

**T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI OZON UYGULAMALARININ WASHINGTON NAVEL
PORTAKAL ÇEŞİDİNİN DEPOLANMA SÜRESİ VE KALİTESİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Elif BODUR

**Danışman
Prof. Dr. Mehmet Ali KOYUNCU**

ISPARTA - 2021



© 2021 [Elif BODUR]

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1. Bahçe Ürünlerinde Ozon Uygulamaları	5
2.2. Turunçgillerin Depolanması	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1. Materyal	14
3.1.1. Meyve materyali	14
3.1.2. Denemede kullanılan depoların ve kasaların özellikleri	15
3.2. Yöntem	15
3.2.1. Meyve derimi	15
3.2.2. Derim sonrası uygulamalar	16
3.2.3. Fiziksel ve kimyasal analizler	18
3.2.3.1. Ağırlık kaybı (%)	18
3.2.3.2. Usare oranı	19
3.2.3.3. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM)	19
3.2.3.4. pH ve Titre edilebilir asit miktarı (TEA)	20
3.2.3.5. Meyve kabuk rengi	20
3.2.3.6. Solunum hızı	21
3.2.3.7. Duyusal değerlendirmel	23
3.2.4. Fizyolojik ve patojen kaynaklı bozulmalar	24
3.2.4.1. Fizyolojik kaynaklı bozulmalar	24
3.2.4.2. Patojen kaynaklı bozulmalar (Çürük meyve oranı)	24
3.2.5. Mikrobiyolojik analizler	24
3.2.6. İstatistik analiz	25
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	26
4.1. Ağırlık Kaybı	26
4.2. Usare Miktarı	28
4.3. SÇKM	30
4.4. TEA	32
4.5. pH	34
4.6. Meyve Kabuk Rengi	36
4.7. Solunum Hızı	42
4.8. Duyusal Değerlendirmeler	44
4.8.1. Dış görünüş	44
4.8.2. Tat	46
4.9. Fizyolojik ve Patojen Kaynaklı Bozulmalar	48
4.9.1. Fizyolojik kaynaklı bozulma	48
4.9.2. Patojen kaynaklı bozulmalar (Çürük meyve oranı)	48
4.10. Mikrobiyolojik Yük	50
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	54

KAYNAKLAR	57
ÖZGEÇMİŞ	64



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI OZON UYGULAMALARININ WASHINGTON NAVEL PORTAKAL ÇEŞİDİNİN DEPOLANMA SÜRESİ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Elif BODUR

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Ali KOYUNCU

Çalışma, 2018-2019 yıllarında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Derim Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Çalışmada derim sonrası farklı ozon uygulamalarının (suda çözünmüş ve gaz halinde) 'Washington Navel' portakal çeşidinin depolanma süresi ve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla çalışmada meyve materyali olarak Antalya yöresinde turunc anacı üzerine aşılı 9 yaşlı 'Washington Navel' portakal çeşidinin meyveleri kullanılmıştır. Farklı ozon uygulamalarından sonra portakallar $5\pm0.5^{\circ}\text{C}$ ve %95 oransal nemde 5 ay normal atmosfer koşullarında muhafaza edilmiştir. Depolama boyunca 30 gün aralıklarla soğukta muhafazadan çıkartılan portakalların yarısında kalite analizleri (ağırlık kaybı, suda çözünebilir kuru madde miktarı, titredilebilir asitlik, pH, solunum hızı, meyve kabuk rengi ve duyusal değerlendirmeler) yapılmıştır. Diğer yarısı ise raf ömrü çalışmaları için 5 gün süreyle 20°C ve %65 oransal nemde muhafaza edilmiştir. Raf ömrü değerlendirmeleri için de soğukta muhafazada belirtilen tüm analizler yinelenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre; ozon uygulamasının kontrol grubuna göre genel olarak incelenen kalite parametreleri açısından daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Ozon uygulamasıyla ağırlık kaybı azaltılmış, meyve asitliğini korumuş, solunum hızı azaltılmış, duyusal değerlendirmelerden olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Mikrobiyolojik yükün daha az olduğu ozon uygulanmış meyvelerde çürüme oranı düşük bulunmuştur. Bu tez çalışmasıyla, portakallarda depolama boyunca meyve kalisinin korunmasında ozon uygulamalarının kullanılabileceği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Citrus sinensis*, Depolama, Ozon, Kalite

2021, 64 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EFFECTS OF DIFFERENT OZONE TREATMENTS ON STORAGE LIFE AND QUALITY OF ORANGE CV. ‘WASHINGTON NAVEL’

Elif BODUR

**Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Horticulture**

Supervisor: Prof. Dr. Mehmet Ali KOYUNCU

The study was carried out in the Post-harvest Physiology laboratory of Horticulture Department of Agriculture Faculty at Isparta University of Applied Sciences in 2018-2019. In the present study, the effects of different ozone applications (dissolved in water and gas form) on storage life and quality of ‘Washington Navel’ orange variety were investigated. For that purpose, the fruits of 9-year-old ‘Washington Navel’ orange variety grafted on citrus rootstock in Antalya region were used as fruit material. After different ozone treatments, the oranges were stored at $5\pm0.5^{\circ}\text{C}$ and 95% relative humidity (RH) for 5 months under air conditions. Some quality analyzes (weight loss, Soluble solids content, titratable acidity, pH, respiration rate, fruit skin color and sensory evaluations) were performed on half of the oranges that were taken out of the cold storage at 30-day intervals throughout storage. Half of the other cold stored oranges were kept at 20°C and 65% RH for 5 days for shelf life evaluations, and all analyzes were repeated.

According to results; it was determined that ozone treatments, in general, gave better results in terms of some quality parameters compared to control samples. Ozone treated oranges had lower respiratory rate and weight loss, and maintained fruit acidity and sensory quaiity better than those of control group. Decay rate and microbiological counts were lower in ozone-treated fruit during storage. In the present thesis, it was revealed that ozone can be used as a tool for maintaining fruit quality of oranges during storage.

Key Words: *Citrus sinensis*, Ozone, Storage, Quality

2021, 64 pages

TEŞEKKÜR

Tezimin yürütülmesinde desteğini ve emeğini hiçbir zaman esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Mehmet Ali KOYUNCU'ya, çalışma süresince bana desteklerinden dolayı Sayın Arş. Gör. Dr. Derya ERBAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Mikrobiyolojik analiz kısmında yardımlarını esirgemeyen hocam Doç. Dr. Hakan KULEAŞAN'a çok teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan arkadaşlarım Ziraat Mühendisi Şuayip Kaan YALÇIN ile Ziraat Mühendisi Uğur ARINÇ'e sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Bugüne kadar hayatımın her döneminde olduğu gibi bu tez çalışmasında da bana desteklerini esirgemeyip maddi ve manevi her türlü arkamda duran annem Melek BODUR'a, babam Uğur BODUR'a, kardeşim Semih BODUR'a, çok teşekkür ederim.

Elif BODUR
ISPARTA, 2021

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Denemede kullanılan portakal çeşidinin derim öncesi görünümü.....	14
Şekil 3.2. Denemede kullanılan portakal meyvelerini laboratuvardaki görünümü....	16
Şekil 3.3. Ozon gazı uygulamasından görünüm	16
Şekil 3.4. Suda ozon uygulamasından görünüm	17
Şekil 3.5. Sürekli ozon uygulamasında kullanılan ozon jeneratöründen görünüm....	18
Şekil 3.6. Ağırlık kaybını belirlemek için kullanılan terazi	19
Şekil 3.7. Usare miktarının belirlenmesinde görünüm	19
Şekil 3.8. SÇKM miktarının belirlenmesinde kullanılan refraktometre	20
Şekil 3.9. Meyve kabuk renginin belirlenmesinde kullanılan renk ölçüm cihazı	21
Şekil 3.10. a^* , b^* ve h° açısı değerlerinin renk diyagramı üzerinde gösterilmesi.....	21
Şekil 3.11. Denemede kullanılan solunum hızı ölçüm cihazı (Gaz kromatografisi) .	23
Şekil 4.1. Soğukta muhafaza boyunca meydana gelen çürük meyve oranı (%)	49

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Tat ve dış görünüş puanlama skalası	23
Çizelge 4.1. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen ağırlık kayıpları (%)	26
Çizelge 4.2. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen ağırlık kayıpları(%)..	28
Çizelge 4.3. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen usare miktarı değişimleri (%).....	29
Çizelge 4.4. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen usare miktarı değişimleri (%)	30
Çizelge 4.5. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen SÇKM miktarı değişimleri (%).....	31
Çizelge 4.6. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen SÇKM miktarı değişimleri	32
Çizelge 4.7. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen TEA miktarı (g 100mL-1) değişimleri	33
Çizelge 4.8. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen TEA miktarı (g 100mL-1) değişimleri	34
Çizelge 4.9. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen pH değeri değişimleri	35
Çizelge 4.10. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen pH değeri değişimleri.....	36
Çizelge 4.11. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen meyve kabuk rengi L* değeri değişimleri	37
Çizelge 4.12. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen meyve kabuk rengi L* değeri değişimleri.....	38
Çizelge 4.13. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen meyve kabuk rengi C* değeri değişimleri.....	39
Çizelge 4.14. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen meyve kabuk rengi C* değeri değişimleri.....	40
Çizelge 4.15. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen meyve kabuk rengi h° değeri değişimleri.....	41
Çizelge 4.16. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen meyve kabuk rengi h° değeri değişimleri.....	42
Çizelge 4.17. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen solunum hızı (mLCO ₂ kg-1s-1) değişimleri.....	43
Çizelge 4.18. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen solunum hızı (mLCO ₂ kg-1s1) değişimleri	44
Çizelge 4.19. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen dış görünüş puanlarındaki değişimler (puan)	45
Çizelge 4.20. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen dış görünüş puanlarındaki değişimler (puan)	46
Çizelge 4.21. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen tat puanlarındaki değişimler (puan)	47
Çizelge 4.22. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen tat puanlarındaki değişimler.....	48
Çizelge 4.23. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca toplam bakteri sayılarındaki değişim (log)	50

Çizelge 4.24. Portakallarda raf ömrü sürecinde toplam bakteri sayılarındaki değişim (log)	51
Çizelge 4.25. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca maya-küf sayılarındaki değişim (log)	52
Çizelge 4.26. Portakallarda raf ömrü sürecince toplam maya-küf sayılarındaki değişim (log)	53



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

C*	Kroma
cm	Santimetre
CO ₂	Karbondiyoksit
Dk	Dakika
FAO	Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
FTS	Fizyolojik tuzlu su
g	Gram
GRAS	Generally Recognized As Safe
h°	Hue açısı
KA	Kontrollü atmosfer
kg	Kilogram
L	Litre
L*	Meyve kabuğu parlaklık
MAP	Modifiye atmosfer poşeti
mg	Miligram
mL	Mililitre
NAClO	Sodyum Hipoklorit
NaOH	Sodyum Hidroksit
O ₂	Oksijen
O ₃	Ozon
PCA	Plate count agar
PDA	Patota dekstoz agar
Ppm	Milyonda bir
SÇKM	Suda çözünür kuru madde miktarı
sn	Saniye
TEA	Titre edilebilir asit miktarı
%	Yüzde
°C	Santigrat derece

1. GİRİŞ

Turunçgillerin anavatanı; Güneydoğu Çin, Çin'in güney kıyıları, Hindistan ve Sarı Irmak vadisi içleridir (Tuzcu, 2002). Turunçgiller içinde ayrı bir yere sahip olan portakallar, tahminen Kuzeydoğu Hindistan ve Merkezi Çin'den orijinini almıştır. Orta derecede dona dayanımı, geniş iklim şartlarına uyum sağlayabilmesi ve çok sayıda çeşide sahip olması portakalın dünyada yayılmasını sağlamıştır (Davies ve Albrigo, 2005).

İnsan beslenmesinde önemli bir yeri olan turunçgiller, dünyada en çok yetiştirilen meyve grupları arasındadır. Güzel tadı, kokusu, uygun fiyatı ve insan sağlığına olan faydaları ile ilgili bilincin giderek artmasıyla turunçgiller; hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde beslenme ve ekonomiye katkısıyla çok yaygın tüketilir (Liao vd., 2013). Dünya turunçgil üretim alanı 2019 yılı verilerine göre 12 338 140 hektara ulaşmıştır. Portakal ise 4 626 936 hektar alan ile önemli bir paya sahiptir. Portakal üretim alanı dikkate alındığında, Hindistan 656 000 hektar ile birinci sırada yer alırken, bu ülkeyi 589 610 hektar ile Brezilya ve 566 807 hektar ile Çin takip etmektedir. Türkiye ise 75 112 hektar üretim ile 12. sırada yer almaktadır (FAO, 2019). Günümüzde dünya turunçgil üretimi 187 739 584 ton olup, bu üretiminin yaklaşık %50'sini (89 282 961 ton) portakal oluşturmaktadır. Dünya portakal üretiminde ilk üç sırada Brezilya, Çin ve Hindistan bulunmaktadır. Türkiye 2019 yılı verilerine göre, 1 700 000 tonu portakal olmak üzere toplam 4 052 230 tonluk turunçgil üretimi ile dünyada 11. sırada yer almıştır (FAO, 2019).

Taze meyve ve sebzelerin derim sonrası kalite kayıplarının azaltılması, bozulmaların ve çürümelerin geciktirilmesi istenmektedir. Söz konusu ürünlerde derim öncesi ve sonrasında farklı dönemlerde kayıpların meydana geldiği bilinmektedir. Bu kayıpların %4-12'si derim sırasında, %5-15'i pazara hazırlıkta, %3-10'u depolamada, %2-8'i taşımada ve %15'inin de tüketici aşamasında meydana geldiği rapor edilmiştir (Özelkök ve Kaynaş, 1991). Yaş meyve ve sebzelerde bu kayıpların oranı gelişmiş ülkelerde tür, çeşit ve derim sonrası işlemlere bağlı olarak %5-20 olurken, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelere ise %20-50 arasında değişmektedir (Kader, 2002). Tüm bahçe ürünlerinde olduğu gibi turunçgil meyvelerinde derim sonrası dönemde ürün

kayıpları meydana gelmektedir. Turunçgil meyvelerinin muhafazası sırasında meydana gelen kayıpların %80'den fazlası çürümeye sebep olan organizmaların bulaşmasıyla ortaya çıkmaktadır. Turunçgillerde derim sonrası çürümeye sebep olan etmenler mavi küf (*Penicillium italicum*), yeşil küf (*Penicillium digitatum*), sap ucu çürüklüğü (*Lasiodiplodia theobromae* ve *Phomopsis citri*) ve antraknoz çürüklüğüdür (*Colletotrichum gleosporioides*). Ayrıca portakallarda kabukta meydana gelen yaralanmalar, su kaybını, solunum hızını ve patojen gelişimini hızlandırdığı için meyvelerin bozulmasına neden olan en önemli nedenler arasında sayılmaktadır (Strano, 2017).

Turunçgillerde kalite kayıplarını azaltmak ve depolama süresini uzatmak amacıyla derim sonrasında, çürüklük yapan etmenlere karşı fungusit uygulaması yapılmaktadır. Ancak fungusit kullanımının artmasıyla hem pazarlanacak üründe kalıntı sorunu ortaya çıkmış, hem de mevcut kimyasallara karşı patojenlerin direnç geliştirdiği görülmüştür (Liao vd., 2013). Kimyasalların insan ve çevreye olan olumsuz etkileri nedeniyle, çevre dostu ve insan sağlığına zararsız alternatif uygulamalar araştırılmaya başlanmıştır. Alternatif yöntemler arasında; Generally Recognized As Safe (GRAS) bileşikler (sodyum karbonat, sodyum bikarbonat, borax, peroksi asetik asit, hidrojen peroksit, sorbik asit, klor), fiziksel uygulamalar (ultraviyole ışınlar, ozon uygulaması, sıcak hava ve sıcak su uygulamaları), biyoajanlar (mikrobiyal antagonistler), bitkisel ve organik bileşikler (bitki yaprak ekstraktları, esansiyel yağlar, metil jasmonat, jasmonik asit, asetik-formik ve propiyonik buharı, asetaldehit, alkol) önemli bir yer tutmaktadır (Ladaniya, 2008).

Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA)'nin ozonu (O₃) 1997 yılında genel olarak güvenilir (GRAS) statüsüne sokması ve 2001 yılında gıdalarla doğrudan teması edilebilir bulmasıyla, ozonun gıda sanayinde alternatif bir koruma yöntemi olarak kullanımı hız kazanmıştır. Önceden daha çok içme suyu fabrikalarında ambalajlama sırasında sularının dezenfeksiyonu için kullanılmakta olan O₃, bu tarihten sonra gıda sanayinde farklı kombinasyonlarla yaş sebze ve meyveleri korumaya yönelik kullanılmaya başlanmıştır (Çatal ve İbanoğlu, 2010).

Ozon, üç oksijen atomundan oluşan gaz halinde bir moleküldür. Molekül formülü O_3 'tür. Oda sıcaklığında renksizdir ve kendine has bir kokusu vardır. Oksijen molekülü kararlı olmasına karşın ozon kararsız bir moleküldür. Ozonun en önemli özelliği çok etkili bir dezenfektan olmasına karşın tamamen doğal olması ve kalıntı bırakmamasıdır. Doğanın doğal döngüsünün bir ürünü olan ozon, bu özelliği sayesinde birçok yan etkisi bulunan diğer dezenfektanlardan hem çok daha sağlıklı hem de çok daha ucuza mal edilebilmektedir. Atmosferin oldukça ince bir tabakasını oluşturan O_3 , yeryüzünde yaşamın devam etmesi için hayati önem taşır. Ozonun büyük bir kısmı stratosfer tabakasında bulunur. İsmi Yunanca 'koklamak ve tanrının nefesi' anlamına gelen ozein kelimesinden geldiği belirtilmiştir (Anonim, 2019). Ozon ilk kez 1785 yılında kimyager M.V. Marum tarafından fark edilmiştir. Fakat keşfi, 1840 yılında Alman kimyacı C.F. Schönbein (1799-1868) tarafından gerçekleştirilmiştir. Keşfinden sonra ise dezenfeksiyon alanında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. İlk ticari kullanımı 1907 yılında Nice kentindeki su sisteminin dezenfeksiyon uygulamasında ve 1910 yılında da St. Petersburg'ta uygulanmıştır (Kogelschatz, 1988).

Derim sonrası dönemde meyve ve sebzelerde, ozonlanmış su ile ön yıkama, O_3 gazı bulunan ortamda depolama ve belirli sürelerle O_3 gazı ile muamele etme şeklinde uygulamalar yapılmaktadır. Ozonun dezenfektan özelliği dışında, taze ve kurutulmuş bahçe ürünlerinde enzim aktivitesini de azalttığı rapor edilmişti (Perkins, 1997). Ayrıca, bakterilerin yok edilmesi, fungal bozulmaların önlenmesi, pestisit ve kimyasal kalıntıların parçalanması, depolama zararlarının kontrol edilmesi gibi amaçlarla da derim sonrası dönemde kullanılmaktadır (Xu, 1999). Kalıntı bırakmadığı için başta organik ürünler olmak üzere birçok taze ve işlenmiş üründe ozonun rahatlıkla kullanılabileceği bildirilmiştir (Tiwari vd., 2008).

Portakallarda O_3 uygulamaları ile ilgili yapılan çalışmalarda, O_3 'ün daha çok bulaştırılmış fungusların değişik sıcaklıklardaki gelişimi üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Bilindiği kadarıyla, farklı şekillerde ozon uygulamalarının (su ve gaz) 'Washington Navel' portakal çeşidinde, derim sonrası kalite kayıplarının azaltılması ve depolama süresinin uzatılması üzerine yürütülmüş detaylı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Oysa değişik bahçe ürünlerinde ozon uygulamalarının, depolama boyunca kalite kayıplarını geciktirerek muhafaza süresini uzattığı bildirilmiştir (Di

Renzo vd., 2004; Dilmaçunal vd., 2014; Garcia-Martin, 2018; zen vd., 2020; Bülüç ve Koyuncu, 2020; Mersinli vd., 2021). Ozonun daha çok ürünlerde mikrobiyolojik yükü düşürerek, metabolik aktiviteyi yavaşlatarak ve direnç sistemini aktive ederek etkili olduğu bildirilmektedir. Bu bilgiler ışığında mevcut tez çalışmasında, değişik doz ve srelerde, havada ve suda ozon uygulamalarının “Washington Navel” portakal çeşidinin depolanma süre ve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Bahçe Ürünlerinde Ozon Uygulamaları

Ozonun, soğukta muhafaza sürecinde düşük konsantrasyon da bile küf ve bakterilerden korunmada etkili olduğu bildirilmiştir. Ayrıca ürün yüzeyindeki ve havadaki küf ve bakterileri öldürüp, ortamdaki kötü kokuyu da oksitleyerek giderdiği rapor edilmiştir (Rice vd., 1982).

1933 yılından bu yana armut, elma, patates, domates, şeftali, çilek, yaban mersini, brokoli, mısır, portakal, üzüm ve soya fasulyesi gibi birçok meyve ve sebzede ozonun etkileri konusunda araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalarda O₃ gazının bahçe ürünlerindeki mikrobiyolojik aktiviteyi engellediği, meyve ve sebzelerin soğukta muhafaza ve raf ömrünü uzattığı bildirilmiştir (Perkins, 1997).

Ozon, farklı ürünlerde bakterilerin yok edilmesi, fungal bozulmaların önlenmesi, pestisit ve kimyasal kalıntıların parçalanması ve depolama zararlarının kontrol edilmesi gibi amaçlarla da derim sonrası dönemde kullanılmaktadır (Xu, 1999).

Ozonlu suya daldırma ile turunçgillerde küf, maya ve bakterileri yükünün azaltıldığı, yeşil ve mavi küf oluşumunun tamamen engellenemediği ancak oluşum sürecini geciktirildiği bildirilmiştir. Ozon gazı bulunan ortamda depolanan şeftali, üzüm ve turunçgillerde herhangi bir fitotoksik etki gözlenmediğini rapor edilmiştir (Palou vd., 2001).

Skog ve Chu (2001), 0.4 ppm O₃ uygulanmış brokolinin 3°C’ de 17-21 gün depolanabileceğini bildirmişlerdir. Brokolilerde istenmeyen bir durum olan yeşilden sarıya dönüşüm ve floret açılması, ozon uygulanmış brokolilerde kontrol gruplarına göre daha düşük seviyelerde tespit edilmiştir. Çürümeye karşı dayanıklılık, görünüş ve sertlik bakımından ozonlanmış brokoliler kontrol gruplarına göre üstün bulunmuştur.

Palou vd. (2003), ozon gazının ürüne nüfuz etmesinde ambalaj malzemelerinin etkisini ve bunun fungus gelişimi üzerine etkilerini incelemişlerdir. *P. digitatum* ve *P. italicum*

aşılmiş portakal meyveleri, 12.8°C 'de 14 gün boyunca 0.72 ppm ozon uygulaması yapılan ortamda depolanmışır. Ozon gazı ile muhafaza edilen 'Lanelate' portakallarında *P. digitatum* veya *P. italicum* sporu kontrol altına alınırken, kontrol meyvelerinde gelişme durdurulamamışır. Çalışmada, ozonun etkinliğı için depolama sırasında portakallarda kullanılan ambalaj malzemelerinin hava sirkülasyonuna olanak sağlaması gerektiğı vurgulanmışır.

‘Ovale’ ve ‘Valencia’ portakallarına *Penicillium digitatum* ve *Penicillium italicum* bulaştırılmışır. Meyveler klorlu (50 mg/L klorin) ve ozonlanmış su (0.6 mg O₃/L) içine daldırıldıktan sonra depolama süresince geceleri 0.25 ppm ozona maruz bırakılmışır. Meyveler 5°C'de ve %90-95 oransal nem içeren soğuk odada 2 ay boyunca depolanmışır. Ozonun depolama sırasında patojenik sporların yükünü azaltıp, meyve yüzeyindeki misel gelişimini engellediğı belirlenmişır. Ozon uygulaması yapılan meyvelerde kontrol grubuna kıyasla ağırlık kaybının daha az olduğı saptanmışır (Di Renzo vd., 2004).

Koyuncu vd. (2005), ozonlu su uygulamasının kirazın kalitesi üzerine olumlu etkisinin bulunduğunu, bu yüzden 0900 Ziraat kiraz çeşidi için ön soğutmada ozon kullanımının klor gibi diğeri hijyen araçlarına alternatif olabileceğini bildirmişlerdir.

‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidinin ön soğutma suyuna 0.5 ppm ve 1 ppm dozunda ozon uygulanmış ve meyveler 0°C sıcaklıkta %90-95 oransal nemde 42 gün süreyle depolanmışır. Uygulanan ozonun kirazın depolama süresi üzerine olumlu etkilerinin olduğı ve depolama boyunca mikrobiyal bozulmaları kısmen engellediğı gözlenmişır (Çağatay, 2006).

Ön yıkama işleminin ozonlu su ile yapılması halinde, başlangıçtaki mikroorganizma yükünün %90 oranında azaldığı ve kurutma esnasında küf ve maya oluşumunun engellendiğı bildirilmiştir (Karaca ve Velioğlu, 2007).

B. cinerea sporları bulaştırılmış klemantin mandarinleri, 0.1 ppm ozon içeren ortamda 13°C ve %95 oransal nemde 8 gün depolanmışır. Ozon içermeyen koşullarda

depolanan meyvelere kıyasla, hem spor üretimi hem de lezyon gelişimi O₃ uygulaması ile azaltılmıştır (Tzortzakakis vd., 2007).

Minimal işlem görmüş soğan, havuç, ıspanak ve hindiba gibi sebzelerde ozon uygulaması ile bakteri, küf ve mayalarda dikkate değer oranda azalma meydana geldiği ifade edilmiştir (Selma vd., 2008).

‘Satsuma’ çeşidi mandarin meyvelerinde derim sonrası *Penicillium* çürüklükleri üzerine ozon uygulamalarının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, meyvelere 24 saat önce ve 24 saat sonra olmak üzere ozon (suda ve havada) uygulaması yapılmıştır. İnokulasyon öncesi suda ozon uygulamasında %85.49, havada ozon uygulaması yapılan meyvelerde %91.60’lık bir koruma sağlanmıştır. Meyvelerde kalite açısından herhangi bir değişiklik olmamıştır (Şahan, 2011).

3, 5 ve 10 dk süre ile sırasıyla 0.5, 1.0 ve 1.5 ppm ozonlu su uygulaması yapılan marul ve maydanoz örnekleri 4°C’ de 15 gün depolanmıştır. Marul ve maydanozda ozonlu su uygulamasının *Salmonella Typhimurium*’un azalmasında etkili olduğu bildirilmiştir (Sengun, 2013).

‘Red Globe’ üzüm çeşidi ön soğutmadan sonra 3 gruba (kontrol, MAP ve MAP+O₃) ayrılmıştır. MAP+O₃ uygulamasında 0°C’de 12 saat süreyle 4-5 ppm dozunda ozon gazı uygulanmış ve modofiyeye atmosfer poşetlerine koyulmuştur. Meyveler 0°C sıcaklık ve %90±5 oransal nemde 90 gün muhafaza edilmiştir. MAP+O₃ uygulaması yapılan meyvelerde ağırlık kaybı, solunum hızı ve meyve sertliği değerleri kontrol grubuna göre üstün bulunmuştur. Ozon uygulamasının mikrobiyolojik bozulmaları önemli ölçüde azalttığı gözlemlenmiştir (Çakır vd., 2014).

Dilimlenmiş ‘Kırkağaç’ kavunlarına fındık yağı, gaz halindeki ozon ve NaClO uygulanmıştır. Uygulamalardan sonra dilimlenmiş kavunlar kapaklı plastik kutulara (500 gr) konularak 12 gün boyunca 5°C ve %90 ± 5 oransal nemde muhafaza edilmiştir. Gaz halinde ozon uygulanan kavun dilimlerinde bütünlük korunmuş ve diğer uygulamalara göre meyve kalitesi üstün bulunmuştur. Sonuç olarak mikrobiyal ve duyusal değerlendirmeler dikkate alındığında, NaClO ve fındık yağı ile muamele

edilmiş kavun dilimlerinin 6 gün depolanabileceği bildirilmiştir. Gazlı ozon uygulaması yapılan kavunlar ise dokuz gün boyunca kalite kaybı olmaksızın depolanmıştır (Dilmaçunal vd., 2014).

Ozon uygulanan karadut meyvesi, normal atmosfer ve ozon uygulanmış depoda (0.3 ve 2.4 ppm) 2°C’de ve %95 oransal nemde 6 gün depolanmıştır. Ozon uygulaması ile ağırlık kaybı azaltılmış, toplam antosiyanin içeriğinde değişim olmazken, askorbik asit düzeyinde minimal bir değişim olduğu belirtilmiştir (Tabakoğlu, 2016).

Ozon uygulamasının narda depolama süresince meyve kalitesi üzerine etkileri incelemiştir. Ürünler farklı muhafaza koşulunda depolanmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Kontrol grubu, 6 saat 4 ppm ozon uygulanmış ve %0.9’luk prochloraz çözeltisine 10 saniye daldırıldıktan sonra narlar modifiye atmosfer paoşetlerde (MAP) ve kontrollü atmosferli (KA) depoda 6°C’de ve %90±5 oransal nemde 5 ay depolanmıştır. Ozon ve prochloraz uygulamaları kontrol grubuna göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Prochloraz uygulamasının narların solunum hızı ve ağırlık kaybı üzerine etkileri önemli bulunmuştur. Ozon ve prochloraz uygulamalarının ‘Hicaznar’ çeşidinde depolanma süresi ve derim sonrası kalite kayıpları üzerine etkili olduğu gözlemlenmiştir (Bolel, 2017).

Ozonla zenginleştirilmiş ve aralıklı olarak ozon (1,6 ile 60 mg kg⁻¹) uygulanan mandarin (Fortune ve Ortanique) ve portakal (Navelate, Lanelate, Salustiana ve Valencia) meyveleri 5°C’de 28 gün ve oda koşullarında (20°C) 15 gün depolanmıştır. Ozon uygulamaları kontrol gruplarına kıyasla depolama boyunca meyve kalitesini daha iyi korumuştur. Hem sürekli hem de aralıklı ozon uygulamasında; çürüme oranı, renk, sertlik ve ağırlık kayıpları bakımında daha iyi sonuçlar alınmıştır (Garcia-Martin, 2018).

Hicaznar nar çeşidinde ozon ve fungusit uygulamasının soğukta muhafaza boyunca meyve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Denemede nar meyveleri üç gruba ayrılmıştır. Birinci grup kontrol olarak alınırken, ikinci grup hava sızdırmaz bir kabin içerisinde 6 saat boyunca 4 ppm ozon gazına tabi tutulmuş ve son grup fungusit (%0.9’luk prochloraz) çözeltisine 10 sn süreyle daldırılmıştır. Uygulamalardan sonra,

meyveler modifiye atmosferli poşetler içinde 6°C ve %90±5 oransal nem koşullarında 5 ay boyunca depolanmıştır. Depolama boyunca ağırlık kaybı, suda çözünebilir kuru madde, titre edilebilir asitlik, solunum hızı, poşet içi gaz kompozisyonu, meyve kabuk rengi ve duyuşal değerdendirme analizleri yapılmıştır. Duyusal değerdendirmelerde, ozon ve fungusit uygulamalarından kontrol grubuna kıyasla daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Sonuç olarak, fungusit ve ozon uygulamaları Hicaznar çeşidi meyvelerinin soğukta depolanma süresinin uzatılması ve derim sonrası kalitesinin korunmasında etkili olmuştur (Bolel vd., 2019).

Ozon gazı ve farklı ambalaj türlerinin ‘Hicaznar’ nar tanelerinin muhafaza süresi ve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Optimum derim zamanında toplanan meyveler laboratuvara taşınarak 1°C’de 6 saat süresince ön soğutma işlemine tabi tutulmuştur. Ön soğutma işleminden sonra meyveler sodyum hipoklorit (200 ppm) çözeltisine 10 saniye boyunca daldırılmış ve el ile tanelenmiştir. Tanelenen narlar dört gruba ayrılmıştır. 1-Plastik kap: Kontrol olarak plastik kaplara yerleştirilmiştir. 2- Plastik kap+Ozon: Tanelere steril kabin içerisinde, ozon uygulanmış ve plastik kaselere yerleştirilmiştir. 3- Vakumlu poşet: Taneler vakum poşetlerine yerleştirilerek vakumlama işlemi yapılmıştır. 4- Vakum + Ozon: Taneler vakum poşetlerinde ağzı açık şekilde ozon uygulanmış vakumlama işlemi yapılmıştır. Uygulamalardan sonra taneler 2°C ve %90± 5 nem koşullarında 20 gün süre ile muhafaza edilmiştir. Ozon uygulanarak depolanan nar tanelerinin ağırlık kaybı kontrol grubuna kıyasla daha düşük olmuş ancak ozon uygulaması nar tanelerinin tatlarına ve nispeten renklerine olumsuz etki etmiştir. Vakumlanmış nar taneleri dış görünüş puanları bakımından yüksek puanlar almışlardır. Hicaznar çeşidi tanelerinin vakum ve plastik kap (kontrol) uygulamasıyla belirtilen depo koşullarda 10-12 gün, vakum+ozon ve plastik kap+ozon uygulamasıyla ise 8 gün depolanabileceği belirlenmiştir (Aydinoğlu vd., 2017).

Çalışmada, ozon uygulamasının zirai ilaç kalıntılarının uzaklaştırılması ve biberlerin depolama ömrü ve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Derim öncesi biberlere insektisit uygulanmış ve ozon uygulamasının derim sonrası kalıntı miktarları üzerine etkisi incelenmiştir. Biberlere dört gruba ayrılarak; 2 ppm ozonlu suya daldırma, sadece musluk suyunda 10 dakika bekletme (kontrol), 2 ppm ozon gazına 45 dakika boyunca bekletme ve sadece hava (kontrol) uygulamaları yapılmıştır. 20°C ve %60 ±

5 oransal nemde 8 gün depolanmıştır. Ozonlu su uygulamasında, biberde kalıntı oranı önemli ölçüde azaltmış, fakat hava ile uygulanan ozon anlamlı bir değişiklik yapmamıştır. Ozon uygulamaları solunum miktarlarını azaltmış ve kontrol gruplarına göre biberin ağırlık kaybını azaltmıştır. Suda çözünmüş ozon uygulamasında ise; biberlerdeki h° değeri az miktarda değişmiş ve yeşil renk kısmen korunmuştur. Ozon uygulamaları duysal analizlerde üstün bulunmuştur. Sonuç olarak ozon uygulamasının, depolama boyunca biberde kalite kayıplarının sınırlandırılması ve kalıntı miktarının azaltılmasında alternatif bir yöntem olabileceği vurgulanmıştır (Özen vd., 2020).

3 mg L⁻¹ ozonlu su ve %3 sodyum bikarbonat kombinasyonunun klemantin meyvelerinde kalite ve mikrobiyal yük üzerine etkileri araştırılmıştır. Uygulama sonrası meyveler 5±1°C ve %90 oransal nemde 30 gün muhafaza edilmiştir. Raf ömrü çalışmaları için meyveler 20 ±1°C ve %75 oransal nemde 7 gün depolanmıştır. Mikrobiyal yük, çürüme oranı, ağırlık kaybı, renk, SÇKM, TEA, askorbik asit parametreleri incelenmiştir. Soğukta depolama boyunca (10, 20 ve 30. gün) incelenen parametreler raf ömründe de (10+7, 20+7, 30+7) yinelenmiştir. Çürüme oranı bakımından ozon ve sodyum bikarbonat kombinasyonu kontrol grubuna kıyasla üstün bulunmuştur. Gerek dış görünüş gerekse kimyasal analizlere dayanılarak yapılan değerlendirmede, ozon ve sodyum bikarbonat uygulamalarının üstün sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Strano vd., 2021).

Farklı ozon dozlarının ve sodyum hipoklorit uygulamasının minimum düzeyde işlenmiş ıspanağın depolama ömrü ve kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Minimal işlem görmüş ıspanak örnekleri 4 farklı uygulamaya tabi tutulmuştur. 100 ppm sodyum hipoklorite daldırma (kontrol), 10 dakika boyunca 3 farklı ozonlanmış suya (0.5, 1 ve 2 ppm) daldırılma. ıspanak örnekleri modifiye atmosfer poşetlerine yerleştirilerek 0°C ve %90 ± 5 oransal nemde 25 gün depolanmıştır. ıspanak örneklerinin ağırlık kayıpları, özellikle düşük doz ozon uygulaması ile geciktirilmiştir. 0.5 ppm ozon uygulamasının solunum hızını baskıladığı ve yeşil rengin korunmasında etkili olduğu ortaya çıkmıştır. 1 ve 2 ppm ozon uygulamasında ozonun oksidasyon özelliğinden dolayı istenmeyen sonuçlar ortaya çıkmıştır (Mersinli vd., 2021).

2.2. Turunçgillerin Depolanması

‘Marsh Seedless’ ve ‘Red Blush’ altıntop çeşitlerinin mumlama uygulaması yapılarak 8°C’de ve %85-90 oransal nemde 6 ay muhafaza edilebileceğini saptamıştır (Pekmezci vd., 1984).

‘Marsh Seedless’ altıntop çeşidinde %100 oransal nem içeren ortamda meyvelere 5 s süreyle sıcak buhar (43.5°C) uygulaması yapılmıştır. Meyveler 4 hafta boyunca 10°C’de muhafaza edilmiştir. Kontrol meyveleri ile karşılaştırıldığında sıcak buhar uygulamasının üşüme zararını azalttığı ortaya çıkmıştır. Sıcak buhar uygulamasında kabukta kararma ve çökme olmadığı belirlenmiştir. Sıcak buhar uygulaması ile kontrol uygulamaları karşılaştırıldığında, ağırlık kaybında farklılık olmadığı ancak sıcak buhar uygulamasında yumuşama olduğu gözlenmiştir (Miller vd., 1991).

Çalışmada, turunçgil meyvelerinde *Penicillium* türlerinin fungusit tipleri ve fungusit kullanma yöntemlerine karşı tepkileri incelenmiştir. Muhafaza boyunca en etkili fungusitin İmazalil olduğu ve patojenleri baskı altına aldığı bildirilmiştir (Özbek ve Delen, 1995).

Rodov vd. (1995), limon ve altıntop meyvelerini 53°C ve 2-3 dakika sıcak suya daldırarak bunun meyvelerin üşüme zararına karşı etkisini gözlenmiştir. Derim sonrası uygulanan sıcak su turunçgillerde üşüme zararına karşı dayanımı arttırmıştır. Sıcak su uygulaması ile kullanılan kimyasalların ise üşüme zararı dayanımında katkısı olmadığı fakat çürümeleri azalttığı saptanmıştır.

Derim sonrası bozulmalara karşı limonlarda 50, 100 ve 200 ppm İmazalilin etkisi araştırılmıştır. Meyveler, 9°C’de 13 hafta muhafaza edilmiş ve sonrasında raf ömrü süresince 21°C’de 1 hafta bekletilmiştir. İmazalil *Penicillium* çürümelerine karşı %90-96 oranlarında başarılı bulunmuştur. Sonuç olarak, 50°C sıcak su + 50 ppm imazalil uygulamasının 13 haftalık muhafaza boyunca uygun bir kombinasyon olduğu belirlenmiştir (Schirra vd., 1997).

Turunçgillerde 51-53°C'de 1-2 dakika sıcak su uygulamaları farklı turunçgil çeşitlerinde çürüme oranlarını ve üşüme zararına duyarlılığı azaltmıştır. Sıcak su uygulamaları patojenlerin engellenmesi ve üşüme zararına karşı toleransın artmasında faydalı olmuştur (Ben-Yehoshua vd., 1998).

Sıcak su uygulamasının altıntop meyvesi kabuğunda meydana getirdiği değişimlerin incelendiği çalışmada, uygulamadan sonra kabuğun dış kısmında protein yapılarında değişim olduğu ve meyvelerin soğuk zararına karşı daha az duyarlı hale geldiği saptanmıştır (Pavoncello vd., 2001).

Derim sonrası 48°C'lik sıcak suya daldırılan (%3 su kaybı olacak şekilde) 'Satsuma' mandarini meyvelerinde üşüme zararının, kontrole göre azaldığı saptanmıştır. Diğer parametrelere bakıldığında derim sonrası 48°C'de sıcak suya daldırmanın 'Satsuma' mandarininin muhafaza süresini arttırarak iyi sonuçlar alındığı bildirilmiştir (Jemric ve Pavicic, 2002).

'Valencia' portakallarına modifiye atmosfer paketlenme MAP ve MAP+mumlama uygulaması yapılarak muhafaza süresine etkileri incelenmiştir. Meyveler 6 °C'de %85-90 oransal nemde 4 ay süreyle muhafaza edilmiştir. Depolama sonunda asitlikte azalma olurken, usare miktarı, ağırlık kaybı, pH ve SÇKM 'de artış görülmüştür. En yüksek ağırlık kaybı kontrol meyvelerinde görülürken, en düşük ağırlık kaybı MAP ve MAP+mumlama meyvelerinde görülmüştür. En düşük Mantarsal ve fizyolojik bozulmaların ise MAP ve MAP+mumlama uygulamalarında olduğu bildirilmiştir (Özdemir ve Kahraman, 2004).

Sıcak su uygulamalarının 'Satsuma' mandarinlerinin derim sonrası muhafaza süresi ve çürüme oranları üzerine etkileri incelenmiştir. Sıcak su uygulaması yapılan meyvelerde solunum hızı kontrol meyvelerine göre yüksek çıkmıştır. Deneme sonunda tüm solunum hızı değerlerinin birbirine yakın olduğu ve uygulamanın diğer kalite parametreleri üzerine olumsuz bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Kontrol meyvelerine göre sıcak su uygulamasının çürüme oranını azalttığı bildirilmiştir (Hong vd., 2007).

Özdemir vd. (2008), Dört Yol ve Samandağ bölgelerinde yetiştirilen ‘Washington Navel’ portakal çeşitlerinde, 4 ve 6°C ve %85-90 oransal nemde 6 ay süreyle meyve kalitesinde görülen değişimleri belirlemişlerdir. Muhafaza sırasında SÇKM, TEA, pH, ağırlık kaybı, meyve kabuk rengi L^* ve h^o değeri ile fizyolojik ve mantarsal bozulmaları incelemişlerdir. Dört Yol bölgesinde yetiştirilen ‘Washington Navel’ portakallarının 4°C ve %85-90 oransal nemde 4-5 ay, 6°C ve %85-90 oransal nemde 4 ay depolanabileceği belirlenmiştir. Samandağ bölgesinde yetiştirilen ‘Washington Navel’ portakallarının 4°C ve %85-90 oransal nemde 4 ay, 6°C ve %85-90 oransal nemde 3 ay depolanabileceği saptanmıştır.

Mum ile kaplamanın turuncgil meyvelerinde, duyuşal özellikler, solunum hızı ve ağırlık kayıpları üzerine olumlu etkilerinin olduğu saptanmıştır (Sanchez-Gonzalez vd., 2011).

Bassal ve El-Hamahmy (2011), üşüme zararı ile ilgili çalışmada, ‘‘Washington Navel’’ ve ‘Valencia Late’ portakallarını 5 dk süreyle $50\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de ve 20 dk süreyle $41\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de sıcak suya daldırıldıktan sonra 18°C ve %45-65 oransal nemde 6 gün depolamışlardır. Çalışma sonunda, 20 dk süreyle sıcak suya daldırma uygulamasının üşüme zararı üzerine olumlu etkisi olmuştur.

Turuncgil meyvelerinde fungal etmenler, derim sonrası kayıplara neden olan önemli etmenlerdendir. İmazalil, derim sonrası fungal patojenlerin kontrolünde yaygın olarak kullanılan fungisitlerden birisidir (Altieri vd., 2013).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Derim Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarı'nda 2018 - 2019 yılları arasında yürütülmüştür.

3.1. Materyal

3.1.1. Meyve materyali

Araştırmada meyve materyali olarak, ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan 'Washington Navel' portakal çeşidi kullanılmıştır. Meyveler, Antalya ili Güzelyurt Köyü mevkisinden, turunc anacı üzerine aşılanmış 9 yaşında, 7×7 dikim aralığı olan ticari üretim yapan bir üretici bahçesinden temin edilmiştir. Meyvelerin derimi 05.12.2018 tarihinde, elle yapılmıştır.



Şekil 3.1. Denemede kullanılan portakal çeşidinin derim öncesi görünümü

'*Washington Navel*'; Navel grubunun ana çeşididir. Meyvenin ortalama çapı 85 mm ve uzunluğu 90 mm' dir. Ortalama meyve ağırlığı 216 g'dır. Kabuğu hafif pürüzlü ve orta kalınlıkta olup, rengi koyu turuncu ve meyve eti sıkıdır. Dilim zarları ince, depolama ve taşımaya elverişlidir. Göbek oluşumu ise ekolojik koşullara bağlıdır. İç kısımlara doğru göbek büyümekte olup, sahil bölgelerinde ise göbek kapanır. Mutlak olarak çekirdeksizdir. Ağaç; sarkık dallı ve genç yaştan itibaren dallar eğilir. Genelde ağaçlar bu nedenle fazla büyümmez (Candan, 2008).

3.1.2. Denemede kullanılan depoların ve kasaların özellikleri

Uygulamalardan sonra meyveler oda koşullarında kurutulduktan sonra 37cm×53cm×20.5cm ebatlarında plastik kasalara yerleştirilmiştir. Ambalajlamadan sonra meyveler, her hangi bir ozon uygulamasının yapılmadığı (1. soğuk oda), haftada bir 30 dakika süreyle 1 ppm (2. soğuk oda) ve sürekli 0.05 ppm ozon gazı uygulanacak (3. soğuk oda) 3 ayrı soğuk odaya yerleştirilmiştir. Bütün uygulama meyveleri 5°C ve %90±5 oransal nem koşullarında 5 ay süreyle depolanmıştır. Meyvelerin normal atmosfer koşullarında depolanmasında, ısı yalıtımı yapılmış, normal atmosfer bileşimine (%21 O₂ ve %0.03 CO₂) sahip soğuk odalar kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Meyve derimi

Meyveler SÇKM/asit oranı, usare oranı ve meyve kabuk rengi dikkate alınarak optimum dönemde derilmiştir. Derimden sonra portakallar, kısa sürede (1.5 saat) Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Derim Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarına nakledilmiştir. Yarasız, beresiz ve sağlam olanlar içerisinde standart irilik ve görünüşe sahip meyveler seçilerek uygulamalar için hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.2. Denemede kullanılan portakal meyvelerini laboratuvardaki görünümü

3.2.2. Derim sonrası uygulamalar

1. uygulama (ozon gazı uygulaması+fasıllı ozon): Meyveler ozon uygulaması için özel olarak tasarlanmış cam kabin içerisine alınmış ve 5°C 'de 3 ppm dozundaki ozon gazı 60 dk süreyle bu kabin içerisinde uygulanmıştır. Uygulama sonrası meyveler soğuk odaya alınmış ve depolama boyunca haftada bir 30 dk süreyle 1 ppm ozon gazına maruz bırakılmıştır.



Şekil 3.3. Ozon gazı uygulamasından görünüm

2. uygulama (suda ozon uygulaması+fasıllı ozon): Meyveler 4 ppm dozunda ozonlanmış suya (5°C) 10 dk boyunca daldırılmıştır. Daldırma işlemlerinden sonra meyveler, üzerlerindeki su damlacıklarının uzaklaştırılması için 30 dk oda koşullarında (21°C ve %60±5 oransal nemde) bekletilmiş. Kurutma işleminden sonra portakallar soğukta depolamaya alınmıştır. Bu gruptaki meyvelere soğukta depolama boyunca da haftada bir 30 dk süreyle 1 ppm ozon gazı uygulanmıştır.



Şekil 3.4. Suda ozon uygulamasından görünüm

3. uygulama (suda ozon uygulaması+sürekli ozon): Meyveler 4 ppm dozunda ozonlanmış suya (5°C) 10 dk boyunca daldırılmıştır. Daldırma işlemlerinden sonra meyveler, üzerlerindeki su damlacıklarının uzaklaştırılması için 30 dk oda koşullarında (21°C ve %60±5 oransal nemde) bekletildikten sonra soğukta depolamaya alınmıştır. Bu gruptaki meyvelere ise soğukta depolama boyunca 0.05 ppm ozon gazı uygulanmıştır.



Şekil 3.5. Sürekli ozon uygulamasında kullanılan ozon jeneratöründen görünüm

4. *uygulama (kontrol)*: Meyvelere hiçbir uygulama yapılmadan soğukta depolanmıştır. Başlangıçta ve soğukta depolama boyunca aylık (30 gün) aralıklarla depolardan çıkartılan portakal örnekleri aşağıda belirtilen analizlere tabii tutulmuştur. Uygulamalar 3 tekerrürlü ve her dönem her tekerrürden 6 adet meyve (18 adet soğukta depolama ve 18 adet raf ömrü analizleri için) kullanılacak şekilde planlanmıştır.

Raf ömrü çalışmaları için her analiz döneminde soğukta muhafazadan çıkartılan meyveler 5 gün 20°C ve %60±5 oransal nem koşullarında bekletilerek soğuk odada depolama boyunca yapılan tüm analizler tekrarlanmıştır (Kurubaş, 2019).

3.2.3. Fiziksel ve kimyasal analizler

3.2.3.1. Ağırlık kaybı (%)

Her uygulama için 20 adet meyve tek tek numaralandırılıp deneme başlangıcında 0.01 g'a duyarlı terazide tartılarak etiketlenmiştir. Etiketlenen bu meyvelerin, muhafaza periyodu boyunca her dönem ağırlıkları alınmıştır. Elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde aşağıdaki formül kullanılarak ağırlık kaybı % olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Ağırlık kaybı (\%)} = (\text{İlk ağırlık} - \text{Son ağırlık} / \text{İlk ağırlık}) \times 100$$

(3.1)



Şekil 3.6. Ağırlık kaybını belirlemek için kullanılan terazi

3.2.3.2. Usare oranı

Muhafaza süresince ayda bir ve raf ömrü süresi sonunda periyodik olarak her analiz döneminde alınan meyve örneklerinin meyve sıkacağı ile meyve suları sıkılıp, posa ağırlığı bulunduktan sonra her seferinde başlangıçtaki ağırlıktan posa ağırlığı çıkarılarak, usare oranı tüm meyve ağırlığının yüzdesi (%) olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.7. Usare miktarının belirlenmesinde görünüm

3.2.3.3. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM)

Her dönem elde edilen meyve suyundaki SÇKM miktarı dijital refraktometre (Atago Pocket PAL-1) ile ölçülmüş ve sonuçlar % olarak verilmiştir.



Şekil 3.8. SÇKM miktarının belirlenmesinde kullanılan refraktometre

3.2.3.4. pH ve Titre edilebilir asit miktarı (TEA)

Her dönem elde edilen meyve suyundan 10 mL alınarak, 0.1 N'lik sodyum hidroksit (NaOH) ile pH değeri 8.1 oluncaya kadar pH metre (WTW Inolab Marka dijital pH metre) ile titre edilmiştir. Sonuçlar harcanan NaOH dikkate alınarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmış ve g sitrik asit 100 mL⁻¹ olarak verilmiştir.

$$A = [(S \times N \times F \times E / C) \times 100] \quad (3.2)$$

A=Asit miktarı; S= Kullanılan sodyum hidroksit miktarı (ml); N= Kullanılan sodyum hidroksit normalitesi; F= Kullanılan sodyum hidroksit faktörü; C= Alınan örnek miktarı (mL); E= Hakim asitin asitlik sabiti (sitrik asit)

3.2.3.5. Meyve kabuk rengi

Depolama süresince meyvelerin ekvator bölgesinden meyve kabuğunda meydana gelen renk değişimleri, uygulamalar için ayrılan 30 meyvede her dönem meyvelerin aynı bölgesinden CR 300 model Minolta marka renk cihazı kullanılarak ölçülmüş ve sonuçlar CIEL* a* b* cinsinden elde edilmiştir. Renk cihazı ölçümlerden önce Minolta Kalibrasyon Plakası (CR-200 / CR-300, 2° observer) ile kalibre edilmiştir. Ayrıca Chroma (C*) değeri ve hue açısı (h°) hesaplamaları aşağıdaki formüllere göre yapılmıştır.

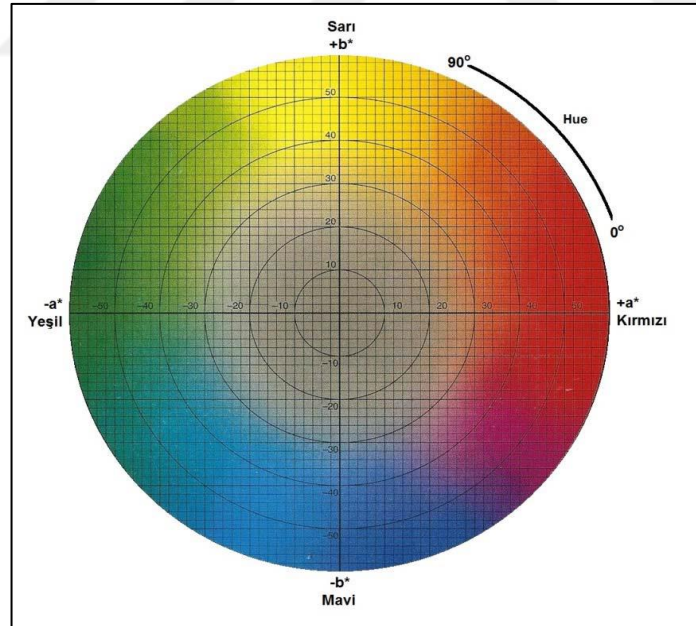
$$h^{\circ} = \tan^{-1} (b^{*} / a^{*})$$

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

(3.3)



Şekil 3.9. Meyve kabuk renginin belirlenmesinde kullanılan renk ölçüm cihazı



Şekil 3.10. a^{*} , b^{*} ve h° açı değerlerinin renk diyagramı üzerinde gösterilmesi

3.2.3.6. Solunum hızı

Depolama boyunca belirtilen aralıklarla depodan çıkartılan meyveler 5 L hacmindeki gaz sızdırmaz cam kavanozlara yaklaşık 1 kg olacak şekilde tartılarak ve ağzı sıkıca

kapatılmıştır. Oda koşullarında (20 ± 1 °C) 1-2 saat bekletilmiş (Schirra ve Cohen, 1999) ve bu süre sonunda kavanozlardan gaz kaçırmaz plastik şırınga ile 15-20 mL hava alınarak doğrudan gaz kromatografisine enjekte edilmiştir. Ölçümler S/S� inletin split modunda gaz örnekleme valfi ile 1 mL’lik gaz örneğinde fused silica kapiler kolon (GC-GASPRO, 30 m $\times$ 0,32 mm I.D.) kullanılarak solunum ölçümü için ısı iletkenlik dedektörü (TCD) bulunan, Agilent marka GC-6890N model gaz kromatografisi ve bağlandığı bir bilgisayara yüklenen Chemstation A.09.03 [1417] paket programı kullanılarak yapılmıştır. Taşıyıcı gaz akışı sabit akış modunda 1,7 mL/dk’dır. Fırın ve TCD dedektörünün sıcaklıkları sırasıyla 40°C (izotermal) ve 250°C olarak seçilmiştir. TCD’de taşıyıcı gaz olarak kullanılan yüksek saflıkta helyum (He) (Make up) ve referans akış hızları sırasıyla 7.0 ve 20 mL/dk’dır. Meyvelerin solunum hızı aşağıdaki formüle göre değerlendirilmiştir.

$$\text{Solunum hızı (mL. CO}_2 \text{ kg}^{-1}\text{s}^{-1}) = [(\text{CO}_2 \text{ üretilen} + \text{CO}_2 \text{ absorblanan}) / (H \times M)] \quad (3.4)$$

Meyvenin ürettiği CO₂ : $(V_{\text{kavanoz}} - V_{\text{meyve}}) \times [(\text{CO}_2 \text{ ölçüm} - \text{CO}_2 \text{ hava}) / 100]$

Meyvenin absorbladığı CO₂: $(k \times \text{CO}_2 \text{ üretilen}) \times (V_{\text{meyve}} \times 0.9)$

CO₂ üretilen: Meyvelerin kavanoz içerisindeyken ürettiği CO₂ (mL)

CO₂ absorblanan: Kavanoz içerisindeyken meyveler tarafından absorblanan CO₂ (mL)

CO₂ ölçüm: Gaz kromatografisinde okunan CO₂ (%)

CO₂ hava: Havadaki CO₂ miktarı (%0.03 alınmıştır)

M: Kavanoza koyulan meyve ağırlığı (kg)

k: 0.878 mL.CO₂/ mL su: %100 CO₂’in 20 °C’ de suda çözünübilirliği

0.9: Meyvedeki su oranı (% kuru madde alınacaktır)



Şekil 3.11. Denemede kullanılan solunum hızı ölçüm cihazı (Gaz kromatografisi)

3.2.3.7. Duyusal değerlendirmeler

Meyvelerin duyusal değerlendirilmesinde tat için 1-5 skası ve dış görünüş için 1-9 skası kullanılmıştır. Değerlendirme floresan ışık altında ve kokusuz bir ortamda 5 kişilik eğitimli panelist grubu tarafından yapılmıştır (Erbaş ve Koyuncu, 2016).

Çizelge 3.1. Tat ve dış görünüş puanlama skası

Tat Skası		Dış Görünüş Skası	
1 puan	=Çok kötü	1-3 puan	= Pazarlanamaz
2 puan	= Kötü	4-5 puan	= Pazarlanabilir
3 puan	= Orta	6-7 puan	= İyi
4 puan	= İyi	8-9 puan	= Çok iyi
5 puan	= Çok iyi		

3.2.4. Fizyolojik ve patojen kaynaklı bozulmalar

3.2.4.1. Fizyolojik kaynaklı bozulmalar

Depolama boyunca meyve örnekleri tek tek incelenerek, bütün uygulamalarda depolama sonunda fizyolojik kaynaklı bozulmalar gözlem yoluyla belirlenmiştir.

3.2.4.2. Patojen kaynaklı bozulmalar (Çürük meyve oranı)

Depolama boyunca meyve örnekleri tek tek incelenerek, bütün uygulamalarda depolama sonunda çürüyen meyve sayıları başlangıçtaki meyve sayısına oranlanarak % olarak hesaplanmıştır.

Çürük meyve oranı (%): $(\text{Çürüyen meyve adeti} / \text{Toplam meyve adeti}) \times 100$ (3.5)

3.2.5. Mikrobiyolojik analizler

Derimden hemen sonra, uygulama sonrası (1. gün), 90. gün ve 150. günden sonra alınan portakal örneklerinde mikrobiyolojik yük açısından maya-küf ve bakteri sayımı yapılmıştır.

Bakteri sayımının yapılabilmesi için rastgele 120-150 g civarında meyve alınmıştır. Alınan örnekler 225 mL %85'lik steril fizyolojik tuzlu su (FTS) içerisinde 5 dk çalkalanarak bekletilmiştir. İşlem sonrasında toplam mezofil aerobik bakteri sayısının belirlenmesi amacıyla, hazırlanmış olan 10-1 dilüsyondan 10-5 dilüsyona kadar yayma kültür yöntemi ile steril plate count agar (PCA) plakalarına aseptik koşullarda ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petri kapları 30°C sıcaklıkta 48 saat inkube edilip bakteri sayımları yapılmıştır (Karahan vd., 2002).

Toplam maya-küf sayımının yapılabilmesi için yine rastgele seçilerek 120-150 g meyve dilimleri aseptik koşullarda alınmıştır. Alınan örnekler 225 mL %85'lik FTS içerisinde 5 dk çalkalanarak bekletilmiştir. İşlem sonrasında toplam maya ve küf sayısının belirlenmesi amacıyla hazırlanan 10-1 dilüsyondan yayma kültür yöntemi ile

steril potato dekstroz agar (PDA) plakalarına aseptik koşullarda ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petri kapları 30°C sıcaklıkta 72 saat inkube edilerek maya-küf sayımları yapılmıştır (Karahan vd., 2002).

3.2.6. İstatistik analiz

Deneme tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 6 meyve olacak şekilde kurulmuştur. Denemeden elde edilen veriler JMP 7 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur, her depolama dönemi depolama koşulları ortalamaları arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testine ($P<0.05$) göre gruplandırılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Ağırlık Kaybı

Farklı ozon uygulamalarının ‘Washington Navel’ portakal çeşidinin soğukta muhafaza süresince ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Portakallarda ağırlık kaybı üzerine muhafaza süresinin, uygulamaların ve muhafaza süresi × uygulama interaksiyonunun etkisi istatistik olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen ağırlık kayıpları (%)

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	-	3.67h	7.12ef	10.08cd	12.82b	14.63a	9.66 A
Uygulama 1	-	2.79h	5.46g	7.76e	10.37cd	12.93b	7.86 B
Uygulama 2	-	2.88h	5.52g	7.77e	10.31cd	12.50b	7.80 B
Uygulama 3	-	3.09h	5.62fg	7.58e	9.72d	11.59bc	7.52 B
Muhafaza süresi ort.	-	3.11 e	5.93 d	8.30 c	10.81 b	12.91 a	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)		MS × U		
**			**		**		

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük harfler muhafaza süresi × uygulama interaksiyonu arasındaki farklılıkları, büyük harfler uygulamalar arasındaki ve küçük italik harfler ise muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir ($P<0.05$). Ort: Ortalamalar, **: $P<0.01$.

Deneme boyunca tüm uygulamalarda beklendiği gibi ağırlık kaybı artışı gözlemlenmiştir. Nitekim bahçe ürünlerinde muhafaza süresi arttıkça ağırlık kaybı artmaktadır (Karaçalı, 2009). Turunçgillerde su kaybı meyve etinden daha fazla flavedo tabakasında meydana gelmektedir (Yahia, 2011). Portakallarda flavedo tabakasında su kaybının meyve etine oranla 5-6 kat daha hızlı olduğu ve ağırlık kaybının büyük bir kısmının meyve kabuğundaki su kaybindan kaynaklandığı bildirilmiştir (Ben-Yehoshua, 1969). Mevcut çalışmada genel ortalamalar dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı (%9.66) kontrol meyvelerinde görülürken, bunu; %7.86’lık ağırlık kaybıyla 3 ppm O₃, %7.80 ile 4 ppm O₃ (suda fasıllı) ve %7.52 ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulamaları takip etmiştir. Ozon uygulamaları arasında istatistik olarak ağırlık kaybı bakımından fark bulunamamıştır. Genel olarak soğukta

muhafazadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde ozon uygulamalarının kontrol uygulamasına göre ağırlık kaybını azalttığını söyleyebiliriz. Bu durum öncelikle ozon uygulamasıyla meyvelerin solunum hızının yavaşlatılmasına dayandırılabilir. Nitekim Çizelge 4.17’de görüldüğü gibi kontrol meyvelerinin solunum hızı ozon uygulanmış portakallardan daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca ozon uygulamasının, başta kabuk dokularında olmak üzere meyvedeki hücre bütünlüğünü koruyarak ve kabuğun su buharı geçirgenliğini kısmen azaltarak etkili olduğu düşünülmektedir. Benzer durum ozon uygulaması yapılan Valencia portakallarında da bildirilmiştir (Di Renzo vd., 2004). Farklı tür ve çeşitlerde derim sonrası ozon uygulamasının ağırlık kaybını azalttığı belirtilmiştir (Ali vd., 2014; Bolel, 2017; Aydınoglu vd., 2017; Garcia-Martin, 2018; Üner, 2018; Özen vd., 2020).

Raf ömrü sürecinde portakalların ağırlık kaybı üzerine, muhafaza süresinin ve muhafaza süresi $\times$ uygulama interaksiyonunun etkisi istatistik olarak önemli olurken, uygulamalarının etkisi önemsiz olmuştur ($P < 0.05$). ‘Washington Navel’ portakal çeşidinde raf ömrü süresince ağırlık kayıpları (%) üzerine ozon uygulamalarının etkileri Çizelge 4.2’ de sunulmuştur. Soğukta muhafazadan sonra portakalların 5 gün oda koşullarında bekletilmesiyle ağırlık kaybı değerlerinde artışlar daha bariz olmuştur. Bu artışların soğukta muhafazaya göre daha yüksek olması, düşük oransal nem değeri ve ortamın yüksek sıcaklığına bağlı olarak ürünlerden daha fazla su kaybolmasıyla açıklanabilir. Ayrıca oda koşullarında artan solunum hızının (Çizelge 4.18) su kaybını da kısmen arttırdığı düşünülebilir. Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında en yüksek ağırlık kaybı %2.02 ile 3 ppm O_3 (gaz) uygulamasında elde edilirken, bunu, %1.97’lik ağırlık kaybıyla 4 ppm O_3 (suda sürekli), %1.84 ile kontrol grubu ve %1.82 ile 4 ppm O_3 (suda fasılalı) uygulamaları takip etmiştir. Ispanakta yapılan çalışmada, ozon uygulanmış ıspanakta oda koşullarında ağırlık kaybının daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir (Mersinli vd., 2021).

Çizelge 4.2. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen ağırlık kayıpları(%)

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay + gün)						Uygulama ort.
	0 + 5	1 + 5	2 + 5	3 + 5	4 + 5	5 + 5	
Kontrol	1.99b-g	2.42a-d	1.35fg	2.00b-g	1.92b-g	1.35fg	1.84 ^{ÖD}
Uygulama 1	1.99b-g	2.81a	2.18a-e	2.03a-g	1.73c-g	1.41e-g	2.02
Uygulama 2	1.99b-g	2.52a-c	1.66d-g	1.88b-g	1.54e-g	1.35fg	1.82
Uygulama 3	1.99b-g	2.53a-c	1.30g	2.14a-f	1.70d-g	2.16a-e	1.97
Muhafaza süresi ort.	1.99 <i>b</i>	2.57 <i>a</i>	1.62 <i>c</i>	2.01 <i>b</i>	1.72 <i>bc</i>	1.56 <i>c</i>	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)			MS × U	
**			ÖD			**	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük harfler muhafaza süresi × uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları ve küçük italik harfler ise muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). ÖD: Önemli değil; Ort: Ortalamalar, **: P<0.01.

4.2. Usare Miktarı

Farklı ozon uygulamalarının ‘Washington Navel’ portakal çeşidinin soğukta muhafaza süresince usare miktarındaki değişimleri % olarak Çizelge 4.3’te gösterilmiştir. Tüm uygulamalar incelendiğinde başlangıca göre dalgalı bir şekilde azalmalar söz konusudur. En fazla azalma %33 ile kontrol meyvelerinde gözlemlenmiştir. En az usare miktarı azalan ise %39 ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulanan meyveler olmuştur. Ozon uygulamaları incelendiğinde, birbirine benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ozon uygulamaları arasında en az usare miktarı %35 ile 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulamasında olmuştur. Usare miktarının ağırlık kaybı ile doğru orantılı olduğunu söyleyebiliriz. Turunçgillerde, farklı kaplama maddeleri ve uygulamaların kontrole göre usare miktarını koruduğu bulgusu (Özdemir ve Kahraman, 2004; Machado vd., 2012; Ummarat vd., 2015, Kurubaş, 2019) çalışmamız ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.3. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen usare miktarı değişimleri (%)

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	43.00	38.00	34.00	36.00	35.00	33.00	36.50 <i>c</i>
Uygulama 1	43.00	38.00	35.00	38.00	39.00	38.00	38.50 <i>b</i>
Uygulama 2	43.00	39.00	39.00	38.00	39.00	35.00	38.83 <i>b</i>
Uygulama 3	43.00	41.00	42.00	40.00	40.00	39.00	40.83 <i>a</i>
Muhafaza süresi ort.	43.00 <i>a</i>	39.00 <i>ab</i>	37.50 <i>bc</i>	38.00 <i>b</i>	38.25 <i>b</i>	36.25 <i>c</i>	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)			MS × U	
*			**			ÖD	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük italik harfler muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). ÖD: Önemli değil, Ort: Ortalamalar, **: P<0.01

Raf ömrü sürecinde portakalların usare miktarı üzerine, muhafaza süresinin ve muhafaza süresi × uygulama interaksiyonunun etkisi istatistik olarak önemli olurken, uygulamalarının etkisi önemsiz olmuştur (P<0.05). ‘Washington Navel’ portakal çeşidinde raf ömrü süresince usare miktarı (%) üzerine ozon uygulamalarının etkileri Çizelge 4.4’de sunulmuştur. Genel ortalamalar dikkate alındığında yüksek usare miktarları ozon uygulamalarından elde edilirken en düşük değer kontrol grubunda saptanmıştır. Usare miktarlarında 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulamasında dalgalı bir şekilde artış ve azalış olmuş ve uygulama ortalamasına bakıldığında en yüksek usare miktarı bu uygulamada saptanmıştır. 3 ppm O₃ (gaz) ise ozon uygulamaları içerisinde en düşük usare oranına sahip olmuştur. Turunçgillerde depolama boyunca ağırlık kaybını sınırlandıran farklı uygulamaların, usare miktarı üzerine olumlu etkilerinin olduğu rapor edilmiştir (Machoda vd., 2012; Ummarat vd., 2015; Kurubaş, 2019).

Çizelge 4.4. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen usare miktarı değişimleri (%)

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay + gün)						Uygulama ort.
	0 + 5	1 + 5	2 + 5	3 + 5	4 + 5	5 + 5	
Kontrol	40.00	39.00	38.00	37.00	37.00	33.00	37.33 <i>b</i>
Uygulama 1	43.00	39.00	40.00	38.00	37.00	33.00	38.33 <i>ab</i>
Uygulama 2	41.00	40.00	40.00	38.00	38.00	36.00	38.83 <i>ab</i>
Uygulama 3	40.00	41.00	39.00	41.00	38.00	39.00	39.67 <i>a</i>
Muhafaza süresi ort.	41.00 <i>a</i>	39.75 <i>a</i>	39.25 <i>ab</i>	38.50 <i>b</i>	37.50 <i>bc</i>	35.25 <i>c</i>	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)			MS × U	
**			**			ÖD	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük italik harfler muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). ÖD: Önemli değil, Ort: Ortalamalar, **: P<0.01

4.3. SÇKM

Farklı ozon uygulamalarının ‘Washington Navel’ portakal çeşidinde soğukta muhafaza süresince SÇKM miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.5’te gösterilmiştir. Portakallarda SÇKM miktarı üzerine muhafaza süresinin etkisi istatistik olarak (P<0.05) önemli bulunurken, uygulamalar ve muhafaza süresi × uygulama interaksiyonunun etkisi istatistik olarak (P<0.05) önemli bulunmamıştır. Tüm uygulamalar ortalaması başlangıçta %10.17 olarak ölçülürken, 5. ay sonunda bu değer artarak %11.06 olmuştur. Depolama sonunda genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında en yüksek (%10.50) SÇKM miktarı; kontrol meyvelerinde bulunurken bunu, %10.46 ile 4 ppm O₃ (suda fasıllı), %10.43 ile 3 ppm O₃ (gaz), ve %10.12 ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulaması takip etmiştir. Ozon uygulanan meyvelerde SÇKM miktarlarında hem soğukta muhafazada hem de oda koşullarında düzenli bir artış olmasa bile deneme başlangıcına göre artış söz konusudur. Genel ortalamalar dikkate alındığında, her ne kadar istatistik olarak önemli olmasada O₃ uygulanan örneklerinin SÇKM değeri kontrol grubunun biraz altında kalmıştır. Bunu kontrol örneklerindeki su kaybının fazla olmasına bağlı olarak oransal bir artışla açıklayabiliriz (Kluge vd., 1996). Turunçgillerde farklı film ve kaplama uygulamaları yapılarak yürütülen çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Machado vd., 2012; Arnon vd., 2014). Öte yandan maydanozlarda yürütülen çalışmada da ozon

uygulaması ile SÇKM miktarının başlangıca göre arttırdığı rapor edilmiştir (Üner, 2018).

Çizelge 4.5. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen SÇKM miktarı değişimleri (%)

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	10.17	10.13	11.33	10.23	10.13	11.00	10.50 ^{ÖD}
Uygulama 1	10.17	9.67	11.33	10.50	9.97	10.93	10.43
Uygulama 2	10.17	10.60	10.40	10.27	10.10	11.20	10.46
Uygulama 3	10.17	9.53	9.57	10.53	9.80	11.10	10.12
Muhafaza süresi ort.	10.17 <i>bc</i>	9.98 <i>c</i>	10.66 <i>ab</i>	10.38 <i>bc</i>	10.00 <i>c</i>	11.06 <i>a</i>	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)			MS × U	
**			ÖD			ÖD	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasilalı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük italik harfler muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). ÖD: Önemli değil, Ort: Ortalamalar, **: P<0.01

Oda koşullarında portakalların SÇKM miktarı üzerine muhafaza süresinin ve muhafaza süresi × uygulama interaksiyonunun etkisi istatistik olarak önemli olurken, uygulamalarının etkisi önemsiz olmuştur. ‘Washington Navel’ portakal çeşidinde raf ömrü süresince SÇKM (%) miktarı üzerine farklı ozon uygulamalarının etkileri Çizelge 4.6’da sunulmuştur. Muhafaza süresi ortalamaları incelendiğinde deneme başlangıcında %8.60 olan SÇKM değeri, 5. ay sonunda %11.02 olarak ölçülmüştür. Oda koşullarında depolama süresi artışına paralel olarak SÇKM miktarının da arttığı sonucuna varılmıştır. Genel uygulamalar dikkate alındığında en yüksek SÇKM miktarı %10.35’lik değer ile 3 ppm O₃ (gaz) meyvelerinde elde edilirken, en düşük SÇKM miktarı %9.79 ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulamasından elde edilmiştir. Soğukta depolamaya kıyasla oda koşullarında depolama boyunca SÇKM değerlerinin tüm uygulamalarda daha fazla artması, bu koşullardaki artan su kaybı ve solunum hızıyla açıklanabilir. Bu bulgu literatür sonuçlarıyla da uyumludur. Nitekim portakallarda yürütülen depolama çalışmalarında oda koşullarında artan solunum hızı ve su kaybına bağlı olarak SÇKM’nin oransal olarak yükseldiği rapor edilmiştir (Burdon vd., 2007; Kurubaş, 2019).

Çizelge 4.6. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen SÇKM miktarı değişimleri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay + gün)						Uygulama ort.
	0 + 5	1 + 5	2 + 5	3 + 5	4 + 5	5 + 5	
Kontrol	8.60e	9.80a-e	11.27a-d	10.40a-e	10.07a-e	11.30a-d	10.24 ^{öd}
Uygulama 1	8.77de	9.47c-e	9.73a-e	12.13ab	9.80a-e	12.23a	10.35
Uygulama 2	8.83de	8.60e	11.27a-d	11.57a-c	9.50c-e	10.40a-e	10.03
Uygulama 3	8.20e	10.73a-e	9.87a-e	9.60b-e	9.83a-e	10.13a-e	9.73
Muhafaza süresi ort.	8.60c	9.65b	10.54a	10.93a	9.80b	11.02a	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)			MS × U	
**			öd			**	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasılalı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük harfler muhafaza süresi × uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları ve küçük italik harfler muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). ÖD: Önemli değil, Ort: Ortalamalar, **: P<0.01

4.4. TEA

Farklı ozon uygulamalarının ‘Washington Navel’ portakal çeşidinin soğukta muhafaza süresince TEA miktarları (g 100mL⁻¹) üzerine etkileri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Portakallarda TEA miktarları üzerine muhafaza süresi ve muhafaza süresi × uygulama interaksyonunun etkisi istatistik olarak (P<0.05) önemli bulunurken, uygulamaların etkisi istatistik olarak (P<0.05) önemsiz olmuştur. TEA miktarı ile muhafaza süresi arasında ters bir ilişki saptanmıştır. Muhafaza süresinin artması ile TEA miktarında azalma olmuştur. Tüm uygulama ortalaması başlangıçta 0.91 g 100mL⁻¹ iken, muhafaza sonunda bu değer 0.75 g 100mL⁻¹ olarak saptanmıştır. Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek TEA miktarı 0.91 g 100mL⁻¹ ile 4 ppm O₃ (suda fasılalı) uygulamasında ölçülürken bunu, 0.90 g 100mL⁻¹ ile kontrol ve 0.89 g 100mL⁻¹ ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulamaları takip etmiştir. En düşük TEA değeri ise 0.83 g 100mL⁻¹ ile 3 ppm O₃ (gaz) uygulamasında belirlenmiştir. Hem su hem de gaz olarak uygulanan ozonun, kontrol grubuna kıyasla portakallarda soğukta depolama boyunca TEA miktarı üzerine somut bir etkisi görülmemiştir. Derim sonrası dönemde, meyvelerde solunumda organik asitler kullanıldığı için TEA miktarında azalma olması beklenen bir durumdur (Karaçalı, 2009). Kurubaş (2019), portakallarda soğukta depolama boyunca TEA değerinin çalışmamıza paralel olarak azaldığı saptanmıştır. Öte yandan, farklı tür ve çeşitlerde derimden sonra ozon uygulanmış meyvelerde TEA

değerinin çalışma bulgularımızı destekler şekilde depolama boyunca azaldığı bildirilmiştir (Artes vd., 2000; Bolel, 2017; Bülüş ve Koyuncu, 2020).

Çizelge 4.7. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen TEA miktarı (g 100mL⁻¹) değişimleri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	0.91a-d	1.18a	1.09ab	0.73cd	0.63d	0.85b-d	0.90 ^{ÖD}
Uygulama 1	0.91a-d	0.90a-d	0.97a-c	0.74cd	0.74cd	0.75cd	0.83
Uygulama 2	0.91a-d	1.11ab	0.90a-d	0.97a-c	0.91a-d	0.66cd	0.91
Uygulama 3	0.91a-d	0.96a-c	1.08ab	0.83b-d	0.85b-d	0.73cd	0.89
Muhafaza süresi ort.	0.91 <i>bc</i>	1.04 <i>a</i>	1.01 <i>ab</i>	0.82 <i>cd</i>	0.78 <i>d</i>	0.75 <i>d</i>	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)			MS × U	
**			ÖD			**	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük harfler muhafaza süresi × uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları ve küçük italik harfler ise muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). ÖD: Önemli değil, Ort: Ortalamalar, **: P<0.01.

Oda koşullarında portakalların TEA değeri üzerine muhafaza süresinin, uygulamaların ve muhafaza süresi × uygulama interaksyonunun etkisi istatistik olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur. ‘Washington Navel’ portakal çeşidinde raf ömrü süresince TEA miktarlarındaki (g 100mL⁻¹) değişimler Çizelge 4.8’de sunulmuştur. Genel ortalamalar dikkate alındığında en yüksek TEA miktarı 0.93 g 100mL⁻¹ ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) meyvelerinde elde edilirken, en düşük TEA miktarı 0.82 g 100mL⁻¹ ile 3 ppm O₃ (gaz) uygulamalarından elde edilmiştir. Portakalların TEA miktarlarında oda koşullarında depolama boyunca dalgalanmalar olsa da son iki ayın genel ortalamaları (0.70 ve 0.81 g 100mL⁻¹) başlangıç değerinin altında bulunmuştur. Soğukta depolamaya nazaran TEA değerlerindeki daha fazla dalgalanma, artan ortam sıcaklığına bağlı olarak başta solunum olmak üzere meyvede metabolik değişimlerin hızlı olmasıyla açıklanabilir. Turuncgillerde farklı uygulamalar yapılarak yürütülen çalışmalarda benzer şekilde TEA miktarında depolama boyunca dalgalanmalar olduğu saptanmıştır (D’hallewin vd., 1994; Şen, 2004).

Çizelge 4.8. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen TEA miktarı (g 100mL-1) değişimleri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay + gün)						Uygulama ort.
	0 + 5	1 + 5	2 + 5	3 + 5	4 + 5	5 + 5	
Kontrol	0.83b-f	0.97b-f	1.27ab	0.75d-f	0.74d-f	0.90b-f	0.91a
Uygulama 1	0.89b-f	0.90b-f	0.78d-f	0.83b-f	0.75d-f	0.80c-f	0.82b
Uygulama 2	0.84b-f	1.02a-e	1.23a-c	1.07a-d	0.74d-f	0.62ef	0.92a
Uygulama 3	0.89b-f	1.44a	0.96b-f	0.83b-f	0.57f	0.92b-f	0.93a
Muhafaza süresi ort.	0.86b	1.08a	1.06a	0.87b	0.70c	0.81b	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)			MS × U	
**			*			**	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük harfler muhafaza süresi × uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları, büyük harfler uygulamalar arasındaki ve küçük italik harfler ise muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (p<0.05). Ort: Ortalamalar, **: P<0.01; *: P<0.05.

4.5. pH

Farklı ozon uygulamalarının ‘Washington Navel’ portakal çeşidinin soğukta muhafaza süresince pH değeri üzerine etkisi Çizelge 4.9’da verilmiştir. Portakallarda pH üzerine muhafaza süresinin, uygulamaların ve muhafaza süresi × uygulama interaksyonunun etkisi istatistik olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur. Tüm uygulama ortalamaları dikkate alındığında, deneme başlangıcında 3.61 olan pH değeri 5. ay sonunda 4.16 olmuştur. Derim sonrası dönemde meyvelerde solunumda organik asitlerin kullanılmasıyla pH değerinin etkilendiği bilinmektedir (Fagundes vd., 2015). Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında en yüksek pH değeri 3.72 ile 3 ppm O₃ (gaz) meyvelerinde görülürken bunu 3.62 ile 4 ppm O₃ (suda fasıllı), 3.59 ile kontrol ve 3.55 ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulamaları takip etmiştir. Muhafaza boyunca pH miktarında zaman zaman dalgalanmalar olmasına rağmen, beklendiği gibi depolama sonunda tüm uygulamalarda başlangıca göre artmıştır. Çizelge 4.9’da görülebileceği gibi 3.72’lik ortalama pH değeriyle 3 ppm O₃ (gaz) uygulaması diğer uygulamalardan ayrılmıştır. Bu durum TEA değerleriyle de uyumludur. Nitekim Çizelge 4.7 ve 4.8’de görülebileceği gibi bu uygulama örnekleri en düşük asitlik değerine sahip olmuştur. Bu sonuç suda ve havada ozon uygulamalarının portakallarda astlık değeri üzerine etkileri bakımından dikkat çekicidir. Ozon uygulaması uygulamalar yapılan farklı tür ve çeşitlerde bu çalışmaya benzer sonuçlar elde edilmiştir (Çağatay, 2006; Şahan, 2011;

Bülüç, 2019). Turunçgillerde farklı uygulamalar yapılarak yürütülen çalışmalarda pH miktarında benzer sonuçlar elde edilmiştir (Porat vd., 2000; Özkaya, 2007).

Çizelge 4.9. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen pH değeri değişimleri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	3.61b-f	3.20fg	3.23fg	3.30e-f	4.09ab	4.09ab	3.59 B
Uygulama 1	3.61b-f	3.83a-e	3.35d-g	3.41d-g	4.05ab	4.07ab	3.72 A
Uygulama 2	3.61b-f	3.33d-g	3.16fg	3.46c-g	3.96a-c	4.18a	3.62 AB
Uygulama 3	3.61b-f	3.46d-g	3.16fg	3.05g	3.85a-d	4.16a	3.55 B
Muhafaza süresi ort.	3.61 <i>b</i>	3.45 <i>c</i>	3.22 <i>d</i>	3.31 <i>d</i>	3.99 <i>a</i>	4.13 <i>a</i>	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)			MS × U	
**			*			*	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük harfler muhafaza süresi × uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları, büyük harfler uygulamalar arasındaki ve küçük italik harfler ise muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). Ort: Ortalamalar, **: P<0.01; *: P<0.05.

Raf ömrü sürecinde portakalların pH değeri üzerine muhafaza süresinin etkisi istatistik olarak önemli olurken, muhafaza süresi × uygulama interaksyonunun ve uygulamalarının etkisi önemsiz olmuştur. ‘Washington Navel’ portakal çeşidinde raf ömrü süresince meydana gelen pH değeri değişimleri Çizelge 4.10’da sunulmuştur. Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında en yüksek pH değeri 3.76 ile 3 ppm O₃ (gaz) uygulamasında görülürken bunu, 3.72 ile 4 ppm O₃ (suda fasıllı), 3.61 ile kontrol uygulaması takip etmiştir. En düşük pH değeri (3.59) ise 4 ppm O₃ (suda sürekli) meyvelerinde ölçülmüştür. Soğukta muhafazada olduğu gibi raf ömrü koşullarında da dalgalanmalar gözlenmiş ancak beklendiği gibi tüm uygulamalarda depolama sonunda pH değerleri yükselmiştir. Çalışmamızda elde edilem sonuçlar turunçgillerde yapılan çalışma bulgularıyla benzerlik arz etmektedir (Garcia-Martin, 2018).

Çizelge 4.10. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen pH değeri değişimleri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay + gün)						Uygulama ort.
	0 + 5	1 + 5	2 + 5	3 + 5	4 + 5	5 + 5	
Kontrol	3.53	3.32	3.49	3.23	4.06	4.03	3.61 ^{öd}
Uygulama 1	3.50	3.50	3.88	3.31	4.31	4.04	3.76
Uygulama 2	3.55	3.48	3.40	3.36	4.18	4.37	3.72
Uygulama 3	3.44	3.12	3.33	3.37	4.28	3.97	3.59
Muhafaza süresi ort.	3.50bc	3.36bc	3.53b	3.32c	4.21a	4.10a	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)			MS × U	
**			öd			Öd	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasılalı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük italik harfler muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). ÖD: Önemli değil, Ort: Ortalamalar, **: P<0.01.

4.6. Meyve Kabuk Rengi

Bahçe ürünlerinde meyve kabuk rengi, tüketici tercihini belirleyen en önemli kalite kriterlerinden birisidir (Pathare vd., 2013). Farklı ozon uygulamalarının ‘Washington Navel’ portakal çeşidinin soğukta muhafaza süresince meyve kabuk rengi L* değeri üzerine etkileri Çizelge 4.11’de verilmiştir. Meyvelerde kabuk yüzey parlaklığını gösteren L* değeri üzerine uygulamaların etkisi istatistik olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur. Muhafaza boyunca portakalların L* değerinde zaman zaman dalgalanmalar olmasına rağmen başlangıca göre hem suda hem de gaz halindeki ozon uygulamalarında L* değerinin azaldığı saptanmıştır. L* değerinde en fazla azalış 4 ppm O₃ (suda sürekli) grubunda tespit edilirken, en az değişim kontrol grubunda bulunmuştur. Uygulama 3’de başlangıçta L* değeri 69.89 iken 5. ay sonunda 68.64 olarak bulunmuştur. Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında en yüksek L* değeri (69.32) 4 ppm O₃ (suda sürekli) meyvelerinde saptanırken, en düşük L* değeri (68.34) ise kontrol grubunda ölçülmüştür. Ozonun oksitleme özelliğine bağlı olarak bahçe ürünlerinde, doz ve süreye göre değişmekle beraber kabuk ve doku renklerinde açılmalar olduğu bildirilmiştir (Bolel, 2017). Benzer sonuçlar farklı tür ve çeşitlerde ozon uygulayarak yürütülen çalışmalarda da belirlenmiştir (Aydinoğlu vd., 2017; Üner, 2018; Bülüç, 2019; Özen vd., 2020). Öte yandan ozon uygulaması yapılmadan portakalda yürütülen muhafaza çalışmasında, farklı kaplama ve uygulamalara göre değişmekle beraber L* değerinin zamanla azaldığı bildirilmiştir (Kurubaş, 2019). Bu çalışmada kontrol örneklerinde başlangıca göre en az L* değeri değişiminin olması,

ozonun oksitleme özelliğine dayandırılabilir. Ancak bütün ozon uygulamalarında, başlangıç L* değerlerinin kontrol meyvelerine göre bariz olarak yüksek olması da yine ozonun ağartma özelliğiyle açıklanabilir.

Çizelge 4.11. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen meyve kabuk rengi L* değeri değişimleri

	Muhafaza süresi (ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	67.66	69.37	68.84	68.49	68.14	67.56	68.34 B
Uygulama 1	68.62	68.85	68.33	68.41	67.84	68.36	68.40 B
Uygulama 2	68.88	69.23	69.01	68.15	68.26	68.24	68.63 AB
Uygulama 3	69.89	69.70	69.78	69.20	68.73	68.64	69.32 A
Muhafaza süresi ort.	68.76 ^{ÖD}	69.29	68.99	68.56	68.24	68.20	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)			MS × U	
ÖD			*			ÖD	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Büyük harfler uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). ÖD: Önemli değil; Ort: Ortalamalar, *: P<0.05.

Raf ömrü sürecinde portakalların meyve kabuk rengi L* değeri üzerine uygulamaların etkisi istatistik olarak önemli olurken, muhafaza süresi ve muhafaza süresi × uygulama interaksiyonunun etkisi önemsiz (P<0.05) olmuştur. ‘Washington Navel’ portakal çeşidinde raf ömrü süresince L* değeri değişimleri Çizelge 4.12’de sunulmuştur. Başlangıçta 68.63 olan ortalama L* değeri, muhafaza sonunda 68.24 olmuştur. Oda koşullarında L* değerlerinde zaman zaman dalgalanmalar olmasına rağmen başlangıca göre sadece 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulamasında artış meydana gelmiştir. Bunun fasıllı olarak her hafta sürekli ozon uygulamasına göre daha yüksek dozla ozon uygulamasıyla açıklayabiliriz. Nitekim genel ortalamalara bakıldığında, bütün ozon uygulamalarının kontrole göre daha yüksek L* değerine sahip olduğu görülecektir. Benzer şekilde ıspanakta ozon uygulaması ile depolama sonunda L* değerinin arttığı saptanmıştır (Mersinli, 2021). Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında en yüksek L* değeri (68.77) 3 ppm O₃ (gaz) meyvelerinde görülürken bunu, 68.56’lık değer ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulaması ve 68.50’lık değer ile 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulaması takip etmiştir. En düşük L* (67.46) değeri ise kontrol meyvelerinde görülmüştür. Kurubaş (2019) portakallarda farklı uygulamalar yaptıktan sonra depoladığı meyvelerde, L* değerini kontrol örneklerine göre daha

yüksek bulmuştur. Öte yandan, ‘Maroc Late’ çeşidi portakallarda mum uygulaması yapılan meyvelerde L* değerinin diğer uygulamalardan yüksek olduğu saptanmıştır (Moussaid vd., 2000).

Çizelge 4.12. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen meyve kabuk rengi L* değeri değişimleri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay + gün)						Uygulama ort.
	0 + 5	1 + 5	2 + 5	3 + 5	4 + 5	5 + 5	
Kontrol	68.70	68.38	68.01	66.35	66.82	66.51	67.46 b
Uygulama 1	69.62	68.69	68.97	68.20	68.86	68.28	68.77 a
Uygulama 2	67.38	66.83	68.62	68.34	69.54	70.27	68.50 a
Uygulama 3	68.82	68.84	69.25	67.58	69.00	67.88	68.56 a
Muhafaza süresi ort.	68.63 ^{öd}	68.19	68.71	67.62	68.56	68.24	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)			MS × U	
öd			*			Öd	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasilalı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Büyük harfler uygulamalar arasındaki ve küçük italik harfler ise muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). ÖD: Önemli değil, Ort: Ortalamalar, **: P<0.01.

Farklı ozon uygulamalarının ‘Washington Navel’ portakal çeşidinin soğukta muhafaza süresince meyve kabuk rengi C* değeri üzerine etkileri Çizelge 4.13’te verilmiştir. Meyve kabuğunda rengin canlılığını ifade eden C* değeri üzerine muhafaza süresinin, uygulamaların ve muhafaza süresi × uygulama interaksyonunun etkisi istatistik olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur. Başlangıçta 73.59 ile 75.06 arasında değişen C* değeri, 5. ay sonundaki sadece 3 ppm O₃ (gaz) uygulaması (73.10) hariç tüm uygulamalarda kısmen yüksek ölçülmüştür. Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında da bu uygulamanın (71.74) bariz şekilde daha düşük C* değerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durumun uygulama şekline kaynaklandığı düşünülmektedir. Havadan gaz halinde yapılan ozon uygulamalarında, meyve kabuk renk pigmentlerinin su uygulamasına kıyasla daha fazla oksitlendiği kanaatindeyiz. Bu bulgu önceki yıllarda farklı türlerde yürütülen çalışmalarda da gözlemlenmiştir. Özellikle yüksek doz ve uzun süreli gaz halindeki ozon uygulamalarında bu etki daha bariz olmaktadır (Aydınoglu vd., 2017). Genel ortalamalara bakıldığında, ozon uygulamalarının C* değerini kısmen azalttığını söyleyebiliriz. Ozon uygulamalarının C* değerini azalttığı sonucu farklı türlerle yürütülen muhafaza çalışmalarında da saptanmıştır (Bolel, 2017; Üner, 2018; Bülüç, 2019).

Çizelge 4.13. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen meyve kabuk rengi C* değeri değişimleri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	73.59b-e	74.93a-c	75.53ab	76.06ab	75.88ab	75.75ab	75.29 A
Uygulama 1	74.71a-c	71.17c-e	70.20de	71.29c-e	69.97e	73.10b-e	71.74 B
Uygulama 2	74.89a-c	72.95b-e	73.70b-e	74.66a-c	73.37b-e	75.48ab	74.18 A
Uygulama 3	75.06a-c	72.83b-e	74.11a-d	74.65a-c	73.24b-e	78.07a	74.66 A
Muhafaza süresi ort.	74.56 <i>ab</i>	72.97 <i>c</i>	73.39 <i>bc</i>	74.17 <i>a-c</i>	73.12 <i>bc</i>	75.60 <i>a</i>	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)			MS × U	
**			**			**	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük harfler muhafaza süresi × uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları, büyük harfler uygulamalar arasındaki ve küçük italik harfler ise muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). Ort: Ortalamalar, **: P<0.01.

Oda koşullarında portakalların C* değeri üzerine muhafaza süresi ve muhafaza süresi × uygulama interaksyonunun etkisi istatistik olarak önemli olurken, uygulamaların etkisi önemsiz (P<0.05) olmuştur. ‘Washington Navel’ portakal çeşidinde raf ömrü süresince C* değerleri Çizelge 4.14’de sunulmuştur. Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında en yüksek C* değeri (73.71) 4 ppm O₃ (suda fasıllı) meyvelerinde görülmüştür. Her ne kadar uygulamalara göre farklılıklar olsa da oda koşullarında da havadan gaz halinde ozon uygulamsı C* değeri üzerine olumsuz etki yapmıştır. Benze şekilde, Mersinli vd. (2021) ıspanakta suda ozon uygulamasının C* değeri üzerine daha olumlu sonuç verdiğini kaydetmişlerdir. Mevcut çalışmada, 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulamasını 73.67’lik değerle 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulaması ve 73.51’lik değerle kontrol grubu takip etmiştir. En düşük C* değeri (73.09) 3 ppm O₃ (gaz) meyvelerinde görülmüştür. Oda koşullarında muhafazada, C* değerlerinde zaman zaman dalgalanmalar olsa bile depolama sonunda azalış söz konusudur. Farklı uygulamalar yapılarak depolanan Portakal meyvelerinde, depolama süresince C* değerlerinin azaldığı ifade edilmiştir (Machado vd., 2012; Kurubaş, 2019).

Çizelge 4.14. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen meyve kabuk rengi C* değeri değişimleri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay + gün)						Uygulama ort.
	0 + 5	1 + 5	2 + 5	3 + 5	4 + 5	5 + 5	
Kontrol	74.27ab	73.64ab	73.84ab	73.49ab	71.37b	74.43ab	73.51 ^{öd}
Uygulama 1	73.52ab	71.25b	73.92ab	72.62ab	73.88ab	73.37ab	73.09
Uygulama 2	71.57ab	70.73b	74.23ab	73.61ab	74.54ab	77.57a	73.71
Uygulama 3	74.05ab	72.36ab	74.79ab	74.80ab	74.92ab	71.07b	73.67
Muhafaza süresi ort.	73.35 ^{öd}	72.00	74.20	73.63	73.68	74.11	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)			MS × U	
ÖD			ÖD			*	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük harfler muhafaza süresi × uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları, büyük harfler uygulamalar arasındaki ve küçük italik harfler ise muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). Ort: Ortalamalar, **: P<0.01.

Farklı ozon uygulamalarının ‘Washington Navel’ portakal çeşidinin soğukta muhafaza süresince meyve kabuk rengi h° değeri üzerine etkileri Çizelge 4.15’de verilmiştir. Portakallarda h° değeri üzerine muhafaza süresi ve uygulamaların etkisi istatistik olarak (P<0.05) önemli bulunurken, muhafaza süresi × uygulama interaksyonunun etkisi istatistik olarak (P<0.05) önemsiz olmuştur. Deneme başlangıcında 74.27 (genel uygulama ortalaması) olan h° değeri, 5. ay sonunda 71.16 olmuştur. Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek h° değeri (73.27) 3 ppm O₃ (gaz) meyvelerinde görülürken bunu; 72.55’lik değer ile 4 ppm O₃ (suda sürekli), 71.97 ile kontrol ve 71.45 ile de 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulamaları takip etmiştir. h° değerinin 0°’dan 90°’ye gittikçe rengin koyu kırmızıdan, kırmızı-turuncuya, 90°’ye yaklaştıkça da sarıya dönüştüğü bilinmektedir. 5. ay sonunda 90°’ye en fazla yaklaşan uygulama havadan gaz halinde ozon uygulaması olmuştur. Yani bu uygulama örneklerinde kabuk renginin daha açısı sarı kaldığını söyleyebiliriz. Muhafaza boyunca h° değerinde zaman zaman dalgalanmalar olmasına rağmen, başlangıca göre tüm uygulamalarda azalış meydana gelmiştir. Soğukta depolama boyunca portakallarda h° değerinin genel olarak azaldığı farklı çalışmalarda saptanmıştır (Özkaya, 2007; Machado vd., 2012). Elde ettiğimiz bulgular, benzer şekilde nar, biber ve ıspanakta yapılan ozon uygulamalarının sonuçları ile örtüşmektedir (Bülüş, 2019; Özen vd., 2020; Mersinli vd., 2021).

Çizelge 4.15. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen meyve kabuk rengi h° değeri değişimleri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	75.14	71.30	71.43	73.34	70.96	69.64	71.97 BC
Uygulama 1	75.40	72.49	72.98	73.54	72.74	72.44	73.27 A
Uygulama 2	72.58	71.39	71.25	71.55	71.11	70.80	71.45 C
Uygulama 3	73.97	71.73	72.25	72.92	72.65	71.77	72.55 AB
Muhafaza süresi ort.	74.27 <i>a</i>	71.73 <i>c</i>	71.98 <i>bc</i>	72.84 <i>b</i>	71.87 <i>bc</i>	71.16 <i>c</i>	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)			MS × U	
**			**			ÖD	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük italik harfler muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları ve büyük harfler uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). Ort: Ortalamalar, ÖD: Önemli değil, **: P<0.01.

Raf ömrü sürecinde portakalların h° değeri üzerine uygulamaların etkisi istatistik olarak önemli olurken, muhafaza süresi ve muhafaza süresi × uygulama interaksiyonunun etkisi önemsiz (P<0.05) olmuştur. ‘Washington Navel’ portakal çeşidinde raf ömrü süresince görülen meyve kabuk rengi h° değerleri Çizelge 4.16’da sunulmuştur. Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek h° (71.34) değeri 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulamasında görülürken bunu, 71.25’lik değer ile 3 ppm O₃ (gaz) ve 70.97’lik değer ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulaması takip etmiştir. En düşük h° (69.14) değeri kontrol meyvelerinde görülmüştür. Oda koşullarında muhafazada, h° değerlerinde zaman zaman dalgalanmalar olsa bile tüm uygulamalarda muhafaza sonunda azalış belirlenmiştir. Benzer sonuçlar ozon uygulanarak depolanmış ıspanak örneklerinde de görülmüştür (Mersinli vd., 2021).

Çizelge 4.16. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen meyve kabuk rengi h° değeri değişimleri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay + gün)						Uygulama ort.
	0 + 5	1 + 5	2 + 5	3 + 5	4 + 5	5 + 5	
Kontrol	72.11	70.36	69.66	67.81	66.41	68.48	69.14 <i>b</i>
Uygulama 1	72.88	71.08	70.58	69.82	71.76	71.40	71.25 <i>a</i>
Uygulama 2	70.95	70.55	70.28	69.98	71.54	72.49	70.97 <i>a</i>
Uygulama 3	72.32	72.33	71.40	69.64	71.34	70.99	71.34 <i>a</i>
Muhafaza süresi ort.	72.07 ^{öd}	71.08	70.48	69.31	70.26	70.84	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)			MS × U	
öd			*			öd	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Büyük harfler uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). ÖD: Önemli değil; Ort: Ortalamalar, **: P<0.01.

4.7. Solunum Hızı

Farklı ozon uygulamalarının ‘Washington Navel’ portakal çeşidinin soğukta muhafaza süresince solunum hızı üzerine etkileri Çizelge 4.17’de verilmiştir. Portakalların solunum hızı üzerine muhafaza süresi ve uygulamaların etkisi önemli bulunurken, muhafaza süresi × uygulama interaksiyonunun etkisi istatistik olarak önemsiz (P<0.05) olmuştur. Tüm uygulamaların ortalaması dikkate alındığında, deneme başlangıcında 4.53 mLCO₂ kg⁻¹s⁻¹ olan solunum değeri, deneme sonunda 3.01 mLCO₂ kg⁻¹s⁻¹ olarak saptanmıştır. Bahçe ürünlerinde solunum hızını yavaşlatmanın en basit yolu ortam sıcaklığını düşürmektir (Türk vd., 1999). Ancak dikkat edilmesi gereken en önemli husus, her tür için düşük sıcaklık zararının başladığı sıcaklık seviyesinin bilinmesidir (D’Aquino vd., 2010). Uygulama ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek solunum hızı (4.47 mLCO₂ kg⁻¹s⁻¹) kontrol meyvelerinde görülürken, en düşük solunum hızı (3.55 mLCO₂ kg⁻¹s⁻¹) 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulamasında tespit edilmiştir. Portakalların solunum hızında soğukta muhafaza boyunca düzenli bir azalış gözlenmese de deneme başlangıcına göre tüm uygulamalar da depolama sonunda solunum hızları azalmıştır. Ancak ozon uygulanmış meyvelerde bu azalış bariz olmuştur. Depolamanın son ayında kontrol örneklerinde solunum hızı 4.27 mLCO₂ kg⁻¹s⁻¹ iken, ozon uygulanmış portakallarda bu değer 2.35 ile 2.84 mLCO₂ kg⁻¹s⁻¹ arasında değişmiştir. Ozon uygulamalarının soğukta depolama sırasında, bahçe ürünlerde metabolik aktivite ve yaşlanma süreçlerini baskıladığı ve buna bağlı olarak solunum

hızını yavaşlattığı ileri sürülmektedir (Zhang vd., 2005; Bolel vd., 2019). Öte yandan, ozonun meyvelerde antioksidant kapasiteyi artırarak hücresel düzeyde solunum hızını baskıladığı rapor edilmiştir (Özen vd., 2020). Ayrıca ozonun kabuk gaz geçirgenliğini azaltarak solunum hızı üzerine dolaylı etkisinin olduğu düşünülmektedir. Nitekim oksitleyici özelliğinden dolayı bazı çalışmalarda meyve kabuk yapısını bozarak (Bolel vd. 2019), ya da kabukdaki doku bütünlüğünü koruyarak gaz geçirgenliğini azalttığı ileri sürülmektedir. Mevcut tez çalışmasında solunum hızı ile ilgili elde ettiğimiz sonuçlar benzer çalışma bulgularıyla uyum içerisindedir (Zhang vd., 2005; Üner, 2018; Bülüç, 2019; Özen vd., 2020; Bülüç ve Koyuncu, 2020; Mersinli vd., 2021).

Çizelge 4.17. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen solunum hızı (mLCO₂ kg⁻¹s⁻¹) değişimleri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay + gün)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	4.53	4.03	6.68	3.60	3.73	4.27	4.47a
Uygulama 1	4.53	3.52	6.34	2.59	2.98	2.35	3.72b
Uygulama 2	4.53	3.23	5.62	2.52	2.85	2.57	3.55b
Uygulama 3	4.53	3.67	6.11	3.76	3.73	2.84	4.11a
Muhafaza süresi ort.	4.53b	3.61bc	6.19a	3.12 c	3.32bc	3.01c	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)			MS × U	
**			*			ÖD	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). ÖD: Önemli değil, Ort: Ortalamalar

Oda koşullarında portakalların solunum hızı üzerine muhafaza süresinin etkisi istatistik olarak önemli olurken, uygulamaların ve muhafaza süresi × uygulama interaksiyonunun etkisi önemsiz olmuştur. ‘Washington Navel’ portakal çeşidinde raf ömrü süresince solunum hızı Çizelge 4.18’de sunulmuştur. Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında en yüksek solunum hızı (5.48 mLCO₂ kg⁻¹s⁻¹) kontrol meyvelerinde görülürken, en düşük solunum hızı (4.23 mLCO₂ kg⁻¹s⁻¹) 4 ppm O₃ (suda fasıllı) meyvelerinde görülmüştür. Her ne kadar tüm uygulamaların başlangıç ortalama değeri (4.72 mLCO₂ kg⁻¹s⁻¹) depolama sonunda kısmen azalsa da (4.45 mLCO₂ kg⁻¹s⁻¹), soğukta depolama sırasında görülen bariz etki ortadan kalkmıştır. Bunun artan ortam sıcaklığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.18. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen solunum hızı (mLCO₂ kg-1s1) değişimleri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay + gün)						Uygulama ort.
	0 + 5	1 + 5	2 + 5	3 + 5	4 + 5	5 + 5	
Kontrol	4.98	5.44	2.81	5.26	8.89	5.48	5.48 ^{ÖD}
Uygulama 1	4.82	6.90	2.65	4.29	6.91	5.54	5.19
Uygulama 2	3.66	5.73	2.60	4.59	6.64	2.17	4.23
Uygulama 3	5.40	5.24	3.06	5.02	9.26	4.60	5.43
Muhafaza süresi ort.	4.72b	5.83b	2.78c	4.79b	7.93a	4.45b	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)			MS × U	
**			ÖD			ÖD	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük italik harfler muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). ÖD: Önemli değil, Ort: Ortalamalar, **: P<0.01

4.8. Duyusal Değerlendirmeler

4.8.1. Dış görünüş

Farklı ozon uygulamalarının ‘Washington Navel’ portakal çeşidinin soğukta muhafaza süresince dış görünüş (1-9 skalası) puanları üzerine etkileri Çizelge 4.19’da verilmiştir. Portakallarda dış görünüş puanlarına muhafaza süresi ve uygulamaların etkisi istatistik olarak (P<0.05) önemli bulunurken, muhafaza süresi × uygulama interaksiyonunun etkisi (P<0.05) önemsiz olmuştur. Depolama sonunda en yüksek puanı 4.42 ile 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulaması alırken en düşük puanı (3.58) ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulaması almıştır. Bu sonuç ürünlere göre doğru doz ve sürelerin seçiminin ozon uygulamalarında önemli olduğunu göstermektedir. Somut olarak ortaya çıkmasa da bu uygulamanın kabuk yapısını olumsuz şekilde etkilediği düşünülmektedir. Hem soğukta muhafaza hem de raf ömrü çalışmaları boyunca en düşük puanı 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulaması almıştır. 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulaması ise gerek soğukta depolama (7.02) gerekse raf ömrü çalışmalarında en yüksek kalite puanlarını almıştır. Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında, 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulamasını; 6.94 puan ile 3 ppm O₃ (gaz), 6.28 puan ile kontrol ve 6.21 puan ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulaması takip etmiştir. Depolama boyunca dış görünüş değerinde zaman zaman dalgalanmalar olmasına rağmen, başlangıca göre tüm uygulamalarda azalış meydana gelmiştir. Ozon uygulamalarının

ürünlerin dış görünüşü üzerine olumlu sonuçlar verdiği başka tür ve çeşitlerle yapılan çalışmalarda da rapor edilmiştir (Çağatay, 2006; Ali vd., 2014; Dilmaçunal vd., 2014; Aydınoglu vd., 2017; Üner, 2018; Bülüç, 2019; Özen vd., 2020; Bülüç ve Koyuncu, 2020; Mersinli vd., 2021).

Çizelge 4.19. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen dış görünüş puanlarındaki değişimler (puan)

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	9.00	7.39	5.61	6.33	5.33	4.00	6.28 B
Uygulama 1	9.00	8.44	7.33	6.92	5.83	4.08	6.94 A
Uygulama 2	9.00	7.83	6.89	7.58	6.42	4.42	7.02 A
Uygulama 3	9.00	7.33	5.78	6.83	4.75	3.58	6.21 B
Muhafaza süresi ort.	9.00 <i>a</i>	7.75 <i>b</i>	6.40 <i>c</i>	6.92 <i>c</i>	5.58 <i>d</i>	4.02 <i>e</i>	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)		Uygulamalar (U)				MS × U	
**		**				ÖD	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Büyük harfler uygulamalar arasındaki farklılıkları ve küçük italik harfler muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). ÖD: Önemli değil, Ort: Ortalamalar, **: P<0.01.

Raf ömrü sürecinde portakalların dış görünüş değeri üzerine muhafaza süresi, uygulamaların ve muhafaza süresi × uygulama interaksyonunun etkisi istatistik olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur. ‘Washington Navel’ portakal çeşidinde raf ömrü süresince dış görünüş puanları Çizelge 4.20’de sunulmuştur. Muhafaza başlangıcında 8.54 olan dış görünüş ortalaması 5. ay sonunda 3.04 puan ile pazarlanamaz seviyesine inmiştir. Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek dış görünüş değeri 6.57’lik puan ile 4 ppm O₃ (suda fasıllı) meyvelerinde görülürken, en düşük dış görünüş değeri ise 5.63’lük puan ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulamasına ait meyveleride görülmüştür. Doğru seçilmiş doz ve sürelerle uygulanan ozonun, bahçe ürünlerinde dış görünüşü olumlu yönde etkilediği sonucu önceki yıllarda yapılan çalışmalarda da belirtilmiştir (Özen vd., 2020; Mersinli vd., 2021).

Çizelge 4.20. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen dış görünüş puanlarındaki değişimler (puan)

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay + gün)						Uygulama ort.
	0 + 5	1 + 5	2 + 5	3 + 5	4 + 5	5 + 5	
Kontrol	8.33a-c	7.33a-d	6.83d-g	7.17b-e	5.42hı	2.83j	6.32 <i>a</i>
Uygulama 1	8.67a	7.42a-d	7.50a-d	5.67f-ı	5.83e-ı	3.33j	6.40 <i>a</i>
Uygulama 2	8.67a	7.42a-d	7.00c-f	7.17b-e	5.50g-ı	3.67j	6.57 <i>a</i>
Uygulama 3	8.50ab	5.67f-ı	5.67f-ı	6.50d-h	5.08ı	2.33j	5.63 <i>b</i>
Muhafaza süresi ort.	8.54a	6.96b	6.75b	6.63b	5.46c	3.04d	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)			MS × U	
**			**			**	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük harfler muhafaza süresi × uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları, büyük harfler uygulamalar arasındaki farklılıkları ve küçük italik harfler ise muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). Ort: Ortalamalar, **: P<0.01.

4.8.2. Tat

Farklı ozon uygulamalarından sonra depolanan ‘Washington Navel’ portakal çeşidi meyvelerinin soğukta muhafaza süresince aldıkları tat puanları (1-5 skalası) Çizelge 4.21’de verilmiştir. Soğukta muhafaza boyunca meyvelerin tat puanları üzerine muhafaza süresinin etkisi istatistik olarak (P<0.05) önemli bulunurken, uygulamaların, muhafaza süresi × uygulama interaksyonunun etkisi (P<0.05) önemsiz olmuştur. Deneme başlangıcında 5 tam puan ile değerlendirilen portakal örnekleri 5 aylık soğukta muhafazadan sonra ortamala 3.85 puan almıştır. Deneme sonunda bütün uygulamalar panalistlerden 3 puan üzeri not alarak pazarlanabilir seviyede bulunmuşlardır. Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında en yüksek tat puanını (4.38) 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulanmış meyveler verirken bunu; 4.25 puan ile 4 ppm O₃ (suda sürekli), 4.22 puan ile 3 ppm O₃ (gaz) ve 4.13 puan ile kontrol uygulaması takip etmiştir. Her ne kadar istatistik olarak fark bulunmasa da, hem suda çözünmüş hem de gaz halinde uygulanan ozonun tat puanlarına olumlu etki ettiği gözlemlenmiştir. Önceki yıllarda yürütülen çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Az sayıdaki kimi çalışmalarda ozon uygulamalarının meyve tadında istenmeyen değişiklikler oluşturduğu ileri sürülürken, doğru doz ve süre seçildiğinde bahçe ürünlerinde genellikle olumlu sonuçlar alınmıştır (Ali vd., 2014; Bolel, 2019; Özen vd., 2020; Bülüş ve Koyuncu, 2020).

Çizelge 4.21. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca meydana gelen tat puanlarındaki değişimler (puan)

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	5.00	4.22	3.89	3.42	4.50	3.75	4.13 ^{ÖD}
Uygulama 1	5.00	4.33	4.33	3.83	3.67	4.17	4.22
Uygulama 2	5.00	4.61	4.28	4.50	4.17	3.75	4.38
Uygulama 3	5.00	4.78	4.22	4.17	3.58	3.75	4.25
Muhafaza süresi ort.	5.00 <i>a</i>	4.49 <i>b</i>	4.18 <i>bc</i>	3.98 <i>c</i>	3.98 <i>c</i>	3.85 <i>c</i>	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)			MS × U	
**			ÖD			ÖD	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük italik harfler muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). ÖD: Önemli değil, Ort: Ortalamalar, **: P<0.01.

Oda koşullarında portakalların tat değeri üzerine muhafaza süresi ve uygulamaların etkisi istatistik olarak (P<0.05) önemli bulunurken, muhafaza süresi × uygulama interaksiyonunun etkisi (P<0.05) önemsiz olmuştur. ‘Washington Navel’ portakal çeşidinde raf ömrü süresince tat değerlerindeki değişimler Çizelge 4.22’de sunulmuştur. Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek tat değeri (4.19) 3 ppm O₃ (gaz) meyvelerinde görülürken bunu, 4.00 puan ile 4 ppm O₃ (suda fasıllı) ve 3.88 puan ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulaması takip etmiştir. En düşük tat değeri ise (3.87 puan) kontrol meyvelerinde görülmüştür. Ozon uygulamaları içerisinde özellikle 3 ppm O₃ (gaz) istatistik olarak diğer uygulamalardan olumlu yönde ayrışsa da kontrol grubuna göre hepsinden daha yüksek puan alınmıştır. Oda koşullarında muhafazada, tat değerlerinde zaman zaman dalgalanmalar olsa bile tüm uygulamalarda muhafaza sonunda azalış söz konusudur. Benzer şekilde Strano vd. (2021) ozon uygulanmış turuncgillerde depolama boyunca tat puanlarını kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğunu kaydetmişlerdir.

Çizelge 4.22. Portakallarda raf ömrü süresince meydana gelen tat puanlarındaki değişimler

Uygulamalar	Muhafaza süresi (ay + gün)						Uygulama ort.
	0 + 5	1 + 5	2 + 5	3 + 5	4 + 5	5 + 5	
Kontrol	4.83	4.75	4.33	4.17	3.13	2.00	3.87 <i>b</i>
Uygulama 1	5.00	4.75	4.83	4.00	3.88	2.67	4.19 <i>a</i>
Uygulama 2	4.83	4.75	4.17	3.67	3.75	2.83	4.00 <i>ab</i>
Uygulama 3	4.83	4.38	4.00	4.17	3.25	2.67	3.88 <i>b</i>
Muhafaza süresi ort.	4.88a	4.66ab	4.33b	4.00c	3.50d	2.54e	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza süresi (MS)			Uygulamalar (U)			MS × U	
**			*			öd	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük harfler muhafaza süresi × uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları ve küçük italik harfler ise muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). ÖD: Önemli değil; Ort: Ortalamalar, *: P<0.05, **: P<0.01.

4.9. Fizyolojik ve Patojen Kaynaklı Bozulmalar

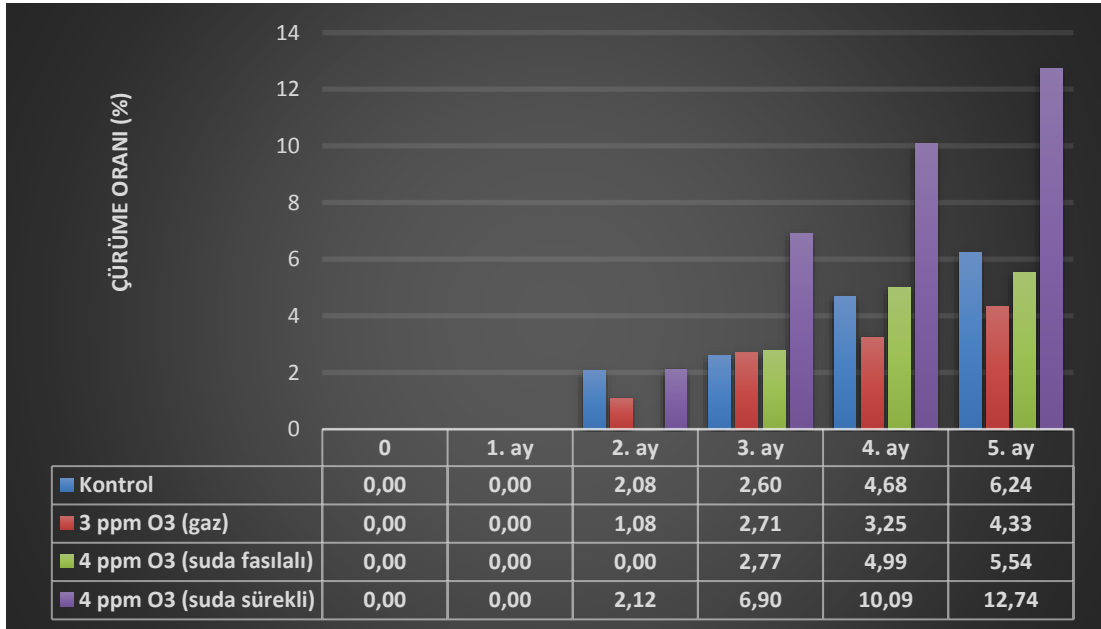
4.9.1. Fizyolojik kaynaklı bozulma

Depolama boyunca aylık aralıklarla incelenen portakal örneklerinde fizyolojik nedenli bir bozulmaya rastlanmamıştır.

4.9.2. Patojen kaynaklı bozulmalar (Çürük meyve oranı)

Derim sonrası farklı ozon uygulamaları yapılmış ‘Washington Navel’ portakal çeşidinde depolama süresince oluşan fungal kaynaklı çürük meyve oranı (%) Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Şekil 4.1’de görüldüğü gibi depolamanın 2. ayına kadar çürük meyveye rastlanmamıştır. Soğukta muhafaza boyunca en fazla çürük meyve %12.74’lik değerle 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulamasında bulunmuştur. Bunu %6.24 ile kontrol, %5.54 ile 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulaması takip etmiştir. En az çürük meyve %4.33’lik değerle 3 ppm O₃ (gaz) uygulamasında gözlenmiştir. Yakın sonuçlar veren 4 ppm O₃ (suda fasıllı) ve 3 ppm O₃ (gaz) uygulamaları çürük meyve oranı bakımından en iyi uygulamalar olmuştur. Diğer uygulamalarda depolamanın 2. ayında az da olsa çürük meyveye rastlanırken, 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulanmış portakallarda ilk çürük meyvenin 3. ayda ortaya çıkması dikkat çekici bulunmuştur.

Ancak 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulamasının kontrolden daha fazla çürük meyve oranına sahip olması beklenmeyen bir sonuçtur. Bunu suda 4 ppm'lik O₃ uygulamasından sonra ortama düşük doz da olsa sürekli ozon verilmesinin kabuk yapısında istenmeyen gelişmelere neden olmasıyla açıklayabiliriz. Bu denemede somut olarak ortaya çıkmasa da, yüksek doz ya da süre ozona maruz kalan bahçe ürünlerinde kabuk yapısı bütünlüğünü kaybederek sonraki dönemlerde olası fungal bulaşmalara karşı daha savunmasız olabilmektedir. Ozon uygulamalarının meyve ve sebzelerde yüzeyde bulunan bakteri ve mantar gibi her türlü mikroorganizmayı etkisiz hale getirdiği bilinmektedir. Ancak yukarıda da değinildiği gibi ürünün yapısına uygun doz ile uygulama süresi ve şeklinin iyi seçilmesi gerekmektedir. Nitekim Palou vd. (2003) ozon uygulamalarında gazın ürün yüzeyine ulaşma şekli ve süresinin önemli olduğunu, uygun doz ve uygulama şekli seçildiğinde mikroorganizma yükünün ciddi oranda düşürülebileceğini kaydetmişlerdir. Farklı ürünlerle yürütülen ozon uygulamalarıyla, meyve yüzündeki mikroorganizma yükü düşürülerek çürüme oranının azaltıldığı saptanmıştır (Perkins, 1997; Xu, 1999; Palou vd., 2001; Garcia-Martin, 2018; Bülüş ve Koyuncu, 2020). Denemede soğukta muhafazadan sonraki 5 günlük oda koşullarına sağlam meyveler aktarıldığı için bu süreçte herhangi bir çürük meyveye rastlanmamıştır.



Şekil 4.1. Soğukta muhafaza boyunca meydana gelen çürük meyve oranı (%)

4.10. Mikrobiyolojik Yük

Farklı ozon uygulamalarının ‘Washington Navel’ portakal çeşidinde soğukta muhafaza süresince bakteri sayısındaki değişimler Çizelge 4.23’de verilmiştir. Portakallarda bakteri sayısı üzerine muhafaza süresi, uygulamalar ve muhafaza süresi $\times$ uygulama interaksiyonunun etkisi istatistik olarak ($P<0.05$) önemli bulunmuştur. Deneme başlangıcında tüm uygulamalar için ortalama bakteri sayısı 3.37 log iken, 5. ay sonunda bu değer 5.10 log olarak saptanmıştır. Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek bakteri yükü 4.35 log ile kontrol meyvelerinde görülürken bunu; 3.84 log ile 3 ppm O₃ (gaz), 3.36 log ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) ve 3.20 log ile 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulamaları takip etmiştir. Bakteri yükü bakımından 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulamasının en iyi sonuç vermesi, depolama boyunca haftalık ozon uygulamasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca Çizelge 4.23’de görüldüğü gibi suda çözünmüş halde uygulanan ozonun gaz halinde uygulamaya göre daha iyi sonuç vermiştir. Su ile ozon uygulamalarında, suyun ozonu meyvelerin yüzeyinde bulunan gözenekli yapının dip kısımlarına kadar ulaşmada faydalı olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.23. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca toplam bakteri sayılarındaki değişim (log)

Uygulamalar	Muhafaza süresi (gün)				Uygulama ort.
	Derim	0 (Uyg. Sonrası)	90	150	
Kontrol	3.37 h	3.37 h	4.71 d	5.94 a	4.35 a
Uygulama 1	3.37 h	2.22 ı	4.13 e	5.56 b	3.84 b
Uygulama 2	3.37 h	2.15 ı	3.40 h	3.90 f	3.20 d
Uygulama 3	3.37 h	1.52 j	3.62 g	4.91 c	3.36 c
Muhafaza süresi ort.	3.37 d	2.31 c	3.97 b	5.10 a	
<i>P değerleri</i>					
Muhafaza süresi (MS)		Uygulamalar (U)		MS $\times$ U	
**		**		**	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük italik harfler muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları ve büyük harfler uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir ($P<0.05$). Ort: Ortalamalar, ÖD: Önemli değil, **: $P<0.01$.

Raf ömrü sürecinde portakalların bakteri yükü üzerine muhafaza süresi, uygulamalar ve muhafaza süresi $\times$ uygulama interaksiyonunun etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). ‘Washington Navel’ portakal çeşidinde raf ömrü süresince

görülen bakteri sayısı Çizelge 4.24'te sunulmuştur. Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek bakteri düzeyi 4.51 log ile kontrol meyvelerinde görülürken bunu, 3.55 log ile 3 ppm O₃ (gaz) ve 3.04 log ile 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulaması takip etmiştir. En düşük bakteri düzeyi ise 3.00 değer ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) meyvelerinde görülmüştür. Görüldüğü gibi oda koşullarında da suda ozon uygulamaları daha iyi sonuç vermiştir. Soğukta muhafazada olduğu gibi oda koşullarında da depolama boyunca meyvelerin bakteri yükleri artmış ve ozon uygulamaları dikkate değer şekilde bu sayısal artışları baskılamıştır.

Çizelge 4.24. Portakallarda raf ömrü sürecinde toplam bakteri sayılarındaki değişim (log)

Uygulamalar	Muhafaza süresi (gün+5)				Uygulama ort.
	Uyg. Sonrası	0+5	90+5	150+5	
Kontrol	3.37 <i>f</i>	3.53 <i>h</i>	4.93 <i>c</i>	6.21 <i>a</i>	4.51 <i>a</i>
Uygulama 1	2.22 <i>gh</i>	2.32 <i>g</i>	4.13 <i>d</i>	5.51 <i>b</i>	3.55 <i>b</i>
Uygulama 2	2.15 <i>h</i>	2.14 <i>h</i>	3.89 <i>e</i>	4.00 <i>de</i>	3.04 <i>c</i>
Uygulama 3	1.52 <i>i</i>	1.55 <i>i</i>	4.08 <i>d</i>	4.85 <i>c</i>	3.00 <i>c</i>
Muhafaza süresi ort.	2.31 <i>d</i>	2.39 <i>c</i>	4.26 <i>b</i>	5.14 <i>a</i>	
<i>P değerleri</i>					
Muhafaza süresi (MS)		Uygulamalar (U)		MS × U	
**		**		**	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük italik harfler muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları ve büyük harfler uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). Ort: Ortalamalar, ÖD: Önemli değil, **: P<0.01.

Farklı ozon uygulamalarının ‘Washington Navel’ portakal çeşidinin soğukta muhafaza süresince toplam maya-küf sayıları üzerine etksi Çizelge 4.25'te verilmiştir. Portakallarda toplam maya-küf sayıları üzerine muhafaza süresi, uygulamaların ve muhafaza süresi × uygulama interaksyonunun etkisi istatistik olarak (P<0.05) önemli bulunmuştur. Deneme başlangıcında toplam maya-küf yükü 4.10 log (tüm uygulama ortalaması) iken, depolama süresince artarak 5. ay sonunda 5.08 log'a ulaşmıştır. Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek maya-küf yükü 5.21 log ile kontrol meyvelerinde görülürken bunu; 4.50 log ile 3 ppm O₃ (gaz), 4.08 log ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) ve 3.14 log ile 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulaması takip etmiştir. Toplam bakteri yükünde olduğu gibi depolama sonunda, en etkili sonuç 2.88 log'luk değerle 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulamasından alınmıştır. Soğukta muhafaza boyunca kontrol, 3 ppm O₃ (gaz) ve 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulamalarında toplam

maya-küf sayıları artarken; 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulamasında azalış olmuştur. Fasıllı ozon uygulamasının olumlu etkisi burada net bir şekilde ortaya konulmuştur. Portakallarda yaygın olarak çürüklük etmeni olan fungusların, soğuk depolarda yeniden üreme döngüleri için en az 6-7 günlük bir zamana ihtiyaçları olduğu bilinmektedir. Bu nedenle haftalık olarak kurgulanan fasıllı ozon uygulamalarının bu koşullarda fungus gelişimini net bir şekilde baskıladığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.25. Portakallarda soğukta muhafaza boyunca maya-küf sayılarındaki değişim (log)

Uygulamalar	Muhafaza süresi (gün)				Uygulama ort.
	Derim	0 (Uyg. Sonrası)	90	150	
Kontrol	4.10 <i>ef</i>	4.10 <i>ef</i>	5.95 <i>b</i>	6.68 <i>a</i>	5.21 <i>a</i>
Uygulama 1	4.10 <i>ef</i>	3.74 <i>f</i>	4.27 <i>de</i>	5.90 <i>b</i>	4.50 <i>b</i>
Uygulama 2	4.10 <i>ef</i>	2.52 <i>h</i>	3.06 <i>g</i>	2.88 <i>gh</i>	3.14 <i>d</i>
Uygulama 3	4.10 <i>ef</i>	2.76 <i>gh</i>	4.58 <i>cd</i>	4.88 <i>c</i>	4.08 <i>c</i>
Muhafaza süresi ort.	4.10 <i>c</i>	3.28 <i>d</i>	4.47 <i>b</i>	5.08 <i>a</i>	
<i>P değerleri</i>					
Muhafaza süresi (MS)		Uygulamalar (U)		MS × U	
**		**		**	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük italik harfler muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları ve büyük harfler uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). Ort: Ortalamalar, ÖD: Önemli değil, **: P<0.01.

Raf ömrü sürecinde portakalların maya-küf sayısı üzerine muhafaza süresi, uygulamalar ve muhafaza süresi × uygulama interaksiyonunun etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). ‘Washington Navel’ portakal çeşidinde raf ömrü süresince görülen toplam maya-küf sayıları Çizelge 4.26’da sunulmuştur. Tüm uygulamaların ortalama değerleri dikkate alındığında, soğukta muhafaza olduğu gibi başlangıçta 3.28 log olan maya-küf sayısı artarak deneme sonunda ise 5.46 log değerine ulaşmıştır. En yüksek ortalama maya-küf sayısı 5.16 log ile kontrol meyvelerinde görülürken bunu, 4.40 log ile 3 ppm O₃ (gaz) ve 3.70 log ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulaması takip etmiştir. En düşük maya-küf yükü ise 3.03 log değeriyle 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulanmış meyvelerde görülmüştür. Soğukta muhafazadan farklı olarak oda koşullarında başlangıca kıyasla 150. günde tüm uygulamalarda toplam maya-küf sayısı artmıştır.

Hem suda hem de gaz formunda uygulanan ozon uygulamalarının portakalda mikrobiyolojik yükü dikkate değer ölçüde azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Turunçgillerde ozon uygulamalarının mikrobiyolojik yük üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda da ozonun güçlü bir oksidant olarak toplam bakteri ve küf sayısını azalttığı rapor edilmiştir (Palou vd., 2001; Palou vd., 2007). Ayrıca farklı bahçe ürünleriyle yürütülen çalışmalarda da farklı ozon uygulamalarıyla meyvelerde derim sonrası bakteri ve küf yükünün azaltıldığı bildirilmiştir (Spotts ve Cervantes, 1992; Forney, 2003; Dilmaçunal vd., 2014).

Çizelge 4.26. Portakallarda raf ömrü sürecince toplam maya-küf sayılarındaki değişim (log)

Uygulamalar	Muhafaza süresi (gün+5)				Uygulama ort.
	Uyg. Sonrası	0+5	90+5	150+5	
Kontrol	4.10 fg	4.63 d	5.09 c	6.84 a	5.16 a
Uygulama 1	3.74 h	3.69 h	4.37 e	5.80 b	4.40 b
Uygulama 2	2.52 j	1.39 k	3.98 g	4.25 ef	3.03 d
Uygulama 3	2.76 ı	2.82 ı	4.25 ef	4.95 c	3.70 c
Muhafaza süresi ort.	3.28 c	3.13 d	4.42 b	5.46 a	
<i>P değerleri</i>					
Muhafaza süresi (MS)		Uygulamalar (U)			MS × U
**		**			**

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük italik harfler muhafaza süreleri arasındaki farklılıkları ve büyük harfler uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir (P<0.05). Ort: Ortalamalar, ÖD: Önemli değil, **: P<0.01.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada ‘Washington Navel’ portakal çeşidinde derim sonrası farklı ozon uygulamalarının, meyvelerin depolanma süre ve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada ozon uygulanmış portakalların hepsinde ağırlık kaybının kontrol grubuna kıyasla daha az olduğu saptanmıştır. Soğukta muhafazada en fazla ağırlık kaybı kontrol grubunda olurken, raf ömrü çalışmalarında ise 3 ppm O₃ (gaz) uygulamasında saptanmıştır. Ozon uygulama yöntemleri dikkate alındığında, suda ozon uygulaması gaz halindeki uygulamaya kıyasla istatistik olarak önemli olmasa da ağırlık kaybını azaltmıştır.

Portakalların SÇKM miktarları depolama sonunda başlangıca göre tüm uygulamalarda artmıştır. Bu oransal artışta ağırlık kaybı ve solunum hızı etkili olmuş ve soğukta muhafazada sonunda en yüksek SÇKM miktarı kontrol grubunda bulunmuştur.

Soğukta muhafaza boyunca portakallarda TEA miktarında dalgalanmalar olsa da genellikle azalmalar meydana gelmiştir. Soğukta muhafaza boyunca en yüksek TEA miktarı 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulamasında ölçülürken, raf ömrü çalışmalarında ise 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulamasında bulunmuştur.

Meyvelerde kabuk rengi parlaklığını ifade eden L* değeri, oda koşullarında 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulaması hariç, depolama sonunda kısmen azalmıştır. Soğukta depolama boyunca, L* değeri değişimi en az kontrol örneklerinde olmuştur. Bütün ozon uygulamalarında, başlangıç L* değerlerinin kontrol meyvelerine göre bariz olarak yüksek olması ozonun ağartma özelliğiyle ilişkilendirilmiştir. Renkte canlılığı ifade eden C* değeri, soğukta muhafaza sonunda genel ortalamalar dikkate alındığında en yüksek kontrol grubunda bulunmuştur. Bu durum raf ömrü sürecinde farklılaşmıştır. Havadan gaz halinde yapılan ozon uygulamasının su uygulamasına kıyasla, renk pigmentlerini daha fazla oksitleyerek C* değerini düşürdüğü kanaatine ulaşılmıştır. Kabuk rengi hue değerlerinde hem soğukta muhafaza hem de raf ömrü boyunca azalma gözlemlenmiştir. Muhafaza sonunda genel ortalamalar dikkate alındığında soğukta muhafazada en yüksek değer 3 ppm O₃ (gaz) grubunda, raf ömrü çalışmasında ise 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulamasında saptanmıştır.

Solunum hızı değerleri, hem soğukta muhafaza hem de raf ömrü koşullarında en yüksek kontrol grubunda ölçülmüştür. Ozon uygulamalarının kontrol uygulamasına oranla, solunum hızını özellikle soğukta depolama sırasında baskıladığı bulunmuştur. Ortalama değerlere göre hem soğukta muhafaza hem de oda koşullarında solunum hızını en iyi baskılayan uygulama 4 ppm O₃ (suda fasıllı) olmuştur.

Portakalların dış görünüş puanları muhafaza süresi arttıkça azalmıştır. Hem soğukta muhafaza hem de raf ömrü boyunca genel ortalamalara bakıldığında en yüksek dış görünüş puanını 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulaması almıştır. Suda ozon uygulamasının portakallarda dış görünüşe olumlu etkisi olduğunu söyleyebiliriz.

Tat bakımından en düşük puanları soğukta muhafaza ve raf ömrü çalışmalarında kontrol grubu almıştır. En yüksek ortalama değeri ise soğukta muhafaza boyunca 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulaması alırken, raf ömrü çalışmalarında 3 ppm O₃ (gaz) uygulaması almıştır. Ozon uygulamalarının tat ve aroma kaybını kısmen geciktirdiğini ifade edebiliriz.

Soğukta muhafaza boyunca en fazla çürük meyve 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulamasından elde edilirken, en düşük oran 3 ppm O₃ (gaz) uygulamasında ölçülmüştür. Yakın sonuçlar veren 4 ppm O₃ (suda fasıllı) ve 3 ppm O₃ (gaz) uygulamaları çürük meyve oranı bakımından en iyi uygulamalar olmuştur.

Ozon uygulamalarının portakallarda mikrobiyolojik yükü bariz şekilde azalttığı saptanmıştır. Hem toplam bakteri hem de toplam maya-küf sayısı bakımından soğukta depolama sırasında en iyi sonuç 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulamasından alınmıştır.

Bütün bu sonuçlara dayanarak, portakallarda uygun doz ve süre seçildiğinde ozon uygulamalarının derim sonrası kalite kayıplarını azaltacağı sonucuna ulaşılmıştır. Suda çözünmüş olarak başlangıçta yüksek doz uyguladıktan sonra depolama boyunca fasıllı olarak gaz halinde ozon uygulaması bu denemede genel olarak daha iyi sonuç vermiştir. Bu çalışmada duyu değerlendirmeler dikkate alınarak, 'Washington Navel' portakal çeşidinin 4 ay soğukta depoladıktan sonra 5 gün oda koşullarında kaliteli olarak muhafaza edilebileceği bulunmuştur. Ancak ozon uygulanmış portakal

meyveleri, hem kalite puanları hem de mikrobiyolojik yük bakımından kontrol örneklerine kıyasla daha iyi durumda bulunmuştur. Oda koşulları göz ardı edildiğinde bu süre 5 aya kadar uzatılabilir görünmektedir.



KAYNAKLAR

- Ali, A., Ong, M.K. & Forney, C.F. (2014). Effect of ozone pre-conditioning on quality and antioxidant capacity of papaya fruit during ambient storage. *Food chemistry*, 142, 19-26. doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.039.
- Altieri, G., Di Renzo, G.C. Genovese, F., Calandra, M. & Strano, M.C. (2013). A new method for the postharvest application of imazalil fungicide to citrus fruit. *Biosystems engineering*, 115(4), 434-443. doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2013.04.008.
- Anonim, (2019). <http://www.airozon.com/ozono3/ozonun-ozellikleri.htm> (Son erişim tarihi: 28.09.2019).
- Arnon, H., Zaitsev, Y., Porat, R. & Poverenov, E. (2014). Effects of carboxymethyl cellulose and chitosan bilayer edible coating on postharvest quality of citrus fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 87, 21-26. doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.08.007.
- Artes, F. Tudela, J. A. & Villaescusa, R. (2000). Thermal postharvest treatments for improving pomegranate quality and shelf life. *Postharvest Biology and Technology*, 18(3), 245-251. doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00066-1.
- Aydinoğlu, D.B., Koyuncu, M.A. & Erbaş, D. (2017). Ozon Uygulanmış Nar Tanelerinin Soğukta Depolanması. *Meyve Bilimi*, 4(2), 26-32.
- Bassal, M. & El-Hamahmy, M. (2011). Hot water dip and preconditioning treatments to reduce chilling injury and maintain postharvest quality of Navel and Valencia oranges during cold quarantine. *Postharvest Biology and Technology*, 60(3), 186-191. doi.org/10.1016/j.postharvbio.2011.01.010.
- Ben Yehoshua, S. (1969). Gas exchange, transpiration, and the commercial deterioration in storage of orange fruit. *J Amer Soc Hort Sci*.
- Ben-Yehoshua, S.B., Rodov, V., Peretz, J. & Nafussi, B. (1998). *Hot Water Dip Reduces Decay and Lower Chilling Injury of Citrus Fruits*. XXV. International Horticultural Congress (IHC) Abstracts, Brussels, Abstract No: T2/04/R/Other Crops, 3, 367.
- Bolel, H. (2017). *Ozon Uygulanmış Narın Kontrollü ve Modifiye Atmosfer Koşullarında Depolanması*. (Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Bolel, H., Koyuncu, M.A. & Erbaş, D. (2019). Ozon ve Fungisit Uygulamalarının Narda Soğukta Depolama Boyunca Meyve Kalitesi Değişimi Üzerine Etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(4), 1841-1850. doi: 10.21597/jist.551675.
- Burdon, J., Lallu, N., Yearsley, C., Osman, S., Billing, D. & Boldingh, H. (2007). Postharvest conditioning of Satsuma mandarins for reduction of acidity and

skin puffiness. *Postharvest biology and technology*, 43(1), 102-114. doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.07.014.

Bülüç, O. & Koyuncu, M.A. (2020). Effects of Intermittent Ozone Treatment on Postharvest Quality and Storage Life of Pomegranate. *Ozone: Science & Engineering*, 1-9. doi.org/10.1080/01919512.2020.1816449.

Bülüç, O. (2019). *Farklı Dozlarda Ozon Uygulanan Narların Modifiye Atmosfer Koşullarında Depolanması*. (Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü)

Candan, N. (2008). *Antalya Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen 'Washington Navel' ve Valencia Portakal(Citrus sinensis L.) Çeşitlerinde Çiçek ve Meyve Dökümü Dönemlerinde Indol-3-Asetik Asit (IAA) Düzeylerindeki Değişimler*. (Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)

Çağatay, Ö. (2006). *Ozon uygulamasının kirazın soğukta depolanma süresi üzerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Çakır, İ.O. Koyuncu M.A. & Erbaş D. (2014). *Ozon Uygulamasının 'Red Globe' Üzüm Çeşidinin Soğukta Depolanması Üzerine Etkisi*. VI. Bahçe Ürünlerinde

Çatal, H. & İbanoğlu, Ş. (2010). Gıdaların ozonlanması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(3), 47-55.

D'Aquino, S., Palma, A., Schirra, M., Continella, A., Tribulato, E. & La Malfa, S. (2010). Film sarma ve fludioxonil uygulamasının nar meyvesinin kalitesine etkisi. *Hasat Sonrası Biyoloji ve Teknoloji*, 55(2), 121-128. doi.org/10.1016/j.postharvbio.2009.08.006.

Davies, F.S. & Albrigo, L.G. (2005). Turunçgiller (Çeviren: Z. Dalkılıç). *Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları*, (22), 273.

D'hallewin, G., Arras, G., Castia, T. & Piga, A. (1994). Reducing decay of Avana mandarin fruit by the use of UV, heat and thiabendazole treatments. *In International Symposium on Postharvest Treatment of Horticultural Crops*, 368, 387-394. doi: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1994.368.48.

Di Renzo, G.C., Altieri, G., D'Erchia, L., Lanza, G. & Strano, M.C. (2004). Effects of gaseous ozone exposure on cold stored orange fruit. *In V International Postharvest Symposium*, 682, 1605-1610. doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.682.214.

Dilmaçunal, T., Erbaş, D., Koyuncu, M.A., Onursal, C.E. & Kuleaşan, H. (2014). Efficacy of some antimicrobial treatments compared to sodium hypochlorite on physical, physiological and microbial quality of fresh-cut melons (*Cucumis melo* L. var. *inodorus*). *LWT-Food Science and Technology*, 59(2), 1146-1151. doi.org/10.1016/j.lwt.2014.07.033.

- Erbaş, D. & Koyuncu, M.A. (2016). 1-metilsiklopropen uygulamasının Angeleno erik eřidinin depolanma süresi ve kalitesi üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1), 43-50.
- Fagundes, C., Moraes, K., Perez-Gago, M.B., Palou, L., Maraschin, M. & Monteiro, A.R. (2015). Effect of active modified atmosphere and cold storage on the postharvest quality of cherry tomatoes. *Postharvest Biol Technol*, 109, 73–81. Doi: 10.1016/j.postharvbio.2015.05.017.
- FAO, (2019). *Wheat harvested area online*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Son erişim tarihi: 02.04.2019).
- Forney, C.F. (2003). Postharvest response of horticultural products to ozone. *Postharvest oxidative stress in horticultural crops*, 31.
- Garcia-Martín, J.F., Olmo, M. & García, J.M. (2018). Effect of ozone treatment on postharvest disease and quality of different citrus varieties at laboratory and at industrial facility. *Postharvest Biology and Technology*, 137, 77-85. doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.11.015
- Hong, S.I., Lee, H.H. & Kim, D. (2007). Effects of hot water treatment on the storage stability of satsuma mandarin as a postharvest decay control. *Postharvest Biology and Technology*, 43(2), 271-279. doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.09.008
- Jemric, T., Pavicic, N. & Blaskovic, D. (2002). The effect of heat treatments on quality and chilling injury of 'Satsuma' mandarin after long-term storage at lower temperature. In *XXVI International Horticultural Congress: Issues and Advances in Postharvest Horticulture*, 628, 563-568.
- Kader, A.A. (2002). US grade standards. *Postharvest technology of horticultural crops*, 3311, 287. University of California Agriculture and Natural Resources.
- Karaca, H. & Velioglu, Y.S. (2007). Ozone applications in fruit and vegetable processing. *Food Reviews International*, 23(1), 91-106. doi.org/10.1080/87559120600998221
- Karaçalı, İ. (2009). Bahe rnlerinin muhafaza ve pazarlanması (Horticultural products storage and marketing).
- Karahan, A.G., Cicioėlu, B.A. & akmakı, M.L. (2002). *Genel mikrobiyoloji uygulama kılavuzu*. Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Kluge, R.A., Bilhalva, A.B. & Cantillano, R.F.F. (1996). Cold storage of Reubennel plums (*Prunus salicina* Lindl.): Effects of ripening stage and polyethylene packing. *Scientia Agricola*, 53(2-3), 226-231. doi.org/10.1590/S0103-90161996000200006.
- Kogelschatz, U. (1988). Advanced ozone generation. In *Process technologies for water treatment*, 87-118. Springer, Boston, MA.

- Koyuncu, M.A. Seydim, A.C. Dilmaçunal, T., Savran, H.E. & Taş, T. (2005). *Effects of different precooling treatments with ozonated water on the quality of 0900 ziraat'sweet cherry fruit*. In V International Cherry Symposium, 795, 831-836. doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.795.134.
- Kurubaş, M.S. (2019). *'Lane Late' Portakal Çeşidinde Derim Sonrası Farklı Uygulamaların Muhafaza ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri*. (Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Ladaniya, M.S. (2008). Postharvest diseases and their management. *Citrus fruit: biology, technology and evaluation*. 417-444.
- Liao, H.L., Alferez, F. & Burns, J.K. (2013). Assessment of blue light treatments on citrus postharvest diseases. *Postharvest Biology and Technology*, 81, 81-88. doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.02.019
- Machado, F.L.D.C., Costa, J.M.C. & Batista, E.N. (2012). Application of carnauba-based wax maintains postharvest quality of Ortanique'tangor. *Food Science and Technology*, 32(2), 261-268.
- Mersinli, E., Koyuncu, M.A. & Erbaş, D. (2021). Quality retention of minimally processed spinach using low-dose ozonated water during storage. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 45(2), 133-143. doi:10.3906/tar-2004-75.
- Miller, W.R., McDonald, R.E. Hallman, G. & Sharp, J.L. (1991). Condition of Florida grapefruit after exposure to vapor heat quarantine treatment. *HortScience*, 26(1), 42-44. doi.org/10.21273/HORTSCI.26.1.42.
- Moussaid, Mz., Lacroix, M., Nketsia-Tabiri, J. & Boubekri, C. (2000). Phenolic compounds and the colour of oranges subjected to a combination treatment of waxing and irradiation. *Radiation Physics and Chemistry*, 57(3-6), 273-275. doi.org/10.1016/S0969-806X(99)00391-6
- Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 22-25 Eylül, Bursa, 32-38.
- Özbek, T. & Delen, N. (1995). Turunçgil Meyvelerinde Penicillium türlerinin Oluşturdukları Hasat Sonrası Çürüklüklere Karşı Bazı Fungisitlerin Etkinlikleri Üzerine Araştırmalar. *Türkiye*, 7, 220-223.
- Özdemir, A. & Kahraman, V. (2004). Bazı uygulamaların Valencia portakallarının muhafazasına etkileri. *Derim*, 21(2), 19-26.
- Özdemir, A.E., Ertürk Çandır, E., Kaplankıran, M., Demirkese, T.H., Toplu, C. & Yıldız, E. (2008). Dörtüyl ve Samandağ yörelerinde yetiştirilen 'Washington Navel' portakallarının kalitesine soğukta muhafazanın etkisi. *Bahçe*, 37(1), 16-24.
- Özelkök, S. & Kaynaş, K. (1991). Taze Meyve ve Sebzelerde Derim ve Derim Sonrasında Oluşan Kayıplar ve Alınacak Önlemler. *TOK Dergisi*, (59), 9.

- Özen, T., Koyuncu, M.A. & Erbaş, D. (2020). Effect of ozone treatments on the removal of pesticide residues and postharvest quality in green pepper. *Journal of Food Science and Technology*, 1-11.
- Özkaya, O. (2007). *Bazı Turunçgil Tür Ve Çeşitlerinde Sıcak Su Ve Kimyasal Uygulamalarının Muhafazaya Etkilerinin Araştırılması*. (Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Palou, L., Smilanick, J. L., Crisosto, C. H., Mansour, M. & Plaza, P. (2003). Ozone gas penetration and control of the sporulation of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* within commercial packages of oranges during cold storage. *Crop Protection*, 22(9), 1131-1134. doi.org/10.1016/S0261-2194(03)00145-5.
- Palou, L., Smilanick, J.L., Crisosto, C.H. & Mansour, M. (2001). Effect of gaseous ozone exposure on the development of green and blue molds on cold stored citrus fruit. *Plant Disease*, 85(6), 632-638. doi.org/10.1094/PDIS.2001.85.6.632.
- Pathare, P.B., Opara, U.L. & Al-Said, F.A.J. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food and bioprocess technology*, 6(1), 36-60. doi 10.1007/s11947-012-0867-9.
- Pavoncello, D., Lurie, S., Droby, S. & Porat, R. (2001). A hot water treatment induces resistance to *Penicillium digitatum* and promotes the accumulation of heat shock and pathogenesis-related proteins in grapefruit flavedo. *Physiologia Plantarum*, 111(1), 17-22. doi.org/10.1034/j.1399-3054.2001.1110103.x.
- Pekmezci, M., Gürgen, Ö. & Kaşka, N. (1984). Marsh Seedless ve Redblush altıntoplarının muhafazası üzerinde araştırmalar. *Türkiye'de Bahçe Ürünlerinin Pazara Hazırlanması ve Taşınması Sempozyumu, TÜBİTAK Yayınları*, (587), 33-47.
- Perkins, M. (1997). Ozone in food processing applications. Past experience, future potencial and regulatory issues. *Presentat a la conferència connectech*, 97.
- Porat, R., Pavoncello, D., Peretz, J., Weiss, B., Daus, A., Cohen, L. & Lurie, S. (2000). Induction of resistance to *Penicillium digitatum* and chilling injury in 'Star Ruby' grapefruit by a short hot-water rinse and brushing treatment. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 75(4), 428-432. doi.org/10.1080/14620316.2000.11511263.
- Rice, R.G., Farquhar, J.W. & Bollyky, L.J. (1982). Review of the applications of ozone for increasing storage times of perishable foods. *Pascal and Francis Bibliographic Databases*, 4(3), 147-163.
- Rodov, V., Ben-Yehoshua, S., Albagli, R. & Fang, D.Q. (1995). Reducing chilling injury and decay of stored citrus fruit by hot water dips. *Postharvest Biology and Technology*, 5(1-2), 119-127. doi.org/10.1016/0925-5214(94)00011-G.

- Sanchez-González, L., Vargas, M., González-Martínez, C., Chiralt, A. & Chafer, M. (2011). Biyoaktif yenilebilir kaplamalarda uçucu yağların kullanımı: bir inceleme. *Gıda Mühendisliği İncelemeleri*, 3(1), 1-16.
- Schirra, M., & Cohen, E. (1999). Long-term storage of 'Olinda' oranges under chilling and intermittent warming temperatures. *Postharvest Biology and Technology*, 16(1), 63-69.
- Schirra, M., Cabras, P., Angioni, A., D'hallewin, G., Ruggiu, R. & Minelli, E.V. (1997). Effect of heated solutions on decay control and residues of imazalil in lemons. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(10), 4127-4130. doi.org/10.1021/jf970207k.
- Selma, M.V., Allende, A., Lopez-Galvez, F., Conesa, M.A. & Gil, M.I. (2008). Disinfection potential of ozone, ultraviolet-C and their combination in wash water for the fresh-cut vegetable industry. *Food microbiology*, 25(6), 809-814. doi.org/10.1016/j.fm.2008.04.005.
- Sengun, I.Y. (2013). Effects of ozone wash for inactivation of *S. typhimurium* and background microbiota on lettuce and parsley. *Journal of Food Safety*, 33(3), 273-281. doi.org/10.1111/jfs.12050
- Skog, L.J. & Chu, C.L. (2001). Effect of ozone on qualities of fruits and vegetables in cold storage. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(4), 773-778. doi.org/10.4141/P00-110.
- Spotts, R.A. & Cervantes, L.A. (1992). Effect of ozonated water on postharvest pathogens of pear in laboratory and packinghouse tests. *Plant Disease*, 76(3), 256-259.
- Strano, M.C., Altieri, G., Admane, N., Genovese, F. & Di Renzo, G.C. (2017). Advance in Citrus Post-harvest Management: Diseases, Cold Storage and Quality Evaluation. *Citrus pathology*.
- Strano, M.C., Timpanaro, N., Allegra, M., Foti, P., Pangallo, S. & Romeo, F.V. (2021). Effect of ozonated water combined with sodium bicarbonate on microbial load and shelf life of cold stored clementine (*Citrus clementina* Hort. ex Tan.). *Scientia Horticulturae*, 276, 109775. doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109775.
- Şahan, S. (2011). *Satsuma Mandarininde Yeşil Küf Çürüklüğü Etmenine (Penicillium digitatum (Pers.) Sacc) Karşı Ozon Uygulamalarının Etkilerinin Araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Şen, F. (2004). *Hasat sonrası sıcak su ve diğer bazı koruyucu uygulamaların Satsuma mandarininin kalite ve dayanım gücüne etkileri*. (Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Tabakoğlu, N. (2016). *Ozon gazı uygulamasının karadutun (Morus nigra L.) mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi üzerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

- Tiwari, B.K., Muthukumarappan, K., O'Donnell, C.P. & Cullen, P.J. (2008). Kinetics of freshly squeezed orange juice quality changes during ozone processing. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(15), 6416-6422. doi.org/10.1021/jf800515e.
- Tuzcu, Ö. (2002). *Turunçgiller*. Lisans Ders Notları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana,"Yayınlanmamış".
- Türk, R., Erkan, M., Güneş, N.T. & Koyuncu, M.A. (1999). *Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması*. Somtad Yayınları.
- Tzortzakakis, N., Singleton, I. & Barnes, J. (2007). Deployment of low-level ozone-enrichment for the preservation of chilled fresh produce. *Postharvest Biology and Technology*, 43(2), 261-270. doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.09.005
- Ummarat, N. Arpaia, M. L. & Obenland, D. (2015). Physiological, biochemical and sensory characterization of the response to waxing and storage of two mandarin varieties differing in postharvest ethanol accumulation. *Postharvest Biology and Technology*, 109, 82-96. doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.06.005.
- Üner, K. (2018). *Derim Sonrası Ozon ve Salisilik Asit Uygulamalarının Maydanozun Depolanma Süresi ve Kalitesi Üzerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü)
- Xu, L. (1999). Use of ozone was replace to improve the safety of fresh fruits and vegetables. *Food technology (Chicago)*, 53(10), 58-63.
- Yahia, E.M. (2011). Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Volume 2. Acai to Citrus. In: Yahia, E.M. (Ed.), *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*, 207(21), 437-514.
- Zhang, L., Lu, Z., Yu, Z. & Gao, X. (2005). Preservation of fresh-cut celery by treatment of ozonated water. *Food control*, 16(3), 279-283. doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.03.007

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :

Doğum Yeri ve Yılı :

Medeni Hali :

Yabancı Dili :

E-posta :

Taranmış
Fotoğraf
(3.5cm x 3cm)

Eğitim Durumu

Lise :

Lisans :

Mesleki Deneyim