya O., Ben-Arie R., Porat R., 2016. Effects of the Ethylene-Action Inhibitor 1-Methylcyclopropene on Postharvest Quality of Non-Climacteric Fruit Crops. *Postharvest Biology and Technology*, 111: 322-329.
- Li X., Xu C., Korban S.S., Chen K., 2010. Regulatory Mechanisms of Textural Changes in Ripening Fruits. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 29(4): 222-243.
- Liberty J., Agidi G., Okonkwo W., 2014. Predicting Storability of Fruits and Vegetables in Passive Evaporative Cooling Structures. *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, 3(5): 518-523.
- Lin C.-S., Tsai P.-J., Wu C., Yeh J.-Y., Saalia F.K., 2006. Evaluation of Electrolysed Water as An Agent for Reducing Methamidophos and Dimethoate Concentrations in Vegetables. *International Journal of Food Science & Technology*, 41(9): 1099-1104.
- Luo Z., Xie J., Xu T., Zhang L., 2009. Delay Ripening of 'Qingnai' Plum (*Prunus Salicina* Lindl.) with 1-Methylcyclopropene. *Plant Science*, 177(6): 705-709.
- Lurie S., Crisosto C.H., 2005. Chilling Injury in Peach and Nectarine. *Postharvest Biology and Technology*, 37(3): 195-208.
- Mahendran R., Ajay Vino S., Anandakumar S., 2016. Fundamentals of Computer Vision System for Sorting and Grading of Food Products. In: Eds. Reference Module in Food Science. Elsevier.
- Makino Y., Goto K., Oshita S., Sato A., Tsukada M., 2016. A Grading Method for Mangoes on the Basis of Peel Color Measurement Using A Computer Vision System. *Agricultural Sciences*, 7(06): 327.
- Mangaraj S., Goswami T.K., 2009. Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables for Extending Shelf-Life-A Review. *Fresh produce*, 3(1): 1-31.
- Manley M., 2014. Near-Infrared Spectroscopy and Hyperspectral Imaging: Non-Destructive Analysis of Biological Materials. *Chemical Society Reviews*, 43(24): 8200-8214.
- MathWorks, (2017a). *Convert from HSV to RGB Color Space*. 21 Haziran 2017, <https://www.mathworks.com/help/images/convert-from-hsv-to-rgb-color-space.html>.

- MathWorks, (2017b). "*regionprops*" - *Measure Properties of Image Regions*. 16 Temmuz 2017, <http://www.mathworks.com/help/images/ref/regionprops.html#bqkf8id>.
- Matile P., Hörtensteiner S., Thomas H., 1999. Chlorophyll Degradation. *Annual review of plant biology*, 50(1): 67-95.
- Mattos L.M., Moretti C.L., Ferreira M.D., 2012. Modified Atmosphere Packaging for Perishable Plant Products. In: Eds. Polypropylene. InTech.
- McKenna B.M., 2003. *Texture in Food*. Woodhead Publishing. 425 p.
- Mendoza F., Dejmek P., Aguilera J.M., 2006. Calibrated Color Measurements of Agricultural Foods Using Image Analysis. *Postharvest Biology and Technology*, 41(3): 285-295.
- Miller B.K., Delwiche M.J., 1991. Peach Defect Detection with Machine Vision. *Transactions of the ASABE*, 34(6): 2588-2597.
- Minas I.S., Vicente A.R., Dhanapal A.P., Manganaris G.A., Goulas V., Vasilakakis M., Crisosto C.H., Molassiotis A., 2014. Ozone-Induced Kiwifruit Ripening Delay is Mediated by Ethylene Biosynthesis Inhibition and Cell Wall Dismantling Regulation. *Plant Science*, 229: 76-85.
- Momin M.A., Rahman M.T., Sultana M.S., Igathinathane C., Ziauddin A.T.M., Grift T.E., 2017. Geometry-Based Mass Grading of Mango Fruits Using Image Processing. *Information Processing in Agriculture*, 4(2): 150-160.
- Muzaffar S., Ahmad M., Wani S.M., Gani A., Baba W.N., Shah U., Khan A.A., Masoodi F.A., Gani A., Wani T.A., 2016. Ultrasound Treatment: Effect on Physicochemical, Microbial and Antioxidant Properties of Cherry (*Prunus Avium*). *Journal of Food Science and Technology*, 53(6): 2752-2759.
- Nagle M., Intani K., Romano G., Mahayothee B., Sardud V., Müller J., 2016. Determination of Surface Color of All Yellow Mango Cultivars Using Computer Vision. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 9(1): 42-50.
- Najafi M.B.H., Khodaparast M.H.H., 2009. Efficacy of Ozone to Reduce Microbial Populations in Date Fruits. *Food Control*, 20(1): 27-30.
- Nicolai B.M., Beullens K., Bobelyn E., Peirs A., Saeys W., Theron K.I., Lammertyn J.,

2007. Nondestructive Measurement of Fruit and Vegetable Quality by Means of NIR Spectroscopy: A Review. *Postharvest Biology and Technology*, 46(2): 99-118.
- Nunes M.C.d.N., 2008. *Color Atlas of Postharvest Quality of Fruits and Vegetables*. Wiley-Blackwell. 480 p.
- O'Donnell C., Tiwari B.K., Cullen P.J., Rice R.G., 2012. Status and Trends of Ozone in Food Processing. In: C. O'Donnell, B.K. Tiwari, P.J. Cullen and R.G. Rice Eds. *Ozone in Food Processing*. Wiley-Blackwell. 1-6.
- Ong M.K., Ali A., Alderson P.G., Forney C.F., 2014. Effect of Different Concentrations of Ozone on Physiological Changes Associated to Gas Exchange, Fruit Ripening, Fruit Surface Quality and Defence-Related Enzymes Levels in Papaya Fruit During Ambient Storage. *Scientia Horticulturae*, 179: 163-169.
- Osorio S., Fernie A.R., 2013. Biochemistry of Fruit Ripening. In: G.B. Seymour, M. Poole, J.J. Giovannoni and G.A. Tucker Eds. *The Molecular Biology and Biochemistry of Fruit Ripening*. Blackwell Publishing. 1-19.
- Ölmez H., Akbas M.Y., 2009. Optimization of Ozone Treatment of Fresh-Cut Green Leaf Lettuce. *Journal of Food Engineering*, 90(4): 487-494.
- Öztekin S., Zorlugenç B., Zorlugenç F.K.I., 2006. Effects of Ozone Treatment on Microflora of Dried Figs. *Journal of Food Engineering*, 75(3): 396-399.
- Pace B., Cefola M., Renna F., Attolico G., 2011. Relationship Between Visual Appearance and Browning as Evaluated by Image Analysis and Chemical Traits in Fresh-Cut Nectarines. *Postharvest Biology and Technology*, 61(2): 178-183.
- Paliwal J., 2002. *Digital Image Analysis of Grain Samples for Potential Use in Grain Cleaning*. PhD Dissertation (Doktora Tezi). University of Manitoba, Winnipeg, Canada.
- 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 on Peaches and Table Grapes in Cold Storage. *Postharvest Biology and Technology*, 24(1): 39-48.
- Park E.J., Alexander E., Taylor G.A., Costa R., Kang D.H., 2008. Effect of Electrolyzed

- Water for Reduction of Foodborne Pathogens on Lettuce and Spinach. *Journal of Food Science*, 73(6): 268-272.
- Peiris K., Dull G., Leffler R., Kays S., 1998. Near-Infrared Spectrometric Method for Nondestructive Determination of Soluble Solids Content of Peaches. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 123(5): 898-905.
- 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.
- Pinheiro J., Alegria C., Abreu M., Gonçalves E.M., Silva C.L.M., 2015. Influence of Postharvest Ultrasounds Treatments on Tomato (*Solanum Lycopersicum*, Cv. *Zinac*) Quality and Microbial Load During Storage. *Ultrasonics Sonochemistry*, 27: 552-559.
- Rahman M., Miaruddin M., Khan M., Masud M., Begum M., 2013. Effect of Storage Periods on Postharvest Quality of Pumpkin. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 38(2): 247-255.
- Rahman S.M.E., Khan I., Oh D.-H., 2016. Electrolyzed Water as a Novel Sanitizer in the Food Industry: Current Trends and Future Perspectives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(3): 471-490.
- Rao C.G., 2015. Handling and Storage of Common Fruits. In: Eds. *Engineering for Storage of Fruits and Vegetables*. Academic Press. 151-164.
- Rice R.G., Robson C.M., Miller G.W., Hill A.G., 1981. Uses of Ozone in Drinking Water Treatment. *American Water Works Association*, 73(1): 44-57.
- Rocha A., Hauagge D.C., Wainer J., Goldenstein S., 2010. Automatic Fruit and Vegetable Classification from Images. *Computers and Electronics in Agriculture*, 70(1): 96-104.
- 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.

- 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.
- Russ J.C., Neal F.B., 2016. *The Image Processing Handbook (Seventh Edition)*. CRC Press. 1035 p.
- Sağdıç O., Ekici L., Yetim H., 2008. Gıdaların Muhafazasında Yeni Mikrobiyal İnaktivasyon Metotları. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum, 949-952.
- Salihoglu G., Salihoglu N.K., Ucaroglu S., Banar M., 2017. Food Loss and Waste Management in Turkey. *Bioresource Technology: In Press, Corrected Proof*.
- São José J.F.B.d., Andrade N.J.d., Ramos A.M., Vanetti M.C.D., Stringheta P.C., Chaves J.B.P., 2014. Decontamination by Ultrasound Application in Fresh Fruits and Vegetables. *Food Control*, 45: 36-50.
- São José J.F.B.d., Vanetti M.C.D., 2012. Effect of Ultrasound and Commercial Sanitizers in Removing Natural Contaminants and *Salmonella Enterica Typhimurium* on Cherry Tomatoes. *Food Control*, 24(1): 95-99.
- Sawaya W.N., 2017. Impact of Food Losses and Waste on Food Security. In: S. Murad, E. Baydoun and N. Dagher Eds. *Water, Energy & Food Sustainability in the Middle East: The Sustainability Triangle*. Springer International Publishing, Cham. 361-388.
- Seker M., Gur E., 2012. New Promising White Nectarine Genotypes from the Highlands of Northwestern Turkey. VII International Peach Symposium, Leuven, Belgium, 91-96.
- Seker M., Gur E., Ekinçi N., Gundogdu M.A., 2013. Investigation of Volatile Constituents in Some Promising Local Peach and Nectarine Genotypes Using the HS-SPME Technique by the GC-MS. XIII Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics, Leuven, Belgium, 421-427.
- Seker M., Kaynas K., Yilmaz A., Us U., 2005. Plant and Fruit Characteristics of A Novel White Nectarine Type. *HortScience*, 40(5): 1208-1212.
- Shahin M.A., Tollner E.W., McClendon R.W., Arabnia H.R., 2002. Apple Classification Based on Surface Bruises Using Image Processing and Neural Networks. 45(5): 1619.

- Sharma M., Sitbon C., Subramanian J., Paliyath G., 2009. Changes in Nutritional Quality of Fruits and Vegetables During Storage. In: G. Paliyath, D.P. Murr, A.K. Handa and S. Lurie Eds. *Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables, and Flowers*. 443-466.
- Siddiq M., 2006. Peach and Nectarine. In: Y.H. Hui Eds. *Handbook of fruits and fruit processing*. Blackwell Publishing. 519-531.
- Siddiqui M.W., Chakraborty I., Ayala-Zavala J., Dhua R., 2011. Advances in Minimal Processing of Fruits and Vegetables: A Review. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 70: 823-834.
- Sinecen M., 2016. Digital Image Processing with MATLAB. In: Y. Valdman Eds. *Applications from Engineering with MATLAB Concepts*. InTech. 1-42.
- Sinecen M., Temizkan R., Caner C., 2015. Investigation of the Morphological and Color Changes of Damaged Green Plums During Storage Time Using Digital Image Processing Techniques. *Gazi University Journal of Science*, 28: 133-139.
- Singh S., Shalini R., 2016. Effect of Hurdle Technology in Food Preservation: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(4): 641-649.
- Siucińska K., Konopacka D., Mieszczakowska-Fraç M., Połubok A., 2016. The Effects of Ultrasound on Quality and Nutritional Aspects of Dried Sour Cherries During Shelf-Life. *LWT - Food Science and Technology*, 68: 168-173.
- Skog L.J., Chu C.L., 2001. Effect of Ozone on Qualities of Fruits and Vegetables in Cold Storage. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(4): 773-778.
- Slavin J.L., Lloyd B., 2012. Health Benefits of Fruits and Vegetables. *Advances in Nutrition*, 3: 506-516.
- Snowden A.L., 2008. *Post-Harvest Diseases and Disorders of Fruits and Vegetables: Volume 1: General Introduction and Fruits*. CRC Press. 302 p.
- Sofu A., Ekinci F.Y., Demir N., 2006. Gıda Mühendisliğinde Modelleme Sistemlerinin Matlab Programı Kullanılarak Uygulamaları. *Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu, Türkiye*, 33.
- Soliva-Fortuny R.C., Martín-Belloso O., 2003. *New Advances in Extending the Shelf-Life*

- of Fresh-Cut Fruits: A Review. *Trends in Food Science & Technology*, 14(9): 341-353.
- Sudheer K., Indira V., 2007. *Minimal Processing of Fruits and Vegetables - Post Harvest Technology of Horticultural Crops*. New India Publishing. 291 p.
- Sweetman C., Sadras V.O., Hancock R.D., Soole K.L., Ford C.M., 2014. Metabolic Effects of Elevated Temperature on Organic Acid Degradation in Ripening *Vitis Vinifera* Fruit. *Journal of Experimental Botany*, 65(20): 5975-5988.
- Şaykol E., Güdükbay U., Ulusoy Ö., 2005. Integrated Querying of Images by Color, Shape, and Texture Content of Salient Objects. *Advances in Information Systems: ADVIS 2004*, Izmir, Turkey, 363-371.
- Tadesse F., 1989. Post-Harvest Losses of Fruits And Vegetables in Horticultural State Farms. I International Symposium on Horticultural Economics in Developing Countries 270, 261-270.
- Tapp C., Rice R.G., 2012. Generation and Control of Ozone. In: Eds. *Ozone in Food Processing*. Wiley-Blackwell. 33-54.
- Tarlak F., Ozdemir M., Melikoglu M., 2016a. Computer Vision System Approach in Colour Measurements of Foods: Part I. Development of Methodology. *Food Science and Technology (Campinas)*, 36(2): 382-388.
- Tarlak F., Ozdemir M., Melikoglu M., 2016b. Computer Vision System Approach in Colour Measurements of Foods: Part II. Validation of Methodology with Real Foods. *Food Science and Technology (Campinas)*, 36(3): 499-504.
- Tiwari B.K., Muthukumarappan K., 2012. Ozone in Fruit and Vegetable Processing. In: Eds. *Ozone in Food Processing*. Wiley-Blackwell. 55-80.
- Tiwari B.K., Patras A., Brunton N., Cullen P.J., O'Donnell C.P., 2010. Effect of ultrasound processing on anthocyanins and color of red grape juice. *Ultrasonics Sonochemistry*, 17(3): 598-604.
- Tiwari B.K., Rice R.G., 2012. Regulatory and Legislative Issues. In: Eds. *Ozone in Food Processing*. Wiley-Blackwell. 7-17.
- Torrieri E., Perone N., Cavella S., Masi P., 2010. Modelling the Respiration Rate of

- Minimally Processed Broccoli (*Brassica Rapa* var. *Sylvestris*) for Modified Atmosphere Package Design. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(10): 2186-2193.
- TPE, (2010). *Türkiye Patent Enstitüsü - Beyaz Nektarin (Tescil No: 157)*. 21 Şubat 2017, <http://www.turkpatent.gov.tr/TurkPatent/resources/temp/E3A160AB-87BF-41ED-BD47-532C16FC19F4.pdf;jsessionid=A268135F6B933C70BB4A0854DFDF030B>.
- Turantaş F., 2016. Gıda Sanayiinde Elektrolize Su Uygulamalarının Antimikrobiyal Etkileri. *Dünya Gıda*, 2016-7: 93-98.
- TÜİK, (2017). *Türkiye İstatistik Kurumu - Bitkisel Üretim İstatistikleri*. 22 Şubat 2017, <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>.
- Tzortzakis N., Chrysargyris A., 2017. Postharvest Ozone Application for the Preservation of Fruits and Vegetables. *Food Reviews International*, 33(3): 270-315.
- Udompijitkul P., Daeschel M.A., Zhao Y., 2007. Antimicrobial Effect of Electrolyzed Oxidizing Water Against *Escherichia Coli* O157:H7 and *Listeria Monocytogenes* on Fresh Strawberries (*Fragaria* × *ananassa*). *Journal of Food Science*, 72(9): 397-406.
- Valente M., Prades A., Laux D., 2013. Potential Use of Physical Measurements Including Ultrasound for A Better Mango Fruit Quality Characterization. *Journal of Food Engineering*, 116(1): 57-64.
- Van Buren J.P., 1979. The Chemistry of Texture in Fruits and Vegetables. *Journal of Texture Studies*, 10(1): 1-23.
- Vandekinderen I., Van Camp J., De Meulenaer B., Veramme K., Bernaert N., Denon Q., Ragaert P., Devlieghere F., 2009. Moderate and High Doses of Sodium Hypochlorite, Neutral Electrolyzed Oxidizing Water, Peroxyacetic Acid, and Gaseous Chlorine Dioxide Did Not Affect the Nutritional And Sensory Qualities of Fresh-Cut Iceberg Lettuce (*Lactuca Sativa* Var. *Capitata* L.) After Washing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(10): 4195-4203.
- Vázquez-Celestino D., Ramos-Sotelo H., Rivera-Pastrana D.M., Vázquez-Barrios M.E., Mercado-Silva E.M., 2016. Effects of Waxing, Microperforated Polyethylene Bag, 1-Methylcyclopropene and Nitric Oxide on Firmness and Shivel and Weight Loss of ‘Manila’ Mango Fruit During Ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 111:

398-405.

- Wang Q., Wang H., Xie L., Zhang Q., 2012. Outdoor Color Rating of Sweet Cherries Using Computer Vision. *Computers and Electronics in Agriculture*, 87: 113-120.
- Wang W., Ma X., Zou M., Jiang P., Hu W., Li J., Zhi Z., Chen J., Li S., Ding T., 2015. Effects of Ultrasound on Spoilage Microorganisms, Quality, and Antioxidant Capacity of Postharvest Cherry Tomatoes. *Journal of Food Science*, 80(10): 2117-2126.
- Willson M.F., Whelan C.J., 1990. The Evolution of Fruit Color in Fleshy-Fruited Plants. *The American Naturalist*, 136(6): 790-809.
- Wongmetha O., Ke L.-S., Liang Y.-S., 2015. The Changes in Physical, Bio-Chemical, Physiological Characteristics and Enzyme Activities of Mango vv. Jinhwang During Fruit Growth and Development. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 72: 7-12.
- Wu D., Sun D.-W., 2013. Colour Measurements by Computer Vision for Food Quality Control – A Review. *Trends in Food Science & Technology*, 29(1): 5-20.
- Xie L.J., Ye X.Q., Liu D.H., Ying Y.B., 2009. Quantification of Glucose, Fructose and Sucrose in Bayberry Juice by NIR and PLS. *Food Chemistry*, 114(3): 1135-1140.
- Yeoh W.K., Ali A., 2017. Ultrasound Treatment on Phenolic Metabolism and Antioxidant Capacity of Fresh-Cut Pineapple During Cold Storage. *Food Chemistry*, 216: 247-253.
- Yıldız N., 2010. Görüntü İşlemenin Dünü, Bugünü ve Geleceği. *Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Dergisi*, 440: 11-16.
- Zapotoczny P., Zielinska M., Nita Z., 2008. Application of Image Analysis for the Varietal Classification of Barley. *Journal of Cereal Science*, 48(1): 104-110.
- Zhang X., Zhang Z., Wang L., Zhang Z., Li J., Zhao C., 2011. Impact of Ozone on Quality of Strawberry During Cold Storage. *Frontiers of Agriculture in China*, 5(3): 356-360.
- Zheng C., Sun D.-W., Zheng L., 2006. Recent Developments and Applications of Image Features for Food Quality Evaluation and Inspection – A Review. *Trends in Food Science & Technology*, 17(12): 642-655.

Zhou R., Zhang G., Hu Y., Wu H., Xie J., Luo Y., 2012. Reductions in Flesh Discolouration and Internal Morphological Changes in Nanhui Peaches (*Prunus Persica* (L.) Batsch, cv. Nanhui) by Electrolysed Water and 1-Methylcyclopropene Treatment During Refrigerated Storage. *Food Chemistry*, 135(3): 985-992.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Rıza TEMİZKAN

Doğum Yeri : Yenice / ÇANAKKALE

Doğum Tarihi : 01/11/1987

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Atatürk Üniversitesi / Ziraat Fakültesi / Gıda Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü /
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer

1. Öğütücü M., Arifoğlu N., Temizkan R., Yılmaz E., "Preventing Oil Leakage with Natural Wax Additions During Storage of Tahini Halva", Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse, Accepted, 2017
2. Duran M., Aday M.S., Demirel Zorba N.N., Temizkan R., Büyükcan M.B., Caner C., "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, vol.98, pp.354-363, 2016
3. Sinecen M., Temizkan R., Caner C., "Investigation of the Morphological and Color Changes of Damaged Green Plums During Storage Time Using Digital Image Processing Techniques", Gazi University Journal of Science, vol.28, pp.133-139, 2015
4. Öğütücü M., Temizkan R., Arifoğlu N., Yılmaz E., "Structure and Stability of Fish Oil Organogels Prepared with Sunflower Wax and Monoglyceride", Journal of Oleo Science, vol.64, pp.713-720, 2015
5. Aday M.S., Büyükcan M.B., Temizkan R., Caner C., "Role of Ozone Concentrations and Exposure Times in Extending Shelf Life of Strawberry", Ozone-Science & Engineering, vol.36, pp.43-56, 2014
6. Temizkan R., Yasar K., Hayaloglu A.A., "Changes During Ripening in Chemical

Composition, Proteolysis, Volatile Composition and Texture in Kashar Cheese Made Using Raw Bovine, Ovine or Caprine Milk", International Journal of Food Science and Technology, vol.49, pp.2643-2649, 2014

7. Aday M.S., Temizkan R., Büyükcan M.B., Caner C., "An Innovative Technique for Extending Shelf Life of Strawberry: Ultrasound", LWT-Food Science and Technology, vol.52, pp.93-101, 2013
8. Yüceer M., Temizkan R., Caner C., "Fonksiyonel Gıda Olarak Yumurta: Bileşenleri ve Fonksiyonel Özellikleri", Akademik Gıda, cilt.10, ss.70-76, 2012

b) Bildiriler -Uluslararası -Ulusal

1. Ayvaz H., Temizkan R., " The Use of FT-IR and Chemometrics for Quantification of Bovine Milk Adulteration in Caprine and Ovine Milk", 16th International Symposium - Prospects for the 3rd Millennium Agriculture, Cluj-Napoca, Romanya, Accepted
2. Yüceer M., Temizkan R., Büyükcan M. B., Caner C., " Color Changes of Coated, Ozone and Ultrasound Treated Eggs During Long Term Storage", XVII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, Edinburgh, İskoçya, Accepted
3. Yüceer M., Caner C., Temizkan R., " Physicochemical Characteristics, Functional Properties and Rheological Behaviours of Ultrasound Treated Hen's Liquid Whole Egg ", XVII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, Edinburgh, İskoçya, Accepted
4. Yüceer M., Caner C., Temizkan R., "Sıvı Yumurta Kalitesine Termal İşleme Tekniklerine Alternatif Olarak Yeni Tekniklerin Kullanımı ve Etkinliği", 9. Gıda Mühendisliği Kongresi, İzmir, Türkiye, 12-14 Kasım 2015, ss.179-179
5. Yüceer M., Temizkan R., Aldemir H., Caner C., "Atımlı Işık (Pulsed Light) Uygulamasının Gıdalarda Kullanımı", 6. Ulusal Veteriner Gıda Hijyeni Kongresi, Van, Türkiye, 7-11 Ekim 2015, ss.244-245
6. Yüceer M., Temizkan R., Aldemir H., Caner C., "Gıda İşlemede Isısal Olmayan Yeni Teknikler", 6. Ulusal Veteriner Gıda Hijyeni Kongresi, Van, Türkiye, 7-11 Ekim 2015, ss.242-243
7. Yüceer M., Temizkan R., Aldemir H., Caner C., "Enzim Modifiye Sıvı Yumurta Akının Reolojik Karakterizasyonu", 6. Ulusal Veteriner Gıda Hijyeni Kongresi, Van, Türkiye, 7-11 Ekim 2015
8. Yüceer M., Temizkan R., Caner C., "Investigating FT-NİR Spectral and Color

- Properties of Lysozyme-Chitosan Coated Egg Freshness During Storage", XVI European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, Nantes, Fransa, 10-13 Mayıs 2015, pp.131-131
9. Yüceer M., Temizkan R., Caner C., "Evaluation of Color Changes in Various Edible Coated Eggs During Storage", XVI European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, Nantes, Fransa, 10-13 Mayıs 2015, pp.130-130
 10. Yüceer M., Temizkan R., Caner C., "FT-NIR Application as An Alternative Tool for Evaluation of Ozone-Treated Eggs Freshness During Storage ", XVI European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, Nantes, Fransa, 10-13 Mayıs 2015, pp.37-37
 11. Yüceer M., Caner C., Aldemir H., Temizkan R., "Fosfolipaz Enziminin Sıvı Yumurta Akı Fonksiyonel Kalitesine Etkisi", 9. Gıda Mühendisliği Kongresi, İzmir, Türkiye, 12-14 Kasım 2015, ss.178-178
 12. Altıparmak E., Temizkan R., Demirel Zorba N.N., "Effects of Ozone Application on Microbial Load of Black Pepper", 2nd International Congress on Food Technology, Aydın, Türkiye, 5-7 Kasım 2014, pp.261-261
 13. Temizkan R., Büyükcan M.B., Yüceer M., Caner C., "Biopolymer-Based Nanocomposites in Food Packaging", VII. International Packaging Congress, İzmir, Türkiye, 9-11 Mayıs 2013, pp.60-61
 14. Yüceer M., Temizkan R., Caner C., "Effect of Lysozyme-Chitosan Antimicrobial Coatings on Microbial Quality of Fresh Eggs", VII. International Packaging Congress, İzmir, Türkiye, 9-11 Mayıs 2013, pp.135-136
 15. Duran M., Temizkan R., Aday M.S., Demirel Zorba N.N., Caner C., "Effect of Natural Antimicrobial Chitosan Coatings on Microbial Quality of Fresh Strawberries", VII. International Packaging Congress, İzmir, Türkiye, 9-11 Mayıs 2013, pp.128-128
 16. Duran M., Temizkan R., Büyükcan M.B., Aday M.S., Demirel Zorba N.N., Caner C., "Enhancement of Shelf Life of Fresh Strawberries with Antimicrobial Edible Coatings", VII. International Packaging Congress, İzmir, Türkiye, 9-11 Mayıs 2013, pp.59-59
 17. Yasar K., Aday M.S., Temizkan R., "Simplese Kullanımının Düşük Yağlı Çanakkale Peynir Helvasının Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi", III. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Konya, Türkiye, 10-12 Mayıs 2012, ss.729-729
 18. Yasar K., Temizkan R., "The Effect of Using Bovine, Ovine and Caprine Milk on

Functional Properties of Kashar Cheese", IFT12 (Institute of Food Technologists) Annual Meeting & Food Expo, Las Vegas, Nevada, ABD, 25-28 Haziran 2012, pp.254-255

19. Yasar K., Aday M.S., Temizkan R., "Effect of Inulin on Color, Texture and Sensorial Properties of Cheese Halva", 4th International Congress on Food and Nutrition and 3rd Safe Consortium International Congress on Food Safety, İstanbul, Türkiye, 12-14 Ekim 2011, pp.145-146

c) Katıldığı Projeler

1. Beyaz Nektarin Kalitesinin Isıl Olmayan Muhafaza Yöntemleriyle Korunması ve Görüntü İşleme Teknikleriyle Değerlendirilmesi, BAP Doktora, FDK-2016-903, Araştırmacı, Devam Ediyor
2. Sıvı Yumurta Sarısının Fonksiyonel ve Teknolojik Özelliklerinin İyileştirilmesi, BAP Diğer, FBD-2017-1232, Araştırmacı, Devam Ediyor
3. Sıvı Yumurta Ürünlerinin Ultrases Tekniği ile Muamelesi ve Fonksiyonel ile Reolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, BAP Diğer, FBA-2015-656, Araştırmacı, Devam Ediyor
4. Enzim Modifiye Yumurta Ürünlerinin Fonksiyonel ve Reolojik Karakteristiklerinin Belirlenmesi, TÜBİTAK Projesi, 214O376, Devam Ediyor
5. Yumurtanın Aktif Ambalajlama ve Yeni Muhafaza Yöntemleri ile Raf Ömrünün Arttırılması, SAN TEZ, 00729.STZ.2010-2, 2013
6. Kaşar Peynirinin Bileşim, Proteoliz, Fonksiyonel ve Duyusal Özellikleri Üzerine İnek, Koyun ve Keçi Sütü Kullanımının Etkisi, BAP Y.Lisans, 2010/154, Araştırmacı, 2012

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : Yeşil Bayramiç Yemek Fabrikası (Sorumlu Yönetici):
2009-2010

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (Araştırma Görevlisi):
2011-...

İLETİŞİM

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