



**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜLERİ
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**



YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuğçe CEREN

**‘HİCAZNAR’ NAR TANELERİNDE DERİM SONRASI
FUNGAL BOZULMALAR VE ÜŞÜME ZARARININ
KONTROLÜ ÜZERİNE OKSALİK ASİT
UYGULAMASININ ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

OSMANİYE – 2018

**T.C.
OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**‘HİCAZNAR’ NAR TANELERİNDE DERİM SONRASI
FUNGAL BOZULMALAR VE ÜŞÜME ZARARININ
KONTROLÜ ÜZERİNE OKSALİK ASİT
UYGULAMASININ ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

Tuğçe CEREN

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI**

**OSMANİYE
EYLÜL-2018**

TEZ ONAYI

‘HİCAZNAR’ NAR TANELERİNDE DERİM SONRASI FUNGAL BOZULMALAR VE ÜŞÜME ZARARININ KONTROLÜ ÜZERİNE OKSALİK ASİT UYGULAMASININ ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Tuğçe CEREN tarafından Doç. Dr. Ayşe Tülin ÖZ danışmanlığında Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği** Anabilim Dalı’nda hazırlanan bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği/ çokluğu ile **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Ayşe Tülin ÖZ
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, OKÜ

Üye: Prof. Dr. Kenan Sinan DAYISOYLU
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, KSÜ

Üye: Prof. Dr. Nesibe Ebru Yaşa KAFKAS
Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, ÇÜ

Yukarıdaki jüri kararı Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/...../..... tarih ve/..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Coşkun ÖZALP
Enstitü Müdürü, **Fen Bilimleri Enstitüsü**

Bu Çalışma OKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: OKÜBAP-2017-PT3-017

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, bu çalışma sonucunda elde edilmeyen her türlü bilgi ve ifade için ilgili kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını ve bu tezin Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlandığını bildiririm.

Tuğçe CEREN



ÖZET

‘HİCAZNAR’ NAR TANELERİNDE DERİM SONRASI FUNGAL BOZULMALAR VE ÜŞÜME ZARARININ KONTROLÜ ÜZERİNE OKSALİK ASİT UYGULAMASININ ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Tuğçe CEREN

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Ayşe Tülin ÖZ

Eylül 2018, 56 Sayfa

‘Hicaznar’ nar meyve taneleri tanelenme işleminden sonra üç farklı konsantrasyonda kontrol (0mM), 2,5mM ve 5mM oksalik asit (OA) olacak şekilde 10 dk süre ile daldırma yöntemi ile yapılan uygulamanın ardından polivenilpropilen (PVPP)(250 gr) kutulara paketlenerek, 5°C’de %90 nispi nem koşullarında 20 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Yapılan OA uygulamasının etkisini belirlemek amacı ile başlangıç günü (0.gün) dâhil olmak üzere 4 gün aralıklarla muhafaza sonuna kadar ‘Hicaznar’ nar meyve tanelerinin kalite değişimleri belirlenmiştir. OA uygulanan ‘Hicaznar’ nar meyve tanelerinin kontrol ile kıyaslanması sonucunda üşüme zararı üzerine etkileri istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Maya ve küf gelişiminin muhafaza başlangıç ile sonuç değerlerinin rakamsal olarak birbirine çok yakın olduğu ve uygulamalar arasındaki farkın istatistiki açıdan anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: ‘Hicaznar’ nar tanesi, oksalik asit, üşüme zararı, fungal bozulma

ABSTRACT

EFFECTS OF POSTHARVEST OXALIC ACID THE TREATMENT ON 'HİCAZNAR' POMEGRANATE ARILS FUNGAL ROT AND CHILLING INJURY

Tuğçe CEREN

M.Sc., Department of Food Engineering

Supervisor: Associate Professor Ayşe Tülin ÖZ

September 2018, 56 Pages

'Hicaznar' pomegranate fruit arils after the granulation of three different concentrations of control (0mM), 2.5mM and 5mM oxalic acid (OA) with a 10 min dipping method after the applications of polivenilpropylene (PVPP) (250 g) packed in boxes at 5 ° C in 90% relative humidity for 20 days. In order to determine the effect of OA application on quality changes of Hicaznar pomegranate fruit arils were determined at 4 day intervals including the first day of storage (day 0). The effect of OA applied Hicaznar pomegranate fruit arils on chilling injury damage was found to be statistically significant ($p < 0.05$). However yeast and mold growth were not statistically significant and value were very closed to each other .

Key Words: 'Hicaznar' pomegranate arils, oxalic acid, chilling injury, fungal decay

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılardan dolayı tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Ayşe Tülin Öz'e, laboratuvar aşamasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Arş. Gör. Tülin Eker'e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans derslerinde katkı sağlayan Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi ve Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi hocalarına ve katılımlarından dolayı değerli tez jüri üyelerine, çalışma esnasında maddi destek sağlayan Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Birimine (Proje No: OKÜBAP-2017-PT3-017) teşekkür ederim.

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Nesibe Ebru Yaşa KAFKAS ve araştırma görevlilerine kimyasal analizlerde vermiş oldukları desteklerden dolayı teşekkür ederim.

Maddi ve manevi anlamda her zaman arkamda olan ve beni destekleyen annem, babam, kardeşlerime ve eşime teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	
TEZ BİLDİRİMİ	
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	8
3.1 Materyal	8
3.1.1 Bitkisel Materyal	8
3.1.2 Denemede Kullanılan Araç Gereçler ve Kimyasallar	8
3.2 Yöntem.....	9
3.2.1 Nar Örneklerinin Toplanması.....	9
3.2.2 Oksalik Asit (OA) Uygulaması	9
3.2.3 Meyve Tanelerinin Ambalajlanması ve Depolanması.....	9
3.2.4 Muhafaza Süresince Yapılan (Fiziksel, Kimyasal) Analizler.....	10
3.2.4.1 Ağırlık Kaybı.....	10
3.2.4.2 Nar Meyvelerinde Tane Sertliği	11
3.2.4.3 Suda Çözünen Toplam Kuru Madde Miktarı	11

3.2.4.4	pH Değeri	12
3.2.4.5	Titre Edilebilir Asitlik Miktarı	12
3.2.4.6	Gaz bileşimi ölçümü (O ₂ ve CO ₂)	13
3.2.4.7	Meyve Tane Rengi (L, a*, b*, C, h°) Değerleri	13
3.2.4.8	Üşüme Zararı Miktarı	14
3.2.4.9	Toplam Fenolik Madde Miktarı	14
3.2.4.10	Toplam Flavonoid Madde Miktarı	15
3.2.4.11	Toplam Antosiyanin Madde Miktarı	16
3.2.4.12	DPPH Yöntemi ile Antioksidan Aktivite Tayini	16
3.2.4.13	Organik Asit ve C Vitamini Miktarının Belirlenmesi	16
3.2.4.14	şeker (Sakkaroz, Glikoz, Fruktoz, Sorbitol) Miktarının Belirlenmesi	17
3.2.5	Mikrobiyolojik Analizler	17
3.2.5.1	Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı	17
3.2.5.2	Toplam Maya ve Küf Sayımı	18
3.3	İstatistiksel Analiz	18
4.	ARAşTIRMA BULGULARI VE TARTIşMA	19
4.1	Ağırlık Kaybı	19
4.2	Gaz Bileşim Ölçümü (O ₂ ve CO ₂)	20
4.3	pH Değeri	23
4.4	Titre Edilebilir Asit Miktarı	23
4.5	Renk Değerleri (L, a*, b*, C, h°)	26
4.6	Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı	29
4.7	Nar Meyvelerinde Tane Sertliği	29

4.8 Üşüme Zararı Miktarı	32
4.9 Toplam Fenolik Madde Miktarı	33
4.10 Toplam Antosiyanin Madde Miktarı	34
4.11 DPPH Yöntemi ile Antioksidan Aktivite Miktarı	35
4.12 Toplam Flavonoid Madde Miktarı	35
4.13 Mikrobiyolojik Değerler	38
4.13.1 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı.....	38
4.13.2 Toplam Maya- Küf Sayımı.....	38
4.14 Organik Asitler ve C Vitamini İçeriği	41
4.15 Şeker (Sakkaroz, Glikoz, Fruktoz, Sorbitol) Miktarı	44
5. SONUÇLAR	47
KAYNAKLAR	50
ÖZGEÇMİŞ	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar tanelerinin fiziksel ve kimyasal değerleri	25
Çizelge 4.2. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar tanelerinin renk ölçüm değerleri.....	28
Çizelge 4.3. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar meyve sularındaki SÇKM (%) ve tekstür (N) değişim değerleri	31
Çizelge 4.4. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar tanelerinin üşüme zararı (%) değerleri	33
Çizelge 4.5. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar meyve sularındaki toplam fenolik madde miktarı (mg/L), toplam flavonoid madde miktarı (mg/L), toplam antosiyanin miktarı (mg/L) ve antioksidan aktivite (%) değerleri.....	37
Çizelge 4.6. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar meyvelerindeki toplam mezofilik aerobik bakteri ve toplam maya-küf değişim değerleri	40
Çizelge 4.7. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar meyvelerindeki organik asitler ve C vitamini değişim değerleri	43
Çizelge 4.8. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar meyve sularındaki şeker değişim değerleri	46

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. ‘Hicaznar’ nar meyveleri	8
Şekil 3.2. ‘Hicaznar’ nar tanelerine OA uygulaması.	9
Şekil 3.3. ‘Hicaznar’ nar tanelerinin ambalajlanması ve depolanması.	10
Şekil 3.4. ‘Hicaznar’ nar tanelerinin tartım işlemi.	11
Şekil 3.5. ‘Hicaznar’ nar tanelerinin tane sertliğinin ölçülmesi.....	11
Şekil 3.6. ‘Hicaznar’ nar sularının çözünen toplam kuru madde miktarı (%) ölçümü	12
Şekil 3.7. Nar sularının pH ve titrasyon asitliği ölçümü	13
Şekil 3.8. ‘Hicaznar’ nar tanelerinin gaz ölçümü.....	13
Şekil 3.9. ‘Hicaznar’ nar tanelerinin renk ölçümü	14
Şekil 3.10. Nar suyu örneklerinin toplam fenolik madde tayinine hazırlanması	15
Şekil 3.11. Toplam flavonoid madde miktarı tayininde spektrofotometrik ölçüm	15
Şekil 3.12. Antosiyanin tayininde kullanılan kimyasalların hazırlanması	16
Şekil 3.13. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı	17
Şekil 3.14. Toplam maya ve küf sayımı.....	18
Şekil 4.1. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar tanelerinde ağırlık kaybı (%) değişimi üzerine etkisi.....	20
Şekil 4.2. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar tanelerinde O ₂ (%) ve CO ₂ (%) değişimi üzerine etkisi.....	22
Şekil 4.3. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar meyve sularındaki pH ve TA (%) değişimine etkisi	24
Şekil 4.4. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar tanelerinde renk değerleri üzerindeki değişimleri	27
Şekil 4.5. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar tanelerinde SÇKM (%) ve tekstür (N) değerleri üzerine etkileri.....	30
Şekil 4.6. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar tanelerinde üşüme zararı (%) değişimi üzerine etkisi.....	33
Şekil 4.7. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar sularında toplam fenolik madde miktarı (mg/L), toplam flavonoid madde miktarı (mg/L), toplam antosiyanin miktarı (mg/L) ve antioksidan aktivite (%) değerleri üzerine etkisi	36

Şekil 4.8. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar tanelerinde Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (log kob/g) ve Toplam Maya- Küf (log kob/g) değerlerinin değişimi üzerine etkisi	39
Şekil 4.9. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar sularında L-Askorbik asit (mg/100g), sitrik asit (%) ve süksinik asit (%) değerleri üzerine etkisi	42
Şekil 4.10. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar sularında glikoz (%), fruktoz (%), sakkaroz (%), sorbitol (%) ve toplam şeker miktarı (%) değişimi üzerine etkileri	45



SİMGELER VE KISALTMALAR

ADP	Adenozin Difosfat
AlCl₃	Alüminyum Klorür
ATP	Adenozin Trifosfat
DPPH	2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl
HCl	Hidroklorik Asit
HPLC	Yüksek Performans Sıvı Kromatografi
H-TAA	Hidrofilik Toplam Antioksidan Aktivite
KCl	Potasyum Klorür
L-TAA	Lipofilik Toplam Antioksidan Aktivite
M.Ö	Milattan Önce
MAP	Modifiye Atmosfer Paketleme
OA	Oksalik Asit
OAI	Oksalik Asit 2,5 mM Uygulaması
OAI	Oksalik Asit 5 mM Uygulaması
PCA	Plate Count Agar
PDA	Potato Dextroz Agar
PVPP	Polivenilpropilen
TA	Titre edilebilir Asitlik
TAA	Toplam Antioksidan Aktivite
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UV	Ultraviyole

1. GİRİŞ

Punicaceae familyasının *Punica* cinsine ait olan narın en önemli türü *Punica granatum L.*'dur. Bilinen en eski meyve türlerinden biri olan nar, kültür tarihi M.Ö. 3000 yıl öncesine kadar dayanmaktadır. Anavatanı Güney Kafkasya, İran, Afganistan, Güney Asya, Batı Asya, Anadolu ve Akdeniz arasında kalan bölgeleri kapsamaktadır (Vardin ve Abbasoğlu, 2004).

Ülkemizde Akdeniz ikliminin karakteristik bitkisi olarak Akdeniz Bölgesi başta olmak üzere Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde kıyıda 1000 metre yükseltiye kadar olan sahalarda yetiştirilmektedir (Kurt ve Şahin, 2013). Nar meyvesinin doğal yapısında bulunan biyoaktif bileşenlerin son yıllarda insan sağlığı üzerindeki olumlu etkilerinin öneminin farkına varılması, ıslah çalışmalarının artmasıyla daha kaliteli nar çeşitlerinin geliştirilmesi, depolama alanları ve gıda teknolojisindeki önemli gelişmeler sonucu nar meyvesine olan talebin iç ve dış piyasada artması nedeniyle ülkemizde nar üretiminde önemli artışlar kaydedilmiştir. Türkiye'de 2017 yılı verilerine göre toplam 502 606 ton (TUİK, 2017) nar üretimi gerçekleşmiştir.

Narın taze meyve olarak tüketilmesinin yanı sıra nar suyu, şarap, nar tane kurusu, reçel, konserve ve şurup şeklinde farklı ürünlere işlenmektedir. Nar meyvesinin; C vitamini, polifenolik maddeler, antioksidanlar, reçineli maddeler, alkaloidler ve flavonoid madde içeriği bakımından çok zengin olması nedeniyle kalp damar hastalıklarını ve kanser gibi bazı önemli hastalıkları önlemesi, kusma ve mide yanmalarında olumlu etkiler gösterdiği bilimsel araştırmalarca ispatlanmıştır. Bu olumlu etkileri üzerine nar meyvesi fonksiyonel gıdalar sınıfına dâhil edilmiştir (Holland, vd., 2009; Viuda-Martos, vd., 2010). Buna ek olarak yapılan son araştırmalarda narda mevcut olan bazı bileşiklerin parkinson ve alzheimer gibi hastalıklara karşı koruyucu özelliği olabildiği gösterilmiştir (Rojanathammanee ve Puig, 2013; Tapias, vd., 2014).

Nar meyvesinin hem iç ve hem de dış piyasada tüketiminin artırılması, piyasaya daha uzun süre kaliteli ürün sunulması ile mümkün olabilecektir. Piyasanın istediği

kalitede ve uzun bir pazarlama yelpazesine sahip olabilmesi için, ticari olarak en çok kullanılan teknolojilerden birisi de soğukta muhafaza yöntemidir. Nar meyvelerinin soğukta muhafazasını ve meyve raf ömrünü sınırlandıran en önemli sorunların başında ise su kayıpları, üşüme zararına bağlı fizyolojik bozukluklar (meyve tane kahverengileşmesi) ve diğer fiziksel bozuklukların yanında fungal kaynaklı bozulmalar gelmektedir (Selçuk ve Erkan, 2014). Bununla birlikte nar meyvesinin özellikle 4 °C altı ve 10 °C üstündeki muhafaza sıcaklıklarında kalite ve ürün kayıplarının görülme sıklığı artar. Narlar için depolama sıcaklığı 5 ila 7,5 °C arasında ve raf ömrü ise çeşidine bağlı olmakla birlikte 8 ila 16 hafta arasında değişir (Fawole ve Opara, 2014; Fawole ve Opara, 2013; Arendse, vd., 2014). Nar depolamada raf ömrünü sınırlandıran en önemli sorunların başında su kayıpları, üşüme zararı, fiziksel bozuklukların yanında fungal kaynaklı bozulmalar gelmektedir. Depo sıcaklığının 5 °C üzerinde olduğu durumlarda fungal bozulmanın şiddetinin arttığı bilinmektedir.

Az işlenmiş meyveler ve sebzelere tüketim kolaylığından dolayı son yıllarda ciddi bir tüketici talebi oluşmakla birlikte özellikle nar gibi soyulma zorluğu olan meyveler için az işlenmiş ürün uygulamaları önem arz etmektedir. Fiziksel olarak orijinal formundan değiştirilmiş olmasına bağlı olarak nar tüm ürünlere kıyasla daha kısa bir raf ömrüne sahiptir özellikle fizyolojik aktiviteye bağlı olarak mikrobiyal gelişmeyi hızlandırarak ürün kalitesinin daha hızlı bozulmasına neden olmaktadır (Adiani, vd., 2018). Muhafaza sırasında meydana gelen özellikle fungal bozulmaları önlemek amacı ile kullanılan sentetik fungusitlerin kullanımının yoğunlaşması ve mikrobiyel patojenlerin dirençlerinin artmasına sebep olmaktadır. Bu nedenlerden yola çıkılarak fizyolojik ve fungal bozulmaları engellemek amacıyla tüm ve taze kesilmiş ürünleri korumak için sentetik katkıların kullanımındaki endişelerin artması ile ısıtma işlemi, modifiye atmosfer, UV-C ışığı ve organik kökenli doğal maddeler gibi bazı alternatif yöntemleri kullanmaya yönelmiştir (Maghoumi, vd., 2013). Doğal bileşiklerin hasat sonrası uygulamalarında enzim aktivitesi üzerindeki etkilerinin meyve sebzelerde, fungal çürümeyi ve fizyolojik bozuklukları olumlu yönde etkilediği bilinmektedir. Bununla birlikte, tüketicilerin kimyasal kullanımının azaltıldığı doğal alternatif uygulamalara yönelimi artış göstermiştir. Bu uygulamalar arasından özellikle OA uygulamasının kullanımı son zamanlarda önem kazanmaya başlamıştır. Fakat fungal

bozulmalara karşı direnç sağlayan ve meyve üşüme zararı üzerinde önemli etkiler gösteren OA uygulamasının hasat sonrası depolama süre ve kalitesindeki etkilerini araştırmaya yönelik çalışmalar sınırlı sayıdadır.

OA, bitkilerde doğal olarak bulunan bitkileri ve çevresel strese karşı direnci artıran organik bir asittir (Liang, vd., 2009). Tabiatı; sodyum tuzu halinde kuzukulağı bitkisinde, kalsiyum tuzu olarak ravent bitkisinde ve birçok başka bitkinin hücre özsuyunda bulunur. OA meyvelerde hasat sonrası kaliteleri ile ilgili etkileri yapılan çalışmalarla belirlenmiştir ve muz meyvesinin olgunlaşmasına, litchi meyvesinin kızarması ve muzda üşüme zararına karşı direnci arttırdığı belirlenmiştir (Yörük, vd., 2002, Zheng, vd., 2007(a); Huang, vd., 2013).

Ancak, yapılan çalışmalarda nar meyve tanelerinde OA uygulamasına muhafaza ömrüne, kalitesine ve kimyasal bileşimine etkisine yönelik olarak çok sınırlı sayıda çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu amaçla yapılan çalışmamızda, meyve sebzelerde doğal olarak bulunan OA'nın kimyasal madde kullanımına alternatif olarak kullanılması ile nar meyvesinde hasat sonrası oluşan meyve kalite ve mikrobiyal bozulmalardan kaynaklanan ürün kayıplarının, meyvenin savunma mekanizmasını arttırarak, nar tanesinin dayanıklılığının ve muhafaza ömrünün uzatılması hedeflenmiştir. 'Hicaznar' nar meyve tanelerine uygulanan OA uygulamasının 5 °C de depolanması sırasında 20 günlük raf ömrü boyunca nar tanelerinde meydana gelen fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Bu meyve tanelerinden elde edilen meyve suyu bileşimdeki fenol bileşikleri ve şeker organik asit ile antioksidan özellikleri ve mikrobiyal kalite üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmış ve OA uygulamalarının nar meyve tanesi kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

‘Hicaznar’ nar meyvesinde depolama sırasında çok önemli ürün ve kalite kayıplarına neden olan üşüme ve fungal kayıplara neden olan ürün kayıplarını en aza indirerek sınırlı olan pazarlama süresini artırmak amacı ile yapılan bazı uygulamalarla ilgili yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Zheng, vd. (2007(b)) tarafından yapılan bir çalışmada liçi meyvesi 2 ve 4mM OA ile muamele edilmiş ve OA’ın perikarp esmerleşme üzerindeki etkisini araştırmak için oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Sonuçlar, her iki OA konsantrasyonu ile muamele edilen meyvenin perikarp esmerleşme indekslerinin, membran bütünlüğünün artması, antosiyanin bozunmasının engellenmesi, oksidasyonun azalması ve nispeten düşük peroksidazın kontrolden önemli ölçüde daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. OA uygulamasının hasat sonrası depolama sırasında liçi meyvesinin perikarp esmerleşmesini etkili bir şekilde kontrol edebileceği görülmüştür.

Zheng, vd. (2007(a)) de mango meyvesini (*Mangifera indica*L. cv. Zill), 25 °C’de 10 dakika boyunca 5mM OA solüsyonuna batırarak ve oda sıcaklığında (25 °C) depolama sırasında olgunlaşma ve bozulma indeksi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Sonuçlar, OA uygulamasının, meyve olgunlaşmasını geciktirdiğini ve kontrol ile karşılaştırıldığında meyve bozulma hızını azalttığını göstermiştir. Oksalik asidin mango meyveleri üzerinde etilen üretimini azaltarak olgunlaşma sürecinin geciktirilmesinde önemli bir rol oynadığı öne sürülmüştür. OA uygulaması, mango meyvesinin hasat sonrası depolanması için umut verici bir yöntem olabileceği rapor edilmiştir.

Sayyari, vd. (2010) ‘Mollar de Elche’ nar çeşidinde yaptıkları OA’ın uygulamasının üç farklı konsantrasyonun (2, 4 ve 6 mM) daldırma yöntemi ile uyguladıktan sonra 2 °C’de 84 gün süresince muhafaza yapmışlardır. Buna göre, üşüme zararına karşı hassas olan nar meyvelerinde kontrol grubu üşüme zararına bağlı olarak solunum hızı, ağırlık kaybı ve elektrolit sızıntısı artış göstermiştir. Özellikle 6 mM konsantrasyonu OA uygulaması üşüme zararı semptomlarını azaltmıştır. Ayrıca,

kontrol narları, hem hidrofilik (H-TAA) hem de lipofilik (L-TAA) fraksiyonlarda toplam fenolik ve askorbik asit ile toplam antioksidan aktivitesinde (TAA) önemli ölçüde azalma göstermiştir. Oksalik asit uygulaması, toplam fenolik kayıpların azalmasına ve hem askorbik asit içeriğinde hem de H-TAA'da belirgin artışa neden olurken, L-TAA etkilenmemiştir. Böylece, oksalik asit üşüme zararı hafifletmek ve antioksidan potansiyelini artırmak için umut verici bir hasat sonrası tedavi olabilir.

Huang, vd. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada ise dışsal OA uygulamasının, muz meyvesinin depolama sırasında olgunlaşma üzerine etkisi araştırılmıştır. Muz meyvesi, 10 dakika boyunca 0 (kontrol) ve 20 mM OA çözeltilerine daldırılmış ve daha sonra oda sıcaklığında ($23 \pm 2^{\circ}\text{C}$) ve % 75-90 nisbi nemde saklanmıştır. OA uygulamasının depolama sırasında meyve bozulmasını azalttığı rapor edilmiştir. OA uygulamasının ayrıca, solunum ve etilen üretim oranlarını azalttığı ve depolama sırasında muz meyvesinin sertlik, renk tonu açısı ve maksimum klorofil floresansındaki (F_v / F_m) azalmaları geciktirdiği bildirilmiştir. Dahası, OA ile muamele edilen meyve, OA ile muamele edilmemiş meyve ile karşılaştırıldığında, geç depolama periyodunda daha düşük bir reaktif oksijen türü üretimi ile daha yüksek süperoksit dismutaz aktivitesi ve antioksidan özellik sergilediği öne sürülmüştür. Genel olarak, OA uygulaması muz meyvesinin hasat sonrası olgunlaşmasının önlenmesinde etkili olmuş ve muzların oda sıcaklığında saklanması için ticari uygulama potansiyelini sergilediği bildirilmiştir. Bu çalışmada sonuç olarak klimakterik bir meyve olan muzun hasat sonrası olgunlaşmasının önlenmesinde uygulamanın etkili olduğu rapor edilmiştir. OA uygulaması, reaktif oksijen türlerinin üretimini azaltmış ve muz meyvesinin antioksidan aktivitesini artırmış, buna ek olarak muz meyvesinin solunum ve etilen üretim oranlarını azalttığı rapor edilmiştir.

Jin, vd. (2014) de yaptıkları bir çalışmada 0°C sıcaklıkta saklanan 'Baifeng' şeftali meyvelerinde hasat sonrası OA uygulamasının soğutma hasarı, enerji metabolizması ve membran yağ asidi içeriği üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu araştırmada, şeftalilerde iç kahverengileşmenin OA uygulaması ile önemli ölçüde azaltıldığını, iyon sızıntısının ve malondialdehid birikimi belirgin şekilde inhibe edildiğini ve OA uygulamasının şeftali meyvelerindeki adenosin trifosfat ve enerji yükünü önemli ölçüde arttırdığı bildirilmiştir. Ayrıca H^+ -adenozin trifosfataz, Ca^{2+} adenosin

trifosfataz, süksinik dehidrojenaz ve sitokrom C oksidaz dâhil olmak üzere enerji metabolizmasının enzim aktiviteleri OA uygulaması ile belirgin olarak arttırıldığı bildirilmiştir. OA ile işlenmiş meyvelerdeki doymamış / doymuş yağ asidi oranı, kontrol meyvesinden daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Ve sonuçlarında, OA ile soğutma hasarını hafifletmenin, enerji metabolizması ve daha yüksek enerji seviyeleri, doymamış / doymuş yağ asidi oranı ile ilişkili enzim aktivitelerinin artmasına bağlı olduğunu öne sürmüşlerdir.

Deng, vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada hasat sonrası OA uygulamasının *Trichothecium Roseum*'un neden olduğu pembe çürümenin (*Cucumis melo* L. cv. Yindi) meyvesindeki olası etki mekanizmalarına etkisi araştırılmıştır. 25-100 mM'de OA tedavisinin dozu, *Trichothecium Roseum* ile aşılansmış meyve üzerindeki hastalık şiddetini azaltmak için etkili olmuştur, en yüksek etkililik düzeyinin 50 mM OA dozunun kullanılarak elde edildiği bildirilmiştir. Daha yüksek konsantrasyon (200 mM) çürümeye neden olan maddenin daha iyi kontrol edilmesini teşvik edemediğini ve fitotoksisiteye neden olduğunu rapor etmişlerdir. OA uygulamasının ayrıca toplam fenolik, flavanoid ve lignin birikimini de desteklediğini bildirmişlerdir.

Wang, vd. (2015) de OA ile işlenmiş meyvelerde soğutma toleransının arttığı bildirilmiştir. Oksalik asidin kayısı meyvesinde üşüme zararını modüle etmede nasıl bir rol oynayabileceğini öğrenmek için meyve OA (5 mM) ile muamele edilmiş ve beş hafta boyunca 2 ± 1 °C'de saklanmıştır ve OA uygulamasının kayısı meyvesinde üşüme zararını, elektrolit sızıntısını ve hidrojen peroksit ve malondialdehidin birikimini önemli derecede inhibe ettiği rapor edilmiştir.

Li, vd. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada domates meyvesinde OA'in üşüme zararı, enerji ve likopen metabolizması üzerine etkileri araştırılmıştır. Olgun yeşil domatesler, 10 mM OA çözeltisine 25 °C'de 10 dakika daldırılmıştır daha sonra 20 gün boyunca $4 \pm 0,5$ °C'de muhafaza edilmiş ve akabinde 12 gün boyunca 25 °C'ye aktarılmıştır. Bu OA uygulaması sonucunda, görünüşte üşüme zararını ve membran hasarını hafiflettiğini, yüksek ATP ve ADP düzeylerini koruduğu ve soğutma stresine maruz kaldıktan sonra oda sıcaklığında bir süre boyunca domateslerde PSY1 ve ZDS ekspresyonunun upregülasyonu ile ilişkili likopen birikimini arttırdığı bildirilmiştir. Bu nedenle, OA uygulamasından, uzun süre saklanan domateslerde

(yaklaşık 32 gün) üşüme zararı kontrolü ve meyve kalitesinin korunmasında yararlanıldığını rapor etmişlerdir.

Zhu, vd. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada ise meyvelere tam çiçekten 130, 137 ve 144 gün sonra 5 mM OA püskürtülmüş ve daha sonra ticari olgunlukta [çözünür katı içerik yaklaşık %10] hasat edilmiş ve daha sonra oda sıcaklığında (20 ± 1 °C) depolanmıştır. Hasat öncesi okzalik asit uygulaması hasat ile meyvede daha yüksek askorbik asit içeriğine neden olmuştur. Uygulama, meyve sertliğinde ve askorbik asit içeriğindeki azalmayı yavaşlatmış, depolama sırasında çözünür katı içeriğini artırmış ve aynı zamanda meyve içindeki doğal hastalık hızını, lezyon çapını ve patulin birikimini azaltmıştır. *Penicillium expansum* ile inokülasyon ve OA uygulamasının, kivilerde kalite artışına ve hastalık direncine yol açtığına işaret edilmiştir. Çalışma ile ilgili enzimlerin ve hastalık direnciyle ilgili maddelerin düzeyindeki aktivitelerin artmasının, kivi meyvelerinde, depolamada *Penicillium expansum* gibi mantarlara karşı direncine topluca katkıda bulunabileceği öne sürülmüştür.

Razavi ve Hajilou (2016) da şeftali meyvelerinin hasat sonrası beslenme kalitesini ve antioksidan potansiyelini geliştirmek için, hasattan 15 gün önce spreyle OA muamelesi yapılmış. Meyve beslenme kalitesi, şeftali meyvelerinin 1°C'de 28 gün muhafazası sırasında haftalık aralıklarla analiz edilmiştir. Depolama süresinin sonunda, yapılan uygulamaya göre toplam flavonoidlerin en yüksek değeri OA'nın 5 mM'lik konsantrasyonunda gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Depolama sırasında yumuşama hızı muamele edilmemiş meyvelerde daha yüksek bulunmuştur ve bu nedenle, OA ile hasat öncesi uygulamalar, hasat sonrası depolama ve ihracat sonrası yüksek et kalınlığını muhafaza etmenin yanı sıra meyve kalitesini ve antioksidan kapasitesini korumak için ümit vaat eden bir uygulama olduğu bildirilmiştir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Bitkisel Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak yaygın şekilde yetiştiriciliği yapılan hem iç pazar hem de dış pazarda talep gören bir çeşit olan ‘Hicaznar’ nar meyve çeşidi kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. ‘Hicaznar’ nar meyveleri

3.1.2 Denemede Kullanılan Araç Gereçler ve Kimyasallar

Nar meyvelerine uygulanan OA ($C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$) kimyasalı, OA dihydrate (%98 pure) moleküler ağırlığı (MA), 126,07 g/mol Tekkim firmasından temin edilmiştir. Analizlerde renk ölçer olarak (Konica Minolta Chromameter CR-400), pH metre (Star pH Benchtop), tekstür cihazı (CT3 model, Brookfield Engineering Labs. Inc. 11 Commerce Boulevard Middleboro, MA 02346, 1031 USA), spektrofotometre (UV 1800 Shimadzu) kullanılmıştır. Kullanılan kimyasal maddeler ise KCl, HCl, Sodyum asetat ($C_2H_3NaO_2$), FCR (Folin- Ciocalteus reagent), metanol, sodyum karbonat (Na_2CO_3), DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl), PDA (Potato Dextroz Agar), PCA (Plate Count Agar), Maximum Recovery Dilvent (MRD), “Sigma-Aldrich”, “Merck” ve “Fluka” firmalarından tedarik edilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Nar Örneklerinin Toplanması

Çalışmada kullanılacak olan ‘Hicaznar’ nar meyveleri ticari olarak yetiştiriciliği yapılan Mersin ilinin Tarsus ilçesinde bulunan nar bahçelerinden temin edilmiştir.

3.2.2 Oksalik Asit (OA) Uygulaması

Çalışmada ‘Hicaznar’ nar meyve bahçelerinden alınan hastaliksız ve muhafazaya uygun, homojen olan meyveler tanelenerek üç farklı Oksalik Asit (OA) (0 mM, 2,5 mM ve 5 mM) konsantrasyonunda, 10 dk süreyle daldırma işlemine tabii tutulmuştur. Yapılan uygulamalar şu şekilde özetlenmiştir: Kontrol: 0 mM uygulaması, OAI: 2.5mM Oksalik asit uygulaması ve OAI: 5mM Oksalik asit uygulaması olarak değerlendirilmiştir. Daldırma işlemlerinden sonra, tanelenmiş nar meyveleri üzerlerindeki suyun uzaklaştırılması için oda koşullarında kurutma kâğıtları üzerinde fazla suyu uzaklaştırmak amacı ile 60 dk bekletilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. ‘Hicaznar’ nar tanelerine OA uygulaması.

1) Nar taneleme işlemi 2) OA uygulanan nar tanelerinin kurutulma işlemi.

3.2.3 Meyve Tanelerinin Ambalajlanması ve Depolanması

OA uygulanmış ve kontrol grubu nar meyve taneleri 250 g’lık PVPP kaplar içerisine konulmuş ve +5°C’de % 90±5 nispi nem koşullarında 20 gün süreyle depolanmıştır (Şekil 3.3). Denemede ‘Hicaznar’ nar meyve taneleri muhafaza periyodu süresince 4 gün aralıklarla depolanan meyvelerde uygulamanın etkilerini belirlemek amacı ile periyodik olarak fiziksel, biyokimyasal ve mikrobiyal analizler yapılmıştır. Fiziksel

olarak yapılan analizler; ağırlık kaybı (%), O₂/CO₂ (%), meyve rengi (L,a, b, Hue ve Chroma), meyve sertliğidir (N). Biyokimyasal analizler; SÇKM (%), titre edilebilir asit miktarı, pH, L-askorbik asit miktarı, toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid miktarı, antioksidan kapasite (DPPH serbest radikalini süpürme aktivitesi) dir. Mikrobiyal analiz olarak ise toplam maya küf sayımı (logkob/g) ve toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı (logkob/g) yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.



Şekil 3.3. ‘Hicaznar’ nar tanelerinin ambalajlanması ve depolanması.

- 1) ‘Hicaznar’ nar tanelerinin PVPP kutulara paketlenme işlemi 2) Paketlenen nar örneklerinin depolanması.

3.2.4 Muhafaza Süresince Yapılan (Fiziksel, Kimyasal) Analizler

3.2.4.1 Ağırlık Kaybı

Derimden sonra, denemeye alınan tanelenmiş nar meyvelerinde ağırlık kayıpları 4 gün aralıklarla yapılan tartımlar sonunda belirlenmiştir (Şekil 3.4). Ağırlık kaybı, ‘Hicaznar’ nar meyve tanelerinin başlangıç ağırlığından son ağırlığının çıkarılıp ilk ağırlığına oranlanması ile verilen denklem (3.1) yardımıyla hesaplanmış olup yüzde olarak ifade edilmiştir.

$$\text{Ağırlık Kaybı}(\%) = \frac{\text{Başlangıç Ağırlığı} - \text{Son Ağırlık}}{\text{Başlangıç Ağırlığı}} * 100 \quad (3.1)$$



Şekil 3.4. ‘Hicaznar’ nar tanelerinin tartım işlemi.

1) Ağırlık kaybı izleme örneklerinin hazırlanması 2) Ağırlık kaybı analizi tartım işlemi.

3.2.4.2 Nar Meyvelerinde Tane Sertliği

Meyve tane sertliği, meyveler tanelendikten sonra tekstürel değişimler CT3 model tekstür analiz cihazı kullanılarak (CT3 model, Brookfield Engineering Labs. Inc. 11 Commerce Boulevard Middleboro, MA 02346, 1031 USA) ölçülmüştür (Şekil 3.5). Meyveler petri kabı içerisinde cihazın metal tabağı (TA-BT-Kit Fixture Base Table) üzerine konularak 1 cm lik bölgesinden bir birine yüzeyden silindirik uç (TA 44 cylinder 4 mm D) yardımı ile ölçümler yapılmış ve tanelerin basınca dayanıklılığı ölçülmüştür. Sonuçlar N olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.5. ‘Hicaznar’ nar tanelerinin tane sertliğinin ölçülmesi

3.2.4.3 Suda Çözünen Toplam Kuru Madde Miktarı

Suda çözünen toplam kuru madde miktarı analizi dijital refraktometre (Krüss, HR Series, A. Krüss Optronic, Hamburg, Germany) kullanılarak yapılmıştır. Suda

çözünen toplam kuru madde miktarı, suyu çıkarılan nar meyve örneklerinden 1 damla nar suyu dijital refraktometreye (hassasiyet $\pm 0,01$) damlatılarak okuma gerçekleştirilmiş (Şekil 3.6) ve nar suyunda bulunan kuru madde miktarı % olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.6. ‘Hicaznar’ nar sularının çözünen toplam kuru madde miktarı (%) ölçümü

3.2.4.4 pH Değeri

Nar meyve suyu manyetik karıştırıcı yardımı ile örnek homojenize edildikten sonra ve dijital (CG 710 pH meter) pH metrenin cam elektrodu örneğe daldırılarak pH değeri ölçülmüştür (Şekil 3.7).

3.2.4.5 Titre Edilebilir Asitlik Miktarı

Nar meyve tanelerin sıkılması sonrasında elde edilen süzölmüş meyve suyundan 5 ml alınarak titre edilebilir asitlik (TA) 0,1 N NaOH çözeltisi ile pH değeri 8,1'e gelinceye kadar titre edildi (Şekil 3.7) ve sonuç narda baskın olan sitrik asit cinsinden verilmiştir. Sonuçlar g/100mL olacak şekilde aşağıda verilen denklem (3.2) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$TA(\%) = V * F * E * 100 / M \quad (3.2)$$

Formülde,

V= Harcanan 0,1 N NaOH miktarı, mL

F= Titrasyonda kullanılan bazın normalitesi eğer tam 0,1 değilse bu çözeltinin faktörü. Çözeltinin normalitesi tam 0,1 ise F=1'dir.

$E=1$ mL 0,1 N NaOH' in eşdeğer asit miktarı (sitrik asit: 0,006404)

$M=$ Titre edilen örneğin gerçek miktarı, mL'dir.



Şekil 3.7. Nar sularının pH ve titrasyon asitliği ölçümü

3.2.4.6 Gaz bileşimi ölçümü (O_2 ve CO_2)

Meyvelerin PVPP kutu içerisindeki gaz kompozisyonu değişimleri checkpoint O_2/CO_2 gaz analiz cihazı (PBI-Dansensor, Ringsted, Denmark) ile 4 gün aralıklarla ölçülmüştür (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. 'Hicaznar' nar tanelerinin gaz ölçümü

3.2.4.7 Meyve Tane Rengi (L , a^* , b^* , C , h°) Değerleri

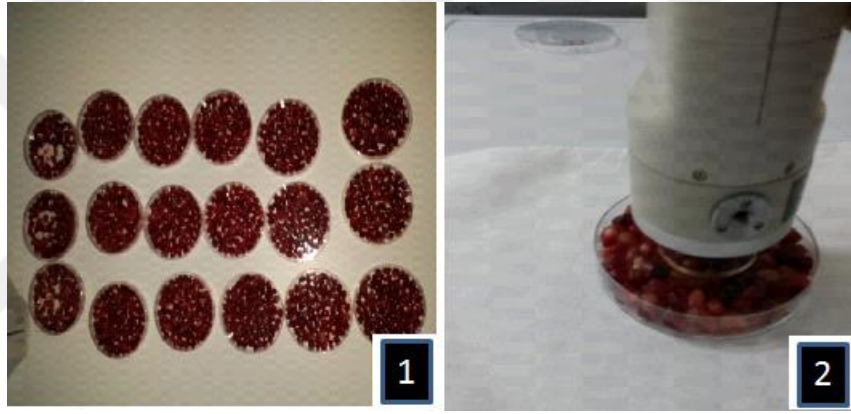
Meyve tane renginin belirlenmesinde meyve taneleri petri kabına alınmış ve yüzeyindeki 1cm'lik bölgeden Minolta renk ölçer (Model CR-400, Konica Minolta, Tokyo, Japonya) cihazının kullanımı ile L (parlaklık), a^* (+kırmızı-yeşil), b^* (+sarı-mavi) modunda yapılmıştır ve değerlerin artan biçimde negatif veya pozitif olmaları rengin koyulaşması anlamına gelmektedir. Böylece a^* ve b^* değerleri incelenerek meyve etinde meydana gelen renk değişimleri saptanmıştır (Şekil 3.9).

Chroma değeri rengin canlılığını gösteren değerdir. C*, 0 (mat) - 60 arasında olup, merkezden uzaklaştıkça parlak tonlar artmaktadır. C değeri aşağıda verilen denklem (3.3) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$C = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad (3.3)$$

Hue açısı değeri ise rengin tonunu, değişimini belirten değerdir (Mavi, Yeşil, Kırmızı). h° , 0° - 360° değerleri arasında kırmızı, 90° sarı, 180° yeşil, 270° mavi renklerden oluşmaktadır (Voss, 1992). Sonuçlar ise aşağıda verilen denklem (3.4) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$h^\circ = \arctan\left(\frac{b}{a}\right) \quad (3.4)$$



Şekil 3.9. ‘Hicaznar’ nar tanelerinin renk ölçümü

1) Renk ölçümü işlemine örneklerin hazırlanması 2) Renk ölçüm işlemi

3.2.4.8 Üşüme Zararı Miktarı

Üşüme zararı belirlenirken, her uygulamadaki nar örneklerinden 100 adet nar tanesi alınarak zararlanmış sağlam olacak şekilde gruplandırılmıştır ve bu gruplandırmadaki üşüme zararı sonucu yaralanmış nar taneleri yüzde ile ifade edilerek üşüme zararı (%) değerleri belirlenmiştir. Her uygulama iki paralel olacak şekilde değerlendirilmiştir.

3.2.4.9 Toplam Fenolik Madde Miktarı

Toplam fenolik bileşik tayini Folin–Ciocalteu reaktifi kullanılarak Singleton ve Rossi, (1965)’ye göre yapılmıştır. Toplam fenolik bileşik miktarını belirlemek için

nar suyu örnekleri hazırlanarak (Şekil 3.10) spektrofotometrede (Shimadzu UV-Vis 1800, Japonya) 725 nm’de köre karşı okutulmuştur. Sonuçlar oluşturulan standart eğri kullanılarak gallik asit cinsinden (mg.kg^{-1}) ifade edilmiştir.



Şekil 3.10. Nar suyu örneklerinin toplam fenolik madde tayinine hazırlanması

3.2.4.10 Toplam Flavonoid Madde Miktarı

Analiz Dowd metoduna göre yapılmıştır. Toplam fenolik bileşik için hazırlanan fenolik ekstraktlardan 1 mL alınarak üzerine 1 mL AlCl_3 (Alimünyum klorür %2) ilave edilmiştir. Şahit çözelti için ise yine 1 mL ekstrakt ve üzerine 1 ml AlCl_3 yerine 1 ml metanol ilave edilerek hazırlanmıştır. Örnekler ve absorbanları şahit çözeltiye karşı 415 nm’de okunarak (Şekil 3.11) toplam flavanoid miktarı kuarsetin eşdeğeri olarak ifade edilmiştir (mg.kg^{-1}) (Gursoy, vd., 2009).



Şekil 3.11. Toplam flavonoid madde miktarı tayininde spektrofotometrik ölçüm

3.2.4.11 Toplam Antosiyanin Madde Miktarı

‘Hicaznar’ nar meyve suyunda bulunan toplam antosiyanin madde miktarı ise Wrolstad (1976)’nın önerdiği yönteme göre ( ekil 3.12); 510 nm ve 700 nm’de yapılan spektrofotometrik  l   mlerle belirlenmiştir.



Şekil 3.12. Antosiyanin tayininde kullanılan kimyasalların hazırlanması

3.2.4.12 DPPH Yöntemi ile Antioksidan Aktivite Tayini

Yorulmaz, vd. (2013)’nin önerdiği yönteme göre; fenolik ekstraktlardan 0,1 mL alınmış, üzerine metanol içinde hazırlanmış 60 mM lık DPPH (0,02365 mg/L)    zeltisinden 3,9 mL ilave edilerek karanlıkta oda koşullarında 1 saat bekletilmiştir. Örneklerin absorban ı metanole karşı 517 nm’de okunmuştur. ‘Hicaznar’ nar meyve suyunun DPPH serbest radikalini süpürme aktivitesi denklem 3.5’e göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ DPPH Giderme Aktivitesi} = \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{ rnek}}}{A_{\text{kontrol}}} \quad (3.5)$$

3.2.4.13 Organik Asit ve C Vitamini Miktarının Belirlenmesi

‘Hicaznar’ narlarından elde edilen meyve suyu örneklerinde malik asit, sitrik asit, süksinik asit analizleri Bozan, vd. (1997)’nin önerdiği yönteme göre 5 tekerrürlü HPLC tekniği ile (HP 1100 series) UV detektör ve Prevail organik asit kolonu (150 mm x 4,6 mm, 5  ) kullanılarak sonuçlar elde edilmiştir. Örneklerdeki organik asit içerikleri eksternal standart kullanılarak elde edilmiş kalibrasyon eğrilerine göre 242 nm dalga boyunda belirlenmiştir.

3.2.4.14 Şeker (Sakkaroz, Glikoz, Fruktoz, Sorbitol) Miktarının Belirlenmesi

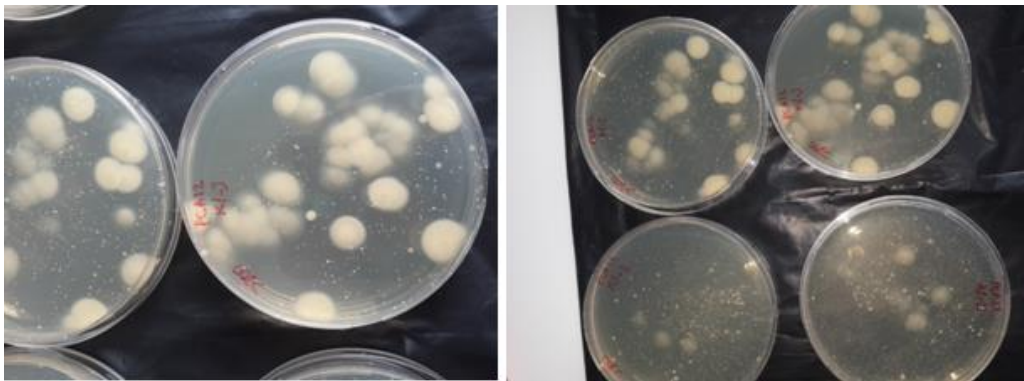
‘Hicaznar’ nar çeşidinden elde edilen meyve suyu örneklerinde glikoz, fruktoz ve sakkaroz miktarı ile sorbitol içeriği HPLC (HP 1100 series) RID (Refractive Index) detektör ve Shim-Pack HRC NH2 (300X7, 8mm, 5µ.) kolonu kullanılarak ve % olarak tayin edilmiştir (Miron ve Scahaffer, 1991).

3.2.5 Mikrobiyolojik Analizler

Stomacher torbasının içerisine sterilize 45 ml peptonlu su (Merck, Amanya) konulup üzerine 5 g nar örneği steril koşullarda alınıp Stomacherde homojenize edilmiştir. Homojenizasyon işleminin ardından örnekler 1/10 oranında tamponlanmış peptonlu su ile seyreltilerek uygun besiyerine dökme plak yöntemi ile ekimleri yapılmıştır. Deneylerde bütün mikrobiyal ekimler her dilüsyondan iki paralel olacak şekilde yapılmış olup sayım sonuçları bu iki paralelin ortalaması alınarak logkob/g olacak şekilde ifade edilmiştir (Ulukanlı ve Karadag, 2010).

3.2.5.1 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı

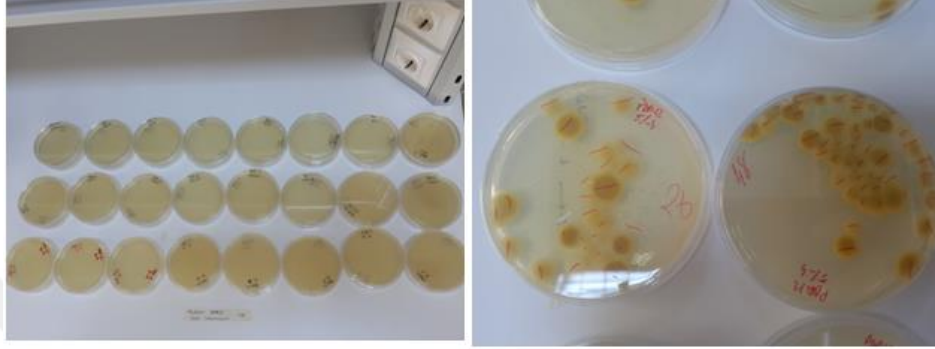
Tanelenmiş nar örneklerinde bulunan toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının belirlenmesi amacıyla hazırlanan dilüsyonlar PCA besiyeri içeren petrilere dökme plak metodu ile ekilmiştir (Anonim, 2001; Anonim, 2004). Ekim işleminin ardından petrilere 72 saat süre ile 30°C sıcaklıkta inkübe edilmiş ve oluşan koloniler sayılmıştır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı

3.2.5.2 Toplam Maya ve Küf Sayımı

Tanelenmiş nar örneklerinde bulunan toplam maya ve küf sayısının belirlenmesi amacıyla hazırlanan dilüsyonlar pH'sı 3,5'e ayarlanmış ve 50 mg/l kloramfenikol antibiyotiği içeren PDA besiyerine, dökme plak metodu ile ekilmiştir (Anonim, 1989; Anonim, 2001). Ekim işleminin ardından petri kapları 120 saat süre ile 25  C sıcaklıkta inkübe edilmiş ve oluşan koloniler sayılmıştır (şekil 3.14).



şekil 3.14. Toplam maya ve küf sayımı

3.3 İstatistiksel Analiz

Deneme 3 tekerrürlü olacak şekilde düzenlenmiş ve her bir tekerrürde her biri 250 g olan PVPP kutular kullanılmıştır. Meyvelerde kimyasal analizler 2 paralelli olacak şekilde yapılmıştır. Verilerin analizinde tek yönlü varyans (ANOVA) analizi ve ortalamaların karşılaştırılmasında da Duncan testi ($P < 0.05$) kullanılmıştır. İstatiksel değerlendirmeler IBM®SPSS® Statistics 19 (IBM, NY, USA) paket programı kullanılarak yapılmıştır.

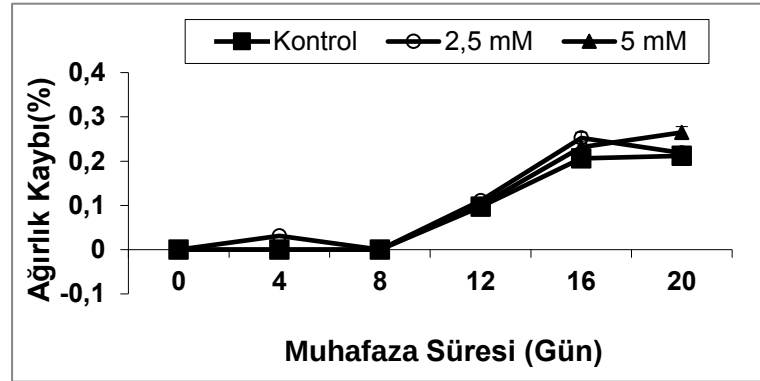
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Yapılan araştırmada tanelenmiş ‘Hicaznar’ nar meyve tanelerinin 3 farklı OA konsantrasyonlarında (kontrol, 2,5mM ve 5mM), daldırma yöntemi ile uygulama yapıldıktan sonra PVPP kutulara konularak soğuk hava deposunda (5 °C) 20 gün süre ile muhafaza edilmiş ve muhafaza süresince 0., 4., 8., 12., 16., ve 20. günlerde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz yapılarak elde edilen sonuçlar tablo ve grafiklerle gösterilmiştir.

4.1 Ağırlık Kaybı

Meyve ve sebzelerde hasat sonrası devam eden fizyolojik aktiviteler, solunum hızı ve terlemenin de etkisi ile ürünlerde raf ömrü süresince ağırlık kaybı meydana gelir. Meydana gelen ağırlık kaybı miktarı hem meyve görünüşü hem de ürün tat ve kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Meyve ve sebzelerde hasat sonrası ağırlık kaybının pazarlanabilme kalitesi üzerinde önemli etkisinden dolayı bu oranın meyvelerde % 5’i geçmemesi istenir aksi takdirde ürün pazarlanamaz duruma gelir (D’Aquino, vd., 2010). OA uygulamasına tabi olan ‘Hicaznar’ nar meyve tanelerinde muhafaza süresince meydana gelen ağırlık kaybı miktarı Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Uygulamalar arası % ağırlık kaybı değişimi sırası ile kontrol %0,21, OAI (2,5mM) %0,22 ve OAIİ (5mM) %0,26 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.1).

Tanelenmiş nar meyvelerindeki PVPP kutular içerisinde +5 °C de 20 günlük muhafaza süresince meydana gelen kayıplar değerlendirilmiş ve OA uygulamasının ağırlık kaybı üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.1). Caleb, vd. (2013) de nar tanelerinin MAP muhafazası sırasında yaptıkları ağırlık kaybı analizinde ağırlığın sürekli olarak muhafaza süresince azaldığını bildirerek ağırlık kaybı artışının, nar taneleri yüzeyinden ve yoğunlaşmadan meydana gelen nemin buharlaşmasıyla ilişkilendirilebileceğini bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmada kullanılan PVPP kutu materyalinin nar tanelerinin yüzeyinde bulunan su buharının hareketine bir bariyer görevi görerek ağırlık kaybını azalttığı düşünülmüştür.



Şekil 4.1. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar tanelerinde ağırlık kaybı (%) değişimi üzerine etkisi

4.2 Gaz Bileşim Ölçümü (O₂ ve CO₂)

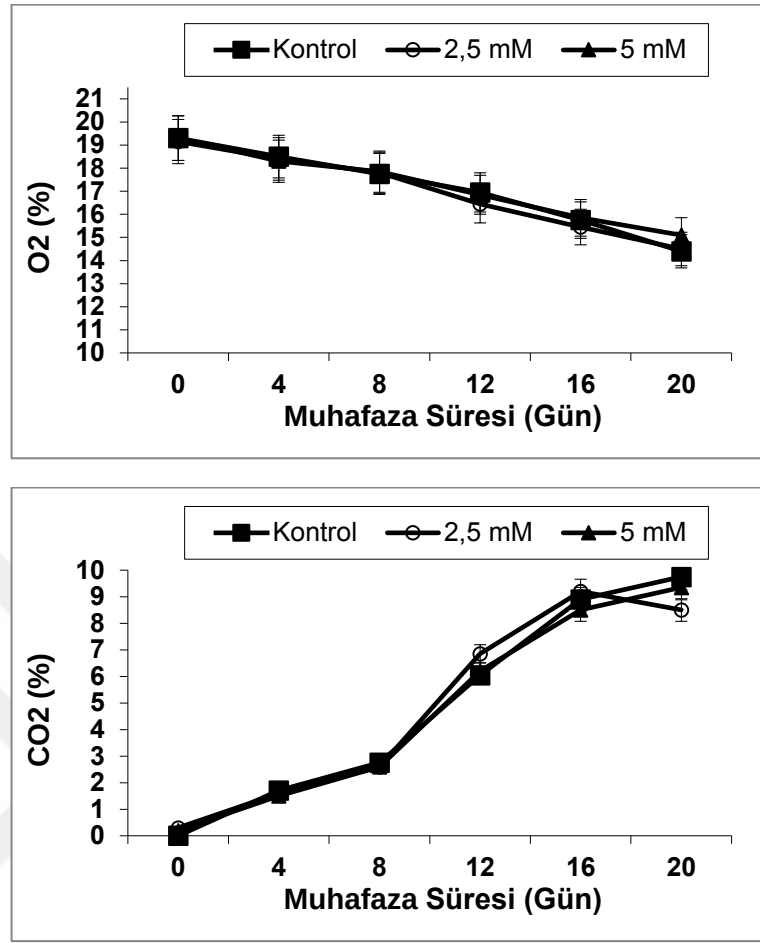
Çalışmamızda tanelenmiş nar meyvelerini muhafaza etmek amacı ile kullanılan PVPP kutuları içerisine meyve solunum oranlarını belirlemek amacı ile periyodik olarak yapılan O₂/CO₂ (%) gaz değişimleri PBI dansensor cihazı ile ölçüm yapılarak belirlenmiştir. Tanelenmiş nar meyvelerinin 20 günlük muhafaza süresinde elde edilen % O₂/CO₂ değişimi sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Tanelenmiş nar meyvelerinin % O₂/CO₂ değişimi incelendiğinde başlangıç (0. gün) O₂ miktarı %19,3 civarındayken muhafaza süresince O₂ miktarında düşüş meydana gelmiştir. Muhafaza sonunda kontrol grubu meyvelerinin O₂ miktarı %14,2, OAI uygulaması yapılan örneklerin O₂ miktarı %14,3 ve OAI uygulaması yapılan nar tanelerinde ise O₂ miktarı %15,1 olarak ölçülmüştür (Şekil 4.2). Muhafaza süresince yapılan O₂ ölçümlerinin muhafaza süresi bakımından istatistiki olarak önemli (p<0,05) bulunurken OA uygulamaları ile kontrol arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (Çizelge 4.1). Soliva-Fortuny, vd. (2004), O₂ seviyesinin, <% 2 altındaki bir düşüşün fermentasyon eşik limiti olduğunu anaerobik solunumla, sonuçlanacağını ve tat ve lezzeti olumsuz yönde etkileyebileceğini belirtmiştir.

PVPP kutu içerisinde muhafaza edilen nar tanelerinin % CO₂ miktarı 20 günlük muhafaza süresince ölçülmüş ve başlangıç (0.gün) CO₂ oranı %0,3’lerde iken %CO₂ miktarı özellikle muhafaza süresinin 12. gününde önemli bir artış göstererek en fazla %7’lere kadar ulaşmıştır. Bu değerler muhafaza sonunda sırasıyla kontrol grubu meyvelerinde %9,7, OAI uygulamasında %8,8 ve OAI uygulamasında ise %9,3

olarak bulunmuştur (Şekil 4.2). %CO₂ miktarındaki bu değişimin, nar tanesinin solunum hızının sınırlı olmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Martinez-Romero, vd. (2013)'nin yaptıkları çalışma dikkate alındığında tanelenmiş 'Mollar de Elche' çeşidi narlarda yaptıkları *Aloe vera* kaplama uygulamasında modifiye atmosfer ambalaj (MAP) koşullarında muhafaza ettiklerini ve 5–15 kPa CO₂ gaz bileşimi koşullarında depolama yapılabileceğini rapor etmişlerdir. Benzer şekilde çalışmamızda PVPP kutu içerisindeki gaz bileşiminin de bu sınırlar içinde olduğu belirlenmiştir.

Elyatem ve Kader (1984) de yapmış oldukları bir çalışmada, nar meyvesinin klimakterik olmayan bir meyve türü olması nedeniyle nispeten düşük solunum hızına sahip bir meyve olduğunu savunmuşlardır. Bununla birlikte nar meyvesinin hasat sonrası 0 ila 10 °C arasında 3 aylık muhafazası sırasında yaptıkları solunum hızı ölçümlerinin yaklaşık 8 mL/kg.h olduğunu ve nar meyvelerinin solunum hızlarının sabit bir hıza sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca başka bir çalışmada Caleb, vd. (2012) de nar meyvesinin etilen üretimini belirlemek amacı ile 'Wonderful' nar meyvelerine ait örneklerde 20 °C de 2 hafta süre ile yaptıkları etilen ölçümlerinde nar meyvelerinin etilen üretiminin sadece eser miktarda (0,2 L/kg.h) olduğunu belirlemişlerdir.



Şekil 4.2. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar tanelerinde O₂ (%) ve CO₂ (%) değişimi üzerine etkisi

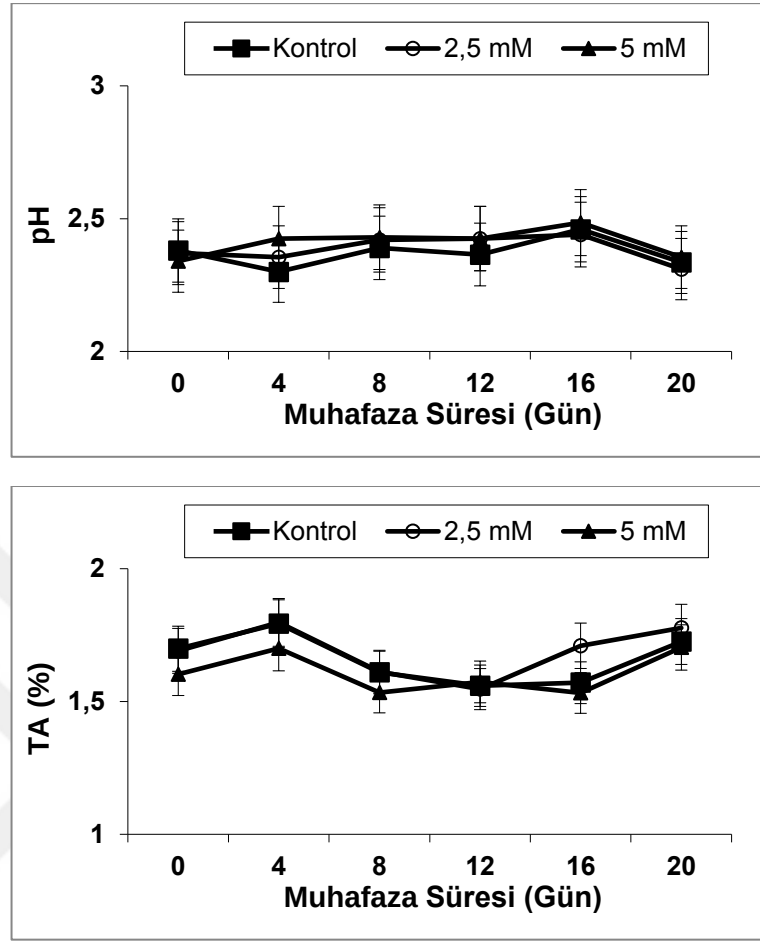
4.3 pH Değeri

Nar meyveleri yapı itibari ile asidik bir yapıya sahiptir. Nar meyve tanelerinin muhafaza başlangıcında pH değerleri 2,3 olup muhafaza süresince önemli bir değişim olmamıştır (Çizelge 4.1). 16. gün itibariyle pH değerlerinde düşüş meydana geldiği gözlemlenmiştir (Şekil 4.3). Bu meydana gelen değişimde yaşlılık, mikrobiyal bozulma ve raf ömrü süresi bitiminin etkilerinin olduğu düşünölmektedir.

4.4 Titre Edilebilir Asit Miktarı

Nar meyvesindeki TA için sorumlu olan asıl organik asit sitrik asittir (Shahbaz, vd., 2014). TA miktarı hesaplanırken sitrik asit sabiti kullanılmaktadır ve genellikle TA miktarı meyvelerde organik asitler hakkında da bize bilgi verir.

‘Hicaznar’ nar meyve sularında başlangıçta TA miktarı %1,7 civarında iken muhafazanın 12. Gününde hafif bir düşüş eğilimi gösterse de muhafaza sonunda özellikle OAI ve OAI uygulaması yapılan meyve tanelerinde hafif bir artış görölmüştür (Şekil 4.3). 20 gün muhafaza süresi sonunda yapılan ölçömlere göre % TA sonuçları sırasıyla kontrol grubu meyve tanelerinde %1,7 iken, OAI uygulanan meyve tanelerinde %1,78 ve OAI uygulanan meyve tanelerinde %1,7 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1). Sayyari, vd. (2010) de ‘Mollar de Elche’ bütün nar meyvesinde yaptıkları OA uygulamasının titre edilebilirliği azalttığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Caleb, vd. (2014) de nar tanelerine pasif MAP'ın esmerleşmeyi engelleyici ön muamele ile kombinasyon uygulamaları sonucunda TA'da muhafaza boyunca azalmalar gözlemlendiğini bildirmişlerdir.



Şekil 4.3. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar meyve sularındaki pH ve TA (%) değişimine etkisi

Çizelge 4.1. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar tanelerinin fiziksel ve kimyasal değerleri

Analiz	Uygulamalar	Günler					
		0	4	8	12	16	20
pH	Kontrol	2,40 ^{Ab} ±0,04	2,30 ^{Cc} ±0,01	2,37 ^{Ab} ±0,06	2,36 ^{Bbc} ±0,01	2,45 ^{Ba} ±0,01	2,33 ^{Bbc} ±0,00
	2,5mM	2,37 ^{ABb} ±0,00	2,37 ^{Bb} ±0,05	2,43 ^{Aa} ±0,02	2,42 ^{Aa} ±0,01	2,44 ^{Ba} ±0,00	2,31 ^{Cc} ±0,00
	5 mM	2,34 ^{Cc} ±0,02	2,43 ^{Ab} ±0,01	2,43 ^{Ab} ±0,01	2,42 ^{Ab} ±0,01	2,49 ^{Aa} ±0,01	2,35 ^{Ac} ±0,01
Titre Edilebilir Asit Miktarı(%)	Kontrol	1,71 ^{Ab} ±0,04	1,78 ^{Aa} ±0,03	1,61 ^{Ac} ±0,01	1,56 ^{ABc} ±0,01	1,56 ^{Bc} ±0,02	1,71 ^{ABb} ±0,02
	2,5mM	1,69 ^{Ab} ±0,03	1,79 ^{Aa} ±0,03	1,61 ^{Ac} ±0,01	1,54 ^{Bd} ±0,02	1,71 ^{Ab} ±0,02	1,78 ^{Aa} ±0,03
	5 mM	1,62 ^{Ab} ±0,07	1,70 ^{Ba} ±0,01	1,54 ^{Bc} ±0,02	1,58 ^{Ac} ±0,01	1,54 ^{Bc} ±0,02	1,70 ^{Ba} ±0,06
Ağırlık Kaybı (%)	Kontrol	0,00 ^{Ac} ±0,00	0,00 ^{Bc} ±0,00	0,00 ^{Ac} ±0,00	0,10 ^{Ab} ±0,02	0,21 ^{Ba} ±0,02	0,21 ^{Ba} ±0,02
	2,5mM	0,00 ^{Ae} ±0,00	0,03 ^{Ad} ±0,00	0,00 ^{Ae} ±0,00	0,11 ^{Ac} ±0,00	0,25 ^{Aa} ±0,13	0,22 ^{Bb} ±0,00
	5 mM	0,00 ^{Ad} ±0,00	0,00 ^{Bd} ±0,00	0,00 ^{Ad} ±0,00	0,10 ^{Ac} ±0,00	0,23 ^{ABb} ±0,01	0,26 ^{Aa} ±0,02
O ₂ (%)	Kontrol	19,30 ^{Aa} ±0,00	18,27 ^{Ab} ±0,40	17,63 ^{Ac} ±0,21	16,70 ^{Ad} ±0,44	15,63 ^{Ae} ±0,25	14,23 ^{Af} ±0,42
	2,5mM	19,17 ^{Ba} ±0,06	18,33 ^{Aa} ±0,51	17,77 ^{Aab} ±0,80	16,33 ^{Abc} ±1,07	15,27 ^{Acd} ±1,39	14,30 ^{Ad} ±1,54
	5 mM	19,30 ^{Aa} ±0,00	18,40 ^{Ab} ±0,26	17,93 ^{Ab} ±0,29	16,93 ^{Ac} ±0,29	15,87 ^{Ad} ±0,85	15,13 ^{Ad} ±0,50
CO ₂ (%)	Kontrol	0,00 ^f ±0,00	2,00 ^{Ae} ±0,53	2,97 ^{Ad} ±0,40	6,40 ^{Ac} ±0,62	8,93 ^{Ab} ±0,40	9,70 ^{Aa} ±0,26
	2,5mM	0,30 ^b ±0,00	1,80 ^{Ab} ±0,78	2,73 ^{Ab} ±1,22	7,13 ^{Aa} ±2,11	9,67 ^{Aa} ±3,11	8,83 ^{Aa} ±3,06
	5 mM	0,20 ^d ±0,00	1,43 ^{Ac} ±0,32	2,47 ^{Ac} ±0,46	5,93 ^{Ab} ±0,76	8,47 ^{Aa} ±1,80	9,30 ^{Aa} ±1,15

^aAynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

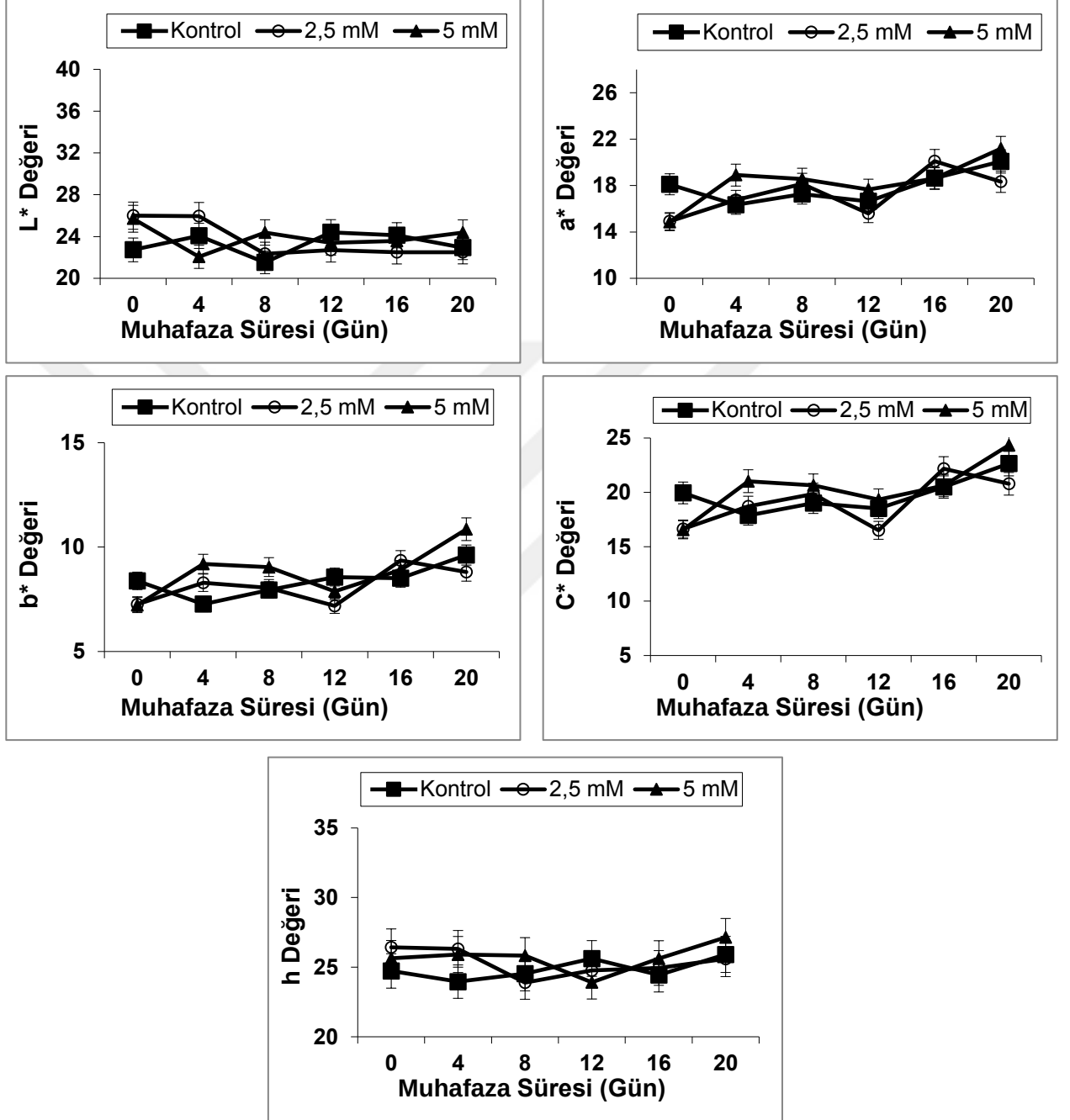
^AAynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

4.5 Renk Değerleri (L, a*, b*, C, h°)

Nar tanelerinde renk önemli bir kalite parametresidir. ‘Hicaznar’ nar meyvesi gerek iç pazarda gerekse dış pazarda albeni olarak diğer nar çeşitlerine göre daha üstün özelliğe sahiptir. Meyve renk değerinin belirlenmesinde en yaygın olarak kullanılan özellikle L, a*, b* değerleridir (Üren, 1999). L meyvenin parlaklığını gösterir ve nar meyve tanelerinin L parlaklık değeri kontrol grubu meyvelerinde 0. gün değeri 22,72 iken OA uygulanan meyvelerde ise sırasıyla 26 ve 25,70 olarak ölçülmüş, muhafaza süresince düşüş eğiliminde olan L parlaklık değeri muhafaza sonunda kontrol grubu meyvelerinde 22,94 iken OA uygulamasının yüksek konsantrasyonundan en yüksek L değeri olan 24,37 elde edilmiştir (Şekil 4.4). Ancak bununla birlikte L parlaklık renk değeri uygulamalar arasında istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.2). Nar meyve renk kalitesinde önemli diğer bir renk değerleri olan kırmızı rengi gösteren +a değeri tüm uygulamalarda nar meyve tanelerinde muhafaza süresince artış eğiliminde olduğu ve bu artışın nar meyvesinin hasat sonrası ve olgunlaşması ile ilişkili olarak antosiyanin pigmentlerinin varlığından kaynaklandığı bilinmektedir (Martinez-Romero, vd., 2013). b* renk değeri meyvelerin +sarı, - mavi renk değerini gösterir ve nar meyvesi b* renk değeri hafif artış eğiliminde olup başlangıç kontrol meyveleri b* değeri 8,38, OAI ve OAIİ uygulanan meyve tanelerinin sırası ile 7,26 ve 7,22 olarak ölçülmüştür. Muhafaza sonunda b renk değeri hafif artış eğiliminde olmuş ve sırası ile kontrol grubu 9,62 iken OAI, uygulamasında 8,81 iken OAIİ’de ise 10,86 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Ayrıca meyvenin renk tonunu gösteren kroma değeri olan C değeri hesaplanmış tüm uygulamalarda C renk değerinin muhafaza sonunda artış gösterdiği belirlenmiştir. C değeri, kontrol grubu meyvelerinde başlangıç değeri 19,96 iken 22,65’e, OAI uygulanan meyvelerde başlangıç değeri 16,53 iken 20,78’e, OAIİ uygulamasında ise başlangıç değeri 16,55 iken 24,34’e ulaştığı gözlemlenmiştir. Sonuçlar, istatistiki olarak tüm uygulamaların C değerleri üzerine etkisinin anlamlı olduğunu ortaya koymuştur ($p<0,05$)(Çizelge 4.2).

Yapılan OA uygulamasının meyve nar taneleri hue aç ı renk değişimine olan etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmazken OA uygulamasının yüksek konsantrasyon uygulamasında 27,14 ile en yüksek hue aç ı değerine sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2).



şekil 4.4. OA uygulamasının 'Hicaznar' nar tanelerinde renk değerleri üzerindeki değişimleri

Çizelge 4.2. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar tanelerinin renk ölçüm değerleri

Analiz	Uygulamalar	Günler					
		0	4	8	12	16	20
L	Kontrol	22,72 ^{Aab} ±2,14	24,06 ^{ABa} ±2,63	21,51 ^{Bb} ±1,16	24,40 ^{Aa} ±2,26	24,11 ^{Aa} ±1,97	22,94 ^{Aab} ±2,15
	2,5mM	26,00 ^{Aa} ±2,94	25,96 ^{Aa} ±2,56	22,34 ^{ABb} ±2,85	22,69 ^{Ab} ±1,79	22,49 ^{Ab} ±2,16	22,50 ^{Ab} ±1,89
	5 mM	25,70 ^{Aa} ±4,53	22,06 ^{Bb} ±2,37	24,39 ^{Aab} ±2,08	23,39 ^{Aab} ±1,34	23,57 ^{Aab} ±3,05	24,37 ^{Aab} ±1,63
a*	Kontrol	18,11 ^{Aab} ±2,4	16,34 ^{Ab} ±3,07	17,26 ^{Aab} ±4,15	16,63 ^{Ab} ±1,55	18,64 ^{Aab} ±2,13	20,08 ^{ABa} ±2,27
	2,5mM	14,91 ^{Ac} ±3,34	16,75 ^{Abc} ±2,94	18,15 ^{Aab} ±2,15	15,58 ^{Abc} ±2,38	20,10 ^{Aa} ±1,18	18,32 ^{Bab} ±1,89
	5 mM	14,86 ^{Ac} ±3,66	18,90 ^{Aab} ±1,72	18,56 ^{Aab} ±2,23	17,67 ^{Ab} ±2,13	18,60 ^{Aab} ±3,21	21,18 ^{Aa} ±1,70
b*	Kontrol	8,38 ^{Aab} ±1,47	7,27 ^{Bb} ±1,38	7,95 ^{Aab} ±2,21	8,57 ^{Aab} ±1,82	8,51 ^{Aab} ±1,35	9,62 ^{ABa} ±1,48
	2,5mM	7,26 ^{Ab} ±1,41	8,29 ^{ABab} ±1,73	8,05 ^{Aab} ±1,07	7,19 ^{Ab} ±1,37	9,36 ^{Aa} ±0,85	8,81 ^{Ba} ±1,03
	5 mM	7,22 ^{Ab} ±2,46	9,20 ^{Aab} ±1,24	9,04 ^{Aab} ±1,61	7,88 ^{Ab} ±1,42	8,92 ^{Aab} ±1,60	10,86 ^{Aa} ±1,45
C	Kontrol	19,96 ^{Aab} ±2,79	17,88 ^{Ab} ±3,36	19,01 ^{Aab} ±4,66	18,52 ^{Aab} ±2,06	20,49 ^{Aab} ±2,48	22,65 ^{ABa} ±2,68
	2,5mM	16,63 ^{Ad} ±3,36	18,71 ^{Abcd} ±3,21	19,85 ^{Aabc} ±2,37	16,51 ^{Ac} ±2,63	22,17 ^{Aa} ±1,38	20,78 ^{Bab} ±2,11
	5 mM	16,55 ^{Ac} ±4,24	21,03 ^{Aab} ±1,98	20,66 ^{Aab} ±2,66	19,35 ^{Abc} ±2,52	20,63 ^{Aab} ±3,53	24,34 ^{Aa} ±2,09
h°	Kontrol	24,73 ^{Ab} ±1,10	23,96 ^{Ab} ±0,65	24,52 ^{Ab} ±1,90	25,62 ^{Aa} ±3,63	24,44 ^{Ab} ±1,22	25,91 ^{Aab} ±1,13
	2,5mM	26,42 ^{Aa} ±5,43	26,31 ^{Aa} ±3,44	23,88 ^{Aa} ±0,99	24,75 ^{Aa} ±2,72	24,94 ^{Aa} ±1,24	25,60 ^{Aa} ±1,29
	5 mM	25,63 ^{Aab} ±4,19	25,91 ^{Aab} ±2,07	25,83 ^{Aab} ±2,06	23,91 ^{Ab} ±1,38	25,62 ^{Aab} ±1,72	27,14 ^{Aa} ±1,84

^aAynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

^AAynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

4.6 Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı

Meyvelerde SÇKM önemli bir kalite göstergesidir (Öz, vd., 2016). Polisakkaritler ve şekerler meyve tatlılığında ve meyve kalitesinde önemli bir yer tutar, meyvelerdeki şekerler ve asitler önemli ölçüde lezzet, kimyasal ve duyuşsal özellikleri etkiler (Shahbaz, vd., 2014).

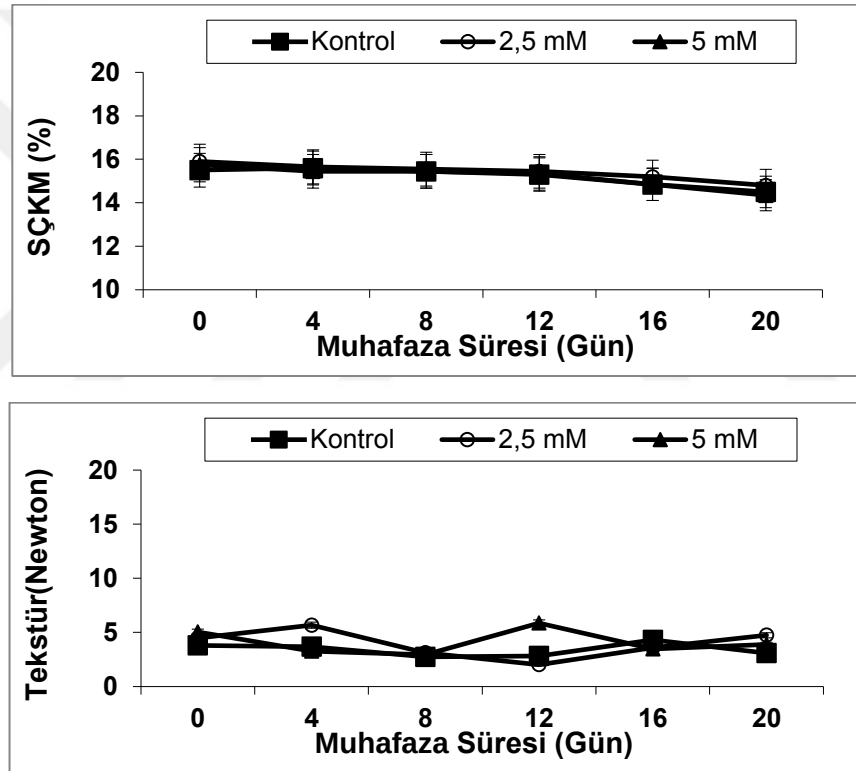
‘Hicaznar’ nar meyve tanelerinde kuru madde miktarı muhafaza başlangıcında %15,6 civarında iken muhafaza süresince SÇKM’de düşüşler meydana gelmiştir. Kontrol grubu meyve tanelerinde SÇKM muhafaza sonunda %14,47 OAI uygulaması yapılan meyve tanelerinde %14,8 ve OAI grubu meyve tanelerinde ise %14,4 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Bu sonuçlar doğrultusunda hem muhafaza süresi hem de uygulamaların SÇKM üzerindeki değişimleri istatistik olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Benzer şekilde Martinez-Romero, vd. (2013) da ‘Mollar de Elche’ çeşidinde yaptıkları *Aleo vera* kaplama uygulamasında 8 günlük muhafaza süresince SÇKM değerinde düşüş meydana geldiğini fakat bu değişikliğin istatistiki olarak anlamlı bulunmadığını bildirmişlerdir. Sayyari, vd. (2010) de ‘Mollar de Elche’ narlarının 2 °C’de 84 günlük muhafazası sırasında meyvelerin SÇKM içeriği üzerinde hiçbir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Aynı zamanda her ne kadar nar meyvesinin solunum hızı düşük olsa da meyve raf ömrü süresince kuru madde miktarı düşüşü üzerine solunum hızı ve diğer biyokimyasal reaksiyonlar etkilidir. Dolayısıyla muhafaza süresi uzadıkça kuru madde miktarında düşüşler meydana gelmiştir (Şekil 4.5).

4.7 Nar Meyvelerinde Tane Sertliği

‘Hicaznar’ nar meyve tanelerinde tane sertliğini belirlemek amacıyla yapılan ölçümlerde muhafaza başlangıcında 4-5,5 N arasında olan meyve tane sertliği muhafaza süresi boyunca azalmıştır (Şekil 4.5). Muhafaza sonunda sırasıyla kontrol grubu meyve tanelerinde 3,3 N, OAI uygulanan meyve tanelerinde 3,5 N ve OAI uygulanan meyve tanelerinde ise 4 N olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.3). Sonuçlar istatistiki olarak anlamlı bulunmasa da rakamsal olarak OA uygulanan meyvelerde uygulama yapılmayan kontrol grubuna göre yaklaşık 1 N kadar daha yüksek bir sertlik değerine sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3). Muhafaza süresi her ne

kadar 20 gün süre ile incelenmiş olsa da 12. gün değerlerine baktığımızda sonuçların daha anlamlı olduğunu ve OAII uygulamasında meyve tanelerinin tekstürel açıdan en yüksek değerde olduğu gözlemlenmiştir. Bu da OA uygulamasının meyve hücre duvarı yapısında ve meyve sertliğinde etkili olduğunu göstermektedir (Öz, vd., 2016). Benzer şekilde Caleb, vd. (2013) de tanelenmiş nar meyvelerinde yaptıkları MAP muhafazasında değişimin istatistiki olarak anlamlı olmadığı sonucuna varmışlardır. Ding, vd. (2007) mango meyveleri üzerine yaptıkları OA ve salisilik asit uygulamalarının, muhafaza sonucunda meyve sertliği üzerine açıkça bir etkisinin bulunmadığını bildirmişlerdir.



Şekil 4.5. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar tanelerinde SÇKM (%) ve tekstür (N) değerleri üzerine etkileri

Çizelge 4.3. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar meyve sularındaki SÇKM (%) ve tekstür (N) değişim değerleri

Analiz	Uygulamalar	Günler					
		0	4	8	12	16	20
Tekstür (Newton)	Kontrol	3,98 ^{Aa} ±1,23	3,46 ^{Aab} ±1,10	2,33 ^{Bbb} ±0,92	3,07 ^{Bab} ±0,90	2,64 ^{Aab} ±1,46	3,34 ^{Aab} ±1,38
	2,5mM	4,59 ^{Aa} ±1,17	3,43 ^{Aa} ±1,75	3,38 ^{ABa} ±0,82	3,30 ^{Ba} ±1,66	3,27 ^{Aa} ±1,36	3,50 ^{Aa} ±1,18
	5 mM	5,51 ^{Aa} ±1,88	3,80 ^{Abc} ±0,95	3,67 ^{Abc} ±1,36	5,06 ^{Aab} ±0,91	3,42 ^{Ac} ±1,16	3,99 ^{Abc} ±1,21
SÇKM (%)	Kontrol	15,60 ^{Ba} ±0,14	15,56 ^{Ba} ±0,10	15,41 ^{Bb} ±0,04	15,27 ^{Bc} ±0,10	14,81 ^{Cd} ±0,04	14,47 ^{Be} ±0,10
	2,5mM	15,86 ^{Aa} ±0,8	15,69 ^{Ab} ±0,07	15,59 ^{Ac} ±0,04	15,43 ^{Ad} ±0,05	15,27 ^{Ae} ±0,15	14,80 ^{Af} ±0,08
	5 mM	15,64 ^{Ba} ±0,13	15,49 ^{Bb} ±0,07	15,41 ^{Bb} ±0,04	15,30 ^{Bc} ±0,06	14,93 ^{Bd} ±0,08	14,39 ^{Ce} ±0,04

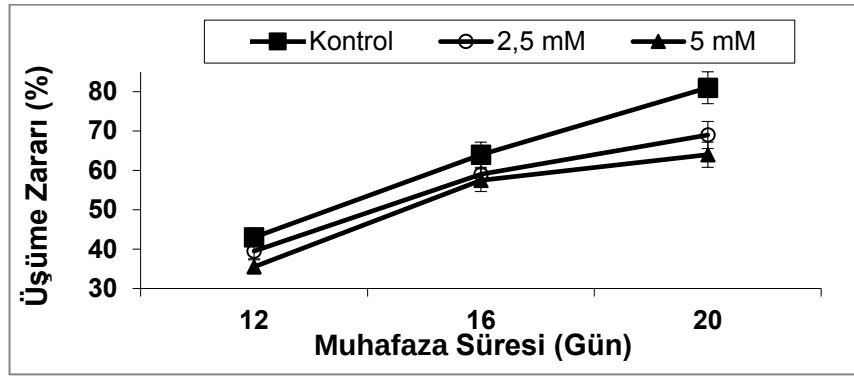
^aAynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

^AAynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

4.8 Üşüme Zararı Miktarı

Meyve ve sebzelerde hasat sonrası raf ömrünü uzatmak amacıyla en çok kullanılan tekniklerden birisi soğukta muhafaza teknikleri olmakla birlikte, üşüme zararına hassas olan tropik ve subtropik meyvelerde, üşüme zararının ortaya çıkmasında önemli bir risktir. Nar meyvesi de subtropik iklim meyvesi olduğundan düşük sıcaklıkta yapılan muhafazada üşüme zararına sebep olabilmektedir. Meyve 5 °C'nin altındaki sıcaklıklarda muhafaza edildiklerinde üşüme zararına maruz kalarak meyve kabuğun kahverengi renk değişikliği, yüzey çukuru ve duyarlılığına sebep olmakla birlikte ürünün metabolizmasını bozarak fizyolojik zararlanmalara neden olmakta bu da meyvenin hem iç hem de dış kalitesini olumsuz etkilemektedir (Opara, vd., 2015).

Yapmış olduğumuz OA uygulamasının üşüme zararı üzerinde etkisi incelenmiş, muhafaza süresi arttıkça üşüme zararında artışlar belirlenmiştir (Şekil 4.6). Muhafaza sonunda en fazla üşüme zararı %81 ile kontrol grubu meyvelerinde gözlenirken, OAI uygulamasında üşüme zararı %69, OAI uygulamasında ise üşüme zararı %64 olarak ölçülmüştür. OA uygulanan meyvelerde üşüme zararı kontrol grubu meyvelerle kıyaslandığında sonuçlar istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) ve OAI dozu en etkili uygulama olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Benzer şekilde Sayyari, vd. (2010)'nin yaptıkları çalışmadan elde ettikleri sonuçların çalışma sonuçlarımızı destekler yönde olduğu ve tüm nar meyvelerinden 'Mollar de Elche' nar çeşidinde OA uygulamasının üşüme zararını azaltmada polifenol oksidaz ve peroksidaz enzim aktivitelerini engelleyerek zararı kontrol altına alındığını belirlemişlerdir. Yine başka bir çalışmada mango meyvesine OA uygulamasının üşüme zararı üzerine etkilerinin belirlenmesinde, uygulama sonucunda soğukta meydana gelen hasarın azaltılması ve mango meyvesinin kalitesinin uzun süreli korunmasında olumlu sonuçlar alındığı bildirilmiştir (Li, vd., 2014). Sayyari, vd. (2011) de salisilik asit gibi organik kökenli uygulamaların kontrol uygulamalarına göre nar meyvelerinde üşüme zararı üzerinde olumlu etkileri olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4.6. OA uygulamasının 'Hicaznar' nar tanelerinde üşüme zararı (%) değişimi üzerine etkisi

Çizelge 4.4. OA uygulamasının 'Hicaznar' nar tanelerinin üşüme zararı (%) değerleri

Analiz	Uygulama	Günler		
		12	16	20
Üşüme Zararı (%)	Kontrol	43 ^{Ab} ±9,9	64 ^{Aa} ±2,83	81 ^{Aa} ±1,41
	2,5 mM	39,5 ^{Ac} ±4,95	59 ^{Ab} ±0,00	69 ^{Ba} ±1,41
	5 mM	35,5 ^{Ab} ±2,12	57,5 ^{Aa} ±3,54	64 ^{Ca} ±1,41

^aAynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,05$).

^AAynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,05$).

4.9 Toplam Fenolik Madde Miktarı

Fenolik bileşikler, birincil antioksidanlar veya serbest radikal sonlandırıcılar olarak işlev gören başlıca molekül gruplarındandır (Pedriali, vd., 2010). Fenolik bileşikler meyvelerin besin ve duyu kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmakla birlikte serbest radikallerin adsorbe edilmesinde ve nötrleştirilmesinde önemli etkiye sahiptirler (Shahbaz, vd., 2014). Bu nedenle bu bileşiklerin toplam miktarı nar suyu örneklerinde belirlenmiştir.

Meyve tüketiminde fenolik maddelerin sağlık açısından önemli etkisinden dolayı daha çok renkli meyveler tercih edilmektedir.

Yapmış olduğumuz çalışmada belirlemiş olduğumuz toplam fenolik madde miktarı 0. gün değerlerine bakıldığında 2426,55-2801,87 mg/L arasında olduğu belirlenmiştir.

(Çizelge 4.5). Toplam fenolik madde miktarı 20 günlük muhafaza süresince her ne kadar dalgalanmalar gösterse de genel olarak bir düşüş gözlemlenmiştir (Şekil 4.7). Muhafaza sonu itibarıyla kontrol grubu meyve tanelerinde 2495,2 mg/L olan toplam fenolik madde miktarı OAI grubu meyve tanelerinde 2325,8 mg/L ve OAII uygulamasında ise 2472,6 mg/L olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak yapılan OA uygulamasının toplam fenolik madde miktarı üzerine etkisi istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.5). Benzer şekilde Öz, vd., (2016) de yenidoğru üzerine yaptıkları OA uygulaması ve MAP'ın kombine etkilerini belirlerken fenolik madde içeriğinin çalışma sonuçlarımızı destekler şekilde muhafaza sonuna kadar bir düşüş eğiliminde olduğunu bildirmişlerdir. Yine nar taneleri üzerine yapılan bir araştırmada Kulkarni ve Aradhya (2005) da fenolik madde içeriğinde muhafaza süresince düşüşler olduğunu bildirmiştir.

4.10 Toplam Antosiyanin Madde Miktarı

Nar meyve tanesinin antosiyanin miktarını belirlemek amacıyla yaptığımız ölçümlerde 0. gün ölçümlerinde kontrol grubu meyve tanelerinin antosiyanin madde miktarı 176,4 mg/L, OAI uygulanan meyve tanelerinde 211,8 mg/L ve OAII uygulanan meyve tanelerinde ise 205,5 mg/L olarak ölçülmüştür. Muhafaza süresince her ne kadar antosiyanin madde miktarında dalgalanmalar gözükse de eğilim azalma yönünde olmuştur (Şekil 4.7). Muhafaza sonunda sırasıyla kontrol grubu meyve tanelerinin antosiyanin madde miktarı 160,8 mg/L, OAI uygulanan meyve tanelerinde 161,07 mg/L ve OAII uygulanan meyve tanelerinde ise 162,82 mg/L olarak belirlenmiştir. Sonuçlar istatistik olarak değerlendirildiğinde anlamlı bulunmamıştır(Çizelge 4.5). D'Aquino, vd. (2010)'da , filmle sarılmış 'Primosole' nar meyvelerine ait örneklerde toplam antosiyanin madde miktarının, raf ömrü boyunca azaldığını belirtmişlerdir. Fakat Sayyari, vd. (2010) 'Mollar de Elche' bütün nar meyvesinde hasat sonrası yapılan OA uygulaması ile ilişkili olarak depolama süresinin ilerlemesi ile meyve olgunlaşmasının sonucu olarak antosiyanin konsantrasyonunda artış olduğunu dışsal OA uygulamasının lipit peroksit sentezinin baskı altına alınması ile açıklamıştır. Tanelenmiş nar meyvelerinde antosiyanin miktarındaki, değişimin uygulamalar arasında anlamlı bir değişik olmadığı sonucuna varılmıştır.

4.11 DPPH Yöntemi ile Antioksidan Aktivite Miktarı

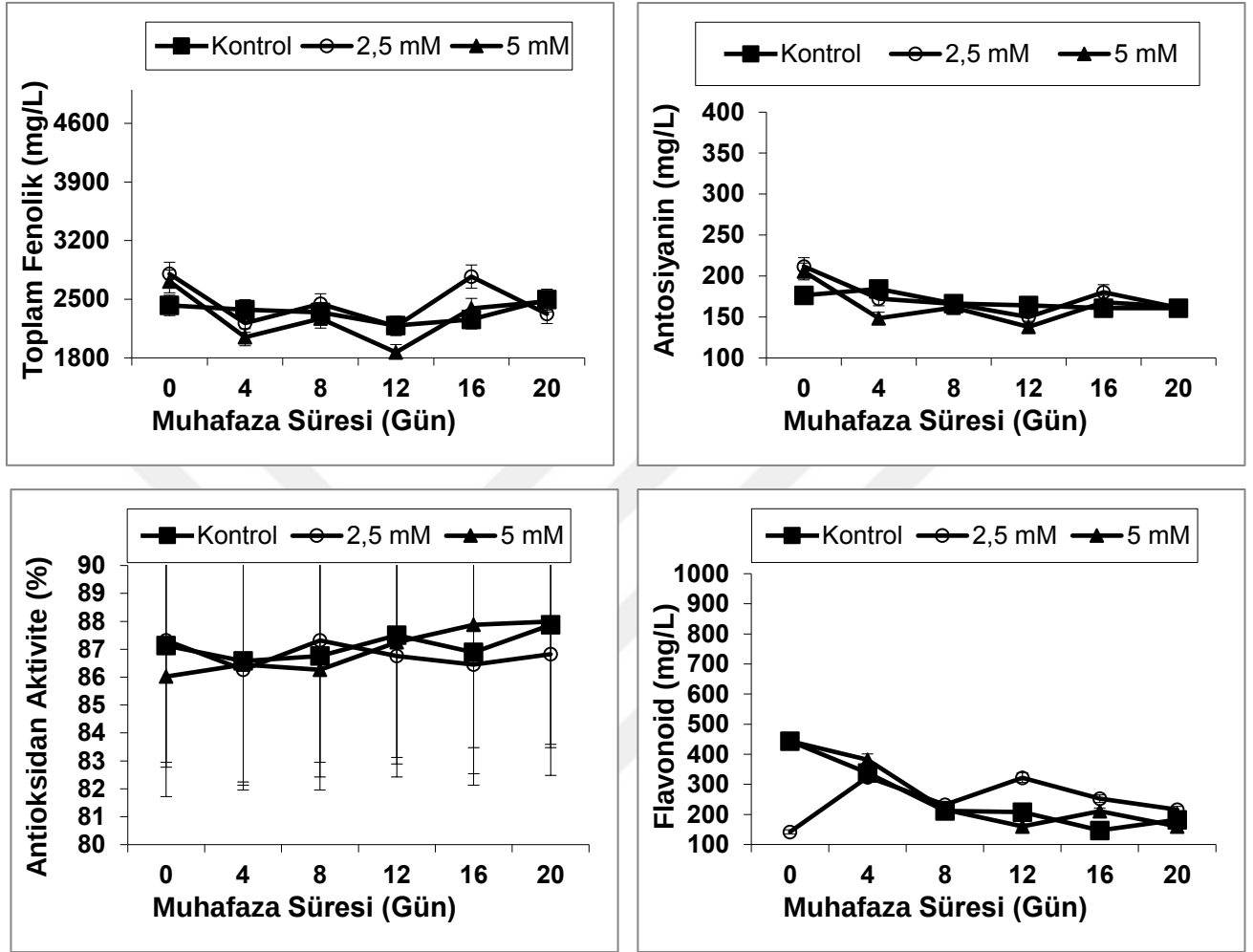
Fitokimyasal bileşikler, radikal süpürücü özellikler dâhil olmak üzere geniş bir kimyasal ve biyolojik aktivite spektrumuna sahiptir ve DPPH radikalleri, çeşitli doğal bileşiklerin süpürme aktivitelerini araştırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır ayrıca, DPPH radikali temizlendiğinde, reaksiyon karışımının rengi 515-517 nm'de azalan absorbansta bir azalma ile mordan sarıya değişmektedir (Pedriali, vd., 2010).

Nar meyve sularında, DPPH giderme aktivitesi ölçmek amacıyla yaptığımız analizlerde istatistiki olarak hem muhafaza gün hem de uygulamalar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ve değerler %86,8-%88 arasında değişkenlik göstermiştir (Şekil 4.7). En büyük değer ise 88 ile OAI uygulaması sonucunda elde edilmiştir (Çizelge 4.5). D'Aquino, vd. (2010)'da 'Primosole' nar çeşidinde yaptıkları bireysel filmle sarılmış olan uygulamalarında soğuk muhafaza sırasında antioksidan kapasite oldukça stabil olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde bu çalışma kapsamında özellikle OA ve kontrol uygulamasında DPPH giderme aktivitesi kısmen muhafaza başlangıç ve muhafaza son değerleri birbirine yakın bulunmuş ve yapılan çalışma bizim sonuçlarımızı destekler yönde olduğu belirlenmiştir. Ancak, Sayyari, vd. (2010) de yaptıkları çalışmada OAI uygulaması meyvenin hem fizyolojik ve hem de kimyasal değişimleri üzerine olumlu etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

4.12 Toplam Flavonoid Madde Miktarı

Fitokimyasal bileşenlerden en farklı ve yaygın gruptan biri olan flavonoidler, muhtemelen en önemli doğal fenoliklerdir ve bu bileşikler, radikal süpürücü özellikler dâhil olmak üzere geniş bir kimyasal ve biyolojik aktivite spektrumuna sahiptir (Pedriali, vd., 2010). Flavonoidler özellikle meyve ve sebzelerde antioksidan özelliklere sahip hoş kokulu pigmentlerdir (Akbaşlı, 2015). Yaptığımız bu çalışmada 'Hicaznar' nar meyve tanelerinin flavonoid madde değişimini belirlemek amacı ile gerçekleştirilen ölçümler sonucunda, muhafaza sonunda kontrol grubunda bu değer 182,4 mg/L, OAI uygulanan meyve tanelerinde 215,8 mg/L ve OAI uygulanan meyve tanelerinde ise 160,1 mg/L olarak belirlenmiştir (Şekil 4.7). Bu sonuçlar ile uygulamalar arasında anlamlı bir fark bulunmamakla birlikte özellikle OAI

uygulanan meyvelerde 20. günde 215,79 ile en yüksek değer elde edilmiştir (Çizelge 4.5).



Şekil 4.7. OA uygulamasının 'Hicaznar' nar sularında toplam fenolik madde miktarı (mg/L), toplam flavonoid madde miktarı (mg/L), toplam antosiyanin miktarı (mg/L) ve antioksidan aktivite (%) değerleri üzerine etkisi

Çizelge 4.5. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar meyve sularındaki toplam fenolik madde miktarı (mg/L), toplam flavonoid madde miktarı (mg/L), toplam antosiyanin miktarı (mg/L) ve antioksidan aktivite (%) değerleri

Analiz	Uygulamalar	Günler					
		0	4	8	12	16	20
Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg/L)	Kontrol	2426,55 ^{Aa} ±124,93	2375,34 ^{Aab} ±19,42	2343,82 ^{Aab} ±2,53	2186,60 ^{Ac} ±49,30	2259,31 ^{Bbc} ±30,55	2495,20 ^{Aa} ±55,54
	2,5mM	2801,87 ^{Aa} ±148,90	2215,85 ^{Ab} ±207,82	2443,26 ^{Aab} ±148,9	2175,14 ^{Ab} ±89,14	2770,84 ^{Aa} ±63,48	2325,80 ^{Ab} ±189,75
	5 mM	2712,58 ^{Aa} ±152,95	2046,70 ^{Ad} ±18,24	2269,09 ^{Ac} ±60,27	1865,60 ^{Bd} ±42,04	2390,74 ^{Bbc} ±78,33	2472,63 ^{Ab} ±6,41
Toplam Antosiyanin Miktarı (mg/L)	Kontrol	176,38 ^{Bab} ±7,91	184,28 ^{Aa} ±9,99	166,30 ^{Aab} ±5,49	164,38 ^{Ab} ±6,00	160,92 ^{Ab} ±7,23	160,83 ^{Ab} ±6,93
	2,5mM	211,80 ^{Aa} ±7,99	172,29 ^{Ab} ±5,36	166,24 ^{Abc} ±0,30	149,92 ^{Ac} ±13,10	180,44 ^{Ab} ±7,87	161,07 ^{Abc} ±4,72
	5 mM	205,57 ^{ABa} ±13,99	148,44 ^{Bcd} ±2,59	161,58 ^{Abc} ±4,00	137,95 ^{Ad} ±1,36	168,08 ^{Ab} ±2,98	162,82 ^{Abc} ±4,89
Antioksidan Aktivite (%)	Kontrol	87,14 ^{Aabc} ±0,26	86,58 ^{Ac} ±0,35	86,77 ^{ABbc} ±0,26	87,50 ^{Aab} ±0,25	86,89 ^{Bbc} ±0,09	87,87 ^{Aa} ±0,44
	2,5mM	87,32 ^{Aa} ±1,56	86,27 ^{Aa} ±0,26	87,32 ^{Aa} ±0,18	86,76 ^{Ba} ±0,08	86,46 ^{Ba} ±0,35	86,83 ^{Ba} ±0,18
	5 mM	86,02 ^{Ac} ±0,61	86,45 ^{Abc} ±0,52	86,27 ^{Bb} ±0,08	87,26 ^{ABab} ±0,09	87,87 ^{Aa} ±0,08	88,00 ^{Aa} ±0,08
Toplam Flavonoid Madde Miktarı (mg/L)	Kontrol	443,43 ^{Aa} ±31,35	338,26 ^{ABb} ±8,58	211,74 ^{Ac} ±52,96	207,70 ^{ABc} ±15,75	146,97 ^{Bc} ±30,06	182,39 ^{Ac} ±25,77
	2,5mM	141,90 ^{Bb} ±80,16	324,08 ^{Ba} ±17,18	231,99 ^{Aab} ±24,33	322,07 ^{Aa} ±65,84	252,23 ^{Aab} ±4,29	215,79 ^{Aab} ±24,34
	5 mM	443,52 ^{Aa} ±60,12	381,78 ^{Aa} ±18,61	215,79 ^{Ab} ±32,92	160,12 ^{Bb} ±8,58	210,73 ^{Ab} ±8,58	160,12 ^{Ab} ±5,73

^aAynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

^AAynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

4.13 Mikrobiyolojik Değerler

Nar meyvesinde esas olarak çürümeye neden olan *Alternaria spp.* ve *Aspergillus spp.* ile *Botrytis cinerea*, meyve bozulmasının en önemli nedenidir ve özellikle *Penicillium*, esas olarak muhafaza süresince ortaya çıkmaktadır (D'Aquino, vd., 2010).

4.13.1 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı

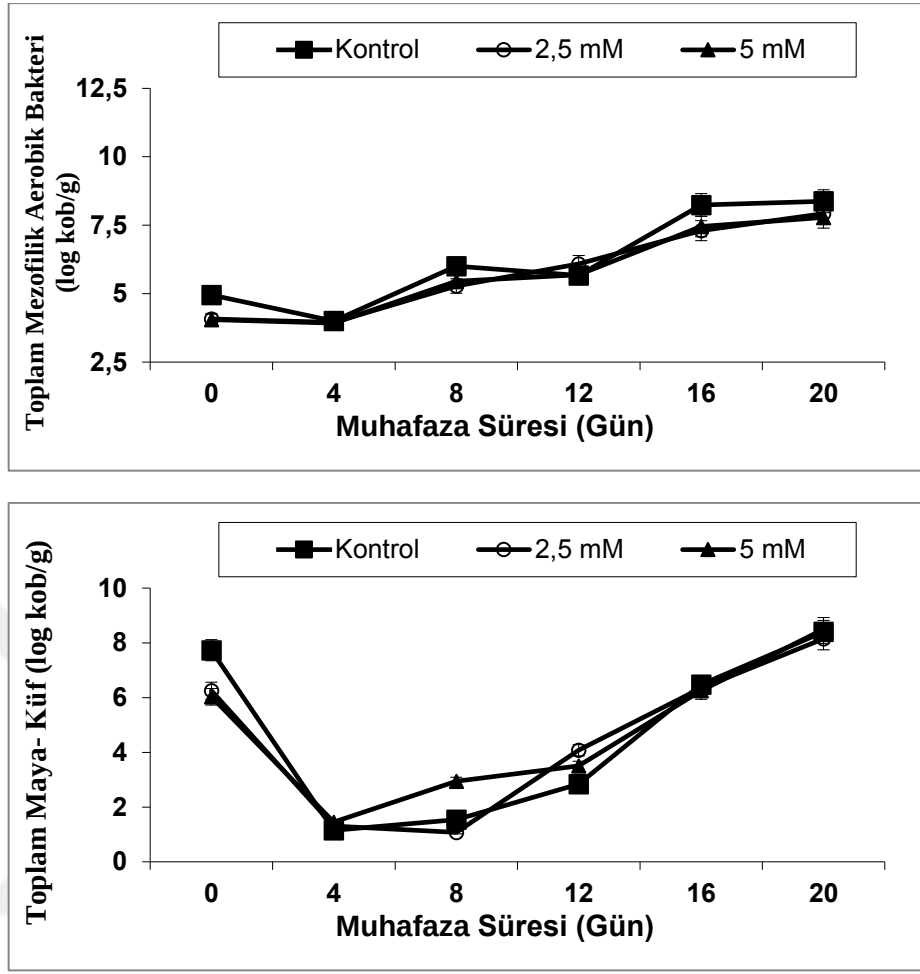
Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı muhafaza sonu itibari ile kontrol grubu meyve tanelerinde 8,38, OAI uygulamasında 7,93 iken OAI uygulamasında ise 7,79 ile en düşük değer elde edilmiştir (Şekil 4.8). Bununla birlikte OA uygulanan meyvelerle kontrol grubu meyveleri arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$)(Çizelge 4.6).

4.13.2 Toplam Maya- Küf Sayımı

Toplam maya ve küf sayımı ise tüm uygulamaların 8 log kob/g saptama limitleri aralığında bulunmuş ve istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.6).

Caleb, vd. (2013)'de, maya ve küflerin aerobik mezofilik bakterilere kıyasla daha düşük pH değerlerinde yettiğini belirtmişlerdir ve gerek muhafaza başlangıcında ve gerekse muhafaza sonunda toplam maya küf miktarı kısmen de olsa toplam aerobik mezofilik bakteri sayısından daha fazla bulunmuştur.

Bazı ülkelerde taze kesilmiş meyve sebzelerde, maya ve küfün maksimum limiti 5 log.kob/g dır. Çalışmamızda 12. günden sonraki muhafaza süresinde bu limitlerin aşılmış olduğu görülmektedir (Çizelge 4.6). Bu sonuçlar dikkate alındığında tanelenmiş nar meyvelerinin mikrobiyal kalite açısından muhafaza ömrünün 12 günden daha fazla olmasının bu yönüyle sakıncalı olabileceği sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.8. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar tanelerinde Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (log kob/g) ve Toplam Maya- Küf (log kob/g) değerlerinin değişimi üzerine etkisi

Çizelge 4.6. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar meyvelerindeki toplam mezofilik aerobik bakteri ve toplam maya-küf değişim değerleri

Analiz	Uygulamalar	Günler					
		0	4	8	12	16	20
Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (logkob/gr)	Kontrol	4,95 ^{Ac} ±0,00	3,70 ^{Ad} ±0,00	6,00 ^{Ab} ±0,14	5,67 ^{Ab} ±0,52	8,24 ^{Aa} ±0,13	8,38 ^{Aa} ±0,18
	2,5mM	4,08 ^{Be} ±0,11	2,98 ^{Ae} ±0,21	5,28 ^{Ad} ±0,29	6,09 ^{Ac} ±0,13	7,30 ^{Bb} ±0,42	7,93 ^{Ba} ±0,04
	5 mM	4,05 ^{Bc} ±0,07	3,92 ^{Ac} ±0,11	5,45 ^{Ab} ±1,20	5,69 ^{Ab} ±0,22	7,45 ^A ^{Ba} ±0,21	7,79 ^{Ba} ±0,50
Toplam Maya- Küf (logkob/gr)	Kontrol	7,73 ^{Bc} ±0,11	1,15 ^{Ad} ±0,21	1,54 ^{Bd} ±0,34	2,84 ^{Bc} ±0,09	6,47 ^{Ab} ±0,18	8,39 ^{Aa} ±0,11
	2,5mM	6,25 ^{Ab} ±0,19	1,30 ^{Ad} ±0,43	1,07 ^{Bd} ±0,11	4,07 ^{Ac} ±0,11	6,35 ^{Ab} ±0,49	8,15 ^{Aa} ±0,64
	5 mM	6,03 ^{Cd} ±0,01	1,45 ^{Ae} ±0,21	2,94 ^{Ad} ±0,14	3,50 ^{Ac} ±0,28	6,25 ^{Ab} ±0,26	8,49 ^{Aa} ±0,14

^aAynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

^AAynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

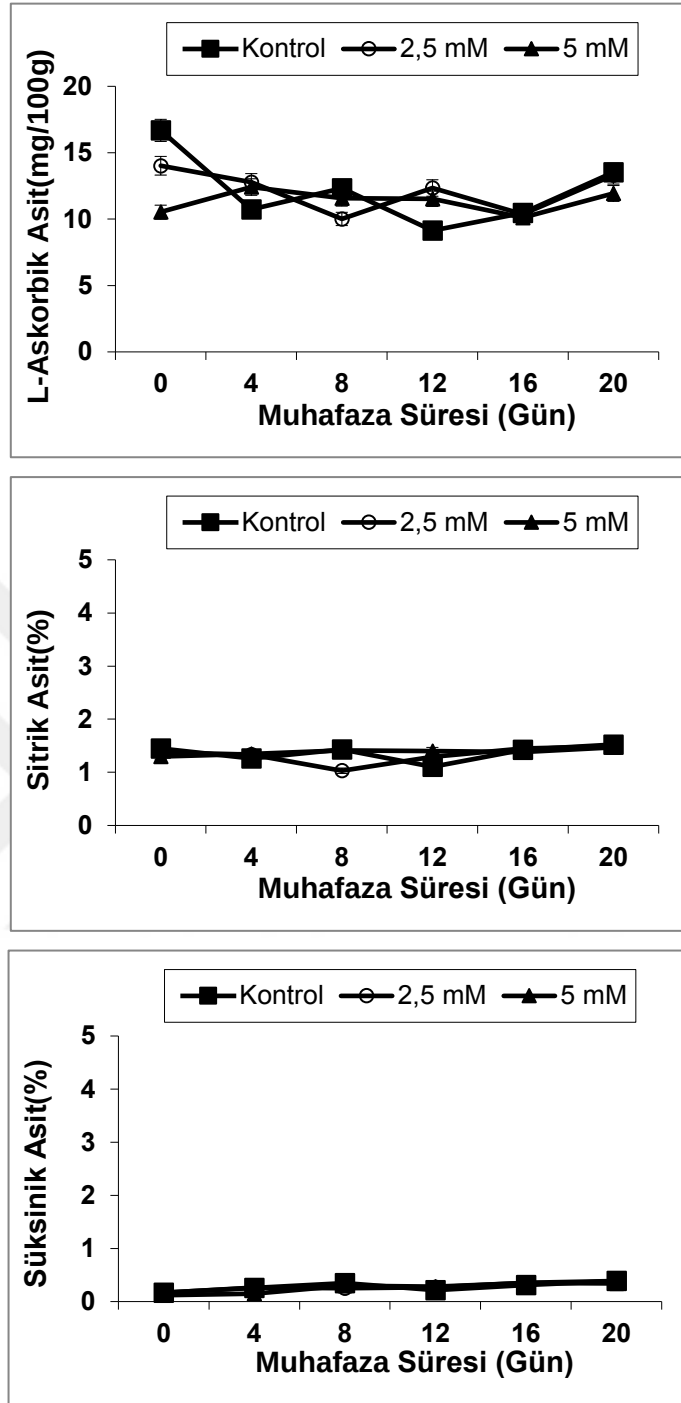
4.14 Organik Asitler ve C Vitamini İçeriği

Nar taneleri önemli miktarda asitler, vitaminler ve önemli mineraller içerir (Shahbaz, vd., 2014). Organik asitler lezzet oluşumuna katkı sağlayan önemli aroma bileşenleridir ve tatlılık algısı asitliğe güçlü bir şekilde katkıda bulunabilir (Mphahlele, vd., 2016). Meyve tatlılığı meyve kalitesinde önemli bir yer tutar ve şekerler ve asitler lezzeti, kimyasal ve duyuşsal özellikleri önemli ölçüde etkiler (Shahbaz, vd., 2014).

Nar meyvesinin L-askorbik asit bakımından miktarını belirlemek amacı ile yapılan analiz sonucunda muhafaza başlangıcında 10,52-16,68 mg/100g arasında bulunan L-askorbik asit miktarında muhafaza süresince dalgalanmalar göstermiştir (Şekil 4.9). Genel olarak muhafaza sonunda düşüş eğiliminde olan L-askorbik asit, OAI uygulanan meyvelerde muhafaza başlangıcına göre artış gösterdiği belirlenmiştir. Uygulamaların L-askorbik asit madde miktarına etkisi istatistiki açıdan anlamlı bulunmamıştır. Opara, vd. (2015), organik asitlerin solunumda kullanılmasının bir sonucu olarak, muhafaza süresince meyvelerin organik asit miktarında azalmalara yol açtığını rapor etmişlerdir.

Nar meyvelerinde bulunan sitrik asit miktarı, muhafazanın başlangıç döneminde 1,29 ila 1,45 aralığında iken muhafaza sonunda en fazla artış 1,47 ile OAI uygulanan meyve tanelerinde belirlenirken, 1,48 ile OAI ve 1,52 ile kontrol grubu meyvelerinde de artış gözlemlenmiştir. İstatistiki açıdan kontrol grubu meyvesi ile OAI uygulanan meyveler arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$)(Çizelge 4.7).

Süksinik asit miktarı ise başlangıç değeri %0,11-0,16 iken en fazla artış sırası ile %0,34 ile OAI ve bunu sırası ile 0,38 ile OAI ve 0,38 ile kontrol meyveleri takip etmiştir. OAI uygulamasının süksinik asit içeriğine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.7).



Şekil 4.9. OA uygulamasının 'Hicaznar' nar sularında L-Askorbik asit (mg/100g), sitrik asit (%) ve süksinik asit (%) değerleri üzerine etkisi

Çizelge 4.7. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar meyvelerindeki organik asitler ve C vitamini değişim değerleri

Analiz	Uygulamalar	Günler					
		0	4	8	12	16	20
L-Askorbik asit (mg/100g)	Kontrol	16,68 ^{Aa} ±0,09	10,72 ^{Bc} ±0,17	12,33 ^{Ab} ±0,78	9,14 ^{Ac} ±0,50	10,48 ^{Ac} ±0,13	13,53 ^{Ab} ±1,22
	2,5mM	14,02 ^{ABa} ±3,06	12,78 ^{Aa} ±0,16	10,01 ^{Ba} ±0,03	12,34 ^{Aa} ±4,11	10,36 ^{Aa} ±0,23	13,31 ^{Aa} ±1,69
	5 mM	10,52 ^{Bc} ±0,04	12,41 ^{Aa} ±0,34	11,56 ^{Ab} ±0,26	11,53 ^{Ab} ±0,41	10,11 ^{Ac} ±0,26	11,93 ^{Aab} ±0,07
Sitrik Asit (%)	Kontrol	1,45 ^{Aab} ±0,00	1,26 ^{Ac} ±0,02	1,43 ^{Ab} ±0,07	1,10 ^{Bd} ±0,02	1,43 ^{Bb} ±0,00	1,52 ^{Aa} ±0,00
	2,5mM	1,37 ^{ABbc} ±0,06	1,33 ^{Ac} ±0,01	1,03 ^{Bd} ±0,00	1,29 ^{Ac} ±0,07	1,45 ^{Aab} ±0,00	1,48 ^{Ba} ±0,00
	5 mM	1,29 ^{Bb} ±0,00	1,34 ^{Aab} ±0,04	1,41 ^{Aab} ±0,12	1,40 ^{Aab} ±0,03	1,38 ^{Cab} ±0,00	1,47 ^{Ba} ±0,01
Süksinik Asit (%)	Kontrol	0,16 ^{Ad} ±0,01	0,26 ^{Abc} ±0,00	0,35 ^{Aa} ±0,02	0,21 ^{Bcd} ±0,01	0,31 ^{Aab} ±0,05	0,38 ^{Aa} ±0,06
	2,5mM	0,16 ^{Ac} ±0,00	0,26 ^{Ab} ±0,01	0,25 ^{Bb} ±0,02	0,26 ^{ABb} ±0,03	0,35 ^{Aa} ±0,00	0,38 ^{Aa} ±0,02
	5 mM	0,11 ^{Bc} ±0,00	0,14 ^{Abc} ±0,15	0,30 ^{ABab} ±0,01	0,28 ^{Aab} ±0,02	0,34 ^{Aa} ±0,02	0,34 ^{Aa} ±0,01

^aAynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

^AAynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

4.15 Şeker (Sakkaroz, Glikoz, Fruktoz, Sorbitol) Miktarı

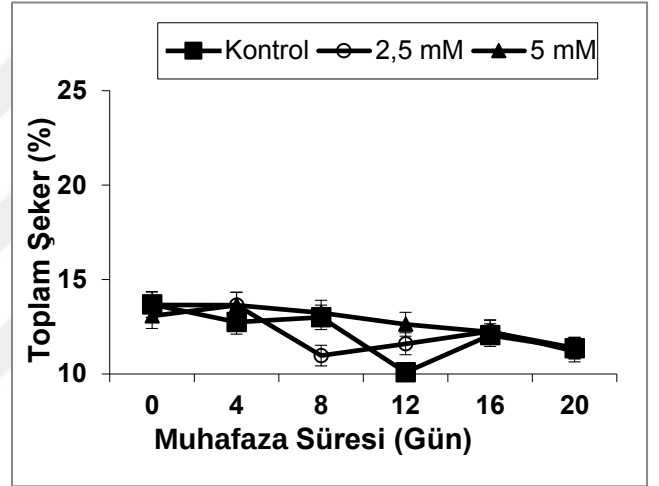
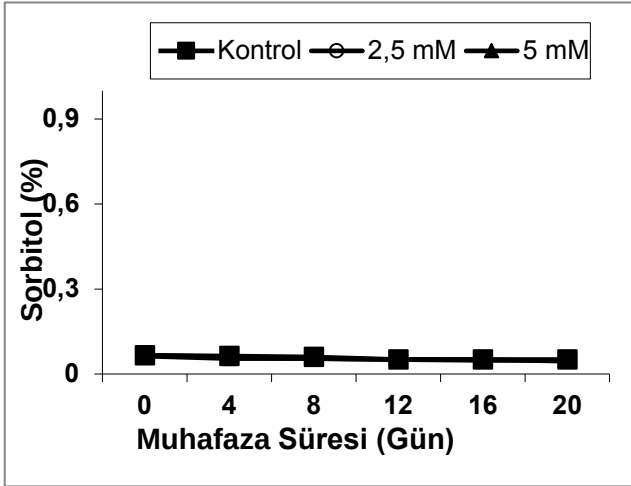
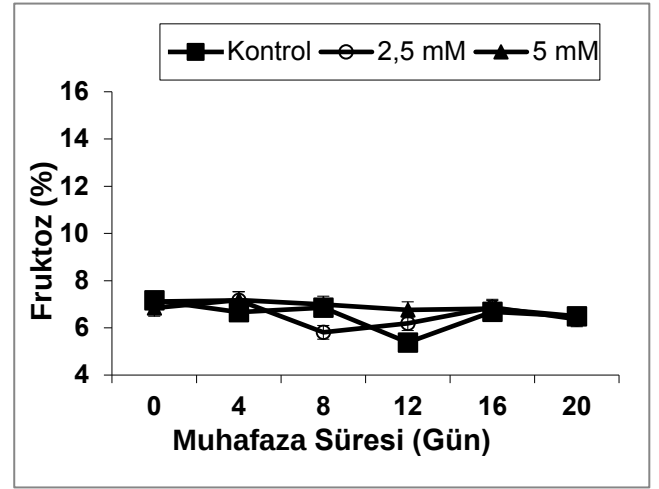
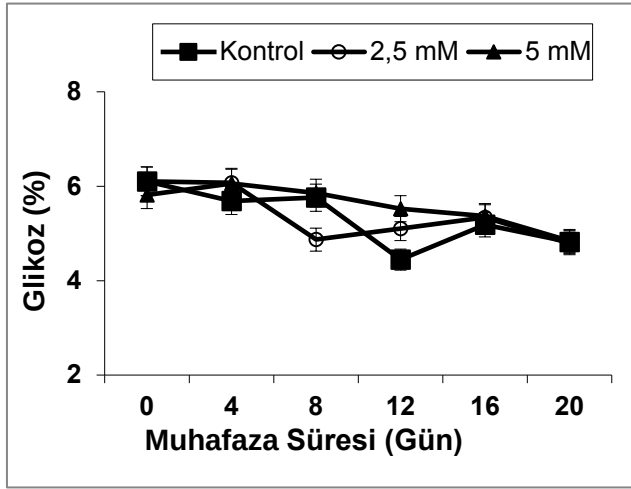
Taze meyve %85 oranında su ve %10 şeker (özellikle fruktoz ve glikoz) içerir. Meyvelerdeki şekerler ve asitler, lezzeti ve duyuşsal özellikleri önemli ölçüde etkiler (Shahbaz, vd., 2014). Meyve tatlılığı ve kalitesi üzerinde önemli etkisi olan glikoz ve fruktoz nar meyvesi dâhil olmak üzere tüm meyvelerde bulunan en baskın şekerlerdir. ‘Primosole’ nar meyvesinde glikoz ve fruktoz tespit edilen tek şeker olmuştur (D’Aquino, vd., 2010).

Yapılan çalışmada nar meyvelerinin toplam şeker miktarı belirlenmiş ve başlangıç toplam şeker miktarı 13,06-13,68 aralığında iken muhafaza sonuna doğru düşüş eğilimine girmiş olup günler arasındaki değişim istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$)(Şekil 4.10). Bunun nedeninin ise solunumda kullanılan şekerlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Toplam şeker miktarı muhafaza son gün değerleri incelendiğinde uygulamalar arasındaki fark anlamlı bulunmazken 12. gün değerlerine bakıldığında uygulamalar arasında istatistiki açıdan anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($p<0,05$). 12. günden sonra toplam şeker miktarında görülen bu dalgalanmaların sebebinin ise meyvenin yaşlanması ve metabolik faaliyetlerin düzensizleşmesi olarak düşünülmektedir.

Benzer şekilde glikoz miktarı muhafaza başında 5,81-6,10 civarında iken muhafaza sonunda düşerek sırası ile kontrol grubunda 4,81, OAI uygulanan meyve tanelerinde 4,78 ve OAI uygulanan meyve tanelerinde ise 4,84 olarak ölçülmüştür.

Fruktoz şeker içeriği ise muhafaza sonunda yine düşüş göstererek 6,5 civarında olup uygulamalar arası istatistiki açıdan anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak 12. gün değerleri incelendiğinde uygulamalar arasında anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmektedir.

Sorbitol değişimi başlangıç ve muhafaza sonu değerlerinin birbirine çok yakın olduğu tespit edilmiş ve muhafaza sonunda %0,04-0,05 aralığında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8).



Şekil 4.10. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar sularında glikoz (%), fruktoz (%), sakkaroz (%), sorbitol (%) ve toplam şeker miktarı (%) değişimi üzerine etkileri

Çizelge 4.8. OA uygulamasının ‘Hicaznar’ nar meyve sularındaki şeker değişim değerleri

Analiz	Uygulamalar	Günler					
		0	4	8	12	16	20
Sakkaroz (%)	Kontrol	0,35 ^{Ba} ±0,01	0,33 ^{Bab} ±0,01	0,33 ^{Aab} ±0,00	0,21 ^{Cab} ±0,01	0,138 ^{Abc} ±0,20	0,00 ^{Ac} ±0,00
	2,5mM	0,37 ^{Aa} ±0,00	0,35 ^{Ab} ±0,01	0,24 ^{Bc} ±0,00	0,25 ^{Bc} ±0,00	0,00 ^{Ad} ±0,00	0,00 ^{Ad} ±0,00
	5 mM	0,34 ^{Bab} ±0,00	0,35 ^{ABa} ±0,00	0,34 ^{Ab} ±0,00	0,3 ^{Ac} ±0,01	0,00 ^{Ad} ±0,00	0,00 ^{Ad} ±0,00
Glikoz (%)	Kontrol	6,10 ^{Aa} ±0,09	5,68 ^{Bb} ±0,08	5,75 ^{Ab} ±0,06	4,44 ^{Ce} ±0,10	5,184 ^{Bc} ±0,02	4,81 ^{Ad} ±0,03
	2,5mM	6,10 ^{Aa} ±0,00	6,07 ^{Aa} ±0,06	4,87 ^{Bd} ±0,00	5,10 ^{Bc} ±0,07	5,34 ^{Ab} ±0,03	4,78 ^{Ad} ±0,04
	5 mM	5,81 ^{Bb} ±0,01	6,05 ^{Aa} ±0,00	5,85 ^{Ab} ±0,00	5,52 ^{Ac} ±0,11	5,36 ^{Ad} ±0,07	4,84 ^{Ae} ±0,03
Fruktoz (%)	Kontrol	7,16 ^{Aa} ±0,16	6,67 ^{Bbc} ±0,11	6,85 ^{Bb} ±0,07	5,38 ^{Cd} ±0,12	6,68 ^{Abc} ±0,03	6,49 ^{Ac} ±0,05
	2,5mM	7,11 ^{ABa} ±0,00	7,16 ^{Aa} ±0,08	5,81 ^{Ce} ±0,00	6,19 ^{Bd} ±0,09	6,86 ^{Ab} ±0,05	6,36 ^{Ac} ±0,06
	5 mM	6,83 ^{Bbc} ±0,01	7,17 ^{Aa} ±0,01	6,99 ^{Ab} ±0,00	6,76 ^{Ac} ±0,14	6,81 ^{Abc} ±0,09	6,49 ^{Ad} ±0,04
Sorbitol (%)	Kontrol	0,06 ^{Aa} ±0,00	0,06 ^{Aa} ±0,00	0,06 ^{Aa} ±0,00	0,05 ^{Ab} ±0,00	0,05 ^{Ab} ±0,00	0,05 ^{Ab} ±0,00
	2,5mM	0,06 ^{Aa} ±0,00	0,06 ^{ABab} ±0,00	0,05 ^{Abc} ±0,00	0,05 ^{Ac} ±0,00	0,05 ^{Ac} ±0,00	0,04 ^{Ad} ±0,00
	5 mM	0,06 ^{Aa} ±0,00	0,05 ^{Bb} ±0,00	0,05 ^{Ab} ±0,00	0,05 ^{Ab} ±0,00	0,04 ^{Ab} ±0,00	0,04 ^{Ab} ±0,00
Toplam Şeker (%)	Kontrol	13,68 ^{Aa} ±0,26	12,75 ^{Bb} ±0,20	12,99 ^{Bb} ±0,13	10,08 ^{Ce} ±0,23	12,05 ^{Ac} ±0,16	11,36 ^{Ad} ±0,08
	2,5mM	13,65 ^{Aa} ±0,00	13,65 ^{Aa} ±0,15	10,97 ^{Cd} ±0,00	11,59 ^{Bc} ±0,16	12,25 ^{Ab} ±0,08	11,19 ^{Ad} ±0,10
	5 mM	13,06 ^{Bb} ±0,02	13,64 ^{Aa} ±0,02	13,24 ^{Ab} ±0,00	12,63 ^{Ac} ±0,26	12,22 ^{Ad} ±0,16	11,38 ^{Ae} ±0,08

^aAynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

^AAynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

5. SONUÇLAR

Bütün ‘Hicaznar’ nar meyvelerinin kabukları soyularak tanelenmiş ‘2016-2017 hasat döneminde muhafazaya uygun sağlıklı nar tanelerine üç farklı konsantrasyonda kontrol (0mM), 2,5mM ve 5mM OA olacak şekilde daldırma yöntemi uygulanan daha sonra PVPP (250 gr) kutulara paketlenen nar meyve taneleri, 5 °C’de % 90 nispi nem koşullarında 20 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Yapılan OA uygulamasının etkisini belirlemek amacı ile başlangıç günü (0.gün) dâhil olmak üzere 4 gün aralıklarla muhafaza sonuna kadar nar meyve tanelerinin fiziksel, biyokimyasal ve mikrobiyal kalite değişimlerini belirlenmiştir. Bu amaçla, nar tanesinde fiziksel kalite için ağırlık kaybı (%), O₂/CO₂ gaz bileşimi ölçümü (%), renk (L, a, b, C, h°) ölçüm değerleri, pH, TA (%) miktarı, SÇKM (%), tane sertlik (N) miktarı, üşüme zararı (%) miktarları belirlenmiştir. Biyokimyasal kalite değişimleri için toplam fenolik madde (mg/L), toplam flavonoid madde (mg/L), toplam antosiyanin madde (mg/L), antioksidan kapasite (%), organik asit (L- askorbik asit, süksinik asit, sitrik asit) (%) ve şeker (sakkoroz, glikoz, fruktoz, sorbitol ve toplam şeker) (%) miktarları belirlenmiştir. Mikrobiyal kalite değişimleri için ise toplam mezofilik aerobik bakteri (logkob/g) ve maya-küf (logkob/g) miktarı belirlenmiştir.

Bulgularımıza göre, derim sonrası tanelenmiş nar meyvelerine yapılan OA uygulamasının etkilerinden ağırlık kaybı, her üç uygulamada da depolama süresine bağlı olarak artış göstermiştir. Hem depolama süresinin etkisi hem de uygulamaların etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (p<0,05)(Çizelge 4.1). Uygulamanın gaz bileşimi (O₂/CO₂ (%)) değişiminin istatistiki olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Muhafaza başlangıcından sonuna kadar geçen süre boyunca O₂ miktarında azalma görülürken (%19,3 değerlerinden %14,5 değerlerine) CO₂ miktarında artış (%0,3 değerlerinden %9,3 değerlerine) gözlemlenmiştir. Bu değişimin nar tanelerinde solunum hızının sınırlı olmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Meyve suyu pH değişimi tüm uygulamalarda düşüş eğiliminde olduğu ve TA miktarının muhafaza sonunda kontrol grubu dışında hafif artış eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Bu kalite parametrelerinden TA ve pH değerlerine OA uygulamasının istatistiki açıdan anlamlı etkide bulunduğu saptanmıştır (p<0,05).

Nar meyve tanesi renk (L, a*, b*, C, h°) ölçüm sonuçlarına göre özellikle L parlaklık değerinin genel anlamda düşüş eğiliminde olduğu ancak, a* kırmızı ve b* sarı değerleri ile C ve h° değeri üzerine etkileri değerlendirildiğinde tüm uygulamaların artış eğiliminde olduğu belirlenmiştir. L parlaklık ve hue açısı renk değeri dışındaki tüm uygulamaların diğer renk değeri üzerinde OA uygulamasının istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Diğer bir kalite parametresi olan meyve tane sertliği ölçümleri istatistiki açıdan anlamlı bulunmamış ancak muhafaza sonundaki en yüksek tane sertliği 3,99 ile OAI uygulamasında olup bunu 3,5N ile OAI uygulamasının takip ettiği görülmüştür. Nar tanesi SÇKM değeri istatistiki açıdan anlamlı bulunmuş ($p<0,05$) ve meyve tane SÇKM'si başlangıç değeri muhafaza sonuna doğru hafif düşüş eğilimi göstermiştir.

Nar meyve taneleri muhafaza sırasında düşük sıcaklıklara maruz kaldığında üşüme zararı olarak adlandırılan bir fizyolojik bozukluğa maruz kalmakta ve meyve pazarlanmasını olumsuz yönde etkileyen bir kalite sorunu ortaya çıkmaktadır. Bu üşüme zararının OA uygulanan meyveler ile kontrol grubu meyveleri kıyaslandığında uygulamanın üşüme zararına karşı ürünü koruduğu belirlenmiştir. En etkili sonuç ise OAI uygulanan meyve tanelerinde elde edilmiştir.

'Hicaznar' nar meyve tanesi toplam fenolik madde miktarı, antosiyanin, toplam flavonoid miktarındaki değişimler tüm uygulamalarda düşüş göstermekle birlikte sonuçlar istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. DPPH antioksidan kapasitenin (%) ise muhafaza süresince çok fazla değişmediği belirlenmiş ve muhafaza sonunda antioksidan kapasite (%) miktarı değişimlerinin istatistiki anlamda uygulamalar arasında anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Nar meyve tanelerinin toplam mezofilik aerobik bakteri miktarının tüm uygulamalarda artış gösterdiği OA uygulanan nar tanelerinde ise kontrol grubu ile kıyaslandığında kısmen daha düşük olduğu ve kontrol grubu ile OA uygulamaları arasındaki farkın istatistiksel açıdan anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Ayrıca maya ve küf sayımında muhafaza başlangıcı ile muhafaza sonunda rakamsal değerlerin çok yakın olduğu ve farkın istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

OA uygulamasının tanelenmiş nar meyvelerinde muhafaza ömrü her ne kadar 20 gün süreyle incelenmiş olsa da 12 günlük raf ömrünün gerek meyve kalitesi gerekse mikrobiyal kalite açısından daha sağlıklı olacağı sonucuna varılmıştır.

Meyve tane sertliği, pH, üşüme zararı, antosiyanin madde miktarı, antioksidan madde miktarı, toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı, glikoz miktarı, toplam şeker miktarı ve bütün renk (L, a*, b*, C, h°) ölçüm değerlerinde OAII uygulama dozunun diğer uygulamalara kıyasla daha etkili olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda OAII uygulama dozunun bir yüksek dozu bundan sonraki çalışmalar için yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

OA uygulamasının daldırma olarak uygulamanın yanında kaplama metaryalleri içerisine dâhil edilmesi uygulamanın etkinliğinin daha da arttırabileceği sonucuna varılmıştır.

Ayrıca, tanelenmiş nar meyvelerine yapılan n OA uygulamasının modifiye atmosfer paketlenme, kontrollü atmosferde depolama gibi farklı kombine muhafaza teknikleri ile birlikte kullanılmasının daha etkili sonuçlar alınabileceği düşünülmektedir.

Bitkilerin doğal yapısında bulunan OA gibi organik asitlerin meyvelere uygulanmaları konusunda daha fazla çalışmalara gereksinim vardır.

KAYNAKLAR

- Adiani, V., Gupta, S., Ambolikar, R., Variyar, P. S.. Development of rapid method to assess microbial quality of minimally processed pomegranate arils using FTIR. *Sensors and Actuators B* 260, 800–807, 2018.
- Akbaşı, İ. T. Ahmet Yasevi University, Faculty of Medicine, 2015.
- Anonim. Aerobic Plate Count, *Bacteriological Analytical Manual (BAM) Chapter 3*, 2001.
- Anonim. Türk Standartları Enstitüsü Mikrobiyoloji-Maya ve Küf Sayımında Genel Kurallar, 25°C 'da Koloni Sayım Tekniği. TS 6580-ISO 7954. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1989.
- Anonim. Türk Standartları Enstitüsü, Mikrobiyoloji - Gıda ve Hayvan Yemleri, Mikroorganizmaların Sayımı İçin Yatay Yöntem, 30°C'da Koloni Sayım Tekniği. TS 7703 EN ISO 4833. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2004.
- Arendse, E., Fawole, O. A., Opara, U. L. Effects of postharvest storage conditions on phytochemical and radical-scavenging activity of pomegranate fruit (cv. Wonderful). *Scientia Horticulturae*, 169, 125-129, 2014.
- Bozan, B., Tunalier, Z., Koşar, M., Altıntaş, A., Başer, K. H. C., Comparison of ascorbic and citric acid contents in 'Emphasis Type', *Proc. 11. Symp. Plant Origin. Crude Drugs*, Ankara, 258, 1997.
- Caleb, O. J., Aindongo, W. V., Opara, U. L., Mokwena, L. Effect of pre-treatment and modified atmosphere packaging on quality attributes and volatile composition of pomegranate arils ('Bhagwa'). In *V International Conference Postharvest Unlimited* 1079, 165-171, 2014.
- Caleb, O.J., Mahajan, P.V., Opara, U.L., Witthuhn, C.R. Modelling The Respiration Rates Of Pomegranate Fruit and Arils. *Postharvest Biology and Technology*, 64, 49-54, 2012.

- Caleb, O. J., Oparaa, U.L., Mahajan, P.V., Manley, M., Mokwena, L., Tredoux, A.G.J.. Effect of modified atmosphere packaging and storage temperature on volatile composition and postharvest life of minimally-processed pomegranate arils (cvs. 'Acco' and 'Herskawitz'). *Postharvest Biology and Technology* 79 54–61, 2013.
- D'Aquino, S., Palma, A., Schirra, M., Continella, A., Tribulato, E., Malfa, S. L.. Influence of film wrapping and fludioxonil application on quality of pomegranate fruit. *Postharvest Biology and Technology* 55, 121–128, 2010.
- Deng, J., Bi, Y., Zhang, Z., Xie, D., Ge, Y., Li, W., Wang, J., Wang, Y.. Postharvest oxalic acid treatment induces resistance against pink rot by priming in muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 106, 53-61, 2015.
- Ding, Z. S., Tian, S. P., Zheng, X. L., Zhou, Z. W., Xu, Y. Responses of reactive oxygen metabolism and quality in mango fruit to exogenous oxalic acid or salicylic acid under chilling temperature stress. *Physiologia Plantarum*, 130(1), 112-121, 2007.
- Fawole, O. A., Opara, U. L. Physicomechanical, phytochemical, volatile compounds and free radical scavenging properties of eight pomegranate cultivars and classification by principal component and cluster analyses. *British Food Journal*, 116(3), 544-567, 2014.
- Fawole, O. A., Opara, U. L. Effects of storage temperature and duration on physiological responses of pomegranate fruit. *Industrial crops and products*, 47, 300-309, 2013.
- Gürsoy, N., Sarıkurku, C., Cengiz, M., Solak, M.H., Antioxidant activities, metal contents, total phenolics and flavonoids of seven *Morchella* species, *Food and Chemical Toxicology*, 47, 2381- 2388, 2009.
- Holland, D., Hatib, K., Bar-Ya'akov, I. 2 Pomegranate: Botany, Horticulture, Breeding. *Horticultural reviews*, 35(2), 127-191, 2009.

- Huang, H., Jing, G., Guo, L., Zhang, D., Yang, B., Duan, X. Effect of oxalic acid on ripening attributes of banana fruit during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 84, 22-27, 2013.
- Jin, P., Zhu, H., Wang, L., Shan, T., Zheng, Y. Oxalic acid alleviates chilling injury in peach fruit by regulating energy metabolism and fatty acid contents. *Food Chemistry*, 161, 87-93, 2014.
- Elyatem, S. M., Kader, A. A. Post-harvest physiology and storage behaviour of pomegranate fruits. *Scientia Horticulturae*, 24(3-4), 287-298, 1984.
- Kulkarni, A.P., Aradhya, S.M.. Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. *Food Chemistry*, 93, 319-324, 2005.
- Kurt, H., Şahin, G. Bir ziraat coğrafyası çalışması: Türkiye’de nar (*Punica granatum* L.) tarımı. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27, 551-574, 2013.
- Li, P., Yin, F., Song, L., Zheng, X. Alleviation of chilling injury in tomato fruit by exogenous application of oxalic acid. *Food Chemistry*, 202, 125-132, 2016.
- Li, P., Zheng, X., Liu, Y., Zhu, Y. Pre-storage application of oxalic acid alleviates chilling injury in mango fruit by modulating proline metabolism and energy status under chilling stress. *Food chemistry*, 142, 72-78, 2014.
- Liang, Y., Strelkov, S.E., Kav, N.N.V. Oxalic acid-mediated stress responses in *Brassica napus* L. *Proteomics* 9, 3156-317, 2009.
- Maghoumi, M., Gómez, P.A., Mostofi, Y., Zamani, Z., Artés-Hernández F., Artés, F. Combined effect of heat treatment, UV-C and superatmospheric oxygen packing on phenolics and browning related enzymes of fresh-cut pomegranate arils. *LWT - Food Science and Technology* 54, 389-396, 2013.
- Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guilléna, F., Díaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Valero, D., Serrano, M. Aloe vera gel coating maintains quality and safety of ready-to-eat pomegranate arils. *Postharvest Biology and Technology*, 86, 107–112, 2013.

- Meda, A., Lamien, C. E., Romito, M., Millogo, J. & Nacoulma, O. G. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in burkina fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 91, 571–577, 2005.
- Miron, D., Schaffer, A.A. Sucrose phosphate synthase, sucrose synthase, and invertase activities in developing fruit of *Lycopersicon esculentum* Mill. and the sucrose accumulating *Lycopersicon hirsutum* Humb. and Bonpl. *Plant Physiol.* 95, 623-627, 1991.
- Mphahlele, R. R., Fawole, O. A., Opara, U. L. Influence of packaging system and long term storage on physiological attributes, biochemical quality, volatile composition and antioxidant properties of pomegranate fruit. *Scientia Horticulturae* 211, 140–151, 2016.
- Opara, U. L., Atukuri, J., Fawole, O. A.. Application of physical and chemical postharvest treatments to enhance storage and shelf life of pomegranate fruit- A review . *Scientia Horticulturae* 197, 41–49, 2015.
- Öz, A. T., Kafkas, N. E., Bozdoğan, A. Combined effects of oxalic acid treatment and modified atmosphere packaging on postharvest quality of loquats during storage. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40, 433-440, 2016.
- Pedriali , C.A., Fernandes, A. U., Santos, P. A., Silva, M. M., Severino, D., Silva, M. B. Antioxidant activity, cito- and phototoxicity of pomegranate (*Punica granatum* L.) seed pulp extract . *Food Science and Technology*, 30, 1017-1021, 2010.
- Razavi, F., Hajilou, J. Enhancement of postharvest nutritional quality and antioxidant capacity of peach fruits by preharvest oxalic acid treatment. *Scientia horticulturae*, 200, 95-101, 2016.
- Rojanathammanee L., Puig, K. L., Combs, C. K. Pomegranate polyphenols and extract inhibit nuclear factor of activated T-cell activity and microglial activation in vitro and in a transgenic mouse model of alzheimer disease. *J. Nutr*, 143, 597-605, 2013.

- Sayyari, M., Castillo, S., Valero, D., Díaz-Mula, H.M., Serrano, M. Acetylsalicylic acid alleviates chilling injury and maintains nutritive and bioactive compounds and antioxidant activity during postharvest storage of pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*, 60, 136–142, 2011.
- Sayyari, M., Valero, D., Babalar, M., Kalantari, S., Zapata, P.J., Serrano, M. Prestorage oxalic acid treatment maintained visual quality, bioactive compounds, and antioxidant potential of pomegranate after long-term storage at 2 °C. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 6804–6808, 2010.
- Selcuk, N., Erkan, M. Changes in antioxidant activity and postharvest quality of sweet pomegranates cv. Hicraznar under modified atmosphere packing. *Postharvest Biology and Technology*, 92, 29–36, 2014.
- Shahbaz, H. M., Ahn, J. J., Akram, K., Kim, H.Y., Park, E.J., Kwon, J.H. Chemical and sensory quality of fresh pomegranate fruits exposed to gamma radiation as quarantine treatment. *Food Chemistry*, 145, 312–318, 2014.
- Singleton, V. L., Rossi, J. A. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158, 1965.
- Soliva-Fortuny, R. C., Elez-Martínez, P., Martín-Belloso, O. Microbiological and biochemical stability of fresh-cut apples preserved by modified atmosphere packaging. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 5, 215–224, 2004.
- Tapias, V., Cannon, J. R., Greenamyre, J. T. Pomegranate juice exacerbates oxidative stress and nigrostriatal degeneration in Parkinson's disease. *Neurobiology of Aging*, 35, 1162-1176, 2014.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2017. Diğer meyveler üretim istatistiği, 2017.
- Ulukanlı, Z., Karadağ, E., Bacteriological and fungal evaluation of some aromatic and taste giving herbs from Iğdir region in Eastern Anatolia of Turkey, *African Journal of Microbiology Research*, 4 (2), 2397-2401, 2010.

- Üren, A. Üç boyutlu renk ölçme yöntemleri. *Gıda*, 24(3), 193-200, 1999.
- Vardin, H., Abbasoğlu, M. Nar ekşisi ve narın diğer değerlendirme olanakları. *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, 23, 195-196, 2004.
- Viuda-Martos, M., Fernández-López, J., Pérez- Álvarez, J. A. Pomegranate and its many functional components as related to human health: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9, 635-654, 2010.
- Voss, H.D., Relating colorimeter measurement of plant color to the royal horticultural society colour chart, *Hort. Science*, 27 (12), 1992.
- Wang, Z., Cao, J., Jiang, W. Changes in sugar metabolism caused by exogenous oxalic acid related to chilling tolerance of apricot fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 114, 10-16, 2015.
- Wrolstad, R.E., Color and pigment analyses in fruit products, *Station Bulletin, Agricultural Experimental Station Oregon State University, Corvalli*, 16, 1976.
- Yorulmaz, A., Erinc, H., Tekin, A. Changes in olive and olive oil characteristics during maturation, *Journal of the American Oil Chemists. Society*, 90(5), 647-658, 2013.
- Yörük, R. The inhibitory effect of oxalic acid on browning of banana slices (30G-18). In *Annual Meeting and Food Expo*. Anaheim, CA, 2002.
- Zheng, X., Tian, S., Gidley, M., Yue, H., Li, B. Effects of exogenous oxalic acid on ripening and decay incidence in mango fruit during storage at room temperature. *Postharvest Biology and Technology*, 45, 281–284, 2007b.
- Zheng, X., Tian, S., Meng, X., Li, B. Physiological and biochemical responses in peach fruit to oxalic acid treatment during storage at room temperature. *Food Chemistry* 104, 156-162, 2007a.
- Zhu, Y., Yu, J., Brecht, K. J., Jiang, T., Zheng, X. Pre-harvest application of oxalic acid increases quality and resistance to *penicillium expansum* in kiwifruit during postharvest storage. *Food Chemistry*, 190, 537-543, 2016.

ÖZGEÇMİŞ

1. Adı Soyadı : TUĞÇE CEREN

2. Doğum Tarihi : 10/12/1993

3. Ünvanı : GIDA MÜHENDİSİ

4. Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Bitirme Yılı
Lisans	Gıda Mühendisliği	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	2012-2016
Yüksek Lisans	Gıda Mühendisliği	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	2016- <i>halen</i>

5. Uluslararası indeksli yayınlar:

Öz, A, T., Hiçyılmaz, Ş., Yarşi, T. Effects of the Alternative Postharvest Treatments on ‘Hicaznar’ Pomegranate Fruit Phytochemicals, Organic Acids and Sugar Content. Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research, Vol 51, Issue 3, Jul-Sep, 2017 (Special Issue) S445 - S449.