

**BURSA SİYAH İNCİRİNİN HASAT SONRASI
HASTALIKLARINA KARŞI OZON GAZININ ETKİSİ**

Aysun KETEN



T.C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BURSA SİYAH İNCİRİNİN HASAT SONRASI HASTALIKLARINA KARŞI
OZON GAZININ ETKİSİ**

Aysun KETEN

Prof. Dr. Özgür Akgün KARABULUT
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

BURSA-2012
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Aysun KETEN tarafından hazırlanan ‘‘Bursa Siyah İncirinin Hasat Sonrası Hastalıklarına Karşı Ozon Gazının Etkisi’’ adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Özgür Akgün KARABULUT

Başkan:	Prof. Dr. Özgür Akgün KARABULUT Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı	İmza
Üye:	Doç. Dr. Ümit ARSLAN Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı	İmza
Üye:	Doç. Dr. Ahmet İPEK Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı	İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Kadri Arslan
Enstitü Müdürü
.././2012

Bilimsel Etik Bildirim Sayfası

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

15/06/2012

İmza

Aysun KETEN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BURSA SİYAH İNCİRİNİN HASAT SONRASI HASTALIKLARINA KARŞI OZON GAZININ ETKİSİ

Aysun KETEN

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Özgür Akgün KARABULUT

Bu çalışmada, Bursa Siyah İnciri meyvelerinin hasat sonrası hastalıklarını engelleyerek muhafaza ve raf ömrü süresini uzatmak amacıyla meyvelere, kullanımı genel olarak güvenli olarak kabul edilen (GRAS) ozon gazı uygulanmıştır. Tez kapsamında yürütülen çalışmalar *in vitro* ve *in vivo* çalışmalar olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Çalışmaların her ikisinde de ozon gazı, nemlendirilmiş (%95-99 oransal nem) veya nemlendirilmemiş (%35-45 oransal nem) uygulama kabini içinde uygulanmıştır. *In vitro* çalışmalarda ozon gazının *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Penicillium expansum* ve *Aspergillus niger* konidilerine toksisitesi araştırılmıştır. *In vitro* denemelerde kullanılan ozon konsantrasyonları nemlendirilmiş ortam için 200, 500, 1000 ve 1500 $\mu\text{L L}^{-1}$ olup, nemlendirilmemiş ortam için 200, 500, 1000, 1500 ve 5000 $\mu\text{L L}^{-1}$ olmuştur. Ozon gazı uygulama süresi ise her iki ortam için 1, 5, 10, 15, 20 ve 30 dk.'dır. Nemlendirilmiş ortamda uygulanan ozon gazının konidilere olan toksisitesi, nemlendirilmemiş ortamda yapılan uygulamalara oranla daha fazla bulunmuştur. *In vivo* çalışmalarda meyvelere uygulanan ozon miktarının ölçümü ozon konsantrasyonunun uygulama süresi ile çarpımı ($K \times Z$, $\mu\text{L L}^{-1} \times \text{saniye}$) sonucu elde edilmiştir. Ozon uygulaması sonrasında meyvelerdeki ve meyvelerin doğal açıklığından alınan parçalarındaki mikroorganizma yoğunluğunun belirlenmesi amacıyla mikrobiyal analiz yapılmıştır. Ozon gazı uygulamaları ile meyve ve meyveden alınan parça başına düşen toplam mikroorganizma, fungus ve bakteri popülasyonu azaltılmıştır. Uygulama yapılan meyveler, modifiye atmosfer paketler ile paketlenerek 7 ve 21 gün süre ile 1°C'de muhafaza edilmişlerdir. Muhafaza süresi 7 gün olan meyveler 5 gün süre ile muhafaza süresi 21 gün olan meyveler ise 3 gün süre ile 20°C'de raf ömrüne bırakılmıştır. Soğuk havada muhafaza sonrası meyveler, fitotoksosite açısından değerlendirilmiş ve fitotoksitenin ortamın nemlendirilmesiyle azaldığı gözlemlenmiştir. soğuk havada muhafaza sonrasında meyvelerde çürüme görülmeyip, raf ömrü süresi sonunda oluşan meyve çürümelemleri değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda meyve çürümesinin nemlendirilmemiş ortama oranla nemlendirilmiş ortamda daha az görüldüğü ve çürümenin artan ozon konsantrasyonları ile azaldığı tespit edilmiştir. Denemenin 7. ve 21. günlerinde MAP' lar içerisindeki O_2 (%) ve CO_2 (%) ölçümleri yapılmış ve genel olarak 21. gün sonunda 7. gün sonunda ölçülen değerlere göre O_2 (%) oranında düşüş, CO_2 (%) oranında artış olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak ozon gazının nemlendirilmiş ortamda uygulanmasının, nemlendirilmemiş ortamda uygulanmasına oranla incir meyvelerinde hasat sonrası görülen hastalıkların engellenmesinde daha etkili olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bursa Siyah İnciri, Hasat Sonrası Hastalıkları, Genel Olarak Güvenli Olarak Kabul Edilen Maddeler (GRAS), Ozon

2012, xiii+120 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

EFFECT OF OZONE GAS ON POSTHARVEST DISEASES OF BURSA BROWN FIG

Aysun KETEN

Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Plant Protection

Supervisor: Prof. Dr. Özgür Akgün KARABULUT

In thesis, one of the generally recognize as safe (GRAS) chemicals, ozone was used to extend storage and shelf period of Bursa Brown fig and inhibition of postharvest pathogens that cause decay on fig. In this study all of the experiments were conducted in two parts which are *in vitro* and *in vivo*. In both study ozone gases were exposure in high relative humid (%95-99) and low relative humid (%35-45) conditions. In *in vitro* assay was research ozone gases toxicity on *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Penicillium expansum* and *Aspergillus niger*'s conidia. Ozone gase 200, 500, 1000 and 1500 $\mu\text{L L}^{-1}$ concentration were used in high relative humid conditions, 200, 500, 1000, 1500 and 5000 $\mu\text{L L}^{-1}$ concentration were used in low relative humid conditions. All ozone gases exposure times were 1, 5, 10, 15, 20 and 30 minutes. In experiment results show that ozone gases toxicity on conidia was higher and more effective on high relative humid conditions than low relative humid conditions. In *in vivo* assay ozone gases concentrations were measurement with concentration x exposure time (CT, $\mu\text{L L}^{-1}$ x second). In all practices fruits sample and pieces of fruit ostiols were taken for microbial analyses after ozone gases exposure. Total microbial, fungi and bacteria populations on fruits surfaces and ostiols were reduced by all ozone gases exposure. After ozone gas exposure all fruits packed in modify atmosphere packages and storage at 1°C for 7 and 21 days. After 7 d storage periods fruits additionally 5 days on shelf life, and 21 days storage periods fruits additionally 3 days on shelf life. After maintaining the cold storage fruits, evaluated in terms of phytotoxicity and observed that in high relative humid conditions reduced phytotoxicity. There was observed no decay during cold storage but seen in shelf life. Furthermore in high relative humid conditions reduced decay incidence greater than low relative humid conditions and decreased with increasing concentrations of ozone. In the experiment, O₂ (%) and CO₂ (%) was measured on 7 and 21.st days in the package, and in general at the end of day 21 O₂ (%) was decreased and CO₂ (%) was increased in comparison with 7 day measurement result. As a result, ozone gases exposure efficiency rate was found more effective with high relative humidity conditions on postharvest diseases of Bursa Brow fig to prevent than low relative humid conditions.

Key Words: Bursa Brown Fig, Postharvest Diseases, Generally Recognize As Safe (GRAS), Ozone

2012, xiii+120 pages

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanması sırasında ve tez çalışmalarımın yürütülmesinde, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Özgür Akgün KARABULUT ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Kadir İLHAN'a teşekkürü bir borç bilirim. Tezimin yapım aşamasında benden yardım ve desteğini eksik etmeyen çalışma arkadaşım Ziraat Müh. Sercan ŞEHİRLİ'ye teşekkür ederim. Ayrıca eğitimim süresince maddi ve manevi desteğini gördüğüm ve çalışmalarım süresince ilgi ve sabrını her an yanımda hissettiğim aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

Aysun KETEN
15/06/2012

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	9
2.1. Ozon ile Yapılan Çalışmalar.....	9
2.1. İncir Meyvelerinin Hasat Sonrası Hastalıkları ile İlgili Çalışmalar.....	25
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	29
3.1. Materyal.....	29
3.1.1. Araştırma Alanı.....	29
3.1.2. Meyve Materyali.....	29
3.1.3. Araştırmada Kullanılan Alet ve Ekipmanlar.....	30
3.1.4. Araştırmada Kullanılan Paketleme Materyali.....	33
3.1.5. Araştırmada Kullanılan Besi Yerleri.....	33
3.2. Yöntem.....	34
3.2.1. Araştırmada Kullanılan Ozon Gazı Konsantrasyon x Zaman (KxZ) Değerlerinin Belirlenmesi.....	34
3.2.2. Araştırmada Kullanılan Ozon Konsantrasyonları ve Uygulama Süreleri.....	36
3.2.3. <i>In vitro</i> Çalışmaların Yürütülmesi.....	37
3.2.3.1. <i>In vitro</i> Denemelerde Kullanılan Fungal Patojenler.....	37
3.2.3.2. Ozon Gazının <i>B. cinerea</i> , <i>A. alternata</i> , <i>P. expansum</i> ve <i>A. niger</i> Konidilerine Toksisitesi.....	38

3.2.4. <i>In vivo</i> Çalışmaların Yürütülmesi	42
3.2.4.1. Meyve Materyalinin Uygulamaya Hazırlanması	42
3.2.4.2. Ozon Gazının Meyve Materyaline Uygulanması.....	42
3.2.4.3. Ozon Gazının Mikroorganizma Popülasyonu Üzerine Olan Etkisinin Belirlenmesi	46
3.2.5. Gaz Kompozisyonu.....	47
3.2.6. İstatistik Analiz	48
4. BULGULAR.....	49
4.1. <i>In vitro</i> Çalışmalar Sonucunda Elde Edilen Bulgular	49
4.1.1. Ozon Gazının Fungal Patojen Konidilerine Toksisitesi.....	49
4.1.1.1. Ozon Gazının Nemlendirilmiş Ortamda (%95-99 oransal nem) Uygulandığı Durumda Fungal Patojen Konidilerine Toksisitesi	49
4.1.1.2. Ozon Gazının Nemlendirilmemiş Ortamda (%35-45 oransal nem) Uygulandığı Durumda Fungal Patojen Konidilerine Toksisitesi	51
4.2. <i>In vivo</i> Çalışmalar Sonucunda Elde Edilen Bulgular	53
4.2.1. Modifiye Atmosfer Paketler (MAP) İçerisindeki Gaz Kompozisyonu.....	53
4.2.2. Uygulamaların Meyve ve Meyveden Alınan Parça Yüzeyindeki Mikroorganizma Sayısına Etkisi.....	59
4.2.2.1. Nemlendirilmiş Ortamda (%95-99 Oransal Nem) Uygulaması Yapılan Ozon Gazının Meyve Mikroorganizma Sayısına Etkisi	60
4.2.2.2. Nemlendirilmemiş Ortamda (%35-45 Oransal Nem) Uygulanan Ozon Gazının Meyve Mikroorganizma Sayısına Etkisi	67
4.2.3. Ozon Gazının Soğuk Hava Deposunda Muhafaza ve Raf Ömrü Sonrasında İncir Meyvelerinin Çürümesi ve Fitotoksisite Üzerine Olan Etkisi	77
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	102

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklamalar
°C	Santigrat derece
Cl ₂	Klordioksit
CO ₂	Karbon dioksit
H ₂ O	Su
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
O ₂	Oksijen
O ₃	Ozon
OH ⁻	Hidroksil radikali
SO ₂	Kükürtdioksit
1-MCP	1-metilsiklopropen

Kısaltmalar	Açıklamalar
µg	Mikrogram (1x10 ⁻³ gram)
µL	Mikrolitre (1x10 ⁻³ litre)
dk	Dakika
FAO	Birleşmiş Milletler Beslenme ve Tarım Örgütü
FDA	Amerikan Gıda ve İlaç Otoritesi
g	Gram
GRAS	Genel Olarak Güvenli Kabul Edilen Maddeler
JMP7	SAS İstatistik Programı
KxZ	Konsantrasyon(µL L ⁻¹) x Zaman (sn.)

L	Litre
LSD	Least Significant Difference
MAP	Modifiye Atmosfer Paket
mg	Miligram (1×10^{-3} gram)
ml	Mililitre (1×10^{-3} litre)
PDA	Patates Dekstrozu Agar
ppm	Milyonda bir (1×10^{-6}) birim
sn.	Saniye
TSA	Tryptone Soya Agar
UV	Ultra Viyole

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. 2010 yılında Dünya'daki incir üretim miktarı (ton)	2
Şekil 1.2. 2010 yılında Dünya'da incir üretiminin ülkelere göre piyasa değeri (1000 A.B.D.\$).....	2
Şekil 1.3. 2009 yılında Dünya'daki incir ihracat miktarı (ton).....	3
Şekil 1.4. 2009 yılında Dünya'da incir ihracat değeri (1000 A.B.D.\$)	3
Şekil 1.5. 2011 yılı Bursa ili yaş meyve ihracat rakamları	4
Şekil 3.1. Denemelerde kullanılmak üzere laboratuvara getirilen incir meyveleri.....	29
Şekil 3.2. Ozon gazı üretiminde kullanılan ozon jeneratörü(a) ve ozon gazı ölçümünü yapan ozon analizörü(b).....	30
Şekil 3.3. A) Ozon gazı uygulama kabini B) Ozon gazı uygulamasının nemlendirilmiş ortamda yapılması sırasında kullanılan uygulama kabininin iç kısmı C) Ozon gazı uygulamasının nemlendirilmemiş ortamda yapılması sırasında kullanılan uygulama kabininin iç kısmı a) Ozon gazının verilmesini sağlayan hortum b) Analizör sensörü c) Fan d) Tahliye hortumları e) Sıcak su haznesi f) Ultrasonik nemlendirici g) Polietilen örtü h) 40x30x20 cm 'lik 5 adet meyve kasası	32
Şekil 3.4. Nemlendirilmemiş (%35-45 oransal nem) ve nemlendirilmiş (%95-99 oransal nem) ortamda ozon gazının çıkış eğrisi	35
Şekil 3.5. A) PDA besi yerinde 25°C'de 4 gün inkübe edilen <i>Aspergillus niger</i> kültürü B) Petri kabında geliştirilen <i>A. niger</i> sporlarının geliştikleri ortamdan steril bir fırça yardımıyla alınması C) Fırça yardımıyla alınan <i>A.niger</i> sporlarının lam yüzeyine bırakılması.....	39
Şekil 3.6. Petri kapları ve petri kaplarının içinde yer alan, üzerinde sporların bulunduğu lamaların uygulama kabinine yerleştirilmesi	40
Şekil 3.7. A) Ozon gazı uygulaması sonrası, lamel üzerindeki sporların PDA ortamına yerleştirilmesi için pens yardımıyla tutulması B) Lamel üzerindeki sporların PDA ortamına aktarılması C) PDA ortamına bırakılan lamelin üzerindeki sporların, lamel üzerine hafif şekilde bastırılmasıyla bu ortama geçişi D) PDA ortamına aktarılmış olan sporlar E) Sporların ortam üzerinde yayılmalarını sağlamak amacıyla sporlar üzerine steril saf su ilavesi F) Uygulama sonrası sporların aktarıldığı PDA ortamının içinde yer aldığı petri kabının son aşamadaki görünümü	41
Şekil 3.8. Meyvelerin uygulamaya hazırlanması A) Randomizasyon işlemine tabi tutulan meyveler B) Ozon uygulaması yapılmak üzere hazırlanmış meyve kasaları	42
Şekil 3.9. Uygulama kabinleri A) Nemlendirilmiş ortamda ozon uygulaması yapılan uygulama kabininin uygulama esnasındaki görünümü B) Nemlendirilmemiş ortamda ozon uygulaması yapılan uygulama kabininin uygulama esnasındaki görünümü	43
Şekil 3.10. Ozon gazı uygulaması sonrası meyvelerin görünümü A) Nemlendirilmiş ortamda ozon gazı uygulaması sonrasında meyvelerin görünümü B) Nemlendirilmemiş ortamda ozon gazı uygulaması sonrası meyvelerin görünümü	44

Şekil 3.11. Bursa Siyah İncirine ozon gazı uygulaması A) Meyvelerin uygulama kabinine yerleştirilmesi B) Meyveler yerleştirildikten sonra uygulama kabininin ağzının hava almayacak şekilde kapanması C) Uygulama sonrası meyvelerin viyole alınması ve paketlenmek üzere MAP'ın içerisine yerleştirilmesi D) İçeri hava almayacak şekilde paketlenmenin yapılması.....	45
Şekil 3.12. Uygulama sonrası 1°C'de muhafaza edilmek üzere soğuk hava deposuna alınan meyveler	45
Şekil 3.13. A) İncir meyvesinden parçanın alınması B) Meyveden alınan parçanın otoklavlanabilir şişeye koyulması C) İncir meyvelerinin ve incir meyvelerinden alınan parçaların dairesel sallayıcıda çalkalanması D) dairesel sallayıcıdan alınan ve seyreltmesi yapılan su örneklerinin petri kaplarına 50'şer µL konulması	47
Şekil 3.14. Denemelerin 7. ve 14. günlerinde MAP'lar içerisindeki gaz kompozisyonlarının taşınabilir gaz analizörü ile belirlenmesi.....	48
Şekil 4.1. Nemlendirilmiş (alt sıradakiler) ve nemlendirilmemiş (üst sıradakiler) ortamda ozon gazı uygulamasının meyve yüzeyindeki mikroorganizma sayısına etkisi A) Kontrol B) 50 000 KxZ-500 µg L ⁻¹ C) 100 000 KxZ-1000 µg L ⁻¹ D) 200 000 KxZ-1000 µg L ⁻¹ E) 400 000 KxZ-1000 µg L ⁻¹ F) 600 000 KxZ-2500 µg L ⁻¹ G) 770 000 KxZ-2500 µg L ⁻¹	75
Şekil 4.2. Nemlendirilmiş (alt sıradakiler) ve nemlendirilmemiş (üst sıradakiler) ortamda ozon gazı uygulamasının meyveden alınan parça yüzeyindeki mikroorganizma sayısına etkisi A) Kontrol B) 50 000 KxZ-500 µg L ⁻¹ C) 100 000 KxZ-1000 µg L ⁻¹ D) 200 000 KxZ-1000 µg L ⁻¹ E) 400 000 KxZ-1000 µg L ⁻¹ F) 600 000 KxZ-2500 µg L ⁻¹ G) 770 000 KxZ-2500 µg L ⁻¹	76
Şekil 4.3. Ozon gazı uygulaması yapılan meyvelerde görülen fitotoksisitenin 0-3 skalasına göre sınıflandırılması A) 0 skala değeri B) 1 skala değeri C) 2 skala değeri D) 3 skala değeri.....	78
Şekil 4.4. Nemlendirilmiş ortamda ozon gazı uygulamasının incir meyvelerinde oluşturduğu fitotoksisite A) Kontrol meyvesi B1) 50 000 KxZ-200 µg L ⁻¹ ozon uygulaması B2) 50 000 KxZ-500 µg L ⁻¹ ozon uygulaması C1) 100 000 KxZ-200 µg L ⁻¹ ozon uygulaması C2) 100 000 KxZ-500 µg L ⁻¹ ozon uygulaması C3) 100 000 KxZ-1000 µg L ⁻¹ ozon uygulaması.....	80
Şekil 4.5. Nemlendirilmiş ortamda ozon gazı uygulamasının incir meyvelerinde oluşturduğu fitotoksisite D1) 200 000 KxZ-200 µg L ⁻¹ ozon uygulaması D2) 200 000 KxZ-500 µg L ⁻¹ ozon uygulaması D3) 200 000 KxZ-1000 µg L ⁻¹ ozon uygulaması E1) 400 000 KxZ-200 µg L ⁻¹ ozon uygulaması E2) 400 000 KxZ-500 µg L ⁻¹ ozon uygulaması E3) 400 000 KxZ-1000 µg L ⁻¹ ozon uygulaması.....	81
Şekil 4.6. Nemlendirilmiş ortamda ozon gazı uygulamasının incir meyvelerinde oluşturduğu fitotoksisite F1) 600 000 KxZ-200 µg L ⁻¹ ozon uygulaması F2) 600 000 KxZ-500 µg L ⁻¹ ozon uygulaması F3) 600 000 KxZ-1000 µg L ⁻¹ ozon uygulaması F4) 600 000 KxZ-2500 µg L ⁻¹ ozon uygulaması G1) 770 000 KxZ-200 µg L ⁻¹ ozon uygulaması G2) 770 000 KxZ-500 µg L ⁻¹ ozon uygulaması G3) 770 000 KxZ-1000 µg L ⁻¹ ozon uygulaması G4) 770 000 KxZ-2500 µg L ⁻¹ ozon uygulaması	82
Şekil 4.7. Nemlendirilmemiş ortamda ozon gazı uygulamasının incir meyvelerinde oluşturduğu fitotoksisite A) Kontrol meyvesi B1) 50 000 KxZ-200 µg L ⁻¹ ozon uygulaması B2) 50 000 KxZ-500 µg L ⁻¹ ozon uygulaması C1) 100 000 KxZ-200 µg L ⁻¹	

ozon uygulaması C2) 100 000 KxZ-500 $\mu\text{g L}^{-1}$ ozon uygulaması C3) 100 000 KxZ-1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ ozon uygulaması..... 83

Şekil 4.8. Nemlendirilmemiş ortamda ozon gazı uygulamasının incir meyvelerinde oluşturduğu fitotoksisite D1) 200 000 KxZ-200 $\mu\text{g L}^{-1}$ ozon uygulaması D2) 200 000 KxZ-500 $\mu\text{g L}^{-1}$ ozon uygulaması D3) 200 000 KxZ-1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ ozon uygulaması E1) 400 000 KxZ-200 $\mu\text{g L}^{-1}$ ozon uygulaması E2) 400 000 KxZ-500 $\mu\text{g L}^{-1}$ ozon uygulaması E3) 400 000 KxZ-1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ ozon uygulaması E4) 400 000 KxZ-2500 $\mu\text{g L}^{-1}$ ozon uygulaması..... 84

Şekil 4.9. Nemlendirilmemiş ortamda ozon gazı uygulamasının incir meyvelerinde oluşturduğu fitotoksisite F1) 600 000 KZ-200 $\mu\text{g L}^{-1}$ ozon uygulaması F2) 600 000 KZ-500 $\mu\text{g L}^{-1}$ ozon uygulaması F3) 600 000 KZ-1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ ozon uygulaması F4) 600 000 KZ-2500 $\mu\text{g L}^{-1}$ ozon uygulaması G1) 770 000 KZ-200 $\mu\text{g L}^{-1}$ ozon uygulaması G2) 770 000 KZ-500 $\mu\text{g L}^{-1}$ ozon uygulaması G3) 770 000 KZ-1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ ozon uygulaması G4) 770 000 KZ-2500 $\mu\text{g L}^{-1}$ ozon uygulaması..... 85

Şekil 4.10. 7 gün 1°C 'de muhafazanın ardından 5 gün 20°C raf ömrüne bırakılan kontrol meyvelerinin görünüşü A) Açık kontrol B) Kontrol (-) C) Nemlendirilmiş ortamda oksijen uygulaması yapılan meyveler Kontrol (+) D) Nemlendirilmemiş ortamda oksijen uygulaması yapılan meyveler Kontrol (+)..... 95

Şekil 4.11. 7 gün 1°C 'de muhafazanın ardından 5 gün 20°C raf ömrüne bırakılan meyvelerinin görünüşü A) 50 000 KxZ 500 $\mu\text{g L}^{-1}$ /1dk. 6sn. ozon uygulaması B) 100 000 KxZ 1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ /36sn. ozon uygulaması C) 200 000 KxZ 1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ /2dk. 12 sn. ozon uygulaması D) 400 000 KxZ 1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ /5dk. 30sn. ozon uygulaması E) 600 000 KxZ 2500 $\mu\text{g L}^{-1}$ /54sn. ozon uygulaması F) 770 000 KxZ 2500 $\mu\text{g L}^{-1}$ /2dk. ozon uygulaması 96

Şekil 4.12. 7 gün 1°C 'de muhafazanın ardından 5 gün 20°C raf ömrüne bırakılan kontrol meyvelerinin görünüşü A) 50 000 KxZ 500 $\mu\text{g L}^{-1}$ /1dk. 12sn. ozon uygulaması B) 100 000 KxZ 1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ /42sn. ozon uygulaması C) 200 000 KxZ 1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ /2dk. 24 sn. ozon uygulaması D) 400 000 KxZ 2500 $\mu\text{g L}^{-1}$ /24sn. ozon uygulaması E) 600 000 KxZ 2500 $\mu\text{g L}^{-1}$ /1dk. 48sn. ozon uygulaması F) 770 000 2500 $\mu\text{g L}^{-1}$ /2dk. 54sn. ozon uygulaması 97

Şekil 4.13. 21 gün 1°C 'de muhafazanın ardından 3 gün 20°C raf ömrüne bırakılan kontrol meyvelerinin görünüşü A) Açık kontrol B) Kontrol (-) C) Nemlendirilmiş ortamda oksijen uygulaması yapılan meyveler Kontrol(+) D) Nemlendirilmemiş ortamda oksijen uygulaması yapılan meyveler Kontrol(+)...... 98

Şekil 4.14. 21 gün 1°C 'de muhafazanın ardından 3 gün 20°C raf ömrüne bırakılan meyvelerinin görünüşü A) 50 000 KxZ 500 $\mu\text{g L}^{-1}$ /1dk. 6sn. ozon uygulaması B) 100 000 KxZ 1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ /36sn. ozon uygulaması C) 200 000 KxZ 1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ /2dk. 12 sn. ozon uygulaması D) 400 000 KxZ 1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ /5dk. 30sn. ozon uygulaması E) 600 000 KxZ 2500 $\mu\text{g L}^{-1}$ /54sn. ozon uygulaması F) 770 000 KxZ 2500 $\mu\text{g L}^{-1}$ /2dk. ozon uygulaması 99

Şekil 4.15. 21 gün 1°C 'de muhafazanın ardından 3 gün 20°C raf ömrüne bırakılan meyvelerinin görünüşü A) 50 000 KxZ 500 $\mu\text{g L}^{-1}$ 1dk. 12sn. ozon uygulaması B) 100 000 KxZ 1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ /42sn. ozon uygulaması C) 200 000 KxZ 1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ /2dk. 24 sn. ozon uygulaması D) 400 000 KxZ 2500 $\mu\text{g L}^{-1}$ /24sn. ozon uygulaması E) 600 000 KxZ

2500 $\mu\text{g L}^{-1}$ /1dk. 48sn. ozon uygulaması F) 770 000 KxZ 2500 $\mu\text{g L}^{-1}$ /2dk. 54sn. ozon uygulaması	100
Şekil 4.16. MAP ile paketlenmeden 21 gün 1°C’de muhafaza edilen meyveler	101
Şekil 4.17. MAP ile paketlenerek 21 gün 1°C’de muhafaza edilen meyveler	101

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. <i>In vitro</i> çalışmalarda nemlendirilmiş ve nemlendirilmemiş ortamlarda uygulanan ozon gazı konsantrasyonları ve uygulama süreleri.....	36
Çizelge 3.2. <i>In vivo</i> çalışmalarda uygulanan ozon gazı konsantrasyonları ve uygulama süreleri.....	37
Çizelge 4.1. Nemlendirilmiş ortamdaki ozon gazı uygulamalarının <i>B. cinerea</i> , <i>P. expansum</i> , <i>A. niger</i> ve <i>A. alternata</i> konidilerinin çimlenmesi üzerine etkileri.....	50
Çizelge 4.2. Nemlendirilmemiş ortamdaki ozon gazı uygulamalarının <i>B. cinerea</i> , <i>P. expansum</i> , <i>A. niger</i> ve <i>A. alternata</i> konidilerinin çimlenmesi üzerine etkileri.....	52
Çizelge 4.2. Nemlendirilmemiş ortamdaki ozon gazı uygulamalarının <i>B. cinerea</i> , <i>P. expansum</i> , <i>A. niger</i> ve <i>A. alternata</i> konidilerinin çimlenmesi üzerine etkileri (devamı)	53
Çizelge 4.3. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulaması sonrasında 1°C’de muhafaza edilen MAP’lar içerisindeki meyvelerin atmosferlerinde 7. ve 21. günlerde oluşan gaz kompozisyonları (1. Deneme).....	54
Çizelge 4.4. Nemlendirilmemiş ortamda yapılan ozon uygulaması sonrasında 1°C’de muhafaza edilen MAP’lar içerisindeki meyvelerin atmosferlerinde 7. ve 21. günlerde oluşan gaz kompozisyonları (1. Deneme).....	55
Çizelge 4.5. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulaması sonrasında 1°C’de muhafaza edilen MAP’lar içerisindeki meyvelerin atmosferlerinde 7. ve 21. günlerde oluşan gaz kompozisyonları (2. Deneme).....	56
Çizelge 4.6. Nemlendirilmemiş ortamda yapılan ozon uygulaması sonrasında 1°C’de muhafaza edilen MAP’lar içerisindeki meyvelerin atmosferlerinde 7. ve 21. günlerde oluşan gaz kompozisyonları (2. Deneme).....	57
Çizelge 4.7. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulaması sonrasında 1°C’de muhafaza edilen MAP’lar içerisindeki meyvelerin atmosferlerinde 7. ve 21. günlerde oluşan gaz kompozisyonları (3. Deneme).....	58
Çizelge 4.8. Nemlendirilmemiş ortamda yapılan ozon uygulaması sonrasında 1°C’de muhafaza edilen MAP’lar içerisindeki meyvelerin atmosferlerinde 7. ve 21. günlerde oluşan gaz kompozisyonları (3. Deneme).....	59
Çizelge 4.9. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkisi (1. Deneme).....	62
Çizelge 4.10. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerinden alınan parçadaki mikroorganizma sayısına etkisi (1. Deneme)	63
Çizelge 4.11. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkisi (2. Deneme).....	64
Çizelge 4.12. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerinden alınan parçadaki mikroorganizma sayısına etkisi (2. Deneme)	65
Çizelge 4.13. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkisi (3. Deneme).....	66

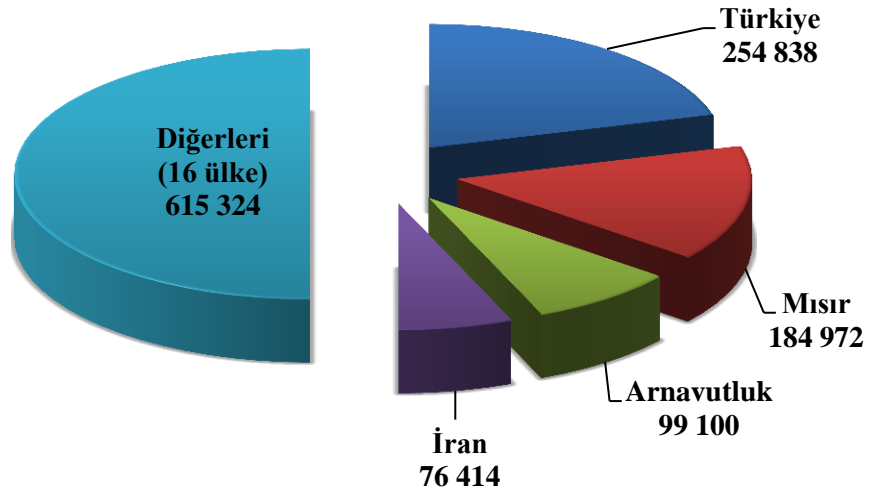
Çizelge 4.14. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerinden alınan parçadaki mikroorganizma sayısına etkisi (3. Deneme)	67
Çizelge 4.15. Nemlendirilmemiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkisi (1. Deneme).....	69
Çizelge 4.16. Nemlendirilmemiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerinden alınan parçadaki mikroorganizma sayısına etkisi (1. Deneme).....	70
Çizelge 4.17. Nemlendirilmemiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkisi (2. Deneme).....	71
Çizelge 4.18. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerinden alınan parçadaki mikroorganizma sayısına etkisi (2. Deneme)	72
Çizelge 4.19. Nemlendirilmemiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkisi (3. Deneme).....	73
Çizelge 4.20. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerinden alınan parçadaki mikroorganizma sayısına etkisi (3. Deneme)	74
Çizelge 4.21. Nemlendirilmiş ve nemlendirilmemiş ortamda uygulanan ozon gazının, meyvedeki fitotoksisite şiddetini belirten skala değerleri.....	79
Çizelge 4.22. Ozon gazının nemlendirilmiş ortamda meyvelere uygulanmasından sonra 7 gün 1°C'de muhafaza edilmesi ve 5 gün 20°C'de raf ömrüne bırakılması veya 21 gün 1°C'de muhafaza edilmesi ve 3 gün 20°C'de raf ömrüne bırakılması sonrası belirlenen çürük meyve yüzdeleri (1.Deneme)	89
Çizelge 4.23. Ozon gazının nemlendirilmemiş ortamda meyvelere uygulanmasından sonra 7 gün 1°C'de muhafaza edilmesi ve 5 gün 20°C'de raf ömrüne bırakılması veya 21 gün 1°C'de muhafaza edilmesi ve 3 gün 20°C'de raf ömrüne bırakılması sonrası belirlenen çürük meyve yüzdeleri (1.Deneme)	90
Çizelge 4.24. Ozon gazının nemlendirilmiş ortamda meyvelere uygulanmasından sonra 7 gün 1°C'de muhafaza edilmesi ve 5 gün 20°C'de raf ömrüne bırakılması veya 21 gün 1°C'de muhafaza edilmesi ve 3 gün 20°C'de raf ömrüne bırakılması sonrası belirlenen çürük meyve yüzdeleri (2.Deneme)	91
Çizelge 4.25. Ozon gazının nemlendirilmemiş ortamda meyvelere uygulanmasından sonra 7 gün 1°C'de muhafaza edilmesi ve 5 gün 20°C'de raf ömrüne bırakılması veya 21 gün 1°C'de muhafaza edilmesi ve 3 gün 20°C'de raf ömrüne bırakılması sonrası belirlenen çürük meyve yüzdeleri (2.Deneme)	92
Çizelge 4.26. Ozon gazının nemlendirilmiş ortamda meyvelere uygulanmasından sonra 7 gün 1°C'de muhafaza edilmesi ve 5 gün 20°C'de raf ömrüne bırakılması veya 21 gün 1°C'de muhafaza edilmesi ve 3 gün 20°C'de raf ömrüne bırakılması sonrası belirlenen çürük meyve yüzdeleri (3.Deneme)	93
Çizelge 4.27. Ozon gazının nemlendirilmemiş ortamda meyvelere uygulanmasından sonra 7 gün 1°C'de muhafaza edilmesi ve 5 gün 20°C'de raf ömrüne bırakılması veya 21 gün 1°C'de muhafaza edilmesi ve 3 gün 20°C'de raf ömrüne bırakılması sonrası belirlenen çürük meyve yüzdeleri (3.Deneme)	94

1. GİRİŞ

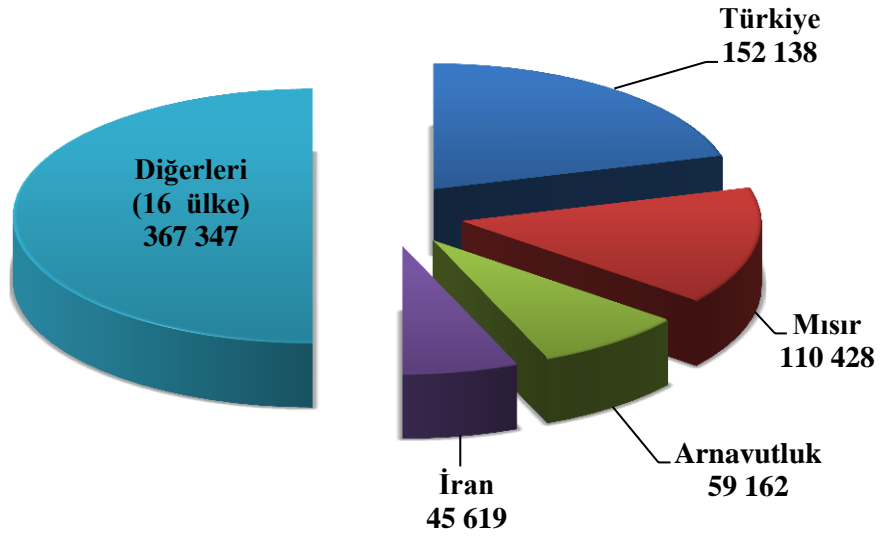
İncir (*Ficus carica* L.), anavatanı doğu Akdeniz ve güneybatı Asya olan ağaç ya da ağaççık nitelikli bir bitki türü ve bu türün meyvesidir. İncir, dutgiller (Moraceae) familyasına dahil olan *Ficus* cinsinin içerdiği yaklaşık 800 kadar tür içinde ticari öneme sahip tek meyve türüdür (Anonim 2005).

Dünya’da 2010 yılı incir üretimi FAO verilerine göre toplam 1 230 648 ton ve bu üretimin toplam piyasa değeri 734 694 000 Amerikan Doları olup, Türkiye 254 838 ton incir meyvesi üretimi ve 152 138 000 A.B.D. \$ piyasa değeri ile ilk sıradadır (Şekil 1.1 ve 1.2) (Anonim 2010).

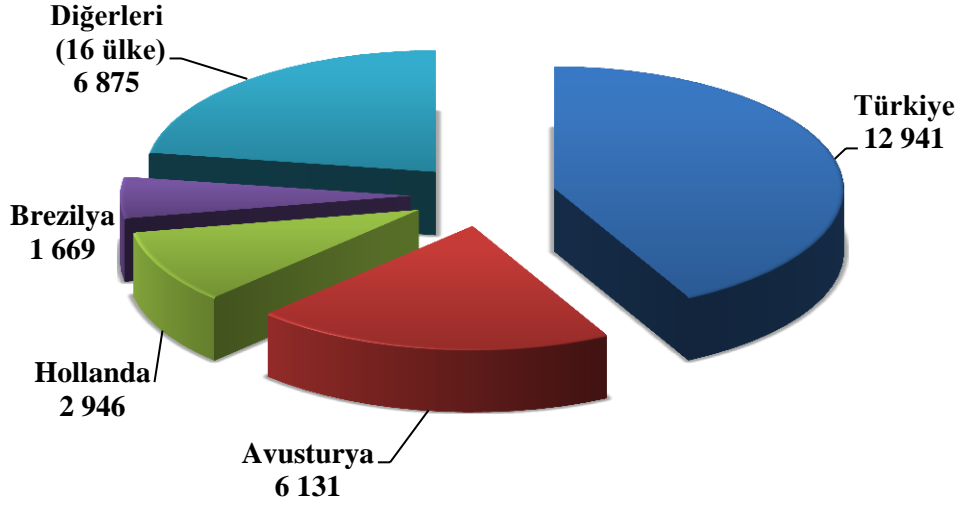
Dünya’da incir meyvesinin ihracat rakamlarına bakıldığında 2009 yılı FAO verilerine göre toplam ihraç edilen meyve miktarı 30 562 ton olup karşılığında 84 795 000 Amerikan Dolarlık bir ticaret gerçekleşmiştir. Türkiye ihracata yolladığı 12 941 ton incir meyvesi ve elde ettiği 25 989 000 Amerikan doları ile dünya ihracatında lider ülke konumundadır (Şekil 1.3 ve 1.4) (Anonim 2009).



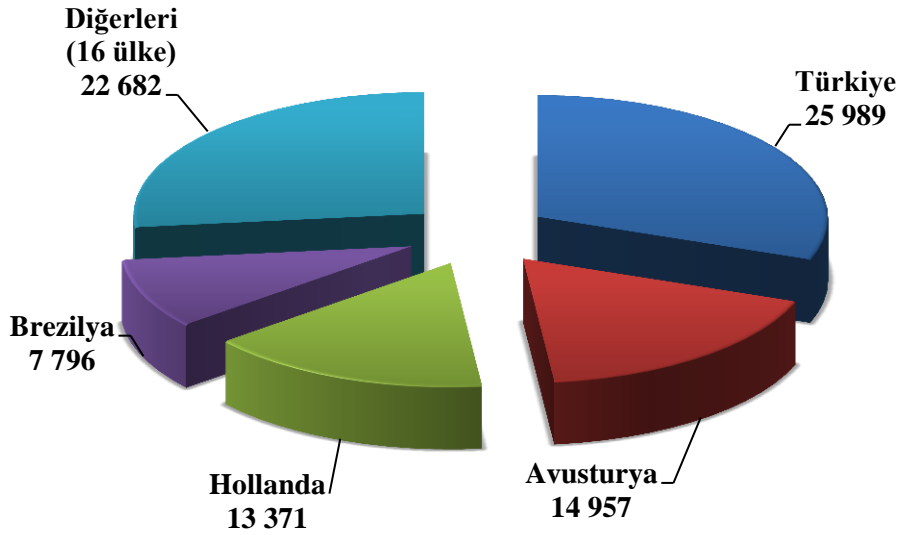
Şekil 1.1. 2010 yılında Dünya'daki incir üretim miktarı (ton)



Şekil 1.2. 2010 yılında Dünya'da incir üretiminin ülkelere göre piyasa değeri (1000 A.B.D.\$)



Şekil 1.3. 2009 yılında Dünya'daki incir ihracat miktarı (ton)

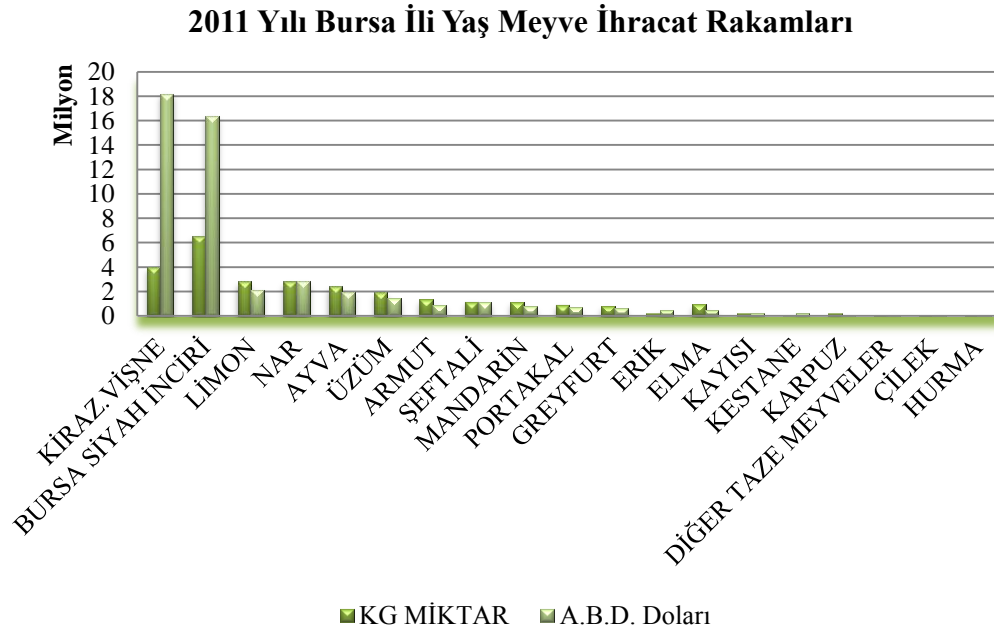


Şekil 1.4. 2009 yılında Dünya'da incir ihracat değeri (1000 A.B.D.\$)

İncir meyvelerinin besin değeri yüksektir. Meyvelerin bileşimini %30-40 şeker, A,B ve C vitaminlerinden oluşturmaktadır. İncir meyvesinden aynı zamanda tıbbi sanayi içinde faydalanılmaktadır. Örneğin incir meyvelerinden hazırlanan infüzyon müshil ilacı olarak kullanılmaktadır. İncir yapraklarındaki süt, "incir sütü" olarak bilinir ve halk arasında siğillere karşı kullanılır. Taze incir yaprakları ise, lapa halinde yaralara karşı tedavi amaçlı olarak kullanılmaktadır (Anonim 2005).

Bursa Siyah İnciri, Bursa ilinde yaygın olarak yetiştirilmekte ve bölgeye has özellik göstermektedir. Üretimi sırasında çok az miktarda veya hiç kimyasal ilaç kullanılmaması ile de yurtdışında dikkat çekmektedir. Yurtdışında artık Bursa Siyah İnciri, Türk inciri olarak bilinmektedir ve markalaşmıştır. Dolayısı ile hem ihracatçılar hem de Bursa bölgesindeki çiftçiler için önemli bir gelir kaynağı durumundadır. Bu özellikleri nedeni ile siyah incir plantasyonu ülkemizde özellikle ihracatçı firmaların teşviki ile artmakta ve Bursa bölgesinin dışındaki bölgelerde de yaygınlaşmaktadır. Örneğin Ege bölgesinde özellikle kurutulmuş incir pazarının daralması sonucunda üreticiler Bursa siyahına yönelmişlerdir. Bursa siyah incirin hem dayanımının fazla olması hem de taze tüketimde tercih edilmesi Ege üreticilerinin Bursa Siyahına yönelmesinde çok önemli bir etken olmuştur. Siyah incir üretiminde ortaya çıkan bu olumlu gelişmeler gelecekte bu meyvenin ülkemizin tarımsal ihracatı içinde önemli bir yer edineceğini göstermektedir (Kabasakal 1990, Seferoğlu ve ark. 1994, Aksoy ve Can 1997).

Bursa ilinde 2011 yılında üretimi yapılan yaş meyveler arasında 6 567 253 kg ihracatı ve bu ihracattan elde ettiği 16 393 141 Amerikan Doları gelire Bursa Siyah İnciri ikinci sırada yer almaktadır (Şekil 1.5) (Anonim 2011).



Şekil 1.5. 2011 yılı Bursa ili yaş meyve ihracat rakamları

İncir klimakterik özellikte bir meyve olup olgunlaştıkça fungal etmenlere karşı daha duyarlı hale gelmektedir. Bu nedenle de hasattan sonra pazara sunulmak üzere soğuk koşullarda depolanan meyvelerde görülen hasat sonrası hastalıklar incir meyvelerinde de önemli miktarda kayba sebep olmaktadır. İncir 20°C’de 1,0-10,0 µL/kg düzeyinde etilen üreterek orta düzeyde etilen (C₂H₄) üreten meyveler grubuna girmektedir. Bu özelliği nedeni ile kolay bozulan meyveler grubunda bulunan muz meyvesi ile aynı grupta bulunmaktadır. İncir meyvesinin muhafaza süresinin uzaması ile ortamda etilen miktarı da sürenin uzamasına paralel olarak artmaktadır. İncir meyvesinin muhafazasından sonra ürünlerin raf ömrüne bırakılması ile birlikte meyvelerde yaşlanma hızlanmaktadır. Ürünlerin raf ömründe hızlı şekilde yaşlanmaları da incir meyvelerinin riskli meyveler grubunda yer almasına neden olmaktadır (Kader 2002).

İhracatı ile ülkemize oldukça iyi gelir getiren Bursa Siyah İncirinin, ihracatı sırasında bir takım sorunlar baş göstermektedir. Bunlardan en önemlisi, Avrupa Birliği ülkelerine ihraç edilen incirlerin özellikle marketlerde pazarlanması sırasında ortaya çıkan fungal kaynaklı çürümelerdir. Bahsedilen çürümeler, *Botrytis cinerea* Pers.:ex.Fr kaynaklı kurşuni küf, *Rhizopus stolonifer* Ehrenb.:Fr kaynaklı Rhizopus çürüklüğü, *Alternaria alternata* (Fr.:Fr) Keissl kaynaklı Alternaria çürüklüğü, *Aspergillus niger* van Tieghem kaynaklı siyah çürüklük ve *Penicillium expansum* Link kaynaklı yeşil küftür. Bahsedilen çürümeler, ülkemiz ekonomisi için doğrudan döviz kaybına sebep olmasının yanı sıra, ihracatçı firmalarımızın imajını da olumsuz yönde etkilemektedir. Siyah incir ihracatında karşılaşılan bir diğer temel sorun ise, özellikle sezon ortasında hasat edilen ürün miktarındaki aşırı artışa bağlı olarak Avrupa ülkelerindeki talepten çok daha fazla üretimin ortaya çıkmasıdır. Bu dengesizlik, arzın fazla olduğu dönemde ürünün ekonomik değerinin aşağı düşmesine sebep olmakta ve özellikle de üreticiler için kayıp anlamına gelmektedir. Ayrıca üretimin yüksek olduğu dönemlerdeki arz fazlası nedeni ile meyvelerin muhafaza edilmesinde ortaya bir takım problemler çıkmaktadır. Klimakterik özellikte olan ve patolojik bozulmalara son derece duyarlı olan incirlerde muhafaza süresince önemli kayıpların ortaya çıktığı görülmektedir (Karabulut ve ark. 2009).

Avrupa Birliği'ne aday ülke konumundaki Türkiye'nin durumu incelendiğinde incirin hasat sonu hastalıklarına karşı Zirai Mücadele Teknik Talimatlarında kimyasal savaşım da dahil olmak üzere herhangi bir savaşım stratejisi mevcut değildir. Ancak Türkiye, Avrupa Birliğine aday ülke konumunda olması ve yaş meyve ve sebze ihracatının önemli bir kısmını Avrupa Birliği ülkelerine yapması nedeni ile Avrupa Birliği lkelerinin düzenlemeleri ile sorumludur. Üreticiler ve ihracatçılar, Bursa Siyah İncirinin gerek bahçedeki üretim sırasında ve gerekse ürünün işlenmesi, depolanması ve sevkiyatı esnasında hiç kimyasal kullanmamaktadır. Ancak, özellikle muhafaza ve bunu takip eden raf ömrü sırasında ortaya çıkan fungal rmelerin uygun savaşım yöntemi ile engellenememesi önemli sorun halindedir.

Kimyasal savaşım ile kimyasalların kalıntı riskleri, insan ve evre sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri bir tarafa bırakılsa dahi, kimyasal kullanımı ile kısa vadede hastalıklar önemli düzeyde engellense bile uzun vadede patojenlerin geliştirdiği dayanıklılık sonucu sentetik fungusitlerin kullanımı istenilen düzeyde başarıyı sağlamamaktadır. Turunçgiller dışındaki meyvelerin hasat sonu hastalıkları ile mücadelede fungusit kullanımı mümkün olmadığından tüm dünyada alternatif savaşım yöntemleri geliştirilmiş ve yeni savaşım metotları geliştirilmeye çalışılmaktadır (Karabulut ve ark. 2003).

Hasat sonrası hastalıklar konusunda kimyasal savaşıma alternatif bulmak üzere yürütülen araştırmalar biyolojik savaş, fiziksel savaş (sıcak su uygulamaları vb.) ve güvenli olarak kabul edilen gıda katkı maddelerinin kullanımı üzerinde yoğunlaşmaktadır (Karabulut ve ark. 2009).

İncir meyvesinin alt kısmında bulunan doğal açıklıktan dolayı su ile beraber kullanılması gereken uygulamaların (pulverizasyon, daldırma vb.), bu doğal açıklıktan meyveye su girmesine sebep olacağından hastalık riskini arttıracaağı dşnlmektedir. Ayrıca, incirin bahçeden hasadı ve paketlenmesi arasında geçen süreç su bazlı herhangi bir uygulamaya müsaade etmemektedir (Karabulut ve ark. 2009).

Amerikan Gıda ve İlaç Otoritesi (FDA), bazı kimyasal ve gıda katkı maddelerinin belirli şartlarda ve doz aralıklarında kullanıldığında bunların genel olarak güvenilir ve zararsız olduğunu kabul etmektedir. Bu maddelere de güvenli olarak kabul edilen maddeler (GRAS) denilmektedir (Anonim 2008). Ozon gazı da Amerikan Gıda ve İlaç Otoritesi tarafından 1997 yılında kullanımı güvenli ajanlar (GRAS) sınıfına alınmış ve yine aynı kurumun 2001 yılında aldığı “gıdalarla doğrudan temasında sakınca olmadığı” yönündeki kararlar gıdaların işlenmesinde yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Böylece ozonun gaz ve/veya su içerisinde çözülmüş olarak gıda sanayinde kullanımı hızlanmıştır. Gıda sanayinde ozon genellikle içme sularında dezenfeksiyon, kırmızı ve beyaz etlerde karkas yıkamada, gıda ekipmanlarının yıkanmasında ve dezenfekte edilmesinde kullanılmaktadır. Bunlara ek olarak ozon gazının gıda maddelerinin temel bileşenleri üzerindeki etkileri de araştırılmaktadır (Çatal ve ark. 2008).

Oksijenin 3 atomlu formu olan ozon (O₃) gazı yüksek oksidasyon özelliğine sahip, oksijen atomlarının yüksek elektriksel akım veya UV (ultra viyole) ışına altında birbirleri ile birleşmesi ile oluşmaktadır. Ozon gazının temel özelliği kararsız bir yapıda bulunmasıdır. Bunun sonucu olarak da hızlı şekilde yarılanmakta ve tekrar oksijen gazı formuna dönüşmektedir.

Günümüzde, gıda endüstrisinde ozon kullanımına olan ilgi artmaktadır. Atmosferde doğal olarak oluşan ozon mikroorganizmaların birçoğuna karşı kullanılan çok güçlü bir dezenfektandır. Ozon, taze meyve ve sebzelerin hasat sonu uygulamaları için hava ya da suda kullanılabilir. Ozon, soğuk hava depolarında depo atmosferine sürekli veya aralıklı olarak verilerek kullanılabilir. Ozonun farklı formlarda ve alanlarda kullanılabilmesi özellikle ürünlerde rezidü sorununun olmayışı ve FDA'in gıda üzerinde kullanımını tamamen güvenli kabul etmesi ticari ilgiyi artırmıştır. Örneğin günümüzde Kaliforniya'da turunçgil depolarında *Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc., ve *P. italicum* Wehmer ile enfekteli çürüyen meyvelerdeki spor oluşumunu geciktirmek için ozon kullanımı çok yaygındır (Ozkan ve ark. 2011).

Tez kapsamında yürütülen çalışmalardaki amaç, Bursa Siyah İncirinin hasat sonrası hastalıklarına karşı ozon gazının oransal nem miktarının yüksek ve düşük olduğu iki

farklı atmosfer koşulunda etkinliğinin araştırılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda yapılan uygulamalar ile fungal kaynaklı çürümelere azaltıp, meyvelerin depolama ve raf ömrünü artırarak yüksek ihracat değerine sahip olan Bursa siyah incirinin ülke ekonomisine olan katkısının artırılması hedeflenmiştir. Tez kapsamında yürütülen çalışmalarda uygulama yapılan incir meyvelerinin olgunluk düzeyinin Avrupa ülkelerinde talep gören olgunluk seviyesinde olması, sonuçların pratiğe aktarılması açısından önemli olup, yapılan çalışma uluslararası literatüründe ilk olması sebebiyle de önem arz etmektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Yürütülen tez kapsamında yapılan çalışmalara ait yerli ve yabancı literatürün büyük bir kısmı gözden geçirilmiştir. Bu bölümde, yararlanılan kaynakların konularına göre özetlenmesi uygun görülmüştür.

2.1. Ozon ile Yapılan Çalışmalar

Armutun hasat sonrası hastalıklarına karşı ozonlanmış suyun etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, farklı konsantrasyonlardaki sulu ozon çözeltilerinin 5 dakika uygulanması ile *Botrytis cinerea*, *Mucor piriformis* Scop ve *P. expansum* sporlarının LD₉₅ değerlerinin sırasıyla 0,99, 0,69 ve 0,39 µg/ml olarak bulunmuştur. Sporulasyonun engellenmesinin direkt olarak ozon konsantrasyonu ve uygulama süresi ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Denemelerde, *P. expansum* ile inokule edilen armut meyvelerine 5 dakika süre ile 5,5 µg/ml ozonlu su uygulaması yapılmıştır. Meyvelerin çürüme oranları kıyaslandığında ozonlu su uygulaması görmüş meyveler ile sadece su ile uygulama görmüş (kontrol) meyveler arasında sonuçlar benzer bulunmuştur. Ticari armut paketlenme evlerinde yapılan testlerde *Alternaria* spp.'nin ozonlu suya göre klorlu suda daha az sayıda propagül oluşturduğu buna karşın *Cladosporium* spp. ve *Penicillium* spp.'nin eşit sayılarda propagül oluşturduğu belirlenmiştir. Denemelerde, armut meyvelerinin 5 ay, -1°C'de depolanması sonrasında klorlu su ile uygulama görmüş meyveler ile ozonlu su ile uygulama görmüş meyvelerin çürüme oranlarının aynı olduğu bulunmuştur (Spotts ve Cervantes 1992).

Çileğin hasat sonrası kalitesi üzerine ozon uygulamasının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, çilek meyveleri (*Fragaria x ananassa* Duch., Camorosa) 0,35 ppm ozon içeren atmosferde 2°C'de 3 gün süre ile depolanmış, sonra meyveler 20°C'de raf ömrüne bırakılmıştır. Raf ömründe çeşitli kalite parametrelerindeki (renk, şeker ve asitlerin dağılımı, aroma) değişiklikler ve çürüme oranı değerlendirilmiştir. Ozon uygulaması, 20°C'de 4 gün raf ömrüne bırakılan çileklerdeki fungal çürümeyi engellemede etkili olmamıştır. Ozon uygulanmış çileklerde şeker ve askorbik asit içeriğinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Soğukta depolama sonunda, ozon

uygulanmış çileklerin vitamin C içeriğinin kontrol uygulamalarına göre 3 kat fazla olduğu bulunmasına karşın ozon uygulanmış meyvelerdeki uçucu esterlerin emisyonu %40 oranında azalmıştır (Perez ve ark. 1999).

Hasat sonrası dönemde kültür mantarının (*Agaris bisporus* var. Gurelan 55) meyve kalitesi üzerine ozon gazı, depolama süresi ve sıcaklığın etkilerinin belirlenmesinin amaçlandığı çalışmada, kültür mantarının 0, 15 ve 25 dakika süreleri boyunca 100 mg/h ozon uygulanmış, mantarlar polistiren paketler içine koyulmuş, PVC plastik film ile üzeri kapatılmış ve 5, 15 ve 25°C sıcaklıklarda 7 gün süresince depolanmışlardır. Depolama süresince içsel ve dışsal renk farklılıkları, doku özellikleri, olgunluk indeksi ve ağırlık kaybı belirlenmiştir. Ozon uygulaması, paketlenme öncesinde mantarlar üzerinde dışsal kahverengileşme oranında bir artışa, içsel kahverengileşme oranında da bir azalışa sebep olmuştur. Depolama süresindeki ve sıcaklığındaki artış, mantarlardaki kahverengileşmeyi, yaşlanmayı ve ağırlık kaybını artırıcı yönde etki göstermiştir. Ayrıca meyve sertliğinde de azalmaya neden olmuştur. En düşük sıcaklık (5°C) uygulaması en iyi meyve kalitesini sağlamıştır (Escriche ve ark. 2001).

Yapay inokulasyon uygulanmış turuncgil meyvelerindeki *Penicillium digitatum* ve *P. italicum*'un *in vitro* gelişmesi üzerine gaz halindeki ozonun etkileri araştırılmıştır. *P. italicum*'un 20°C'de 5 günlük inkübasyon periyodunda *in vitro* koloni gelişimi ($0,3 \pm 0,05$ ppm ozon, 5°C'de 4 hafta) önemli derecede azalmıştır. *In vivo* denemelerde ise Valencia çeşidi portakallara depolarda 5°C'de 4 hafta süresince $0,3 \pm 0,05$ ppm ozon uygulanmıştır. Eureka çeşidi limonlara ticari bir soğuk hava deposunda 4,5°C'de 9 hafta süresince sadece geceleri ($0,3 \pm 0,01$ ppm) ozon uygulanmıştır. Uygulama görmüş meyveler daha sonra ihracat konteynerlerine alınmış ve 10°C'de 2 hafta sürekli olarak $1,0 \pm 0,05$ ppm ozon uygulanmıştır. Ozon uygulaması yeşil ve mavi çürüklüğün yaygınlığını azaltmamış ancak her iki hastalığın yayılmasını 1 hafta geciktirmiş ve enfeksiyon gelişimini yavaşlatmıştır. Gaz halindeki ozon uygulaması patojenlerin sporulasyonunu da engellemiştir. Ozon uygulamaları meyvelerde herhangi bir fitotoksositeye neden olmamıştır. Sporulasyonun engellenmesi üzerinde ozon uygulaması ve düşük sıcaklık değerleri sinerjistik etki göstermiştir (Palou ve ark. 2001).

Hass çeşidi avokadoların meyve yüzeyindeki latent enfeksiyonları ve canlı spor miktarını, ozonun güçlü oksidasyon özelliği ile azaltmak amacıyla iki deneme yürütülmüştür. İlk deneme 1999-2000 sezon sonunda yapılmış ve meyveler, 0,1 mg/L konsantrasyonundaki ozonlu suya 1 ve 5 dakika daldırılmıştır. Uygulamanın etkili olmamasından dolayı meyve çürüme yüzdesi ve şiddeti oldukça fazla olmuştur. Hastalığın düşük düzeyde baskılanması, 2000-2001 sezonunda tekrarlanan çalışmada gözlemlenmiştir. Bahsedilen sezonda meyveler, 5 ve 30 dakika sürelerince 0,5 mg/L konsantrasyonundaki ozonlu suya daldırılmıştır. İkinci denemenin farklı süre uygulamalarının her iki uygulamasında da meyvede hastalık şiddeti önemli ölçüde azaltılmıştır. Kısa süre uygulamasının meyvenin alt kısmında çürüme şiddetini azalttığı görülmüştür (Pak ve Dixon 2001).

Sebze ve meyvelerin depolanmasında meyve kalitesi üzerine $0,04 \mu\text{L L}^{-1}$ dozundaki ozon gazının etkisinin araştırıldığı çalışmada, ozon gazı brokoli, çekirdeksiz hıyar ve mantar sebzeleri ile elma ve armut meyvelerinin bulunduğu depolara uygulanmıştır. Bahsedilen sebze ve meyveler farklı sıcaklıklarda muhafaza edilmişlerdir. $0,04 \mu\text{L L}^{-1}$ dozunda ozon gazı uygulanmış brokoli ve çekirdeksiz hıyarlar 3°C 'de depolanmışlardır. Ozon uygulamasının bu ürünlerde, depo ömrünü artırıcı bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Ozonun sözkonusu sebzelerdeki etkinliğine karşı, 4°C 'de depolanan mantarların ve 10°C 'de depolanan hıyarların, verdikleri yanıt oldukça düşük düzeyde olmuştur. Sebze depolarında, ozon jeneratörlerinin ürettiği $0,04 \mu\text{L L}^{-1}$ ozon gazı, etilen seviyesini $1,5-2 \mu\text{L L}^{-1}$ 'den ölçüm yapılamaz düzeye indirmiştir. Ozonun, $0,4 \mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyonunda elma ve armut depolarına uygulanması ise depolardaki atmosferde var olan etileni ortadan kaldırma konusunda oldukça etkin bulunmuştur. Meyve kalitesi açısından incelendiğinde ozonlanmış ve ozonlanmamış elma ve armutlar arasında herhangi bir farklılık söz konusu değildir. Bu çalışma ürün miktarının fazla olduğu, etilen üreten ve etilene duyarlı olan meyve ve sebzelerin birlikte bulundurulduğu depolarda ozon uygulamasının kullanılabilir bir uygulama olduğu bulunmuştur (Skog ve Chu 2001).

Soğukta depolanan şeftali ve sofralık üzümlere 0,3 ppm sürekli ozon uygulamasının meyve çürümesi üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Elegant Lady çeşidi şeftaliler

yaralanarak *Monilinia fructicola* G. Winter (kahverengi çürüklük), *B. cinerea*, *M. piriformis*, ve *P. expansum* fungusların ile inokule edilmiş ve 5°C'de 4 hafta süre ile %90 oransal nemde depolanmıştır. Depolanan şeftalilere 0,3 ppm'deki sürekli ozon uygulaması şeftalilerdeki havai miselyum gelişimini ve sporulasyonu engellemiştir. Buna karşın, raf ömründe havai miselyum ve sporulasyon görülmüştür. Ozon uygulaması, kahverengi çürüklük hariç diğer fungusların neden olduğu enfeksiyonların görülme oranını ve şiddetini azaltmamıştır. Thompson Seedless çeşidi sofralık üzüm 5°C'de, 7 hafta süre ile depolanmışlardır. Bu süre boyunca 0,3 ppm ozon uygulaması yapılmış ve depolama sonrasında, kurşuni küfün tamamen engellendiği bulunmuştur. Püskürtme şeklinde inokulasyon yapılan meyvelerde kurşuni küf oranı önemli derecede azalmamıştır. Depolanan Zee Lady çeşidi şeftalilere 5°C ve %90 oransal nemde 0,3 ppm sürekli ozon uygulaması depolamanın 5. haftasından sonra su kaybını artırmıştır. Flame Seedless çeşidi üzümde depolamanın 4. haftasından sonra ağırlık kaybında artışın olmadığı belirtilmektedir. Yapılan tüm denemelerde meyvelerde herhangi bir fitotoksisite görülmemiştir (Palou ve ark. 2002).

Meyve raf ömrü ve kalitesi üzerinde sporisid ve daha yüksek ozon dozunun etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, turuncgil meyvelerinde yüzeysel olarak açılan yaralara (1 mm genişlik, 2 mm derinlik) *P. digitatum* (yeşil küf) ve *Geotrichum citri-aurantii* Ferraris (acı çürüklük) funguslarının sporları inokule edilmiştir. İnokulasyondan 24 saat sonra 10 ppm dozundaki ozonlu suya, meyvelerin 20 dakika daldırılması ile yeşil küf ve acı çürüklüğün azalmadığı belirtilmektedir. Beş şeftali çeşidinde yapılan bir çalışmada 1,5 ppm ozona 1 dakika daldırılan meyvelerdeki kahverengi çürüklük (*Monilinia fructicola*) %10,9 dan %5,4 e düşmüştür. Ozonun 5 ppm, 15 dakika uygulanmasıyla çürüklük %1,7 ye düşmüş ancak meyvede yüzeysel çukurlara neden olmuştur. Uygulamadan önce yaralar içerisine yerleştirilen sporların neden olduğu kahverengi çürüklük engellenememiştir. Ozon uygulamasının 1 ve 5 dakika süre ile 5 ppm uygulanması meyve yüzeyindeki doğal bakteri, maya ve fungus popülasyonunu azalttığı bildirilmektedir (Smilanick ve ark. 2002).

Ozonla zenginleştirilmiş atmosferin çileğin kalitesi ve *B. cinerea*'nın gelişimi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, *B. cinerea* kültürleri patates dekstroz agarda 1,5

$\mu\text{L/L}$ ozon uygulaması yapılan atmosferde veya ozon uygulaması yapılmayan normal atmosferde 2°C sıcaklıkta depolanmıştır. Her iki ortamda kültür gelişimleri kıyaslandığında, ozon uygulanmış ortamda kültürler daha yavaş gelişmiştir. *B. cinerea* ile inokule edilerek ozon uygulanmış ve uygulanmamış çilek meyveleri 3 gün 2°C 'de normal atmosfer koşullarında depolanmış ve oda sıcaklığı koşullarına bırakılmıştır. Normal atmosferde depolanan ozon uygulanmamış meyvelerdeki miseliyal gelişimin daha hızlı olduğu gözlenmiştir. Ozonla zenginleştirilmiş atmosferde depolanan doğal olarak enfekteli Camorasa çeşidi çilek meyvelerinin soğukta muhafazasında, *B. cinerea*'dan kaynaklanan çürüklük oranı, ağırlık kaybı ve meyve yumuşaması azalmıştır (Nadas ve ark. 2003).

Penicillium digitatum ve *P. italicum*'un sporulasyonunu engellemede paketleme materyalleri yoluyla ozon gazının penetrasyonu ve etkilerini değerlendirmek için inokulasyon yapılarak ticari olarak paketlenmiş 'Lanelate' çeşidi portakallar $12,8^\circ\text{C}$ 'de depolanmış ve 14 gün süre ile 0,72 ppm (v/v) ozon uygulanmıştır. İnokule edilmiş kontrol grubu meyveler aynı çevre koşullarında ozon içermeyen bir odada depolanmıştır. Portakallar Kaliforniya standart turuncu karton kutuların, havalandırma özelliği olan plastik konteynerlerde, polietilen poşetler içinde ve karton kutularda paketlenmiştir. Ozon penetrasyonunun her bir ambalaj çeşidinin havalandırma alanı ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Buna karşın karton kutularda ve polietilen poşetlerde ozon penetrasyonunun çok düşük olduğu (%9-17), plastik konteynerlerde ise kabul edilebilir düzeyde (%82) olduğu belirlenmiştir. *P. digitatum* ve *P. italicum*'un sporulasyonunun engellenmesinin ozon penetrasyonu ile ilişkili olduğu bunun ise sadece plastik konteynerlerde depolanan portakallarda sağlandığı bulunmuştur (Palou ve ark. 2003).

Yüksek elektriksel akım trafolarına sahip elektriksel yükleme yöntemi ile pozitif ve negatif elektriksel kutupların, kuru ve nemli atmosfer şartlarının ozon gazı üretimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Yapılan çalışmada ozon gazı üretiminin kuru atmosfer şartlarında oksijen molekülleri yüksek gerilim akım trafoları içerisinde geçerek oksijen atomlarına dönüşmektedir. Oksijen atomları yüksek gerilim akım trafoları içerisinde geçen fakat oksijen atomlarına dönüşmeyen oksijen molekülleri ile birleşerek 3 oksijen atomlu ozon molekülüne dönüşmektedir. Nemli atmosfer koşullarında ozon gazı

üretiminde ise hem oksijen molekülleri hem de su molekülleri yüksek gerilim akım trafoları içerisinde geçmekte ve bir miktar oksijen atomu, oksijen molekülü ile birleşerek ozon molekülüne dönüşürken su molekülleri yüksek gerilim etkisi ile hidroksil radikallerine ve hidrojen iyonuna ayrılmaktadır. Ayrılan hidrojen iyonu oksijen atomları ile birleşerek tekrar su molekülüne dönüşmektedir. Bunun sonucu olarak ozon gazının oluşması için gerekli olan oksijen molekül sayısının azalması sonucunda daha az miktarda ozon gazı üretimi gerçekleşmektedir. Yapılan araştırmada sonuç olarak kuru atmosfer şartlarında yapılan ozon gazı üretiminin nemli atmosfer koşullarında yapılanlara oranla daha fazla miktarda olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde elektriksel yükleme yönteminde de negatif yüklemenin pozitif yüklemeye oranla ozon gazı üretimini daha fazla yaptığı ortaya konmuştur (Chen ve Wang 2005).

Ozon uygulamaları; bakteri, virüs, küf ve kötü kokularla mücadele etmek için gıda işlemenin birçok alanında kullanılmaktadır. Kurutulmuş incirlerdeki mikrobiyal florayı engellemek amacıyla ozon, gaz formunda 5 ve 10 ppm dozlarında 3 ve 5 saat süresince uygulanmıştır. Toplam bakteri, küf ve maya sayılarının azaltılmasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. *Escherichia coli* T. Escherich, kurutulmuş incir örnekleri üzerinde bulunmamıştır. Sonuçlar, kurutulmuş incirlerdeki mikroorganizma sayısının azalması için en az 3 saat 5 ppm dozunda ozon uygulamasının gerektiğini göstermiştir. Toplam aerobik mezofilik mikroorganizma sayısındaki azalma ile maya ve küf sayısındaki azalma birbirine yakın olarak bulunmuştur. Maya ve küfteki azalmanın sırasıyla %38 ve %72 oranında olduğu ve koliform bakterilerin engellendiği belirtilmektedir (Oztekin ve ark. 2006).

İki farklı hasat tarihinde toplanan Trabzon hurmasının kalitesi üzerine gaz halindeki ozon uygulamasının etkisi değerlendirilmiştir. Her iki hasat zamanında toplanan meyvelere %90 oransal nem ve 15°C sıcaklıkta 30 gün sürekli olarak 0,15 ppm ozon uygulanmıştır. Bu uygulamadan sonra meyvelerdeki acılığı önlemek için 20°C'de 24 saat süre ile %98 CO₂ uygulaması yapılmış ve meyveler 20°C'de 7 gün süre ile %90 oransal nemde depolanmıştır. Meyveler, 15°C'den raf ömrü koşullarına transfer edildiğinde en önemli olumsuzluk meyve etinin yumuşamasıdır. Daha düşük meyve sertliği görülen ikinci hasat döneminde, ozon uygulaması meyve sertliğini ticari limitler dahilinde korumayı sürdürmüştür. En yüksek ağırlık kaybı ozon uygulanmış

meyvelerde görülmüştür. Ozon uygulaması, renk indeksi, etanol, toplam çözünebilir katı madde ve pH'yı etkilememiştir. Ozon uygulanmış meyve dokularında fitotoksisite görülmemiştir (Salvador ve ark. 2006).

Çilekte ve ahudududa mikrobiyal güvenliği sağlamak ve raf ömrünü uzatmak için dengeli modifiye atmosfer (EMA) ve yüksek oksijenli atmosfer (HOA) teknolojileri etilen emebilen tabakalarla kombine edilerek kullanılmıştır. Yapılan bu çalışmada, çilek meyveleri için her iki pakette de 5 gün, ahududu meyveleri için ise dengeli modifiye atmosferde (EMA) 7 gün, yüksek oksijenli modifiye atmosferde (HOA) 5 günlük süre, raf ömrü olarak belirlenmiştir. *E. coli*, *Salmonella* spp. ve *Listeria monocytogenes* E. Murray ile yapılan inokulasyonlarda, paketli meyveler 7°C'de depolandıklarında, bu bakterilerin meyveler üzerinde yaşamlarını sürdürebildikleri görülmüş, ahududu da *Salmonella* her iki pakette de inaktive edilmiştir. Genel olarak her iki teknoloji de meyvelerin raf ömrünü arttırmasına karşın mikrobiyal riski ise arttırmamışlardır (Siro ve ark. 2006).

Meyve ve sebzelerin yaklaşık %30'luk bir kısmının hasat, taşıma, işleme, depolama ve satış aşamalarında mikrobiyal kaynaklı bozulmalar ile tüketilemez hale geldiği tahmin edilmektedir. Bu kayıpları önlemek amacıyla pek çok uygulama geliştirilmiş olup bunlardan bazıları uygulama kolaylığı, etkinliği ve ekonomik olması nedeniyle endüstriye aktarılmış durumdadır. Son yıllarda yapılan araştırmalarla ozonun da bu amaçlar için kullanılabildiği bildirilmekte ve bu konu ile ilgili araştırmalar devam etmektedir. Ozon, yüksek oksidatif etkisi sayesinde bakteri, maya ve küflerin vejetatif hücreleri üzerine etkili olmakla beraber diğer pek çok uygulamadan farklı olarak sporlar üzerine de etki göstermektedir. Bu etki hücre membranlarında bulunan glikoprotein ve glikolipidlerin oksidasyonu ile gerçekleşmektedir. Ozon yıkama sularında çözülerek veya gaz formunda taze meyve sebzelerin muhafaza süresini uzatmak, kuru meyve ve sebzeleri dezenfekte etmek, pestisit ve mikotoksinleri indirmek, enzim aktivitelerini azaltmak amacıyla kullanılmaktadır (Tetik ve ark. 2006).

Soğanda siyah çürüklük hastalığı (*Aspergillus niger*)'na karşı ozon gazının etkisi *in vitro* koşullarda araştırılmıştır. Tüm uygulamalarda ozon gazı spor çimlenmesini teşvik

etmiş, birkaç sporda şişme belirlenmiş ve kontrol ile karşılaştırıldığında spor başına 2-3 çim tütünün olduğu bulunmuştur. Ozon gazı uygulanmış sporların tümü çimlenmesine rağmen bu sporların tümü üniform bir koloni morfolojisi oluşturmamıştır. Ozon uygulanmış spordan gelişen bazı kolonilerin sporulasyonda başarısız olduğu belirlenmiştir (Vijayanandraj ve ark. 2006).

Longan (*Dimocarpus longan* Lour.) meyvesinin hasat sonu çürüklüğü ve perikarp kahverengileşmesini engellemede ozonun sitrik asit, askorbik asit ve oksalik asit ile kombinasyonlarının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, meyvelere 0 (kontrol), 15, 30, 60 ve 120 dakika 200 µl/L ozon uygulanmış ve 25°C'de depolanmıştır. Longan meyvesinin yüzeyindeki mikroorganizma popülasyonu, 60 ve 120 dakika süre ile yapılan ozon fumigasyonu ve 3 günlük depolamanın ardından önemli derecede azalmıştır. Ancak uygulama süresi 120 dakikaya çıkarıldığında hastalığın görülme sıklığı artmıştır. Diğer bir denemede, longan meyveleri %0, %5 ve %10'luk sitrik, askorbik, ve oksalik asit çözeltilerine daldırılmıştır. %5 konsantrasyondaki oksalik asit, diğer asitlerle karşılaştırıldığında kahverengileşmeyi önlemede daha güçlü bir etkidir. Ozonun, oksalik asit ve sitrik asit ile kombinasyonunda daha az kahverengileşme görülmüştür. Bu çalışma sonucunda, ozonun oksalik asit ve sitrik asitle kombinasyonunun hasat sonu çürüklüğü ve kahverengileşmeyi engellemede kükürtdioksit uygulamasına karşı kısmi bir alternatif olabileceği bulunmuştur (Whangchai ve ark. 2006).

Domates, çilek, sofralık üzüm ve erik *B. cinerea* ile inokule edilmiş ve 13°C 'de 0,1µmol mol⁻¹ ozonla zenginleştirilmiş hava ve temiz hava meyvelere uygulanmıştır. Ozonun düşük dozlarıyla zenginleştirilmiş hava uygulaması, uygulanan tüm meyvelerde lezyon gelişimini durdurduğu gibi sporulasyonda önemli düşüşleri de sağlamıştır. Aynı çalışmada 0,005 ve 5 µmol mol⁻¹ aralığında ozon uygulamasına tabi tutulan domates meyvelerinin ozon gazına tepkisi araştırılmış ve *B. cinerea* sporları inokulasyonu ile eş zamanlı veya sonrasında, ozon gazı uygulaması yapılan meyvelerde lezyon çapı gelişimi, spor üretimi ve sporların canlılığında azalış görülmüştür. Artan sürelerde ve konsantrasyonlarda ozon gazı ile muamele gören domates meyvelerinde bahsedilen parametrelerin azalışı daha fazla olmuştur. 5-6 gün boyunca, 13°C 'de, bağıl nemin %95

olduğu Patates Dekstroz Agar (PDA) ortamda yetiştirilen *B. cinerea* kolonilerine karşı olan ozon gazının etkinliği, aynı patojenin meyveye inokule edilmesi sonrasında yapılan *in vivo* çalışmalarda ozon uygulamasının etkinliğine oranla daha az olmuştur. Bir bütün olarak ele alındığında, patojen gelişiminin ozon tarafından baskılanması meyve patojen ilişkisi tarafından da bir dereceye kadar etkilenmektedir. Bu çalışma, ozonun hasat sonunda kullanılan geleneksel fungusit uygulamalarına karşı etkili, kalıntı bırakmayan özellikleri nedeniyle alternatif olabileceğini göstermektedir (Tzortzakakis ve ark. 2007).

Çileğin hasat sonu hastalıklarına karşı modifiye atmosfer paketleri (MAP), ozon (O₃) ve ultraviyole-C ışığı (UV-C)'nin kullanımı ve bu uygulamaların çilek fitokimyasalları üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, UV-C ışığı (1kJ/m²) gaz formundaki O₃ (500 mg/L) ve iki aktif MAP koşulları (süper atmosferik O₂ ve CO₂ ile zenginleştirilmiş atmosfer)'nin polifenoller ve vitamin C içeriğine etkisi değerlendirilmiştir. Örnekler, uygulamalar yapılmadan önce alınmış, depolamadan 5, 9 ve 12 gün sonra mikrobiyal, besinsel ve duyuşal özellikler değerlendirilmiştir. Değerlendirilen örneklerin hiçbirinde depolamadan 12 gün sonra normal atmosfer koşullarında depolanan uygulama yapılmamış kontrol grubu da dahil olmak üzere hastalık belirtisi görülmemiştir. Buna karşın UV-C ve O₃ uygulanmış çileklerin fenolik içerikleri, prosiyanidinlerin azalışına bağlı olarak uygulamalardan sonra önemli derecede azalmıştır. Ozonlanmış örnekler depolamanın sonunda en düşük vitamin C içeriği göstermiştir. Diğer taraftan süper atmosferik O₂ ve CO₂ ile zenginleştirilmiş gaz konsantrasyonlarında depolanan çilekler ile normal atmosferde depolananlar karşılaştırıldığında, depolamadan 5 gün sonra daha düşük toplam fenolik içeriği, depolamadan 12 gün sonra vitamin C içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak süper atmosferik O₂'de oksitlenmiş formların azalışına doğru çok belirgin bir dönüşüm gerçekleşmiştir. Genel olarak, MAP'ın tat değerlendirmeleri dışındaki tüm raf ömrü değerlendirmelerinde, örneklerin üstün bir kaliteye sahip olduğu bulunmuştur. Tek başına yapılan uygulamaların etkisi ile hasat sonu uygulamalarının kombine edilerek uygulanmasının etkisi karşılaştırıldığında ilave bir etki gözlenmemiştir (Allende ve ark. 2007).

Depolanmış havuçların çürüklüğe karşı dayanıklılığı ve kalitesi üzerine ozon ve 1-metilsiklopropenin (1-MCP) etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, 10°C'de 16 saat, 1

$\mu\text{L/L}$ 1-metilsiklopropen uygulanmış ve uygulanmamış havuçlara, 10°C de 0, 1, 2 ve 4 gün 300 ve 1000 $\mu\text{L/L}$ ozon uygulanmıştır. Havuçlar, 0°C 'de 24 hafta depolanmış ve her 4 haftada bir *B. cinerea* ve *Sclerotinia sclerotiorum* de Bary enfeksiyonu açısından değerlendirilmiştir. *B. cinerea*'dan kaynaklanan çürüklük 2 ve 4 gün süre ile 1000 $\mu\text{L/L}$ ozon uygulaması ile engellenmiştir. Ancak *S. sclerotiorum* enfeksiyonları engellenememiştir. Dört gün 300 ve 1000 $\mu\text{L/L}$ ozon uygulanmış havuçlarda meyve sertliği azalmıştır. Ozon uygulaması kontrole göre % 60-90 oranında solunum artışına neden olmuştur. Ancak bu etki depolamanın 4. haftası içerisinde azalmıştır. Ozon uygulaması etanol ve heksanal üretimini uyarılmış, şeker konsantrasyonunu azaltmış, terpen konsantrasyonunu artırmıştır (Forney ve ark. 2007).

Araştırmada turunçgillerin, sert çekirdekli meyvelerin ve sofralık üzümünün hasat sonrası en önemli hastalıklarının (turunçgilllerde; *P. digitatum* ve *P. italicum* 'un neden olduğu mavi ve yeşil küf, sert çekirdeklilerde; *M. fructicola*, *B. cinerea*, *M. piriformis* ve *P. expansum* 'un neden olduğu kahverengi çürüklük, gri küf, Mucor çürüklüğü ve mavi küf, sofralık üzümde; *B. cinerea* 'nın neden olduğu kurşuni küf) görülme oranı ve gelişimi üzerine ozon gazının etkisi incelenmiştir. Sürekli olarak 0,3 ppm konsantrasyonundaki ozon gazı uygulamasının, meyve kabuğunun iç yüzeyinde oluşan enfeksiyonlarda etkinliği olmamıştır. Bu nedenle ozon uygulaması, taze meyve işleme evlerinde meyve yüzeyini kaplama esnasında veya paketleme bantlarında kimyasal fungusitlerle yapılan uygulamaların yerine tercih edilememektedir. Havadaki ozon, meyvelerde fitotoksik bir etki göstermemiştir. Fakat ozon, 5°C 'de 4 hafta depolanan portakal, limon ve şeftaliye yapılan inokulasyon sonrası havai misel gelişimi ve sporulasyonu engelleyici özelliktedir. Ancak, havai misel gelişimi ve sporulasyon, normal atmosfer ortamında sonradan devam etmektedir. Üzümler 7 hafta süresince 5°C 'de depolandığında, meyveler arası gri küf geçişi tamamen durdurulmuştur. Buna karşın tanelere sprey şeklinde inokulasyon yapıldığında gri küf hastalık çıkış oranında, kayda değer düzeyde azalış olmamıştır. Sporulasyonun önlenmesinin bir sonucu olarak, paketleme evlerindeki patojen inokulasyonu ve fungusitlere dayanıklı patojen ırklarının sporlarının çoğalması azaltılmıştır. Ancak, ozon gazı sunta, karton veya plastik kutulara penetre olamadığından, meyve depolama süresince pratik kullanımını sınırlamaktadır. Oldukça yüksek oksidasyon gücü yüzünden ozon, insanlar için zararlı, meyveler için

fitotoksik ve birçok materyalde korozyona sebep olabilmektedir. Bu nedenle bir üretim sistemi uygulamaya geçirildiğinde, güvenliğin sağlanması, izleme ve soğuk hava depolarının içindeki ozon konsantrasyon kontrolü oldukça önemlidir (Palou ve ark. 2007).

Amerikan Gıda ve İlaç Otoritesi FDA tarafından 1997 yılında kullanımı güvenli ajanlar (GRAS) sınıfına alınan ozon, yine aynı dairenin 2001 yılında aldığı “gıdalarla doğrudan temasında sakınca olmadığı” yönündeki kararlar gıda işlemede yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Böylece ozonun gaz ve/veya su içerisinde çözünmüş olarak gıda sanayinde kullanımı hızlanmıştır. Gıda sanayinde ozon genellikle içme sularında dezenfeksiyon, kırmızı ve beyaz etlerde karkas yıkamada, depolama atmosferinin kontrol edilmesinde ve gıda ekipmanlarının yıkanmasında ve dezenfekte edilmesinde kullanılmaktadır. Bunlara ek olarak ozon gazının gıda maddelerinin temel bileşenleri üzerindeki etkileri de araştırılmaktadır (Çatal ve ark. 2008).

Havuçta *S. sclerotiorum* ve *B. cinerea*'dan kaynaklanan çürümelere karşı sürekli düşük dozda ozon uygulamasının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, havuçlara 0,5°C'de %95 oransal nemde 6 ay süre ile sürekli olarak ozon 50±10 µL/L uygulanırken çalışmanın diğer bölümünde ise ozon uygulaması yapılmadan depolama yapılmıştır. *S. sclerotiorum* ile inokule edilmiş havuçlardaki lezyon boyutları depolamanın başlangıcında uygulama ile azalmış ancak zamanla her iki uygulamadaki lezyon büyüklükleri birbiri ile benzer bulunmuştur. *B. cinerea* ile enfekteli havuçlarda lezyon boyutu ve gelişme oranı ozon uygulaması ile azalmıştır. Her iki patojenin havai miselyumu ozon uygulaması ile belirgin bir şekilde azalmıştır. Ancak lezyonlardaki koyu mat yüzeyler şeklinde karakterize edilen *B. cinerea*'nın sporulasyonu artmıştır. *S. sclerotiorum*'a duyarlılık depolama süresince artarken *B. cinerea*'da depolamanın 4. ayında en yüksek değerlere ulaşmış, daha sonra havucun nem içeriğine bağlı olarak azalmıştır (Hildebrand ve ark. 2008).

Ozonla zenginleştirilmiş atmosferde yetiştirilen çileklerin, meyve verimi, kalitesi ve hasat sonrası davranışı perakendeci koşullarına uyarlanarak araştırılmıştır. Bu çalışmada ozona duyarlı Korona ve daha az duyarlı Elsanta çeşitleri kullanılmıştır. Bu çeşitlerin

bir kısmına kontrollü çevre koşullarında 2 ay süreyle ortalama $156 \mu\text{g m}^{-3}$ ozon uygulanmış diğer kısmına ise ozon uygulanmamıştır. Genel olarak askorbik asit içeriğindeki azalma meyvenin daha yüksek lipit peroksidasyonu ve daha düşük tat değerine neden olmaktadır. Lipit peroksidasyonunda etki perakendeci koşullarında yüksektir. Ozon stresi meyvenin verim, boyut, antioksidan kapasitesi, antosiyoninler ve fenolik bileşiklerini etkilememiştir (Keutgen ve Pawelzik 2008).

Domates meyveleri (*Lycopersicon esculentum* L.)'ne, *Alternaria alternata* (siyah leke) ve *Colletotrichum coccodes* S. Hughes (antraknoz) inokulasyondan önce ve sonra 0,005 $\mu\text{mol/mol}$ (kontrol) ile 5 $\mu\text{mol/mol}$ arasındaki dozlarda 13°C 'de 13 gün süre ile ozon uygulanmıştır. Düşük dozda atmosferi ozonla zenginleştirme, fungal lezyon gelişiminde istatistiki olarak orta derecede bir azalmayla sonuçlanmıştır. Ozon gazının daha yüksek konsantrasyonlarında etkinin yüksek olduğu bulunmuştur. Bu sonuç fungal lezyon gelişiminde konsantrasyona bağlı olarak spesifik etkilerin oluştuğunu göstermektedir. Meyveler ozonla zenginleştirilmiş atmosferde depolandığında *in vivo*'daki fungal sporulasyon belirgin şekilde azalmıştır. Daha yüksek konsantrasyonlar ve sürelerdeki uygulamalar, sporulasyonda daha fazla azalmayı sağlamıştır. *In vitro*'da spor çimlenmesinde ozonun etkisinin, uygulama süresine ve konsantrasyona bağlı olduğu bildirilmektedir (Tzortzakakis ve ark. 2008).

Fusarium türlerinden kaynaklanan fungal kontaminasyon oranını belirlemek amacı ile Erbeyli İncir Araştırma Enstitüsü'ndeki 10 incir çeşidinde 2000-2001 yıllarında yapılan bir çalışmada, çeşitlerin her birinden tesadüfen toplanan 30 incirden toplam 284 *Fusarium* türü izole edilmiştir. Bu izolatların 196'sı *F. verticillioides* Nirenberg (*F. moniliforme*) 48'i *F. solani* Sacc. olarak teşhis edilmiştir. Virülent ve yüksek derecede virülent izolatların sayısı *F. verticillioides*'de sırası ile 11,7 ve 41,3, *F. solani*'de 22,9 ve 29,2 'dir. Çeşitler dikkate alınmadığında *F. solani* izolatlarının virülensi, *F. verticillioides*'in virülens oranlarından önemli derecede yüksek bulunmuştur. İki yıllık çalışma sonuçlarına göre incir çeşitlerindeki patojenik *Fusarium* izolatlarının oranı Bursa Siyahında %19,7, Sultan Selimde %15,2, Morgüz de %13,5, Beyaz Orakda %12,7, Siyah İncirde %9,8, Yeşilgüzde %9, Sarı Lopda %7,4 (Syn: Caliyrna), Siyah

Orakda %5,7, Horasanda %4,5 ve Sarı Zeybekde %2,5 olarak belirlenmiştir (Yıldız ve ark. 2008).

Aspergillus nidulans G. Winter ve *Aspergillus ochraceus* Wilhelm'in spor çimlenmesi, sporulasyon ve biyokütle üretiminde ozon gazının etkisi 3 farklı ozon dozu kullanılarak araştırılmıştır. Ozon dozları 200 ve 300 µmol / mol olan yüksek doz ozon uygulamaları ve 0,2 µmol / mol olan düşük doz ozon uygulaması yapılmıştır. Ozon uygulamaları miseliyal gelişmeyi engellemeye göre sporulasyonun azaltılmasında daha etkili bulunmuştur. Düşük dozda sürekli ozon uygulamasında *A. nidulans*'da sporulasyon görülmemiştir. Aynı uygulama *A. ochraceus*'da sporulasyonu %94 azaltmıştır. Çalışma sonucunda ozon uygulamasının fungal sporların yayılmasını önlemede etkili bir yöntem olduğu bulunmuştur (Antony-Babu ve Singleton 2009).

Çalışmada, ozon gazı 1, 3 ve 5 ppm olmak üzere 3 farklı konsantrasyonda 15, 30, 45 ve 60'ar dakikalık sürelerde İran hurmasına uygulanmıştır. Koliform, *Staphylococcus aureus* Rosenbach gibi maya ve bakteri sayımları incelenmiştir. Sonuçlar hurma meyvesinde mikrobiyal popülasyonu azaltma konusunda ozonun etkinliğinin olduğunu göstermiştir. *E. coli* ve *S. aureus*, 60 dakika süresince 5 ppm dozunda ozon uygulaması sonrası inokule edilerek kültüre alındığında, gelişim gözlenmemiştir (Najafi ve Khodaparast 2009).

On üç farklı fungus türüne karşı portatif ozon jeneratörünün etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, örnekler ıslak ve kuru tabakalar şeklinde hazırlanmış, ozon uygulaması bir ve iki döngü %90 nemde 20 dakika süre ile 35 ppm ozon uygulaması şeklinde yapılmış ve rezidüel canlılık hesaplanmıştır. Çeşitli yüzeylerdeki laboratuvar ve simule edilen laboratuvar koşulları dışındaki alanlardaki uygulamalar, fungusların çoğunda (3 log₁₀ cfu'da) etki göstermemiştir. Çalışma sonucunda binalardaki küfleri engellemede ozon jeneratörünün önemli bir dekontaminasyon cihazı olduğu vurgulanmaktadır (Hudson ve Sharma 2009).

B. cinerea ve *S. sclerotiorum*'un miseliyal gelişimi ve *B. cinerea*'nın spor canlılığını azaltmada gaz halindeki ozonun etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, 20°C'de 48 saat

450 ve 600 ppb ozon uygulanmıştır. Ozon uygulaması ile *B. cinerea*'nın spor canlılığı ve havai miselyum yüksekliği %95'den fazla azalmıştır. *B. cinerea*'nın sporulasyonu da önemli derecede azalmıştır. Buna karşın ozon uygulamasının *S. sclerotiorum*'un miseliyal gelişiminde önemli bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. Çeşitli bahçe ürünlerinde (elma, üzüm, yüksek boylu yaban mersini ve havuç) 12 gün depolama sonrasında 20°C'de 48 saat 450 ppb ozon uygulamasının meyve çürümeleri ve kalite parametreleri (renk, klorofil, ozon toksisitesi) üzerine olan etkisi araştırılmıştır. *B. cinerea* ve *S. sclerotiorum* ile enfekteli havuçlarda ozon uygulaması ile lezyon boyutu ve havai miselyum yüksekliği önemli derecede azalmıştır. *B.cinerea* ile enfekteli elmalarda lezyon boyutu, üzümlerde ise çürüklük oranı azalmıştır. 48 saat 450 ppb ozon uygulaması elma ve üzümlerin fotosentezinde, havuç ve elmaların ise renklerinde herhangi bir değişikliğe neden olmamıştır (Sharpe ve ark. 2009).

Ozon, zararlı mikroorganizma ve uçucu maddelerin kontrolünde endüstriyel işlemlerin birçoğunda kullanılan güçlü bir oksitleyici ajandır. Mısır gibi depolanabilen tahıl ürünleri insan ve hayvanlara zararlı toksinler üreten *Aspergillus* türleri gibi fungusları içeren çok sayıda mikroorganizma taşıyabilmektedir. Mısır tanesindeki mikroorganizmaları azaltmak için süre/konsantrasyon kriteri, ozonun yarılanma ömrü ve özelliklerini bilmek gereklidir. Bir silindir içerisindeki hava hızı 0 - 370 m³/h, sıcaklık 4-40°C ve oransal nem %0-80'de havadaki ozonun yarılanma ömrü belirlenmiştir. Ozon yarılanma ömrü %0 nem, 24°C oda sıcaklığı, durgun havada ortalama 1500 dakikadır. Hava hızı, sıcaklık ve nem arttığında ozon yarılanma ömrü sırasıyla 40, 800, ve 450 dakika azalmıştır. Bu çalışma sonucunda, ozon uygulamasının yüksek akışlı ozonlanmış hava, yüksek sıcaklık ve nem koşullarına göre durgun hava, düşük sıcaklık ve nemde daha etkili olacağı vurgulanmaktadır (McClurkin ve Maier 2010).

Sofralık üzümlerin hasat sonrası hastalıklarından olan *Botrytis cinerea* 'nın neden olduğu kurşuni küf ile mücadele amacıyla ön soğutma esnasında ozon veya sülfürdioksit kullanımı sonrası meyveler üzerine *Muscodor albus* 'un ürettiği uçucu gazların biyofumigasyonu depolama süresince devam etmiştir. *Botrytis cinerea* ile inokule edilen 'Autumn Seedless' üzümlerde 5000 ppm ozon gazının 1 saatlik

fumigasyonu ile kurşuni küf görülme oranı %91,7 'den %19,3'e düşürülmüştür. Bu oran *M. albus* biyofumigasyonu ile beraber uygulandığında %10 'a düşmektedir. Organik olarak yetiştirilen 'Thompson Seedless' çeşidi üzümün 0,5°C sıcaklıkta 1 ay depolanması sonunda doğal olarak gelişen kurşuni küf hastalığının görülme oranı %31 iken ozon fumigasyonu ile bu oran %9,7, sadece *M. albus* biyofumigasyonu ile %4,4 'e, bu iki uygulamanın kombine halde uygulanması ile %3,4 'e düşürülmüştür. Ticari sülfür dioksit pedlerinin kullanımı ile hastalık görülme yüzdesi %1,1 oranında görülmüştür (Mlikota Gabler ve ark. 2010a).

Meyve ve sebzelerin hasat sonrası uygulamalarında ozon etkili bir alternatiftir. Domatesin (*Lycopersicon esculentum* Mill, FA-180 çeşidi) hasat sonu dezenfeksiyonunda gaz halindeki ozon ve suya uygulanan ozon uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. Hasat edilen meyvelere kontrolsüz sıcaklık ve oransal nemde 16 gün, günde 2 saat 25 ve 45 mg/m³ ozon uygulanmıştır. Depolama sırasında ozon uygulaması, domatesin raf ömrünün uzamasının yanı sıra duyu özelliklerinin de korunmasını sağlamıştır. *E. coli* ATCC 25922 ile inokule edilmiş olgun domatesler, 0,5-1 mg/L ozonlanmış su ile 15-30 dakika yıkanmıştır. Yeterli bir dezenfeksiyon için 15 dakika 1 mg/L ozon uygulaması önerilmektedir. Çalışma sonucunda ozonlanmış su ile dezenfeksiyonun etkili olduğu bulunmuştur (Venta ve ark. 2010).

Ozon gazı, 900±12 µL/L konsantrasyonunda çeşitli havalandırma alanları olan yaygın olarak kullanılan plastik filmlere uygulanmış ve bu alanlardan gaz difüzyonunun olup olmadığı belirlenmiştir. Ozon difüzyonu sırasıyla yüksek yoğunluktaki polietilen, polipropilen ve düşük yoğunluktaki polietilen maddelerde fazla olmasına rağmen aralarındaki farklılık çok küçük olup önemli derecede değildir. Ozon difüzyonu, havalandırma alanı %1,3, 5,2 ve 10,4 olan 6,5 mm çapındaki dairesel deliklerin bulunduğu düşük polietilen film ile belirlenmiştir. Havalandırma alanı arttıkça ozon difüzyonu da artmıştır (Karaca ve Smilanick 2011).

Kivi meyvelerinde kök ucu çürüklüğüne neden olan *B. cinerea* inokule edilerek geleneksel soğuk hava deposunda 0°C ve %95 oransal nemde 4 aylık depolama süresince depoya etilen oksidasyon özelliğine sahip madde uygulanmıştır (kontrol).

Dört ay süresince etilen oksidasyon özelliğine sahip madde uygulanan depoya sürekli 0,3 µL/L ozon gazı 0, 2, 8, 24, 72 ve 144 saat süresince uygulanmış ve hastalık şiddeti ile hastalık görülme yüzdesi belirlenmiştir. Depolanan kivi meyvelerinin bir kısmının yapay inokulasyonu uygulama öncesinde diğer bir kısmı ise uygulama sonrasında sonrasında yapılmıştır. Ozon gazı hastalık şiddetinde azalış sağlamazken, hastalık görülme yüzdesi %56 oranında azalmıştır. İnokulasyon öncesinde ozon gazı uygulaması, artan uygulama süreleri ile hastalığın baskılanmasını sağlarken, inokulasyon sonrası uygulamalarda bu etki görülmemiştir (Minas ve ark. 2010).

P. digitatum, *P. italicum* ve *B. cinerea* yaş meyvelerde önemli hasat sonu kayıpları oluşturmaktadırlar. Bu patojenlerin konidilerine farklı oransal nemde ozon gazının toksik etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, lam üzerine dağıtılan konidilere 25°C'de %35, 75 ve 95 oransal nemde 250-350 µL/L ozon gazı uygulanmıştır. Konidiler yüksek oransal nemde daha hızlı bir şekilde canlılıklarını kaybetmişlerdir. *P. italicum* ve *P. digitatum*'un *B. cinerea*'ya oranla ozona daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. *B. cinerea* konidileri ile inokule edilmiş üzümde ozon uygulanması sonucu %45-85 oranında hastalık engellenmiştir (Ozkan ve ark. 2011).

'Thompson Seedless' çeşidi üzüm danelerine boscalid, iprodione, fenhexamid, cyprodinil ve pyrimethanil solüsyonları karışım halinde spreylene, 24 saat süresince kurutulmuş ve genişletilmiş polistiren kutular içinde plastik kapaklı kaplarda saklanmıştır. Kutular, 0,3 µL/L dozunda ozonla zenginleştirilmiş atmosferde ya da ozonun bulunmadığı atmosferde 2°C, %95 oransal nemde 36 gün saklanmıştır. Rezidü analizleri, başlangıçta ve 12 gün aralıklarla gaz kromatografisi-kütle spektrometresi kullanılarak yapılmıştır. 36 günlük depolama sürecinde boscalid, iprodione, fenhexamid ve pyrimethanil rezidülerinde ozonun olmadığı hava ortamında depolanan meyvelerde azalma olduğu görülürken, cyprodinil rezidülerinde önemli değişiklikler olmamıştır. Ozonlu atmosfer ise fenhexamid, cyprodinil ve pyrimethanil rezidü azalışını belirgin bir şekilde hızlandırmıştır. Fakat bunların arasında boscalid ve iprodione rezidülerinde bu etki söz konusu değildir. Depolamanın sonunda fenhexamid, cyprodinil ve pyrimethanil kalıntılarındaki azalış ozonsuz atmosfere oranla ozonlu atmosferde sırasıyla 1,6, 2,8 ve 3,6 oranında daha fazla olmuştur. Yapısal benzerlik olmasına rağmen hem ozonlu hem

de ozonsuz atmosferde pyrimethanil, cyprodinil'e oranla daha hızlı bir düşüş göstermiştir. Fenhexamid 'in her iki ortamda da diğer fungusitlere göre azalışı daha hızlı olmuştur (Karaca ve ark. 2012).

2006-2010 yılları arasındaki 5 yıl süresince yapılan çalışmaların özeti olarak düşünülen bu çalışmada, sofralık üzümlerde görülen kurşuni küf hastalığına karşı uygulanan biyolojik mücadele ajanlar, doğal antimikrobisidler, GRAS sınıfı ürünler ve fiziksel yollarla yapılan mücadele yöntemleri karşılaştırılmıştır. Kullanılan iki biyolojik ajan, *M. albus* ve *Hanseniaspora uvarum* Shehata, sofralık üzümlerdeki kurşuni küf hastalığına karşı diğer geleneksel yöntemlerle etkinlik yönünden kıyaslandığında eşit veya biraz daha fazla etkili çıkmıştır. Tuzlar, kitosan, bitki ekstratları gibi doğal antimikrobisidlerin çeşitli ölçülerde kullanımı oldukça iyi sonuçlar vermiştir. Asetik asit, ozon ve etanolün içinde bulunduğu GRAS sınıfına giren ürünler ve farklı sıcaklıkların, UV-C ışınlamasının, atmosfer koşullarının değiştirilmesi veya baskılanması gibi fiziksel yöntemler de kullanılmıştır. Tüm bunlar arasında ozon ve kalsiyum klorid, ticari ölçülerde kullanıldığında etkinliği oldukça iyi, kullanılabilir iki ürün olarak bulunmuştur (Romanazzi ve ark. 2012).

2.1. İncir Meyvelerinin Hasat Sonrası Hastalıkları ile İlgili Çalışmalar

Yaş incirler (*Ficus carica* L.), %15 ve %20 CO₂ ile zenginleştirilmiş atmosferde 4 hafta 0, 2,2 ve 5°C'de muhafaza edilmiştir. Yüksek CO₂ dozlarının uygulanması ile çürüklük oranı azaltılmış ve incirin parlak dış görünümü korunabilmiştir. Normal atmosferde depolanan incirlere göre yüksek CO₂'de depolanan incirlerde etilen üretimi daha düşük olmuş, meyve yumuşaması yavaşlamıştır. CO₂ uygulanmış meyvenin etanol miktarı ilk 3 haftada çok az olurken 4. haftada ise etanol miktarı artmıştır. Buna karşın asetaldehit konsantrasyonu ilk hafta artmış sonra azalmıştır. Bu çalışma sonucunda elde edilen bulguların yaş incirin taşıma ve depolanmasında kullanılabileceği vurgulanmıştır (Colelli ve ark. 1991).

İncirde (*Ficus carica* L., Masui Dauphine) 20°C'de nakliye sırasında görülen bozulmalar üzerine CO₂ ile zenginleştirilmiş atmosfer ve modifiye atmosfer paketlerin

etkisi araştırılmıştır. CO₂ ile zenginleştirilmiş atmosfer uygulaması etilen üretimini inhibe etmiş ve fungal gelişimi azaltmıştır. İki gün süre ile %60 ve %80 CO₂ uygulanıp, 1 günde normal atmosferde (20°C) tutulan incirlerin büyük kısmının hala pazarlanabilir özelliklerini muhafaza etmişlerdir. Açıkta ve perforasyonu olmayan polietilen torbalarda tutulan incirlerde perforasyonu olan torbalardaki incirlere göre fungal gelişim daha fazla görülmüştür. Sonuç olarak incirdeki bozulmanın CO₂ ile zenginleştirilmiş atmosfer veya modifiye atmosfer paketleri kullanılarak azaltılabileceği bildirilmektedir (Mathooko ve ark. 1993).

Yaş incirin raf ömrünü kısıtlayan en önemli faktörlerin meyvenin hızlı metabolizması ve yumuşama ile birlikte kurşuni küf gelişimi olduğu belirlenmiştir. Üzümde kullanılan SO₂ jeneratörlerinin incirde de kullanılarak *Botrytis cinerea*'dan kaynaklanan çürümeleri önlemeye ve meyvelerin raf ömrü süresini arttırmaya yönelik bir çalışma yapılmıştır. İçinde 250 g, 35-40 mm boyutundaki "Melar" incirlerinin bulunduğu kutular, 25 µm kalınlıktaki polietilen paketlerin içine konularak -0,5°C'de 5 saat süre ile 2,5m/s hava akımında ön soğutma yapılmasının ardından paketlerin içlerine SO₂ jeneratörleri yerleştirilmiştir. Kutunun içindeki atmosferde ilk dört gün süre ile 1,5 ppm'den daha az SO₂ tespit edilmiş, 24 saat süre sonunda ise sülfür dioksit kalıntısı kalmamış ve 1 hafta depolama süresince *B. cinerea* kontrol edilmiştir (Plaza 2003).

Bursa Siyah İncirinde (Brown Turkey Figs-*Ficus carica* L.) yumuşamanın geciktirilmesi için 1-metilsiklopropan (1-MCP) 0, 0,25, 0,5, ve 5 µL/L dozlarında 25°C'de 8 saat süre ile uygulanmış ve meyveler 20°C'de depolanmıştır. 0,5 ve 5 µL/L dozlarında 1- metilsiklopropan uygulaması yapılan incirlerde etilen üretiminin ve solunumun yükseldiği görülmüş, ancak uygulama yapılmamış ve 0.25 µL/L dozunda 1- metilsiklopropan uygulaması yapılan meyvelere göre yumuşamanın yavaşladığı görülmüştür. Erken hasat edilen sert incirlere ve geç hasat edilen yumuşamış incirlere 0,5 ve 5 µL/L dozlarında 1-metilsiklopropan uygulaması 25°C'de yapılmış ve 0°C'de 19 gün süre ile depolanmışlardır. Uygulama yapılan sert incirlerde erken dönemde etilen düzeyi en üst seviyeye çıkmış, meyvelerde solunum artmış ve uygulama yapılmayan meyvelere göre uygulama gören meyvelerde sertliğin daha fazla olduğu görülmüştür. Ancak yumuşak incirler 1-MCP uygulamalarına 5 µL/L dozundaki geç dönemde

görülen solunum artışı dışında cevap vermemişlerdir. Sonuç olarak, 1-metilsiklopropen uygulamalarının incirde olgunlaşmayı kısmen yavaşlattığı belirlenmiştir (Sozzi ve ark. 2005).

Hasat edilmiş Bursa siyah inciri meyvesine kapalı bir alan içinde, özel bir makine ile 1,2 mikron büyüklüğündeki kürelerden oluşan sis şeklinde 300, 500 ve 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ klor dioksit uygulaması yapılmıştır. Daha sonra meyveler modifiye atmosfer paketleriyle paketlenip 1°C’de 7 gün depolanıp 2 gün 20 °C’de raf ömrüne bırakılmıştır. Uygulama yapılan tüm dozların, meyve yüzeyindeki epifitik mikroorganizma popülasyonunu, uygulamanın yapıldığı atmosferdeki mikroorganizma popülasyonunu ve meyve çürümesini azalttığı belirlenmiştir. Ancak meyvelerin modifiye atmosfer paketi ile paketlenmesi klor dioksitin meyve çürümesine olan etkisini arttırmadığı saptanmıştır (Karabulut ve ark. 2009).

Hasat sonrası hastalıkları, yaş incirin (*Ficus carica* L.) depolama süresi ve pazar ömrünü sınırlamaktadır. Black Mission, Brown Turkey, Kadota ve Sierra çeşidi incirlerin hasat sonrası hastalıkları ve kalite özellikleri üzerinde kükürtdioksit (SO_2) fümigasyonu ve/veya çift salımlı SO_2 üreten pedlerin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, SO_2 gazının bilgisayar kontrollü olarak uygulanması için bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemin esası, çok düşük konsantrasyon x süre ilişkisinin uygulanması aynı zamanda bu işlemlerin eş zamanlı olarak izlenebilmesidir. *In vitro* denemelerde, petri kutularına inokule edilmiş önemli fungal, maya ve bakteriyel hasat sonu patojenlerine farklı sıcaklıklarda 100 $\mu\text{L/L}$ saat kükürtdioksit konsantrasyonu x süre uygulama yapılmıştır. Bu deneme sonucunda, 0°C’ye göre 20°C’de daha az canlı kalma oranı görülmüştür. Bu nedenle fümigasyonlar 20°C’de yürütülmüştür. Farklı SO_2 konsantrasyonu x süre denemeleri değerlendirildiğinde 25 $\mu\text{L/L}$ saat değeri çürüklük kontrolü ve meyve zararı arasında en iyi sonucu vermiştir. Tüm SO_2 uygulamaları çürüklük oranını azaltmış yaş incirin pazar ömrünü uzatmıştır. Bununla birlikte bazı durumlarda SO_2 üreten pedlerin kullanımı kabukta renk açılmasını artırmıştır. Hafif sıcak meyve ile yapılan kükürtdioksitin 25 $\mu\text{L/L}$ saat fümigasyonu incir yüzeyindeki *Alternaria* ve *Rhizopus* spp.’nin popülasyonunu azaltmıştır. Bu uygulama *Alternaria* spp ‘ye oranla *Rhizopus* spp.’de daha etkilidir. *Botrytis* spp. ve *Penicillium* spp.’den

kaynaklanan meyve enfeksiyonları da SO₂ uygulaması ile azaltılmıştır. Sonuç olarak SO₂ uygulamasının incirin hasat sonu çürüklüğü ve pazar ömrünü artırmada geçerli bir uygulama olduğu vurgulanmaktadır (Cantin ve ark. 2011).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Alanı

Araştırma, 2011 yılında Bursa'da Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Prof. Dr. Necati Baykal Fitopatoloji Laboratuvarı ve U.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümüne ait soğuk hava depolarında yürütülmüştür.

3.1.2. Meyve Materyali

Yürütülen çalışmada bitkisel materyal olarak Bursa Siyah İncir meyvesi kullanılmıştır. Yapılan her üç denemede de kullanılan incir meyveleri, yarı olgun (meyvenin 3/4'ü siyah geri kalan kısımları yeşil veya tamamı siyaha yakın) seviyedeki yarasız, beresiz, bal akıntısı ve çatlağı olmayan ihracat kalitesindeki meyvelerdir (Şekil 3.1). Hasadı yapılan meyveler aynı gün içerisinde laboratuvara getirilmiş ve bekletilmeden uygulamaya alınmıştır.



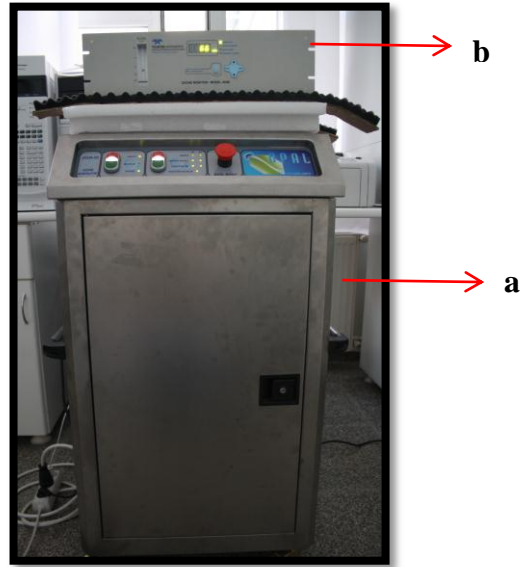
Şekil 3.1. Denemelerde kullanılmak üzere laboratuvara getirilen incir meyveleri

3.1.3. Araştırmada Kullanılan Alet ve Ekipmanlar

Araştırmada ozon gazı üretimini gerçekleştirmek için ozon jeneratörü (Model OGN-20 OpalSu, Türkiye) kullanılmıştır. Ozon jeneratörünün ozon gazı üretim kapasitesi 20 g/saattir. Ozon jeneratörü tarafından ozon gazı üretimi elektiriksel yükleme yöntemi ile gerçekleşmektedir. Jeneratörde 2 adet (10 g/sa ozon gazı) ozon gazı üretimini sağlayan

yüksek gerilim trafosu bulunmaktadır. Jeneratör ozon gazını oluşturmak için emiş fanları vasıtasıyla atmosferden oksijen (O_2) gazını, oksijen iletim hattı vasıtasıyla yüksek gerilim trafolarına iletmektedir. Her bir yüksek gerilim trafosundan 10 g/sa ozon gazı üretimi sağlanmaktadır. Trafolar içerisinde geçen oksijen gazı elektriksel akımın etkisi ile oksijen atomuna (O^{\cdot}) ayrılmaktadır. Oksijen atomları ile emiş fanından gelen oksijen molekülleri trafo içerisinde elektriksel olarak yüklenmekte ve üç oksijen atomlu bir yapıya sahip kararsız bir bileşik olan ozona (O_3) dönüşürler. Oluşan ozon molekülleri araştırmada yüksek oksidatif özelliklerinden faydalanılmak için kullanılmaktadır.

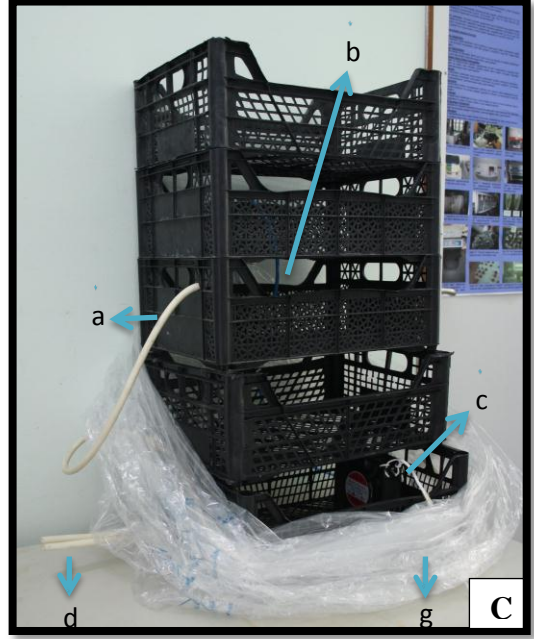
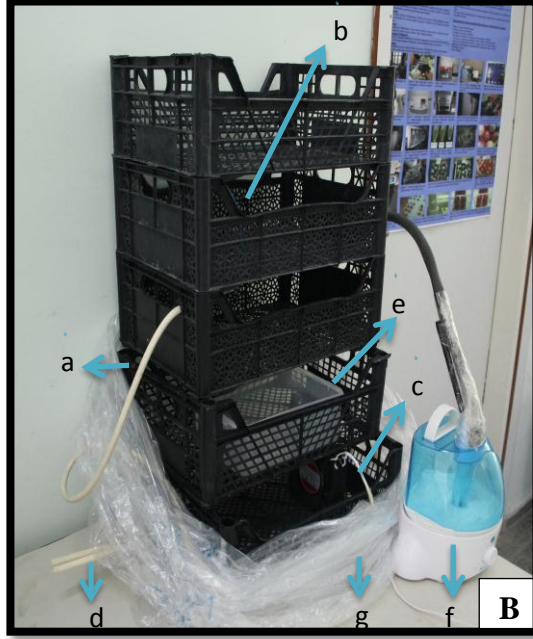
Ozon jeneratöründen üretimi gerçekleştirilen ozon gazı konsantrasyonu ozon analizörü (Model 465M Teledyne Instrument, ABD) vasıtasıyla ölçülmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Ozon gazı üretiminde kullanılan ozon jeneratörü(a) ve ozon gazı ölçümünü yapan ozon analizörü(b)

Ozon jeneratöründen elde edilen ozon gazı, toplam 120 L iç hacme sahip olan, 5 adet 40x30x20 cm 'lik meyve kasalarının üst üste konulması ve kasaların alttan üste doğru polietilen bir örtü ile kapatılmasıyla oluşturulan bir uygulama kabine verilmiştir. Nemlendirilmemiş (%35-45 oransal nem) ve nemlendirilmiş (%95-99 oransal nem) olmak üzere iki farklı atmosfer koşullarında yapılan çalışmada ortam nemini yükseltmek amacıyla uygulama kabini içerisinde bir adet 2 L 'lik sıcak su haznesi yer

almaktadır. Kabin içerisindeki nemin sabit tutulması amacıyla ultrasonik nemlendirme cihazı kullanılmıştır. Bahsedilen nemlendirme cihazı su haznesindeki suyu ses ile parçalayarak çok küçük partiküller halinde sisleme yapmaya olanak veren bir cihazdır. Uygulama kabinin içerisinde ozon gazının ve nemlendirilmiş ortamdaki uygulamalar için kullanılan nemin bu kabin içerisinde homojen dağılımını sağlayan bir adet fan bulunmaktadır. Fan, üst üste dizilen beş meyve kasasının en altındakinde yer almaktadır. Ayrıca kabin içerisinde ozon gazının ve nemin buhar halinde verilebileceği girişler, ozon gazı ölçümünün yapılmasını sağlayan ozon analizörünün sensör girişi ve artan ozon gazı basıncını düşürmek için tahliye girişleri bulunmaktadır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. A) Ozon gazı uygulama kabini **B)** Ozon gazı uygulamasının nemlendirilmiş ortamda yapılması sırasında kullanılan uygulama kabininin iç kısmı **C)** Ozon gazı uygulamasının nemlendirilmemiş ortamda yapılması sırasında kullanılan uygulama kabininin iç kısmı **a)** Ozon gazının verilmesini sağlayan hortum **b)** Analizör sensörü **c)** Fan **d)** Tahliye hortumları **e)** Sıcak su haznesi **f)** Ultrasonik nemlendirici **g)** Polietilen örtü **h)** 40x30x20 cm ‘lik 5 adet meyve kasası

Ozon uygulaması yapılmadan önce uygulama kabinindeki nem düzeyinin ölçülmesinde higrometre kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda analizler, fungal patojen bulaşmalarını önlemek amacıyla steril kabinde (Fagus/Türkiye) yürütülmüştür. Çalışmalarda kullanılan cam malzemelerin sterilizasyonu etüv (Nüve FN 500), cam olmayanları

ise otoklav (Nüve OT 4060) ile yapılmıştır. *In vitro* çalışmalarda ve mikrobiyal analizlerde, patojenlerin inkübasyon periyodunu geçirmeleri için sıcaklığı 25°C’de olan inkübatör (Nüve S 500) kullanılmıştır. *In vitro* çalışmalarda çimlenen sporların sayımında ışık mikroskobundan (Olympus CH-2) faydalanılmıştır.

Uygulama görmüş tüm meyveler 1°C’deki soğuk hava depolarına 7 ve 21 gün süre ile muhafaza edilmiştir.

3.1.4. Araştırmada Kullanılan Paketleme Materyali

Denemelerde, uygulama sonrası Bursa Siyah İncir meyvelerinin paketlenmesi için farklı polimerlerden üretilmiş ve üretici firma tarafından tavsiye edilen Lifepack® CSV (Aypek Ltd. Şti, Bursa) kodlu modifiye atmosfer paket (MAP) kullanılmıştır.

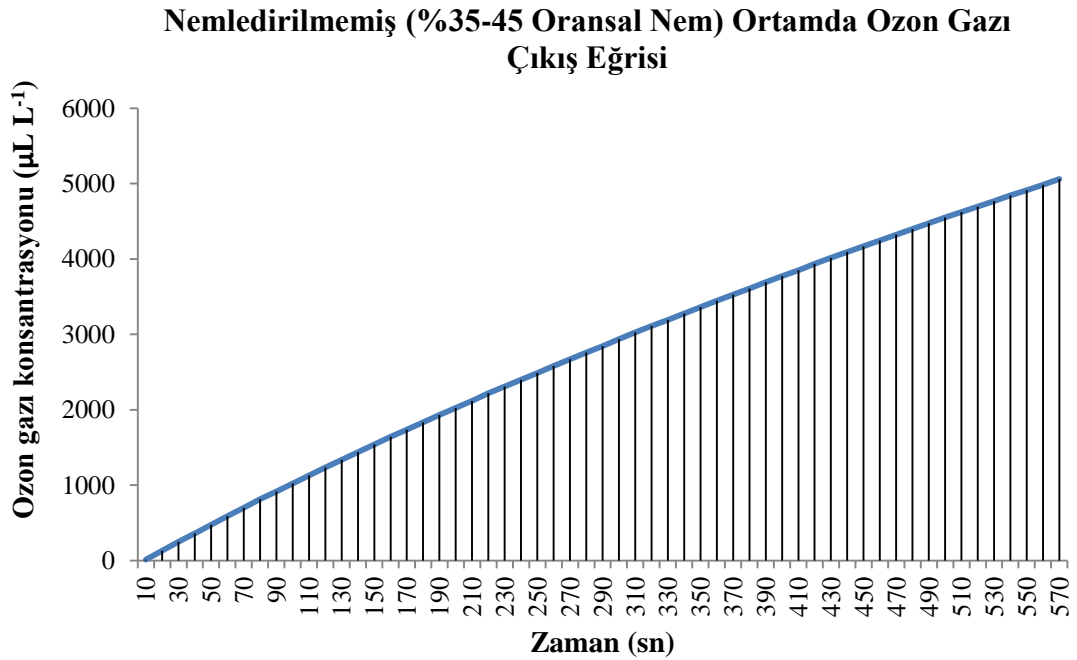
3.1.5. Araştırmada Kullanılan Besi Yerleri

Kontrol grubunda bulunan ve uygulama yapılmış meyve yüzeylerindeki meyve başına düşen ve aynı gruptaki meyvelerin doğal açıklığından alınan parçalardaki parça başına düşen mikroorganizma popülasyonlarındaki değişimin belirlenmesinde toplam mikroorganizma için Patates Dekstroz Agar (PDA, Difco), fungus için Patates Dekstroz Agar + 0.1 g/l Streptomycin sulfat (Difco, Sigma-Aldrich) ve bakteri için Tryptone Soya Agar + 0.2 g/l Cycloheximide (TSA, Difco) (Actidione, Naramycin A) besi yerleri kullanılmıştır. Besi yerleri otoklavda 121°C’de 15 dakika süre ile sterilize edilmiş ve sterilizasyonun ardından 60°C’ye soğutulmuştur. Soğutulmuş bazı besi yerlerine antibiyotik ilave edilmesinden sonra tüm besi yerleri petri kaplarına 10’ar ml olacak şekilde dağıtılmıştır.

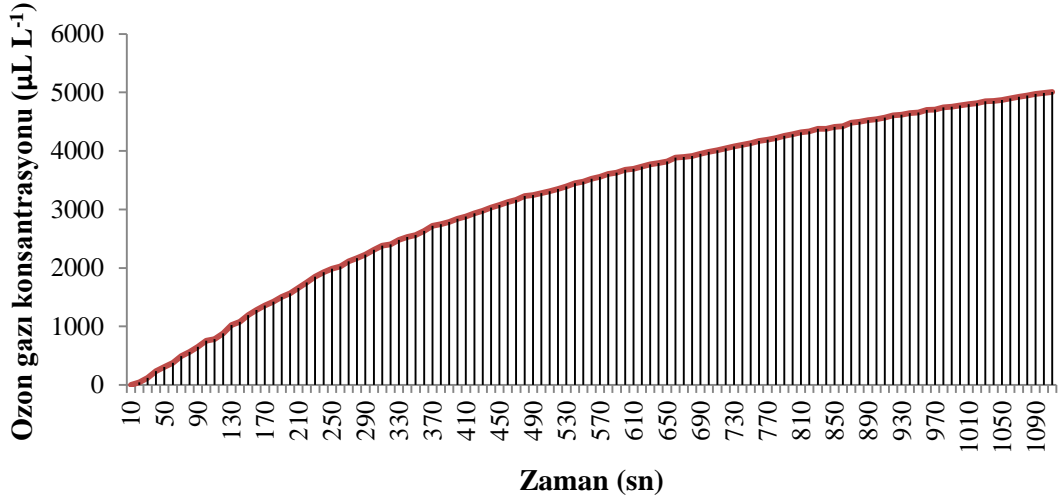
3.2. Yöntem

3.2.1. Araştırmada Kullanılan Ozon Gazı Konsantrasyon x Zaman (KxZ) Değerlerinin Belirlenmesi

Araştırma kapsamında ozon gazının *in vitro* denemelerde toksisitesinin, *in vivo* denemelerde ise meyvelerin çürümesi üzerindeki etkinliğinin belirlenmesi amacı ile ozon gazının konsantrasyon x zaman dağılımı hesaplanmıştır. Hesaplama işlemi için 40x30x20 cm'lik plastik kaplardan oluşturulmuş 5 kasalı uygulama kabini içerisine hem nemlendirilmiş atmosfer koşullarında (oransal nem %95-99) hem de nemlendirilmemiş atmosfer koşullarında (oransal nem %35-45) kabin içi boş olarak ozon gazı verimi gerçekleştirilmiştir. Ozon gazının uygulama kabini içerisine verilmesi sırasında her 10 sn. süre ile ozon analizörünün ölçtüğü değerler kayıt altına alınmıştır. Her iki atmosfer koşulu ile de 5000 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon gazı konsantrasyonuna ulaşılmış ve süre ile ozon gazı artış grafiği oluşturulmuştur (Şekil 3.4).



Nemlendirilmiş (%95-99 Oransal Nem) Ortamda Ozon Gazı Çıkış Eğrisi



Şekil 3.4. Nemlendirilmemiş (%35-45 oransal nem) ve nemlendirilmiş (%95-99 oransal nem) ortamda ozon gazının çıkış eğrisi

Normal atmosfer koşullarında ozon gazının süre ile artışı doğru orantılı olmakla birlikte linear (doğrusal) bir dağılım eğrisi izlemektedir. Uygulama paleti içerisine konan materyal ozon gazının istenilen konsantrasyona yükselmesine kadar geçen süre içerisinde Şekil 3.4'te verilen grafiklerin altlarındaki alanların toplamı kadar ozon gazına maruz kalmıştır. Yarılanma ömrünün nemlendirilmiş atmosfer koşulları içerisinde azalması yani parçalanmasının hızlanması ile eşit hacimler içerisinde aynı konsantrasyona ulaşılması nemlendirilmiş atmosfer koşullarında daha uzun sürmektedir. Bunun sebebi hacim içerisinde ozon gazının daha hızlı şekilde yarılanması ve aynı konsantrasyona ulaşılabilmesi için daha uzun süreler gereksinim duyulmasından kaynaklanmaktadır.

Ozon gazının konsantrasyon x zaman eğrisi altındaki alan, Table Curve 2D (SYSTAT Software versiyon 5.01 Inc., 2002) biyo-istatistik programı ile hesaplanmıştır. Hesaplama işlemi eğitim grafiğinin altında kalan alanın 10'ar saniyelik aralıklar ile oluşturduğu geometrik şeklin alanının hesaplanması ve hedeflenen konsantrasyona ulaşılan kadar hesaplanan 10'ar saniyelik alanların toplamı ile bulunmuştur.

3.2.2. Araştırmada Kullanılan Ozon Konsantrasyonları ve Uygulama Süreleri

Araştırma, *in vitro* ve *in vivo* alışmalar olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Her iki çalışmada da ozon gazı, nemlendirilmiş (%99) ve nemlendirilmemiş (%35-45) iki farklı ortamda ortam uygulanmıştır.

In vitro çalışmalarda uygulanan ozon gazı konsantrasyonları ve uygulama süreleri izelge 3.1’ de verilmiştir.

Çizelge 3.1. *In vitro* alışmalarda nemlendirilmiş ve nemlendirilmemiş ortamlarda uygulanan ozon gazı konsantrasyonları ve uygulama süreleri

Ozon gazı konsantrasyonları	Ozon gazı uygulama süresi	
	Nemlendirilmiş ortamda (%95-99)	Nemlendirilmemiş ortamda (%35-45)
200 $\mu\text{L L}^{-1}$	1, 5, 10, 15, 20 ve 30 dk.	1, 5, 10, 15, 20 ve 30 dk.
500 $\mu\text{L L}^{-1}$	1, 5, 10, 15, 20 ve 30 dk.	1, 5, 10, 15, 20 ve 30 dk.
1000 $\mu\text{L L}^{-1}$	1, 5, 10, 15, 20 ve 30 dk.	1, 5, 10, 15, 20 ve 30 dk.
1500 $\mu\text{L L}^{-1}$	1, 5, 10, 15, 20 ve 30 dk.	1, 5, 10, 15, 20 ve 30 dk.
5000 $\mu\text{L L}^{-1}$	-	1, 5, 10, 15, 20 ve 30 dk.

In vivo çalışmalarda ozon gazı konsantrasyonları ve uygulama süresi izelge 3.2’ de verilmiştir. Kontrol (+) grubu meyvelerine oksijen gazı uygulanmıştır.

Çizelge 3.2. *In vivo* çalışmalarda uygulanan ozon gazı konsantrasyonları ve uygulama süreleri

Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman (sn.)	Ozon Gazı Konsantrasyonu ($\mu\text{L L}^{-1}$)	Ozon Gazı Uygulama Süresi	
		Nemlendirilmiş Ortamda	Nemlendirilmemiş Ortamda
Kontrol (+)	-	20 dk.	20 dk.
50 000 KxZ	200	3 dk. 42 sn.	3 dk. 48 sn.
	500	1 dk. 6 sn.	1 dk. 12 sn.
100 000 KxZ	200	8 dk.	8 dk.
	500	2 dk. 42 sn.	2 dk. 48 sn.
	1000	36 sn.	42 sn.
200 000 KxZ	200	16 dk. 12 sn.	16 dk. 18 sn.
	500	6 dk. 6 sn.	6 dk. 12 sn.
	1000	2 dk. 12 sn.	2 dk. 24 sn.
400 000 KxZ	200	33 dk.	33 dk.
	500	12 dk. 42 sn.	12 dk. 54 sn.
	1000	5 dk. 30 sn.	5 dk. 42 sn.
	2500	-	24 sn.
600 000 KxZ *	200	49 dk. 36 sn.	45 dk. 36 sn.
	500	19 dk.24 sn.	19 dk.30 sn.
	1000	8 dk. 54 sn.	9 dk.
	2500	54 sn.	1dk. 48 sn.
770 000 KxZ *	200	63 dk. 48 sn.	63 dk. 42 sn.
	500	25 dk. 6 sn.	25 dk. 12 sn.
	1000	11 dk. 42 sn.	11 dk. 54 sn.
	2500	2 dk.	2 dk. 54 sn.

*Belirtilen KxZ değerlerine ait uygulamalar sadece ilk denemede kullanılmıştır

3.2.3. *In vitro* Çalışmaların Yürütülmesi

3.2.3.1. *In vitro* Denemelerde Kullanılan Fungal Patojenler

Denemede enfekteli incir meyvelerinden daha önce izole edilmiş ve +4°C’de Patates Dekstroz Agar içeren eğik agar ortamında kullanılmak üzere stok kültür olarak saklanılan *B. cinerea*, *A. alternata*, *P. expansum* ve *A. niger* fungal patojenleri kullanılmıştır.

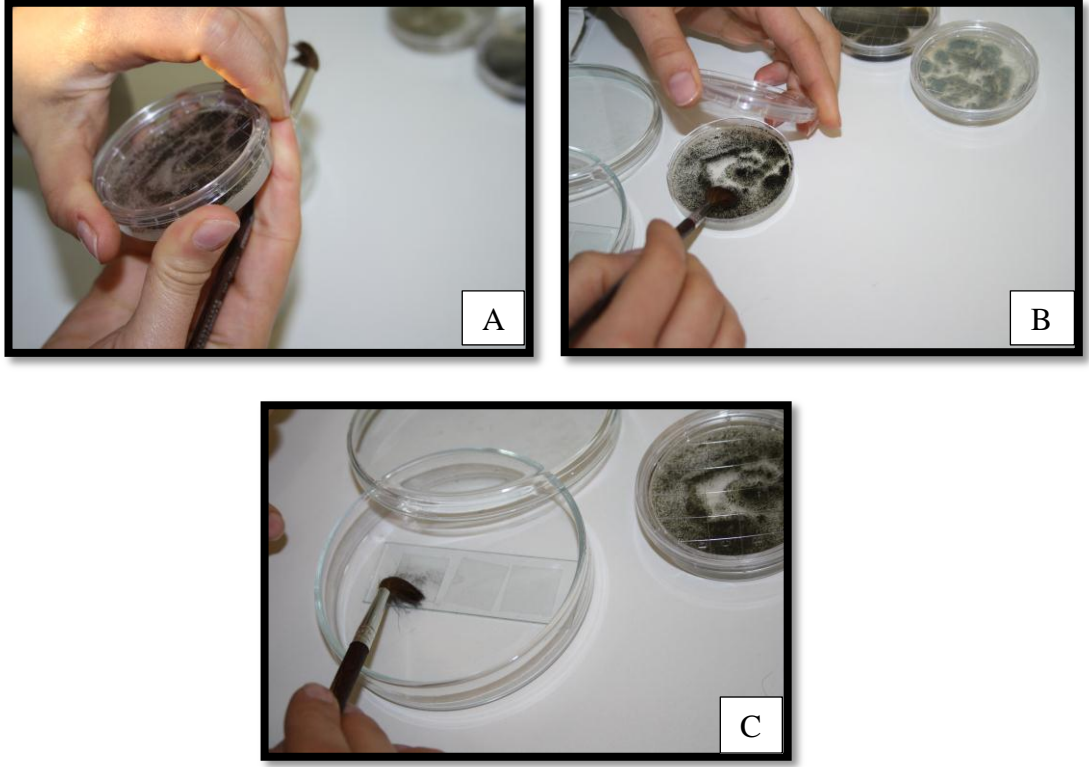
3.2.3.2. Ozon Gazının *B. cinerea*, *A. alternata*, *P. expansum* ve *A. niger* Konidilerine Toksisitesi

Stok kültürler içinde PDA bulunan petri kaplarında tekrar kültüre alınmak üzere 24°C’de inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi *B. cinerea* ve *A. alternata* için 7 gün, *P. expansum* ve *A. niger* için 4 gündür. Kültürden alınan konidiler, steril cam petri kapları içine yerleştirilen lamaların üzerindeki 22x22 mm boyutundaki üç adet lamel yüzeyine ayrı ayrı steril bir fırça yardımı ile dağıtılmıştır (Şekil 3.5). Bu işlem sırasında konidilerin kümelenmemesine dikkat edilmiştir.

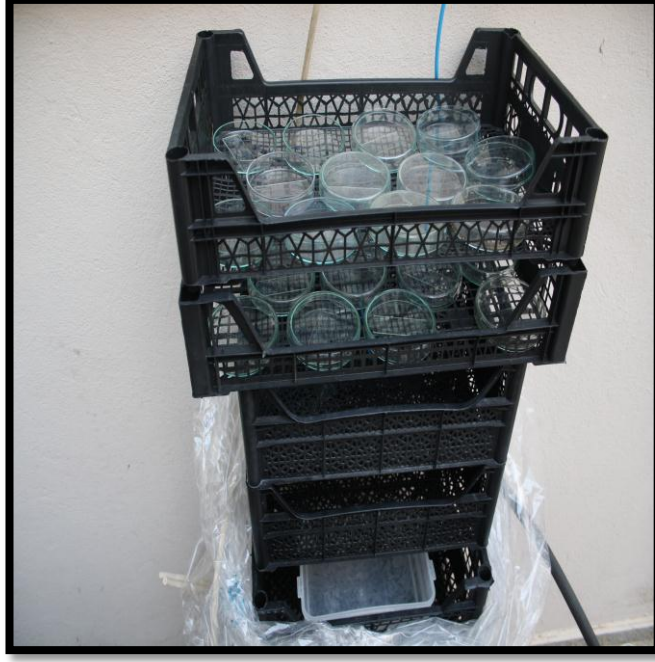
Uygulama kabiniinde yer alan 5 adet meyve kasasının en üstündeki iki tanesine spor yayılmış olan lamelerin bulunduğu petri kapları yerleştirilmiştir (Şekil 3.6). Yerleştirilen petri kaplarının kapakları açılarak, konidilere Çizelge 3.1’de belirtilen konsantrasyon ve sürelerde ozon gazı uygulanmıştır. Uygulama öncesinde, kabin içerisindeki nem değerleri higrometre ile belirlenmiştir. Nem içeriğinin %99 olduğu nemlendirilmiş ortamda yapılan çalışmada, uygulama kabini içindeki nem, sıcak su haznesine koyulan kaynatılmış suyun hızla buharlaşması ile sağlanmış olup, uygulama esnasında ortamdaki nemin sabit kalması ultrasonik nemlendirilme cihazı ile sağlanmıştır. Kabin içindeki nem düzeyinin %99 seviyesine ulaşması için geçen süre 1 ile 1,5 dakika arasında değişmekte olup, uygulamaya ortam neminin bahsedilen düzeye çıkması ile başlanmıştır. Nemlendirilmemiş ortamda ise nem değeri %35-45 aralığında ölçülmüş olup, uygulamaya ölçümden sonra hemen başlanmıştır. Her iki ortamda uygulanan ozon gazı konsantrasyonları ve uygulama süreleri Çizelge 3.1’ de belirtilmiştir. Her bir fungal patojen için yapılan konidi toksisite çalışması, 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Her bir patojen için iki farklı kontrol grubu oluşturulmuştur. Kontrol (-)’e hiçbir uygulama yapılmazken, kontrol (+) grubuna 20 dakika süre ile ozon jeneratörü çıkışından elde edilen oksijen uygulanmıştır.

Ozon gazı uygulaması sona erdikten sonra lamaların içinde bulunduğu petri kapları ağızları hızla kapatılarak uygulama kabiniinden çıkarılmıştır. Steril kabin içerisinde lamaların spor bulunan kısımları PDA ortamı yüzeyine hafifçe bastırılarak sporların besi ortamına aktarılmıştır. Besi ortamına 25 µL steril saf su ilave edilerek sporların yüzeye

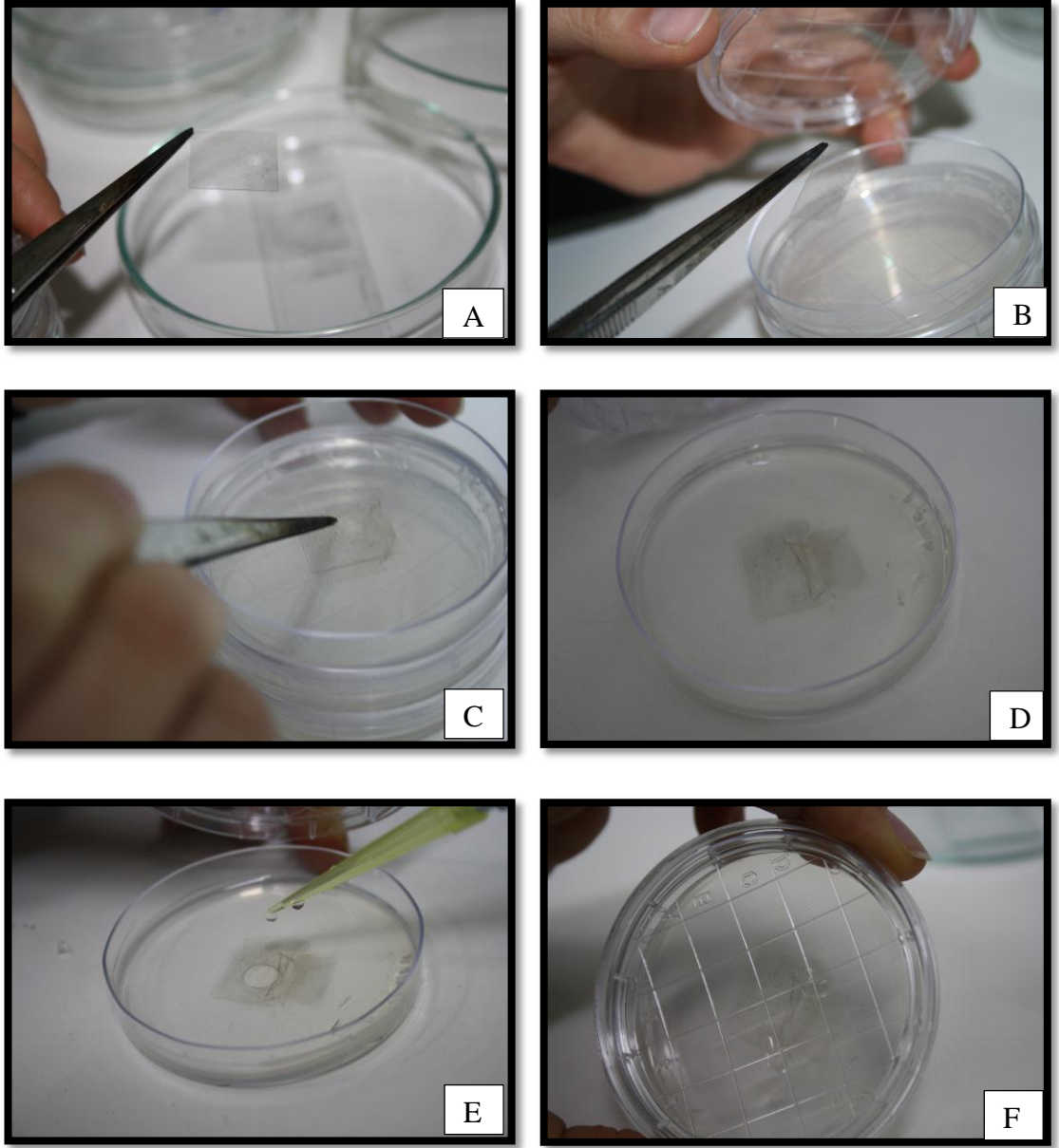
yayılması sağlanmıştır (Şekil 3.7). Sporların bulunduğu petri kapları 20°C’de 18 saat süresince inkube edilmiştir. İnkubasyon sonrası, her bir tekrerde tesadüf olarak seçilen 100 konidinin çimlenme yüzdesi mikroskop ile belirlenmiştir.



Şekil 3.5. A) PDA besi yerinde 25°C’de 4 gün inkübe edilen *Aspergillus niger* kültürü B) Petri kabında geliştirilen *A. niger* sporlarının geliştikleri ortamdan steril bir fırça yardımıyla alınması C) Fırça yardımıyla alınan *A.niger* sporlarının lam yüzeyine bırakılması



Şekil 3.6. Petri kapları ve petri kaplarının içinde yer alan, üzerinde sporların bulunduğu lamların uygulama kabine yerleştirilmesi



Şekil 3.7. A) Ozon gazı uygulaması sonrası, lamel üzerindeki sporların PDA ortamına yerleştirilmesi için pens yardımıyla tutulması B) Lamel üzerindeki sporların PDA ortamına aktarılması C) PDA ortamına bırakılan lamelin üzerindeki sporların, lamel üzerine hafif şekilde bastırılmasıyla bu ortama geçişi D) PDA ortamına aktarılmış olan sporlar E) Sporların ortam üzerinde yayılmalarını sağlamak amacıyla sporlar üzerine steril saf su ilavesi F) Uygulama sonrası sporların aktarıldığı PDA ortamının içinde yer aldığı petri kabının son aşamadaki görünümü

3.2.4. *In vivo* Çalışmaların Yürütülmesi

3.2.4.1. Meyve Materyalinin Uygulamaya Hazırlanması

Bursa ili Altıntaş Köyü, Ahmet Köy ve Dürdane Köylerinden temin edilen incir meyveleri çalışmanın yapılacağı laboratuvarına getirildiği gün, yaralı, çatlak ve bal akıntısı olan meyveler ayrıldıktan sonra meyveler bekletilmeden randomize edilerek uygulamaya alınmıştır. Uygulamaların 2011 yılı incir sezonunda etkinliğinin belirlenmesi amacıyla 3 deneme yürütülmüştür. Denemeler, tesadüf parselleri deneme desenine göre; her kasa 1 tekerrür kabul edilerek 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her tekerrürde 17 meyve kullanılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Meyvelerin uygulamaya hazırlanması **A)** Randomizasyon işlemine tabi tutulan meyveler **B)** Ozon uygulaması yapılmak üzere hazırlanmış meyve kasaları

3.2.4.2. Ozon Gazının Meyve Materyaline Uygulanması

Ozon gazı incir meyvelerine, oransal nemin %95-99 düzeyine yükseltildiği nemlendirilmiş ortamda ve nemlendirilmemiş oransal nem düzeyinin %35-45 olduğu ortamda uygulanmıştır. Ozon gazının her iki ortama uygulanmasında, '3.1.3. Araştırmada Kullanılan Alet ve Ekipmanlar' konu başlığı altında açıklanan ozon jeneratörü, ozon analizörü ve uygulama kabini kullanılmıştır. Meyveler, bu uygulama kabininde yer alan beş kasanın üstteki üç kasasına yerleştirilmiştir. Nemlendirilmemiş ortamda uygulanan ozon gazı, meyvelerin yerleştirilmesi sonrası hava almayacak şekilde kapatılan uygulama kabinine verilmiştir. Nemlendirilmiş ortamda ozon uygulaması yapılırken meyvelerin kabine yerleştirilmesi sonrasında kabin içine

bağlantısı sağlanan ultrasonik buhar cihazı çalıştırılarak ve 100°C'deki sıcak su, kabinde bulunan sıcak su haznesine koyulduktan sonra kabinin ağzı kapatılarak kabin içerisindeki oransal nemin sıcak suyun hızlı buharlaşması ile %99 seviyesine ulaşması beklenilmiştir (Şekil 3.9). Oransal nem bu seviyeye ulaştıktan sonra, ozon gazı belirlenen konsantrasyon ve sürede meyvelere uygulanmıştır (Şekil 3.10). Uygulama kabini içerisindeki nem, kabin içerisine yerleştirilmiş olan higrometre ile ölçülmüştür. Denemede, hiçbir uygulama yapılmamış ve MAP ile paketlenmemiş olan açık kontrol, uygulama yapılmadan MAP ile paketlenmiş kontrol (-) ve meyveler 20 dakika süre ile ozon jeneratörünün çıkışından sağlanan oksijen (O₂) gazına maruz bırakıldıktan sonra MAP ile paketlenen kontrol (+) olmak üzere 3 farklı kontrol grubu oluşturulmuştur.



Şekil 3.9. Uygulama kabinleri **A)** Nemlendirilmiş ortamda ozon uygulaması yapılan uygulama kabininin uygulama esnasındaki görünümü **B)** Nemlendirilmemiş ortamda ozon uygulaması yapılan uygulama kabininin uygulama esnasındaki görünümü



Şekil 3.10. Ozon gazı uygulaması sonrası meyvelerin görünümü **A)** Nemlendirilmiş ortamda ozon gazı uygulaması sonrasında meyvelerin görünümü **B)** Nemlendirilmemiş ortamda ozon gazı uygulaması sonrası meyvelerin görünümü

Uygulaması tamamlanan meyveler, uygulama kabininden çıkarılarak depolanmak üzere, viyollere yerleştirilmiş ve modifiye atmosfer paket örtüleri ile hava almayacak şekilde paketlenerek, 40x60 cm boyutlarındaki karton meyve kasalarının içerisine yerleştirilmişlerdir (Şekil 3.11). Meyveler 1°C’de 7 ve 21 gün süre ile muhafaza edilmişlerdir (Şekil 3.12). Yedi gün soğuk hava deposunda muhafaza edilen meyveler 5 gün, 21 gün soğuk hava deposunda muhafaza edilen meyveler 3 gün süre ile 20°C’de raf ömrüne bırakılmışlardır.



Şekil 3.11. Bursa Siyah İncirine ozon gazı uygulaması **A)** Meyvelerin uygulama kabinine yerleştirilmesi **B)** Meyveler yerleştirildikten sonra uygulama kabininin ağzının hava almayacak şekilde kapanması **C)** Uygulama sonrası meyvelerin viyole alınması ve paketlenmek üzere MAP'ın içerisine yerleştirilmesi **D)** İçeri hava almayacak şekilde paketlemenin yapılması



Şekil 3.12. Uygulama sonrası 1°C'de muhafaza edilmek üzere soğuk hava deposuna alınan meyveler

3.2.4.3. Ozon Gazının Mikroorganizma Popülasyonu Üzerine Olan Etkisinin Belirlenmesi

Ozon gazının mikroorganizma popülasyonu üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla her bir uygulama sonrasında meyve örnekleri alınmıştır. Mikroorganizma popülasyonunun değişiminin incelenmesinde iki temel amaç söz konusudur. İlki ozon gazının nemlendirilmiş ve nemlendirilmemiş ortamda uygulanmasının, meyve yüzeyindeki mikroorganizma popülasyonu üzerine etkisinin belirlenmesi, ikincisi ise meyvenin doğal açıklığı içerisine ozon gazının penetrasyon özelliğinin ve antimikrobiyal etkisinin belirlenmesidir. Toplam mikroorganizma yükü için PDA, toplam maya ve fungal yükün belirlenmesinde 100 mg L^{-1} streptomycin içeren PDA ve toplam bakteriyel yükün belirlenmesinde 200 mg L^{-1} cycloheximide içeren TSA kullanılmıştır. Her bir uygulama için her kasadan 4'er adet yeknesak büyüklükte meyve alınmıştır. Bu 4 meyveden ikisi steril plastik paketlere koyulup, 200 ml steril fizyolojik su eklenerek, diğer 2 meyvenin de fungal patojen yoğunluğu fazla olan meyve doğal açıklığından 2 cm çapında konik şekilde alınan parçalar otoklavlanabilir şişeler içerisine 40 ml steril fizyolojik su eklenerek dairesel sallayıcıda 100 rpm hızda 15 dakika süre ile tutulmuştur. Bu süre sonunda bunlardan $1000 \mu\text{l}$ 'lik örnekler steril eppendorf tüplere alınmıştır. Bu tüplerden alınan $100 \mu\text{l}$ örnekler, içinde $900 \mu\text{l}$ steril fizyolojik su bulunan steril eppendorf tüplere karıştırılmış ve aynı şekilde seri (10 kat) seyreltmeler yapılmıştır. Her seyreltmeden ilgili petri kaplarına $50 \mu\text{l}$ örnekler alınmış ve besi ortamı üzerinde dağılması sağlanmıştır. Daha sonra petri kapları bakteri ve maya gelişimi için 24°C 'de 2-3 gün, fungus gelişimi için 3-5 gün inkube edilip, gelişen koloniler sayılarak, meyve ve meyveden alınan parça başına düşen mikroorganizma yükü tespit edilmiştir. (Şekil 3.13)



Şekil 3.13. A) İncir meyvesinden parçanın alınması B) Meyveden alınan parçanın otoklavlanabilir şişeye koyulması C) İncir meyvelerinin ve incir meyvelerinden alınan parçaların dairesel sallayıcıda çalkalanması D) Dairesel sallayıcıdan alınan ve seyreltmesi yapılan su örneklerinin petri kaplarına 50'şer μ L konulması

3.2.5. Gaz Kompozisyonu

Denemelerin 7. ve 21. günlerinde, uygulamalarda kullanılan MAP'lar içerisindeki O_2 (%) ve CO_2 (%) değerleri taşınabilir gaz analizörü (PBI- Dansensor A/S, Danimarka) ile ölçülmüştür (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Denemelerin 7. ve 14. günlerinde MAP'lar içerisindeki gaz kompozisyonlarının taşınabilir gaz analizörü ile belirlenmesi

3.2.6. İstatistiki Analiz

Denemede elde edilen tüm veriler SAS istatistik programı (SAS Institute Inc. Cary, NC, USA) JMP7 istatistiki programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile yapılmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılık En Küçük Anlamlı Fark yöntemi LSD ile ($p < 0.05$) tespit edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. *In vitro* Çalışmalar Sonucunda Elde Edilen Bulgular

4.1.1. Ozon Gazının Fungal Patojen Konidilerine Toksisitesi

4.1.1.1. Ozon Gazının Nemlendirilmiş Ortamda (%95-99 oransal nem) Uygulandığı Durumda Fungal Patojen Konidilerine Toksisitesi

Oransal nemin yüksek olduğu nemlendirilmiş ortamda yapılan *in vitro* çalışmalarda, Çizelge 4.1'de *B. cinerea* ve *A. alternata* konidilerine 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyonundaki ozon gazının 5 dakika uygulanması sonucunda konidi çimlenmesi %100 oranında engellenmiştir. *P. expansum* konidilerinin çimlenmesi 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyonundaki ozonun 10 dakika süre ile uygulanması ile %100 oranında engellenmiştir. *A. niger* konidilerinin çimlenmesi 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon konsantrasyonu ile engellenememiştir. Ancak 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon gazının en uzun uygulama süresi olan 30 dk.'lık uygulaması ile spor çimlenme oranı %11 düzeyinde olmuştur.

Ozon gazının 500 $\mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyonunun fungal patojen konidilerine toksisitesini gösteren Çizelge 4.1'de, *B. cinerea* ve *A. alternata* sporlarının çimlenme yüzdesini, 1 dakikalık 500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması sıfıra indirmiştir. Aynı orandaki toksik etki, *P. expansum*'da 500 $\mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyonundaki ozon gazının 10 dakika uygulanması ile *A. niger*'e 30 dakika uygulanması ile sağlanmıştır.

Çizelge 4.1' de ise 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyonundaki ozon gazının uygulama yapılan tüm sürelerde (1 dk. ile 30 dk. arası sürelerde) %100 oranında toksik etki *B. cinerea*, *A. alternata* ve *P. expansum* sporlarında görülmüştür. *A. niger* sporlarının çimlenmesinin %100 engellendiği uygulama süresi ise 15 dakikadır.

Uygulama dahilindeki tüm fungal patojen sporlarının çimlenmesinin, %100 oranında engellenmesinin, 1500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon konsantrasyonunun tüm uygulama sürelerinde görüldüğü Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Nemlendirilmiş ortamdaki ozon gazı uygulamalarının *B. cinerea*, *P. expansum*, *A. niger* ve *A. alternata* konidilerinin çimlenmesi üzerine etkileri

Çimlenen Konidi (%)				
	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Penicilium expansum</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Alternaria alternata</i>
Kontrol (-)	100 A	100 A	100 A	100 A
Kontrol (+)	100 A/a*	100 A/a	100 A/a	100 A/a
200 µL L⁻¹ O₃ uygulama süresi				
1 dk.	7 b	71 b	97 a	4 b
5 dk.	0 c	17 c	58 b	0 c
10 dk.	0 c	0 d	49 c	0 c
15 dk.	0 c	0 d	24 d	0 c
20 dk.	0 c	0 d	20 d	0 c
30 dk.	0 c	0 d	11 e	0 c
500 µL L⁻¹ O₃ uygulama süresi				
1 dk.	0 b	19 b	40 b	0 b
5 dk.	0 b	8 c	21 c	0 b
10 dk.	0 b	0 d	11 d	0 b
15 dk.	0 b	0 d	11 d	0 b
20 dk.	0 b	0 d	8 d	0 b
30 dk.	0 b	0 d	0 e	0 b
1000 µL L⁻¹ O₃ uygulama süresi				
1 dk.	0 b	0 b	10 b	0 b
5 dk.	0 b	0 b	7 c	0 b
10 dk.	0 b	0 b	5 c	0 b
15 dk.	0 b	0 b	0 d	0 b
20 dk.	0 b	0 b	0 d	0 b
30 dk.	0 b	0 b	0 d	0 b
1500 µL L⁻¹ O₃ uygulama süresi				
1 dk.	0 b	0 b	0 b	0 b
5 dk.	0 b	0 b	0 b	0 b
10 dk.	0 b	0 b	0 b	0 b
15 dk.	0 b	0 b	0 b	0 b
20 dk.	0 b	0 b	0 b	0 b
30 dk.	0 b	0 b	0 b	0 b

*Büyük harfle gösterilen istatistiki analiz değerleri kontrol meyveleri arasında yapılan istatistiki analiz sonucu alınan değerlerdir. Küçük harfle gösterilen istatistiki analiz değerleri kontrol (+) ile ozon uygulamaları arasında yapılan istatistiki analiz sonucu alınan değerlerdir.

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi $P \leq 0,05$ kullanılmıştır.

4.1.1.2. Ozon Gazının Nemlendirilmemiş Ortamda (%35-45 oransal nem) Uygulandığı Durumda Fungal Patojen Konidilerine Toksisitesi

Ozon gazının *B. cinerea*, *P. expansum*, *A. niger* ve *A. alternata* konidilerinin çimlenmesini engellemesi açısından nemlendirilmemiş ortamda uygulanmasının etkinliği, nemlendirilmiş ortamdaki uygulanmaya oranla oldukça az olmuştur.

In vitro çalışmalarda uygulanan tüm ozon gazı konsantrasyon ve süreleri *P. expansum* ve *A. niger* konidilerinin çimlenmesi üzerine engelleyici etkisi olmamıştır (Çizelge 4.2). *A. alternata* konidilerine ozon gazının toksik etki gösterdiği en düşük ozon konsantrasyonu ve uygulama süresi 5000 $\mu\text{L L}^{-1}$ ve 15 dakikadır. Uygulama ile sporların çimlenme oranı %50'ye düşürülmüştür (Çizelge 4.2). Ozon gazının spor çimlenmesini engelleyici yönde etkisinin en fazla görüldüğü patojen *B. cinerea* olmuştur. Ozon gazı konsantrasyonları ve uygulama sürelerinin artmasıyla çimlenen spor yüzdeleri azalmaktadır (Çizelge 4.2). *B. cinerea* sporlarının çimlenmesini tamamen engelleyen ozon konsantrasyonu ve uygulama süresi 5000 $\mu\text{L L}^{-1}$ ve 30 dakikadır (Çizelge 4.2). Ozon jeneratöründen daha yüksek konsantrasyonda ozon gazı elde edilememesi sebebiyle diğer fungal patojen sporlarının çimlenmesini engelleyen ozon konsantrasyonları ve uygulama süreleri tespit edilememiştir.

Çizelge 4.2. Nemlendirilmemiş ortamdaki ozon gazı uygulamalarının *B. cinerea*, *P. expansum*, *A. niger* ve *A. alternata* konidilerinin çimlenmesi üzerine etkileri

Çimlenen Konidi (%)				
	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Penicilium expansum</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Alternaria alternata</i>
Kontrol (-)	100 A	100 A	100 A	100 A
Kontrol (+)	100 A/a*	100 A/a	100 A/a	100 A/a
200 µL L⁻¹ O₃ uygulama süresi				
1 dk.	100 a	100 a	100 a	100 a
5 dk.	100 a	100 a	100 a	100 a
10 dk.	30 b	100 a	100 a	100 a
15 dk.	30 b	100 a	100 a	100 a
20 dk.	17c	100 a	100 a	100 a
30 dk.	10 d	100 a	100 a	100 a
500 µL L⁻¹ O₃ uygulama süresi				
1 dk.	91 b	100 a	100 a	100 a
5 dk.	70 c	100 a	100 a	100 a
10 dk.	56 d	100 a	100 a	100 a
15 dk.	48 e	100 a	100 a	100 a
20 dk.	39 f	100 a	100 a	100 a
30 dk.	30 g	100 a	100 a	100 a
1000 µL L⁻¹ O₃ uygulama süresi				
1 dk.	70 b	100 a	100 a	100 a
5 dk.	54 c	100 a	100 a	100 a
10 dk.	45 d	100 a	100 a	100 a
15 dk.	33 e	100 a	100 a	100 a
20 dk.	24 ef	100 a	100 a	100 a
30 dk.	22 f	100 a	100 a	100 a
1500 µL L⁻¹ O₃ uygulama süresi				
1 dk.	68 b	100 a	100 a	100 a
5 dk.	60 c	100 a	100 a	100 a
10 dk.	48 d	100 a	100 a	100 a
15 dk.	35 e	100 a	100 a	100 a
20 dk.	28 f	100 a	100 a	100 a
30 dk.	18 g	100 a	100 a	100 a

Çizelge 4.2. Nemlendirilmemiş ortamdaki ozon gazı uygulamalarının *B. cinerea*, *P. expansum*, *A. niger* ve *A. alternata* konidilerinin çimlenmesi üzerine etkileri (devamı)

5000 µL L⁻¹ O₃ uygulama süresi				
1 dk.	55 b	100 a	100 a	100 a
5 dk.	48 c	100 a	100 a	100 a
10 dk.	39 d	100 a	100 a	100 a
15 dk.	26 e	100 a	100 a	50 b
20 dk.	15 f	100 a	100 a	20 c
30 dk.	0 g	100 a	100 a	20 c

*Büyük harfle gösterilen istatistiki analiz değerleri kontrol meyveleri arasında yapılan istatistiki analiz sonucu alınan değerlerdir. Küçük harfle gösterilen istatistiki analiz değerleri kontrol (+) ile ozon uygulamaları arasında yapılan istatistiki analiz sonucu alınan değerlerdir.

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi $P \leq 0,05$ kullanılmıştır.

4.2. In vivo Çalışmalar Sonucunda Elde Edilen Bulgular

4.2.1. Modifiye Atmosfer Paketler (MAP) İçerisindeki Gaz Kompozisyonu

Denemenin 7. ve 21. günlerinde tüm uygulamaların içerisindeki gaz kompozisyonları belirlenmiştir. Buna göre, denemenin 21. gününde MAP içerisinden elde edilen gaz kompozisyonlarında genel olarak 7. günde belirlenen O₂ (%) değerine göre azalma, CO₂ (%) değerine göre ise artma tespit edilmiştir. Her üç deneme için 7. gün O₂ (%) değerleri 17,0-20,0 arasında olurken 21. gün sonunda bu değerler 15,0-19,0'a düşmüştür. Buna karşın 7. gün CO₂ değerleri 0,9-2,0 arasında olurken 21. Gün sonunda yapılan ölçümde bu değerler 1,0-3,0 arasındaki değerlere kadar yükselmiştir (Çizelge 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8).

Çizelge 4.3. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulaması sonrasında 1°C’de muhafaza edilen MAP’lar içerisindeki meyvelerin atmosferlerinde 7. ve 21. günlerde oluşan gaz kompozisyonları (1. Deneme)

MAP İçerisindeki Gaz Kompozisyonları (%)					
Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman (sn.)		7. Gün		21. Gün	
		O₂	CO₂	O₂	CO₂
	Uygulamalar	ort±std. sapma	ort±std. sapma	ort±std. sapma	ort±std. sapma
	Kontrol				
	Kontrol (-)	18,1±0,5	1,4±0,3	17,3±0,4	2,3±0,1
	Kontrol (+)	18,7±0,1	1,2±0,1	16,4±1,0	2,4±0,3
	O₃ gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre				
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk. 42sn.	18,5±0,1	1,3±0,1	18,1±0,2	2,1±0,2
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 6sn.	18,4±0,2	1,3±0,1	16,8±1,4	2,3±0,5
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /8dk.	18,2±0,4	1,5±0,2	17,7±0,1	2,1±0,1
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 42sn.	18,6±0,4	1,2±0,3	15,1±1,4	3,0±0,3
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /36sn.	18,4±0,4	1,2±0,2	18,1±0,8	1,8±0,1
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 12sn.	18,5±0,1	1,3±0,1	18,5±0,3	1,6±0,1
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 6sn.	18,4±0,2	1,3±0,2	17,1±0,3	2,3±0,1
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 12 sn.	17,9±0,4	1,5±0,1	16,2±0,1	2,3±0,4
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33dk.	17,9±0,1	1,5±0,1	17,1±0,3	2,3±0,2
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 42sn.	17,6±0,3	1,6±0,2	17,7±0,6	1,9±0,3
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 30sn.	18,3±0,2	1,5±0,1	18,5±0,2	1,7±0,2
600 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /49dk. 36sn.	17,6±0,6	1,5±0,3	16,8±0,9	1,8±0,2
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /19dk. 24sn.	18,0±0,6	1,4±0,2	17,0±0,3	2,3±0,1
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /8dk. 54sn.	18,0±0,7	1,4±0,2	16,5±0,2	2,4±0,1
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /54sn.	19,2±0,1	1,0±0,1	16,2±0,9	2,7±0,2
770 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /63dk. 48sn.	17,9±0,1	1,5±0,1	18,9±0,2	1,5±0,1
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /25dk. 6sn.	18,5±0,3	1,0±0,1	18,9±0,5	1,5±0,1
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /11dk. 42sn.	18,9±0,1	0,9±0,1	19,1±0,2	1,3±0,1
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk.	17,9±0,5	1,5±0,2	16,6±0,6	2,6±0,2

Çizelge 4.4. Nemlendirilmemiş ortamda yapılan ozon uygulaması sonrasında 1°C’de muhafaza edilen MAP’lar içerisindeki meyvelerin atmosferlerinde 7. ve 21. günlerde oluşan gaz kompozisyonları (1. Deneme)

MAP İçerisindeki Gaz Kompozisyonları (%)					
Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman (sn.)		7. Gün		21. Gün	
		O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
		ort±std. sapma	ort±std. sapma	ort±std. sapma	ort±std. sapma
	Uygulamalar				
	Kontrol				
	Kontrol (-)	18,1±0,5	1,4±0,3	17,3±0,4	2,3±0,1
	Kontrol (+)	17,6±0,1	1,7±0,1	17,4±0,3	2,1±0,1
	O₃ gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre				
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk. 48sn.	17,3±0,5	1,9±0,3	18,6±0,4	1,4±0,2
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 12sn.	16,8±0,6	2,0±0,2	17,7±0,6	1,9±0,3
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /8dk.	17,8±0,1	1,7±0,1	17,0±0,1	2,0±0,1
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 48sn.	18,4±0,1	1,2±0,1	18,1±0,3	1,7±0,2
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /42sn.	18,6±0,4	1,4±0,2	16,8±0,1	2,1±0,4
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 18sn.	19,0±0,1	1,1±0,1	18,3±0,2	1,5±0,1
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 12sn.	18,0±0,1	1,6±0,2	18,1±0,3	1,6±0,2
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ / 2dk. 24sn.	18,6±0,4	1,4±0,2	18,3±0,2	1,7±0,1
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33 dk.	18,7±0,2	1,3±0,2	17,8±0,1	1,8±0,1
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 54sn.	19,2±0,5	0,9±0,2	18,1±0,9	1,6±0,2
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 42sn.	18,6±0,1	1,3±0,1	17,7±0,1	1,9±0,1
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /24sn.	19,1±0,1	1,0±0,1	18,2±0,4	1,6±0,3
600 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /45dk. 36sn.	18,8±0,1	1,2±0,1	17,7±0,2	1,8±0,2
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /19dk. 30sn.	18,3±0,1	1,5±0,1	1,4±0,5	1,4±0,4
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /9dk.	18,7±0,3	1,2±0,1	17,4±0,3	2,0±0,1
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 48sn.	17,5±0,4	1,6±0,1	16,2±0,5	2,4±0,1
770 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /63dk.42sn.	18,1±0,7	1,6±0,2	17,1±0,4	2,1±0,3
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /25dk. 12sn.	16,8±0,3	2,0±0,1	18,6±0,2	1,5±0,2
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /11dk. 54sn.	18,4±0,1	1,4±0,1	17,5±0,5	2,1±0,3
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 54sn.	18,2±0,3	1,5±0,1	17,9±0,9	1,8±0,5

Çizelge 4.5. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulaması sonrasında 1°C’de muhafaza edilen MAP’lar içerisindeki meyvelerin atmosferlerinde 7. ve 21. günlerde oluşan gaz kompozisyonları (2. Deneme)

MAP İçerisindeki Gaz Kompozisyonları (%)					
Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman (sn.)		7. Gün		21. Gün	
		O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
	Uygulamalar	ort±std. sapma	ort±std. sapma	ort±std. sapma	ort±std. sapma
	Kontrol				
	Kontrol (-)	18,0±0,3	1,4±0,2	17,2±0,7	2,5±0,3
	Kontrol (+)	18,0±0,3	1,4±0,1	17,8±0,7	2,2±0,2
	O₃ gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre				
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk. 42sn.	16,5±0,9	1,9±0,3	18,0±0,1	2,0±0,1
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 6sn.	17,7±0,3	1,6±0,1	18,1±0,6	1,9±0,1
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /8dk.	18,7±0,1	1,0±0,1	18,1±0,2	2,0±0,1
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 42sn.	17,0±0,6	2,1±0,2	18,1±1,1	2,2±0,5
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /36sn.	17,2±1,1	2,0±0,5	18,5±0,5	1,7±0,1
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 12sn.	17,5±0,1	1,7±0,2	17,8±1,2	1,9±0,5
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 6sn.	18,4±0,5	1,3±0,2	16,7±1,1	2,7±0,4
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 12 sn.	17,7±0,3	1,9±0,1	17,7±0,5	2,1±0,3
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33dk.	18,1±0,2	1,4±0,2	18,6±0,8	1,9±0,4
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 42sn.	17,9±0,1	1,6±0,1	18,0±0,1	2,2±0,2
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 30sn.	18,0±0,3	1,4±0,1	17,9±0,7	2,2±0,3

Çizelge 4.6. Nemlendirilmemiş ortamda yapılan ozon uygulaması sonrasında 1°C’de muhafaza edilen MAP’lar içerisindeki meyvelerin atmosferlerinde 7. ve 21. günlerde oluşan gaz kompozisyonları (2. Deneme)

MAP İçerisindeki Gaz Kompozisyonları (%)					
Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman (sn.)		7. Gün		21. Gün	
		O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
	Uygulamalar	ort±std. sapma	ort±std. sapma	ort±std. sapma	ort±std. sapma
	Kontrol				
	Kontrol (-)	18,0±0,3	1,4±0,2	17,2±0,7	2,5±0,3
	Kontrol (+)	17,6±0,3	1,8±0,1	17,4±0,2	2,0±0,1
	O₃ gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre				
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk. 48sn.	18,5±0,7	1,4±0,3	15,9±0,2	2,7±0,1
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 12sn.	18,7±0,3	1,2±0,2	17,4±0,5	2,1±0,1
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /8dk.	18,8±0,4	1,1±0,1	19,3±0,5	1,3±0,4
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 48sn.	19,3±0,5	1,0±0,3	18,9±0,1	1,4±0,2
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /42sn.	18,9±0,5	0,9±0,3	19,3±0,6	1,4±0,3
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 18sn.	17,3±0,7	1,8±0,2	17,6±0,6	2,0±0,2
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 12sn.	18,6±0,4	1,2±0,2	18,6±0,3	1,6±0,3
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ / 2dk. 24sn.	18,7±0,1	1,1±0,1	18,2±0,2	1,5±0,3
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33 dk.	17,7±0,6	1,5±0,3	17,8±0,3	2,1±0,2
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 54sn.	18,3±0,1	1,4±0,1	17,3±0,5	2,2±0,3
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 42sn.	18,2±0,3	1,4±0,2	17,7±0,2	2,1±0,1
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /24sn.	16,7±0,5	2,0±0,2	18,4±0,4	1,9±0,2

Çizelge 4.7. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulaması sonrasında 1°C’de muhafaza edilen MAP’lar içerisindeki meyvelerin atmosferlerinde 7. ve 21. günlerde oluşan gaz kompozisyonları (3. Deneme)

MAP İçerisindeki Gaz Kompozisyonları (%)					
Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman (sn.)		7. Gün		21. Gün	
		O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
	Uygulamalar	ort±std. sapma	ort±std. sapma	ort±std. sapma	ort±std. sapma
	Kontrol				
	Kontrol (-)	16,2±0,7	2,0±0,2	16,4±0,7	2,0±0,2
	Kontrol (+)	18,7±0,2	1,1±0,1	18,4±0,3	1,7±0,3
	O₃ gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre				
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk. 42sn.	18,8±0,2	1,4±0,1	18,6±0,6	2,0±0,1
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 6sn.	19,1±0,7	1,0±0,4	18,9±0,8	1,5±0,2
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /8dk.	18,5±0,4	1,4±0,2	19,8±0,6	1,5±0,1
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 42sn.	18,3±0,7	1,4±0,2	18,4±0,3	1,8±0,2
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /36sn.	18,0±0,2	1,6±0,1	17,5±0,5	2,3±0,4
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 12sn.	16,8±1,0	2,0±0,3	17,7±0,2	2,2±0,1
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 6sn.	18,4±0,2	1,2±0,1	19,0±0,7	1,7±0,1
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 12 sn.	19,1±0,5	0,9±0,2	18,5±0,5	1,2±0,1
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33dk.	19,1±0,2	1,0±0,1	18,6±0,7	1,9±0,6
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 42sn.	19,5±0,4	0,9±0,2	19,0±0,5	1,7±0,4
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 30sn.	19,2±0,6	1,1±0,2	18,3±0,4	1,8±0,1

Çizelge 4.8. Nemlendirilmemiş ortamda yapılan ozon uygulaması sonrasında 1°C’de muhafaza edilen MAP’lar içerisindeki meyvelerin atmosferlerinde 7. ve 21. günlerde oluşan gaz kompozisyonları (3. Deneme)

MAP İçerisindeki Gaz Kompozisyonları (%)					
Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman (sn.)		7. GÜN		21. GÜN	
		O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
		ort±std. sapma	ort±std. sapma	ort±std. sapma	ort±std. sapma
	Uygulamalar				
	Kontrol				
	Kontrol (-)	16,2±0,7	2,0±0,2	16,4±0,7	2,0±0,2
	Kontrol (+)	18,9±0,3	0,9±0,2	18,2±0,4	1,3±0,2
	O₃ gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre				
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk. 48sn.	19,5±0,4	0,7±0,1	18,5±0,6	1,3±0,2
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 12sn.	19,5±0,2	0,7±0,1	18,0±0,6	1,5±0,2
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /8dk.	18,3±0,5	1,2±0,1	17,7±0,4	1,5±0,2
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 48sn.	19,1±0,5	0,9±0,2	17,8±1,1	1,6±0,5
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /42sn.	19,0±0,1	0,8±0,1	18,1±0,4	1,4±0,3
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 18sn.	17,8±0,8	1,7±0,3	18,0±0,8	1,8±0,1
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 12sn.	18,2±0,4	1,2±0,1	17,2±0,3	1,8±0,2
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ / 2dk. 24sn.	16,4±0,5	2,0±0,1	17,7±1,0	1,9±0,2
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33 dk.	18,8±0,9	1,0±0,4	17,6±0,8	1,7±0,5
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 54sn.	16,1±0,8	1,8±0,1	17,5±0,1	1,8±0,1
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 42sn.	14,8±1,3	2,2±0,2	17,0±1,1	1,9±0,4
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /24sn.	13,0±0,2	2,5±0,1	15,9±1,3	2,3±0,3

4.2.2. Uygulamaların Meyve ve Meyveden Alınan Parça Yüzeyindeki Mikroorganizma Sayısına Etkisi

Oransal nemin yüksek ve oransal nemin düşük olduğu ortamlarda, incir meyvesine farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon uygulamasının yapıldığı çalışmalarda, meyve ve meyvenin doğal açıklığından alınan parça yüzeylerindeki mikroorganizma sayısının artan KxZ değerlerinde ve aynı KxZ değerlerinin artan ozon konsantrasyonlarında toplam mikroorganizma, fungus popülasyon ve bakteri koloni sayısını azalttığı tespit edilmiştir. Uygulama yapılan nemlendirilmiş ve nemlendirilmemiş her iki ortamda da

meyveden alınan parça yüzeyindeki mikroorganizma sayısının, meyve yüzeyindeki mikroorganizma sayısına oranla tüm uygulamalarda daha fazla olduğu görülmüştür (Çizelge 4.9-4.20).

4.2.2.1. Nemlendirilmiş Ortamda (%95-99 Oransal Nem) Uygulaması Yapılan Ozon Gazının Meyve Mikroorganizma Sayısına Etkisi

Ozon gazının yüksek oransal nemin olduğu bir ortamda uygulandığı 1. denemede herhangi bir uygulama yapılmayan kontrol (-) meyvesinden alınan meyve örneğinin meyve yüzeyindeki toplam mikroorganizma sayısı $2,8 \times 10^4$ cfu/meyve, fungus populasyon sayısı $5,0 \times 10^3$ cfu/meyve ve bakteri sayısı $2,8 \times 10^4$ cfu/meyve'dir. Meyvelere nemlendirilmiş ortamda O_2 uygulanarak yapılan kontrol (+) grubunda, meyve yüzeyindeki toplam mikroorganizma sayısı $4,3 \times 10^4$ cfu/meyve, fungus populasyonu sayısı $1,3 \times 10^4$ cfu/meyve ve bakteri sayısı $3,0 \times 10^4$ cfu/meyve olarak bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9'a göre yapılan tüm uygulamalar istatistiki açıdan kontrolden farklı olup, 50 000 KxZ değerindeki uygulamaya ait en yüksek ozon konsantrasyonu olan $500 \mu L L^{-1}$ ile ulaşıldığında, meyve yüzeyindeki toplam mikroorganizma sayısı, $4,3 \times 10^4$ cfu/meyve'den $1,5 \times 10^4$ cfu/meyve'ye, bakteri sayısını ise $3,0 \times 10^4$ cfu/meyve'den 5×10^3 cfu/meyve'ye düşürülmüştür. Aynı denemede 100 000 KxZ değerine $1000 \mu L L^{-1}$ ile ulaşıldığında toplam mikroorganizma sayısı $6,3 \times 10^3$ cfu/meyve, bakteri sayısı $6,3 \times 10^3$ cfu/meyve olarak belirlenmiştir. KxZ değeri 200 000 olan uygulamada $1000 \mu L L^{-1}$ ozon konsantrasyonunun uygulandığı meyvelerde, meyve başına düşen toplam mikroorganizma sayısı $3,8 \times 10^3$ cfu/meyve olarak belirlenmiştir. Bakteri sayısı ise minimum dedeksiyon değerinin altında bulunmuştur. KxZ değeri 400 000'e yükseldiğinde toplam mikroorganizma sayısını, $1000 \mu L L^{-1}$ ozon gazı uygulanması $2,5 \times 10^3$ cfu/meyve'ye düşürmüştür. KxZ değeri 600 000 olan uygulamada $200 \mu L L^{-1}$ ve $500 \mu L L^{-1}$ ozon ve artan dozların meyveye uygulanması ile toplam mikroorganizma sayısı minimum dedeksiyon değerinin altına düşürülmüştür. Tüm uygulamalardaki fungus populasyon sayısı istatistiki açıdan aynı grupta yer almakta ve uygulamaların genelinde bu sayı detekte edilebilen düzeyin altındadır.

Birinci denemede kontrol (-) grubu meyveden alınan parça yüzeyindeki toplam mikroorganizma sayısı $1,5 \times 10^6$ cfu/parça, fungus popülasyon sayısı 1×10^5 cfu/parça ve bakteri sayısı $1,4 \times 10^6$ cfu/parça olarak belirlenmiştir. O₂ uygulaması yapılan kontrol (+) meyvelerinden alınan parça yüzeyindeki toplam mikroorganizma, fungus popülasyonu ve bakteri sayısı sırasıyla, $1,8 \times 10^6$ cfu/parça, $1,2 \times 10^5$ cfu/parça ve $1,8 \times 10^6$ cfu/parça'dır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10'a KxZ değeri 50 000 olan uygulamaya $500 \mu\text{L L}^{-1}$ ile ulaşıldığında parça yüzeyindeki toplam mikroorganizma sayısı $1,1 \times 10^6$ cfu/parça, fungus popülasyon sayısı sırasıyla 3×10^4 cfu/parça ve bakteri koloni sayısı 1×10^6 cfu/parça olarak belirlenmiştir. KxZ değeri 100 000 olan uygulamaya $500 \mu\text{L L}^{-1}$ ile ulaşıldığında parça yüzeyindeki toplam mikroorganizma sayısı $1,1 \times 10^6$ cfu/parça iken $1000 \mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyonları ile ulaşıldığında bu sayı $8,5 \times 10^5$ cfu/parça olarak tespit edilmiştir. Aynı dozların parça yüzeyindeki fungus popülasyonu sırasıyla $1,7 \times 10^4$ cfu/parça ve $1,5 \times 10^4$ cfu/parça olup, bakteri sayıları ise $500 \mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulamasında 1×10^6 cfu/parça ve $1000 \mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyonu yapılan uygulamada $7,9 \times 10^5$ cfu/parça olarak belirlenmiştir. KxZ değeri 200 000 olan uygulamaya $1000 \mu\text{L L}^{-1}$ ile ulaşıldığında parça yüzeyindeki toplam mikroorganizma sayısı sırasıyla $6,7 \times 10^5$ cfu/parça, fungus popülasyon sayısı 1×10^4 cfu/parça, bakteri koloni sayısı $5,6 \times 10^5$ cfu/parça olarak belirlenmiştir. KxZ değeri 400 000 olan uygulamaya $1000 \mu\text{L L}^{-1}$ ile ulaşıldığında toplam mikroorganizma sayısı sırasıyla 4×10^5 cfu/parça, fungus popülasyon sayısı $7,8 \times 10^3$ cfu/parça iken, bakteri koloni sayıları sırasıyla $3,2 \times 10^5$ cfu/parça olarak bulunmuştur. KxZ değeri 600 000'e yükseltildiğinde, bu değere $2500 \mu\text{L L}^{-1}$ ulaşıldığında, parça yüzeyindeki toplam mikroorganizma sayısı $2,9 \times 10^5$ cfu/parça, fungus popülasyon sayısı $1,8 \times 10^3$ cfu/parça, bakteri koloni sayısı $2,8 \times 10^5$ cfu/parça olarak belirlenmiştir. KxZ değeri 770 000 olan uygulamalara $2500 \mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyonları ile ulaşıldığında toplam mikroorganizma sayısı $3,5 \times 10^4$ cfu/parça olup, bakteri koloni sayısı $3,4 \times 10^4$ cfu/parça olarak belirlenmiştir. Bu KxZ değerine ait tüm ozon konsantrasyonları, meyveden alınan parça yüzeyindeki fungus popülasyon sayısını minimum dedeksiyon değerinin altına düşürmüştür.

Çizelge 4.11, 4.12, 4.13. 4.14'de de Çizelge 4.9, 4.10'a benzer şekilde hem fungus popülasyonu hem bakteri koloni hem de toplam mikroorganizma sayısında artan KxZ

değerleri ile doğru orantılı olarak azalmalar görülmektedir. Uygulanan tüm konsantrasyonlar, meyve yüzeyindeki fungus popülasyon sayısını, Çizelge 4.11 ve 4.12'de görüldüğü üzere minimum dedeksiyon değerinin altına düşürmüştür.

Çizelge 4.9. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkisi (1. Deneme)

Meyve Üzerindeki Mikroorganizma Sayısı				
(cfu/meyve)				
Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman(sn.)	O₃ gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre	Toplam Mikroorganizma	Fungus	Bakteri
Kontrol (-)		2,8x10 ⁴ b	5,0x10 ³ b	2,8x10 ⁴ a
Kontrol (+)		4,3x10 ⁴ a	1,3x10 ⁴ a	3,0x10 ⁴ a
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk. 42sn.	2,3x10 ⁴ c	D	1,1x10 ⁴ b
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 6sn.	1,5x10 ⁴ d	D	5,0x10 ³ bc
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /8dk.	1,1x10 ⁴ e	D	7,5x10 ³ bc
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 42sn.	7,5x10 ³ f	D	7,5x10 ³ bc
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /36sn.	6,3x10 ³ fg	D	6,3x10 ³ bc
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 12sn.	6,3x10 ³ fg	D	6,3x10 ³ bc
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 6sn.	5,0x10 ³ fgh	D	D
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 12 sn.	3,8x10 ³ gh	D	D
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33dk.	3,8x10 ³ ghi	D	5,0x10 ³ c
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 42sn.	2,5x10 ³ hij	D	D
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 30sn.	2,5x10 ³ hij	D	D
600 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /49dk. 36sn.	D	D	D
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /19dk. 24sn.	D	D	D
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /8dk. 54sn.	D	D	D
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /54sn.	D	D	D
770 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /63dk. 48sn.	D	D	D
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /25dk. 6sn.	D	D	D
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /11dk. 42sn.	D	D	D
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk.	D	D	D

D: Minimum dedeksiyon değerinin altında. Minimum dedekte edilebilen değer: 2,5x10³ cfu/meyve

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi P \leq 0,05 kullanılmıştır.

Çizelge 4.10. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerinden alınan parçadaki mikroorganizma sayısına etkisi (1. Deneme)

Meyveden Alınan Parça Üzerindeki Mikroorganizma Sayısı (cfu/parça)				
Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman(sn.)	O₃ gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre	Toplam Mikroorganizma	Fungus	Bakteri
Kontrol (-)		1,5x10 ⁶ b	1,0x10 ⁵ b	1,4x10 ⁶ b
Kontrol (+)		1,8x10 ⁶ a	1,2x10 ⁵ a	1,8x10 ⁶ a
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk. 42sn.	1,2x10 ⁶ c	4,2x10 ⁴ c	1,1x10 ⁶ c
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 6sn.	1,1x10 ⁶ cd	3,0x10 ⁴ cd	1,0x10 ⁶ d
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /8dk.	1,1x10 ⁶ d	2,0x10 ⁴ de	1,0x10 ⁶ c
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 42sn.	1,1x10 ⁶ d	1,7x10 ⁴ def	1,0x10 ⁶ d
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /36sn.	8,5x10 ⁵ e	1,5x10 ⁴ efg	7,9x10 ⁵ e
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 12sn.	7,5x10 ⁵ f	1,5x10 ⁴ efg	6,2x10 ⁵ f
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 6sn.	7,2x10 ⁵ fg	1,0x10 ⁴ efgh	6,1x10 ⁵ f
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 12 sn.	6,7x10 ⁵ g	1,0x10 ⁴ efgh	5,6x10 ⁵ f
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33dk.	4,8x10 ⁵ h	9,2x10 ³ efgh	3,6x10 ⁵ g
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 42sn.	4,9x10 ⁵ h	8,8x10 ³ efgh	3,4x10 ⁵ gh
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 30sn.	4,0x10 ⁵ i	7,8x10 ³ efgh	3,2x10 ⁵ gh
600 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /49dk. 36sn.	3,7x10 ⁵ i	4,4x10 ³ fgh	3,2x10 ⁵ gh
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /19dk. 24sn.	3,6x10 ⁵ ij	3,6x10 ³ gh	2,9x10 ⁵ gh
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /8dk. 54sn.	3,0x10 ⁵ j	2,0x10 ³ gh	2,8x10 ⁵ h
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /54sn.	2,9x10 ⁵ j	1,8x10 ³ gh	2,8x10 ⁵ h
770 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /63dk. 48sn.	7,2x10 ⁴ k	D	6,4x10 ⁴ i
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /25dk. 6sn.	6,7x10 ⁴ k	D	5,9x10 ⁴ i
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /11dk. 42sn.	3,9x10 ⁴ k	D	3,5x10 ⁴ i
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk.	3,5x10 ⁴ k	D	3,4x10 ⁴ i

D: Minimum dedeksiyon değerinin altında. Minimum dedekte edilebilen değer: 8x10² cfu/parça
Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi P \leq 0,05 kullanılmıştır.

Çizelge 4.11. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkisi (2. Deneme)

Meyve Üzerindeki Mikroorganizma Sayısı				
(cfu/meyve)				
Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$)	O₃ gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre	Toplam	Fungus	Bakteri
x		Mikroorganizma		
Zaman(sn.)				
Kontrol (-)		1,4x10 ⁵ a	1,0x10 ⁴ a	1,4x10 ⁵ a
Kontrol (+)		1,6x10 ⁵ a	6,3x10 ³ b	1,0x10 ⁵ b
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk. 42sn.	1,1x10 ⁵ b	D	8,8x10 ⁴ c
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 6sn.	9,0x10 ⁴ c	D	7,3x10 ⁴ cd
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /8dk.	6,3x10 ⁴ d	D	6,0x10 ⁴ de
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 42sn.	3,8x10 ⁴ e	D	3,6x10 ⁴ fgh
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /36sn.	2,3x10 ⁴ f	D	1,0x10 ⁴ ij
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 12sn.	6,0x10 ⁴ d	D	4,8x10 ⁴ ef
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 6sn.	3,9x10 ⁴ e	D	2,8x10 ⁴ gh
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 12 sn.	2,1x10 ⁴ f	D	2,0x10 ⁴ hı
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33dk.	3,1x10 ⁴ ef	D	4,3x10 ⁴ fg
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 42sn.	D	D	D
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 30sn.	3,8x10 ³ g	D	6,3x10 ³ ij

D: Minimum dedeksiyon değerinin altında. Minimum dedekte edilebilen değer: 2,5x10³ cfu/meyve

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi P≤0,05 kullanılmıştır.

Çizelge 4.12. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerinden alınan parçadaki mikroorganizma sayısına etkisi (2. Deneme)

Meyveden Alınan Parça Üzerindeki Mikroorganizma Sayısı (cfu/parça)				
Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman(sn.)	O₃ gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre	Toplam Mikroorganizma	Fungus	Bakteri
Kontrol (-)		5,6x10 ⁶ b	6,3x10 ⁵ a	5,4x10 ⁶ b
Kontrol (+)		6,7x10 ⁶ a	5,5x10 ⁵ b	6,4x10 ⁶ a
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk. 42sn.	4,5x10 ⁶ c	1,7x10 ⁵ c	3,2x10 ⁶ c
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 6sn.	4,3x10 ⁶ d	1,4x10 ⁵ de	2,9x10 ⁶ d
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /8dk.	4,2x10 ⁶ d	1,4x10 ⁵ d	2,4x10 ⁶ e
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 42sn.	3,9x10 ⁶ e	1,3x10 ⁵ de	1,9x10 ⁶ fg
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /36sn.	3,5x10 ⁶ f	1,2x10 ⁵ ef	2,0x10 ⁶ f
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 12sn.	3,1x10 ⁶ g	9,8x10 ⁴ fg	1,8x10 ⁶ gh
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 6sn.	2,5x10 ⁶ h	9,2x10 ⁴ gh	1,7x10 ⁶ h
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 12 sn.	2,1x10 ⁶ i	8,8x10 ⁴ gh ₁	1,5x10 ⁶ i
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33dk.	1,8x10 ⁶ j	7,4x10 ⁴ hij	1,5x10 ⁶ i
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 42sn.	1,6x10 ⁶ jk	6,5x10 ⁴ ij	1,2x10 ⁶ j
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 30sn.	1,5x10 ⁶ k	6,1x10 ⁴ j	1,1x10 ⁶ j

D: Minimum dedeksiyon değerinin altında. Minimum dedekte edilebilen değer: 8x10² cfu/parça

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi P≤0,05 kullanılmıştır.

Çizelge 4.13. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkisi (3. Deneme)

Meyve Üzerindeki Mikroorganizma Sayısı				
(cfu/meyve)				
Konsantrasyon	O₃ gazı (µL L⁻¹)/ süre	Toplam	Fungus	Bakteri
(µL L⁻¹)	x	Mikroorganizma		
Zaman(sn.)				
Kontrol (-)		4,5x10 ⁴ b	1x10 ⁴ b	3,0x10 ⁴ a
Kontrol (+)		5,3x10 ⁴ a	2x10 ⁴ a	3,0x10 ⁴ a
50 000 KxZ	200 µL L ⁻¹ /3dk. 42sn.	1,3x10 ⁴ c	D	1,6x10 ⁴ b
	500 µL L ⁻¹ /1dk. 6sn.	1,0x10 ⁴ c	D	1,1x10 ⁴ bc
100 000 KxZ	200 µL L ⁻¹ /8dk.	6,3x10 ³ d	D	1,1x10 ⁴ bc
	500 µL L ⁻¹ /2dk. 42sn.	6,3x10 ³ d	D	3,7x10 ³ d
	1000 µL L ⁻¹ /36sn.	D	D	D
200 000 KxZ	200 µL L ⁻¹ /16dk. 12sn.	5,0x10 ³ de	D	2,5x10 ³ d
	500 µL L ⁻¹ /6dk. 6sn.	3,8x10 ³ de	D	3,8x10 ³ d
	1000 µL L ⁻¹ /2dk. 12sn.	2,5x10 ³ ef	D	3,8x10 ³ d
400 000 KxZ	200 µL L ⁻¹ /33 dk.	D	D	5,0x10 ³ cd
	500 µL L ⁻¹ /12dk. 42sn.	D	D	2,5x10 ³ d
	1000 µL L ⁻¹ /5dk. 30sn .	D	D	D

D: Minimum dedeksiyon değerinin altında. Minimum dedekte edilebilen değer: 2,5x10³ cfu/meyve

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi P≤0,05 kullanılmıştır.

Çizelge 4.14. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerinden alınan parçadaki mikroorganizma sayısına etkisi (3. Deneme)

Meyveden Alınan Parça Üzerindeki Mikroorganizma Sayısı (cfu/parça)				
Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman(sn.)	O₃ gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre	Toplam Mikroorganizma	Fungus	Bakteri
Kontrol (-)		3,8x10 ⁶ b	1,2x10 ⁵ b	2,9x10 ⁶ b
Kontrol (+)		5,7x10 ⁶ a	1,8x10 ⁵ a	6,0x10 ⁶ a
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk. 42sn.	3,4x10 ⁶ c	5,9x10 ⁴ c	2,9x10 ⁶ b
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 6sn.	3,1x10 ⁶ d	2,4x10 ⁴ d	2,6x10 ⁶ c
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /8dk.	2,9x10 ⁶ e	2,1x10 ⁴ d	2,5x10 ⁶ c
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 42sn.	1,9x10 ⁶ f	9,0x10 ³ e	1,8x10 ⁶ d
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /36sn.	1,5x10 ⁶ g	7,4x10 ³ e	1,5x10 ⁶ e
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 12sn.	1,2x10 ⁶ h	5,6x10 ³ e	1,1x10 ⁶ f
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 6sn.	1,1x10 ⁶ h ₁	4,0x10 ³ e	9,8x10 ⁵ f
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 12sn.	1x10 ⁶ h _{ij}	4,0x10 ³ e	9,5x10 ⁵ f
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33 dk.	9,7x10 ⁵ ij	5,0x10 ³ e	9,4x10 ⁵ f
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 42sn.	9,3x10 ⁵ ij	4,0x10 ³ e	9,3x10 ⁵ f
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 30sn .	8,9x10 ⁵ j	3,8x10 ³ e	8,8x10 ⁵ f

D: Minimum dedeksiyon değerinin altında. Minimum dedekte edilebilen değer: 8x10² cfu/parça

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi P≤0,05 kullanılmıştır.

4.2.2.2. Nemlendirilmemiş Ortamda (%35-45 Oransal Nem) Uygulanan Ozon Gazının Meyve Mikroorganizma Sayısına Etkisi

Deneme kapsamında nemlendirilmemiş ortamda 770 000 KxZ değerinde yapılan tüm uygulamalar mikrobiyal yükü önemli ölçüde azaltmıştır. Mikrobiyal yük üzerindeki bu azalış miktarı, diğer uygulama gruplarında olduğu gibi belli mikroorganizma grubu üzerinde değil tüm mikrobiyal popülasyonu kapsayacak şekilde gerçekleşmiştir. Denemenin en yüksek KxZ değerine sahip uygulama grubu içerisindeki tüm ozon gazı konsantrasyonları mikrobiyal popülasyon üzerinde, toplam mikroorganizma, fungus ve bakteri popülasyonlarını minimum dedeksiyon değerinin altına indirerek en yüksek antimikrobiyal etkinliği göstermiştir (Çizelge 4.15). Aynı denemede, uygulama sonrası meyvelerden alınan parçaların yüzeyindeki mikroorganizma sayısı, meyve yüzeyindeki

mikroorganizma sayısından fazla olup, uygulamalardan hiç biri mikrobiyal yük açısından detekte edilebilir düzeyin altına indirememiştir. (Çizelge 4.16)

Çizelge 4.17 ve 4.18'de 2. denemede meyve ve meyveden alınan parça yüzeylerinde ozon gazı uygulamalarının hiç biri toplam mikroorganizma sayısını dedekte edilebilir değerin altına indiremediği görülmektedir. Ancak artan KxZ değerlerinde azalan mikroorganizma popülasyonu görülebilmektedir.

Üçüncü denemeye ait uygulamalarda, meyve yüzeyindeki fungus popülasyon sayısının dedekte edilebilir düzeyin altına düşürülmesinde tüm KxZ değerlerine ait konsantrasyonların etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 4.19) Ancak meyveden alınan parça yüzeyinde fungus, bakteri ve toplam mikroorganizma sayısı, minimum dedeksiyon değerinin altına indirilememiştir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.15. Nemlendirilmemiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkisi (1. Deneme)

Meyve Üzerindeki Mikroorganizma Sayısı				
(cfu/meyve)				
Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman(sn.)	O₃ gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre	Toplam Mikroorganizma	Fungus	Bakteri
Kontrol (-)		2,8x10 ⁴ b	5,0x10 ³ bc	2,8x10 ⁴ ab
Kontrol (+)		3,8x10 ⁴ a	1,0x10 ⁴ a	3,1x10 ⁴ a
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk. 48sn.	2,4x10 ⁴ bcd	6,3x10 ³ b	1,8x10 ⁴ cd
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 12sn.	2,3x10 ⁴ cd	D	2,3x10 ⁴ bc
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ / 8dk.	2,5x10 ⁴ bc	D	2,8x10 ⁴ ab
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 48sn.	2,5x10 ⁴ bc	3,8x10 ³ bcd	1,9x10 ⁴ cd
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /42sn.	2,0x10 ⁴ de	D	1,8x10 ⁴ cd
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 18sn.	2,0x10 ⁴ de	D	2,3x10 ⁴ bc
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 12sn.	1,8x10 ⁴ ef	2,5x10 ³ cde	1,8x10 ⁴ cd
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 24 sn.	1,5x10 ⁴ f	2,5x10 ³ cde	1,3x10 ⁴ d
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33 dk.	7,5x10 ³ g	3,8x10 ³ bcd	3,8x10 ³ e
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 54sn.	6,3x10 ³ gh	D	3,8x10 ³ e
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 42sn.	3,8x10 ³ gh	D	2,5x10 ³ e
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /24sn.	D	D	D
600 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /45dk. 36sn.	3,8x10 ³ ghi	D	2,5x10 ³ e
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /19dk. 30sn.	3,8x10 ³ ghi	D	2,6x10 ³ e
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /9dk.	2,5x10 ³ hi	D	2,5x10 ³ e
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 48sn.	D	D	D
770 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /63dk. 42sn.	D	D	D
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /25dk. 12sn.	D	D	D
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /11dk. 54sn.	D	D	D
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 54sn.	D	D	D

D: Minimum dedeksiyon değerinin altında. Minimum dedekte edilebilen değer: 2,5x10³ cfu/meyve

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi P≤0,05 kullanılmıştır.

Çizelge 4.16. Nemlendirilmemiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerinden alınan parçadaki mikroorganizma sayısına etkisi (1. Deneme)

Meyveden Alınan Parça Üzerindeki Mikroorganizma Sayısı (cfu/parça)				
Konsantrasyon (µL L⁻¹) x Zaman(sn.)	O₃ gazı (µL L⁻¹)/ süre	Toplam Mikroorganizma	Fungus	Bakteri
Kontrol (-)		1,5x10 ⁶ b	1,0x10 ⁵ b	1,4x10 ⁶ b
Kontrol (+)		1,7x10 ⁶ a	1,1x10 ⁵ a	1,7x10 ⁶ a
50 000 KxZ	200 µL L ⁻¹ /3dk . 48sn.	1,1x10 ⁶ c	9,0x10 ⁴ c	9,0x10 ⁵ c
	500 µL L ⁻¹ /1dk. 12sn.	8,4x10 ⁵ ef	7,0x10 ⁴ e	8,0x10 ⁵ d
100 000 KxZ	200 µL L ⁻¹ / 8dk.	9,6x10 ⁵ d	8,2x10 ⁴ d	8,2x10 ⁵ d
	500 µL L ⁻¹ /2dk. 48sn	8,8x10 ⁵ e	8,1x10 ⁴ d	7,8x10 ⁵ de
	1000 µL L ⁻¹ /42sn	8,0x10 ⁵ f	7,4x10 ⁴ e	7,4x10 ⁵ e
200 000 KxZ	200 µL L ⁻¹ /16dk. 18sn.	7,0x10 ⁵ g	4,6x10 ⁴ f	6,4x10 ⁵ f
	500 µL L ⁻¹ /6dk. 12sn.	5,8x10 ⁵ h	3,8x10 ⁴ g	5,6x10 ⁵ g
	1000 µL L ⁻¹ /2dk. 24 sn.	5,4x10 ⁵ hi	3,5x10 ⁴ g	5,1x10 ⁵ g
400 000 KxZ	200 µL L ⁻¹ /33 dk.	4,8x10 ⁵ i	3,0x10 ⁴ h	4,2x10 ⁵ h
	500 µL L ⁻¹ /12dk. 54sn.	4,0x10 ⁵ j	2,2x10 ⁴ i	3,7x10 ⁵ hi
	1000 µL L ⁻¹ /5dk. 42sn.	3,8x10 ⁵ j	1,8x10 ⁴ i	3,6x10 ⁵ i
	2500 µL L ⁻¹ /24sn.	3,0x10 ⁵ k	1,3x10 ⁴ j	3,0x10 ⁵ j
600 000 KxZ	200 µL L ⁻¹ /45dk. 36sn.	3,0x10 ⁵ k	2,1x10 ⁴ i	3,0x10 ⁵ j
	500 µL L ⁻¹ /19dk. 30sn.	2,8x10 ⁵ kl	2,0x10 ⁴ i	2,6x10 ⁵ jk
	1000 µL L ⁻¹ /9dk.	2,7x10 ⁵ kl	2,1x10 ⁴ i	2,6x10 ⁵ jk
	2500 µL L ⁻¹ /1dk. 48sn.	2,7x10 ⁵ kl	2,0x10 ⁴ i	2,4x10 ⁵ kl
770 000 KxZ	200 µL L ⁻¹ /63dk. 42sn.	2,6x10 ⁵ kl	2,0x10 ⁴ i	2,5x10 ⁵ jkl
	500 µL L ⁻¹ /25dk. 12sn.	2,5x10 ⁵ kl	2,0x10 ⁴ i	2,3x10 ⁵ kl
	1000 µL L ⁻¹ /11dk. 54sn.	2,4x10 ⁵ kl	1,9x10 ⁴ i	2,1x10 ⁵ l
	2500 µL L ⁻¹ /2dk. 54sn.	2,3x10 ⁵ l	1,8x10 ⁴ i	2,2x10 ⁵ kl

D: Minimum dedeksiyon değerinin altında. Minimum dedekte edilebilen değer: 8x10² cfu/parça
Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi P≤0,05 kullanılmıştır.

Çizelge 4.17. Nemlendirilmemiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkisi (2. Deneme)

Meyve Üzerindeki Mikroorganizma Sayısı				
(cfu/meyve)				
Konsantrasyon	O₃ gazı (µL L⁻¹)/ süre	Toplam	Fungus	Bakteri
(µL L⁻¹)		Mikroorganizma		
x				
Zaman(sn.)				
Kontrol (-)		1,4x10 ⁵ a	1,0x10 ⁴ a	1,4x10 ⁵ a
Kontrol (+)		1,4x10 ⁵ a	7,5x10 ³ abc	9,3x10 ⁴ b
50 000 KxZ	200 µL L ⁻¹ /3dk . 48sn.	1,1x10 ⁵ b	8,8x10 ³ ab	9,0x10 ⁴ bc
	500 µL L ⁻¹ /1dk. 12sn.	9,3x10 ⁴ c	8,8x10 ³ ab	8,3x10 ⁴ cd
100 000 KxZ	200 µL L ⁻¹ / 8dk.	9,0x10 ⁴ c	7,5x10 ³ abc	7,5x10 ⁴ d
	500 µL L ⁻¹ /2dk. 48sn	7,4x10 ⁴ d	5,0x10 ³ cde	6,4x10 ⁴ e
	1000 µL L ⁻¹ /42sn	6,0x10 ⁴ e	3,8x10 ³ de	5,0x10 ⁴ f
200 000 KxZ	200 µL L ⁻¹ /16dk. 18sn.	5,4x10 ⁴ e	3,8x10 ³ de	4,9x10 ⁴ f
	500 µL L ⁻¹ /6dk. 12sn.	4,5x10 ⁴ f	5,0x10 ³ cde	3,9x10 ⁴ g
	1000 µL L ⁻¹ /2dk. 24 sn.	4,3x10 ⁴ fg	3,8x10 ³ de	3,8x10 ⁴ g
400 000 KxZ	200 µL L ⁻¹ /33 dk.	3,1x10 ⁴ h	3,8x10 ³ de	2,3x10 ⁴ h
	500 µL L ⁻¹ /12dk. 54sn.	3,8x10 ⁴ gh	6,3x10 ³ bcd	3,0x10 ⁴ gh
	1000 µL L ⁻¹ /5dk. 42sn.	3,8x10 ⁴ gh	2,5x10 ³ e	3,8x10 ⁴ g
	2500 µL L ⁻¹ /24sn.	3,4x10 ⁴ h	3,8x10 ³ de	3,3x10 ⁴ g

D: Minimum dedeksiyon değerinin altında. Minimum dedekte edilebilen değer: 2,5x10³ cfu/meyve

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi P≤0,05 kullanılmıştır.

Çizelge 4.18. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerinden alınan parçadaki mikroorganizma sayısına etkisi (2. Deneme)

Meyveden Alınan Parça Üzerindeki Mikroorganizma Sayısı (cfu/parça)				
Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman(sn.)	O₃ gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre	Toplam Mikroorganizma	Fungus	Bakteri
Kontrol (-)		5,6x10 ⁶ a	6,3x10 ⁵ a	5,4x10 ⁶ a
Kontrol (+)		3,9x10 ⁶ b	5,2x10 ⁵ b	3,8x10 ⁶ b
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk. 48sn.	3,0x10 ⁶ c	3,1x10 ⁵ c	2,8x10 ⁶ c
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 12sn.	2,7x10 ⁶ d	2,7x10 ⁵ d	2,6x10 ⁶ d
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ / 8dk.	2,8x10 ⁶ d	2,6x10 ⁵ de	2,5x10 ⁶ de
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 48sn.	2,6x10 ⁶ e	2,5x10 ⁵ def	2,4x10 ⁶ e
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /42sn.	2,4x10 ⁶ f	2,3x10 ⁵ ef	2,2x10 ⁶ f
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 18sn.	2,3x10 ⁶ fg	2,2x10 ⁵ fg	2,1x10 ⁶ f
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 12sn.	2,2x10 ⁶ g	1,9x10 ⁵ gh	2,1x10 ⁶ fg
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 24 sn.	2,1x10 ⁶ h	1,7x10 ⁵ hı	2,0x10 ⁶ g
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33 dk.	1,9x10 ⁶ ı	1,6x10 ⁵ hı	1,8x10 ⁶ h
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 54sn.	1,8x10 ⁶ ı	1,3x10 ⁵ ij	1,7x10 ⁶ h
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 42sn.	1,4x10 ⁶ j	1,2x10 ⁵ jk	1,3x10 ⁶ ı
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /24sn.	1,1x10 ⁶ k	9,2x10 ⁴ k	1,1x10 ⁶ j

D: Minimum dedeksiyon değerinin altında. Minimum dedekte edilebilen değer: 8×10^2 cfu/parça
Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi $P \leq 0,05$ kullanılmıştır.

Çizelge 4.19. Nemlendirilmemiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerindeki mikroorganizma sayısına etkisi (3. Deneme)

Meyve Üzerindeki Mikroorganizma Sayısı (cfu/meyve)				
Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman(sn.)	O₃ gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre	Toplam Mikroorganizma	Fungus	Bakteri
Kontrol (-)		4,5x10 ⁴ b	1x10 ⁴ b	3x10 ⁴ b
Kontrol (+)		5,3x10 ⁴ a	1,9x10 ⁴ a	3,8x10 ⁴ a
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk. 48sn.	2,3x10 ⁴ c	D	2,3x10 ⁴ bc
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 12sn.	2,1x10 ⁴ cd	D	2,0x10 ⁴ cd
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ / 8dk.	1,8x10 ⁴ de	D	1,5x10 ⁴ de
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 48sn.	1,6x10 ⁴ ef	D	1,3x10 ⁴ e
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /42sn.	1,6x10 ⁴ ef	D	1,2x10 ⁴ e
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 18sn.	1,3x10 ⁴ fg	D	1,3x10 ⁴ e
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 12sn.	1,3x10 ⁴ fgh	D	1,2x10 ⁴ ef
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 24 sn.	1,1x10 ⁴ gh	D	1,1x10 ⁴ ef
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33 dk.	9,0x10 ³ h	D	6,5x10 ³ fg
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 54sn.	5,0x10 ³ i	D	5,0x10 ³ g
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 42sn.	3,0x10 ³ i	D	2,5x10 ³ g
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /24sn.	2,5x10 ³ i	D	2,5x10 ³ g

D: Minimum dedeksiyon değerinin altında. Minimum dedekte edilebilen değer: 2,5x10³ cfu/meyve

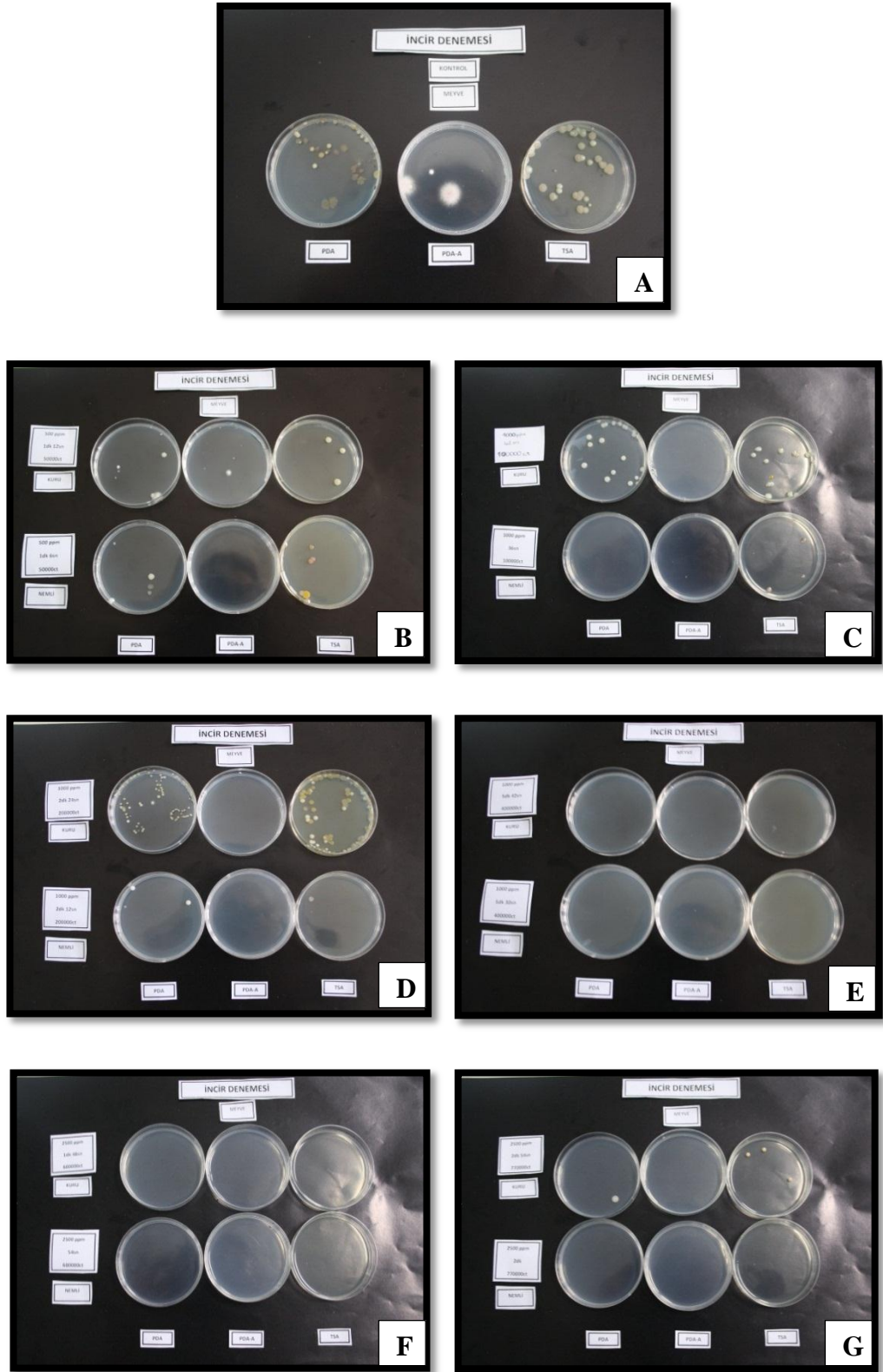
Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi P≤0,05 kullanılmıştır.

Çizelge 4.20. Nemlendirilmiş ortamda yapılan ozon uygulamasının incir meyvelerinden alınan parçadaki mikroorganizma sayısına etkisi (3. Deneme)

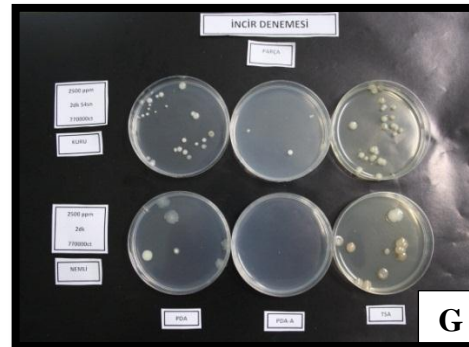
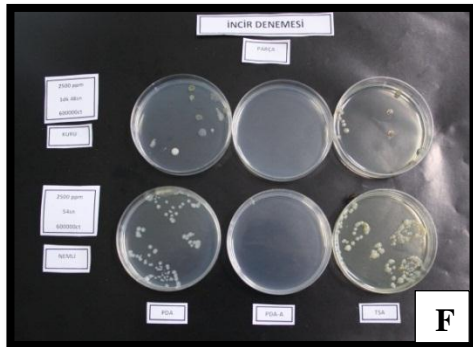
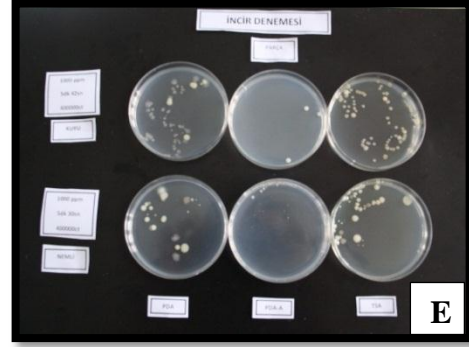
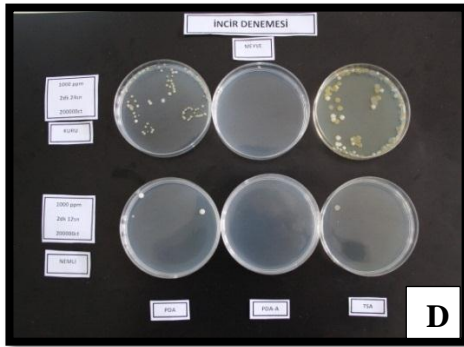
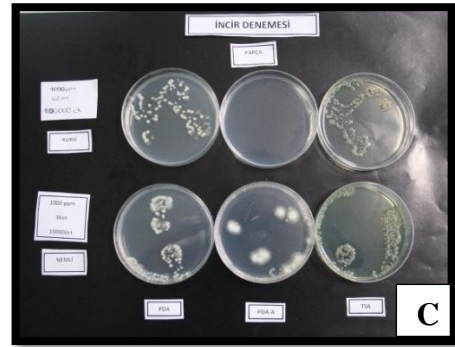
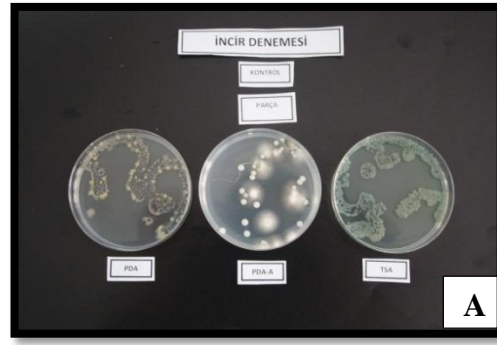
Meyveden Alınan Parça Üzerindeki Mikroorganizma Sayısı (cfu/parça)				
Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman(sn.)	O₃ gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre	Toplam Mikroorganizma	Fungus	Bakteri
Kontrol (-)		3,8x10 ⁶ a	1,2x10 ⁵ a	2,9x10 ⁶ b
Kontrol (+)		3,8x10 ⁶ a	1,0x10 ⁵ b	3,5x10 ⁶ a
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk. 48sn.	2,4x10 ⁶ b	5,9x10 ⁴ c	2,1x10 ⁶ c
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 12sn.	1,9x10 ⁶ c	4,9x10 ⁴ d	1,8x10 ⁶ d
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ / 8dk.	1,4x10 ⁶ d	4,3x10 ⁴ e	1,4x10 ⁶ e
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 48sn.	1,1x10 ⁶ e	3,9x10 ⁴ e	1,0x10 ⁶ f
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /42sn.	7,4x10 ⁵ f	2,3x10 ⁴ fg	7,2x10 ⁵ g
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 18sn.	6,2x10 ⁵ f	2,3x10 ⁴ fg	6,4x10 ⁵ g
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 12sn.	4,4x10 ⁵ g	2,4x10 ⁴ fg	4,1x10 ⁵ h
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 24 sn.	4,4x10 ⁵ g	2,5x10 ⁴ f	3,9x10 ⁵ h
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33 dk.	3,4x10 ⁵ gh	2,4x10 ⁴ fg	3,3x10 ⁵ h
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 54sn.	3,4x10 ⁵ gh	2,2x10 ⁴ fg	3,2x10 ⁵ h
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 42sn.	3,2x10 ⁵ gh	2,1x10 ⁴ g	3,2x10 ⁵ h
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /24sn.	3,1x10 ⁵ h	2,1x10 ⁴ fg	3,0x10 ⁵ h

D: Minimum dedeksiyon değerinin altında. Minimum dedekte edilebilen değer: 8×10^2 cfu/parça
Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi $P \leq 0,05$ kullanılmıştır.

Nemlendirilmiş ve nemlendirilmemiş ortamlarda uygulanan ozon gazının, incir meyvesinin ve meyveden alınan parçanın yüzeyindeki mikroorganizma sayısına olan etkisi Şekil 4.1 ve 4.2'de verilmiştir.



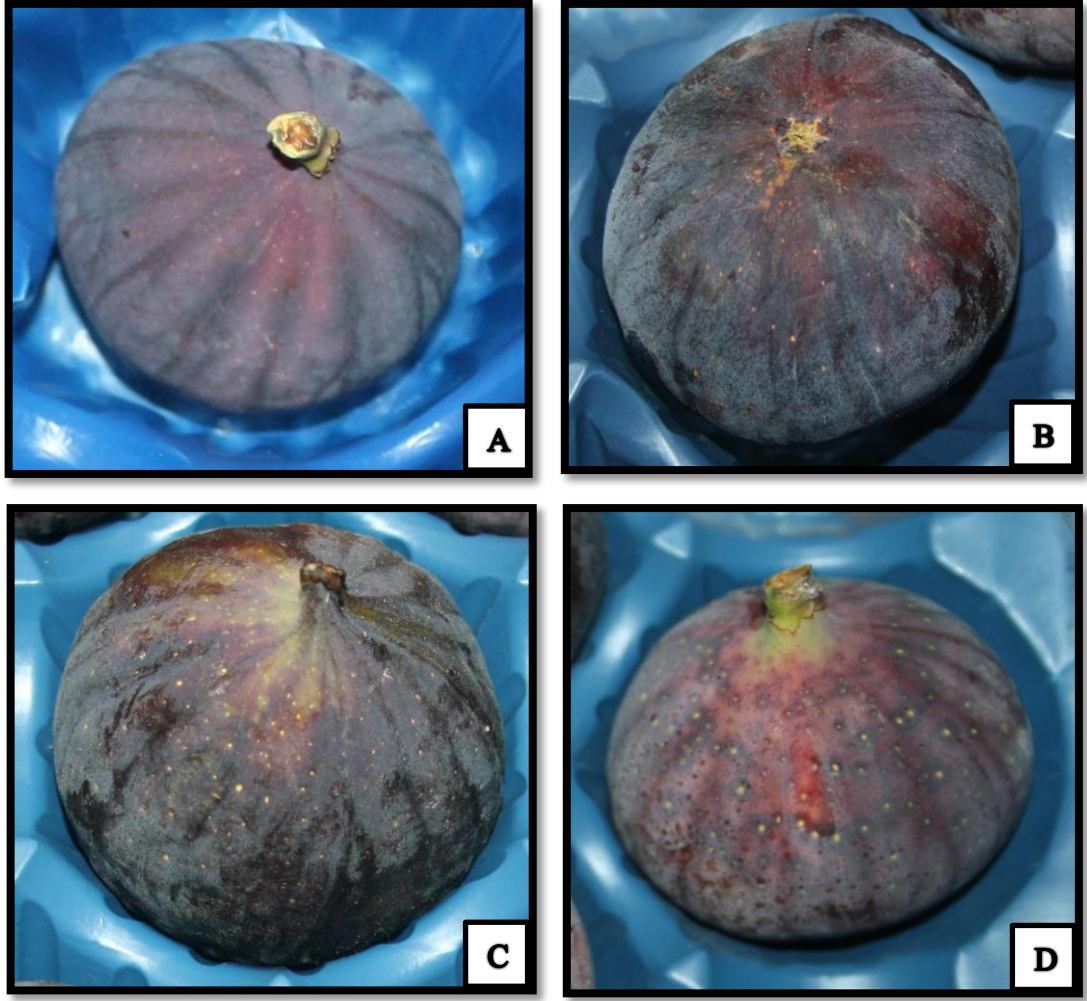
Şekil 4.1. Nemlendirilmiş (alt sıradakiler) ve nemlendirilmemiş (üst sıradakiler) ortamda ozon gazı uygulamasının meyve yüzeyindeki mikroorganizma sayısına etkisi **A**) Kontrol **B**) 50 000 KxZ-500 $\mu\text{L L}^{-1}$ **C**) 100 000 KxZ-1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ **D**) 200 000 KxZ-1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ **E**) 400 000 KxZ-1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ **F**) 600 000 KxZ-2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ **G**) 770 000 KxZ-2500 $\mu\text{L L}^{-1}$



Şekil 4.2. Nemlendirilmiş (alt sıradakiler) ve nemlendirilmemiş (üst sıradakiler) ortamda ozon gazı uygulamasının meyveden alınan parça yüzeyindeki mikroorganizma sayısına etkisi **A)** Kontrol **B)** 50 000 KxZ-500 $\mu\text{L L}^{-1}$ **C)** 100 000 KxZ-1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ **D)** 200 000 KxZ-1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ **E)** 400 000 KxZ-1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ **F)** 600 000 KxZ-2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ **G)** 770 000 KxZ-2500 $\mu\text{L L}^{-1}$

4.2.3. Ozon Gazının Soğuk Hava Deposunda Muhafaza ve Raf Ömrü Sonrasında İncir Meyvelerinin Çürümesi ve Fitotoksisite Üzerine Olan Etkisi

Yapılan uygulamalardan sonra 7 gün 1°C sonrasında 5 gün 20°C ve 21 gün 1°C sonrasında 3 gün 20°C'de muhafaza edilen incir meyveleri fitotoksisite ve meyve çürüme yüzdesi açısından değerlendirilmiştir. Nemlendirilmiş ve nemlendirilmemiş ortamlarda yapılan ozon gazı uygulamasından sonra yapılan değerlendirmede ozon konsantrasyonlarına ve uygulama sürelerine bağlı olarak fitotoksisite artmıştır. KxZ değeri 100 000, 200 000 ve 400 000 uygulamalarına ait konsantrasyonlarda, nemlendirilmiş ortamda ozon gazı uygulama yapılan meyvelerdeki fitotoksisitesinin, nemlendirilmemiş ortamda uygulaması yapılanlara oranla daha az olduğu saptanmıştır. Meyve yüzeyinde gözlemlenen fitotoksisite şiddetinin meyvelerin ham ve yeşil kısımlarında arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.21). Ozon gazının meyve üzerindeki fitotoksisitesi Şekil 4.4-4.9'da gösterilmiştir. Fitotoksisite şiddetinin değerlendirilebilmesi amacıyla 0-3 skalası oluşturulmuştur. Kontrol ve kontrol meyvelerine benzeyen meyvelerin skala değeri 0, meyve üzerindeki beyaz beneklerdeki derinleşmenin ve belirginleşmenin oldukça az olduğu meyvelerin skala değeri 1, meyvedeki beneklerin derinliğinin artması ile orta şiddette fitotoksisitenin görüldüğü meyvelerin skala değeri 2 ve şiddetli derinleşmenin görüldüğü meyvelerdeki skala değeri 3 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.3).



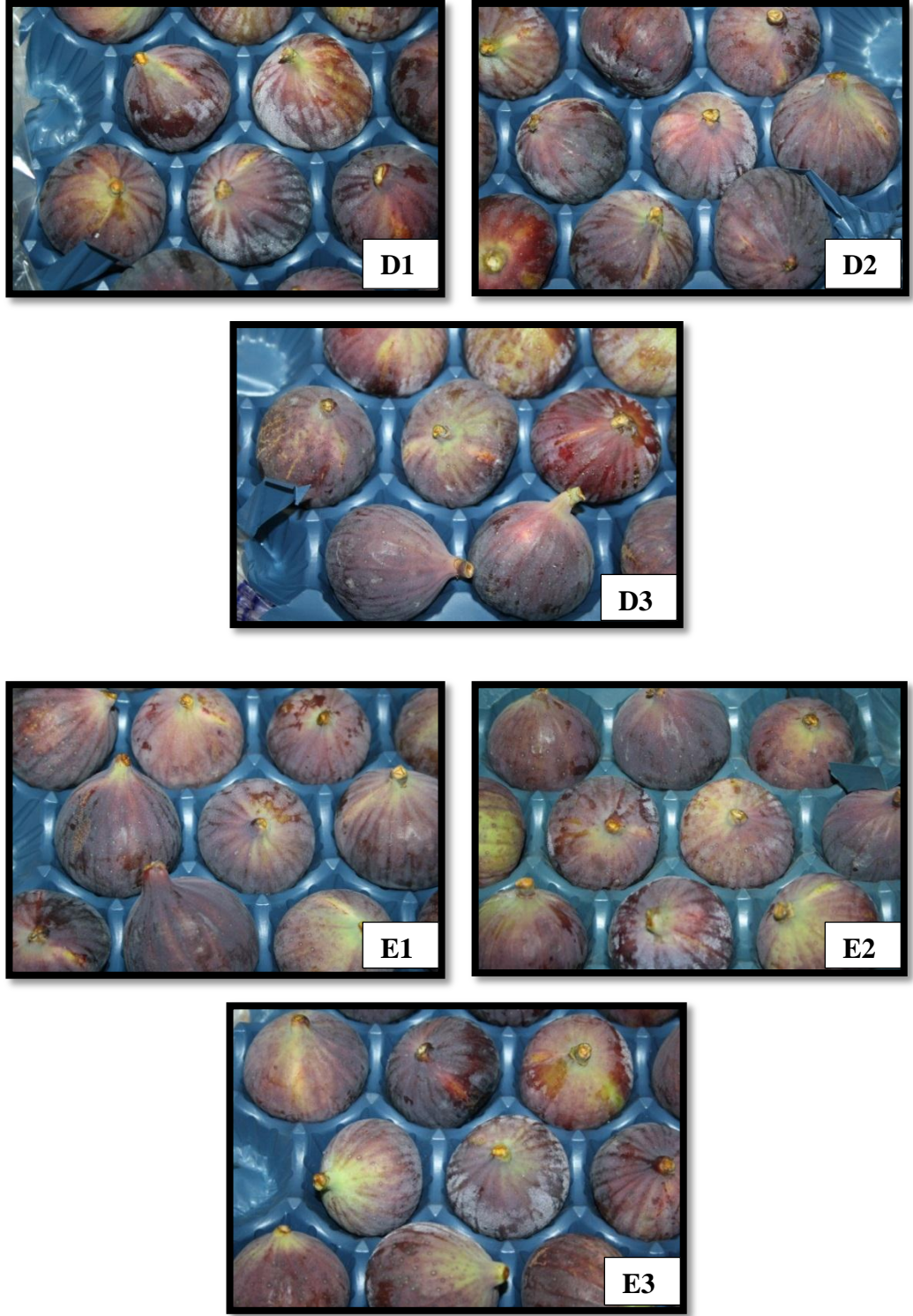
Şekil 4.3. Ozon gazı uygulaması yapılan meyvelerde görülen fitotoksisitenin 0-3 skalasına göre sınıflandırılması **A)** 0 skala değeri **B)** 1 skala değeri **C)** 2 skala değeri **D)** 3 skala değeri

Çizelge 4.21. Nemlendirilmiş ve nemlendirilmemiş ortamda uygulanan ozon gazının, meyvedeki fitotoksisite şiddetini belirten skala değerleri

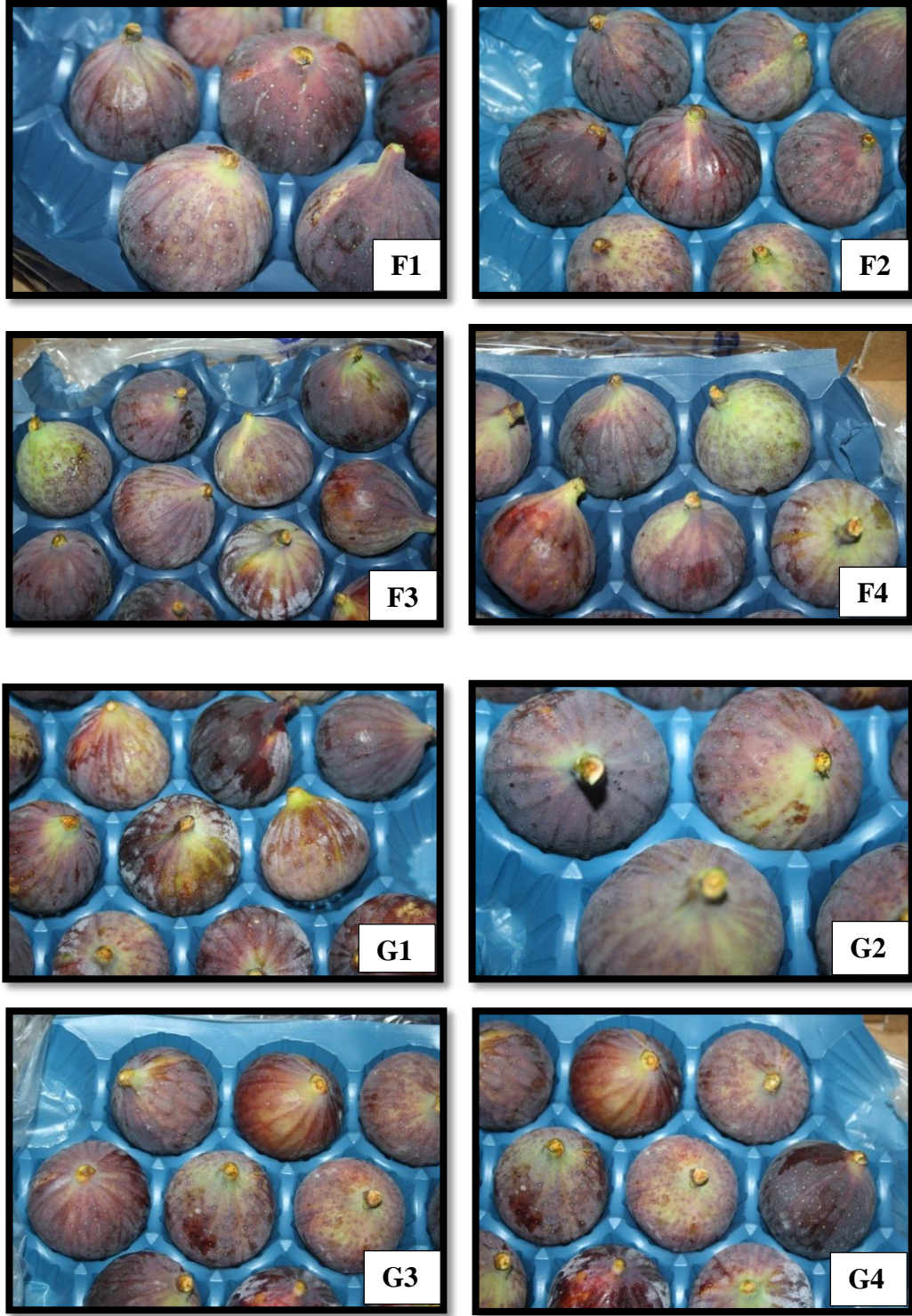
Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x süre (sn)	Nemlendirilmiş ortamda uygulanan ozon konsantrasyonları ve uygulama süreleri	Skala Değeri	Nemlendirilmemiş ortamda uygulanan ozon konsantrasyonları ve uygulama süreleri	Skala Değeri
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk. 42sn.	0	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk . 48sn.	0
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 6sn.	0	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 12sn.	0
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /8dk.	0	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ / 8dk.	1
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 42sn.	0	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 48sn	1
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /36sn.	1	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /42sn	1
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 12sn.	1	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 18sn.	2
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 6sn.	1	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 12sn.	2
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 12 sn.	1	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 24 sn.	2
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33dk.	2	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33 dk.	3
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 42sn.	2	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 54sn.	3
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 30sn.	2	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 42sn.	3
	-	-	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /24sn.	3
600 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /49dk. 36sn.	3	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /45dk. 36sn.	3
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /19dk. 24sn.	3	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /19dk. 30sn.	3
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /8dk. 54sn.	3	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /9dk.	3
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /54sn.	3	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 48sn.	3
770 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /63dk. 48sn.	3	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /63dk. 42sn.	3
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /25dk. 6sn.	3	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /25dk. 12sn.	3
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /11dk. 42sn.	3	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /11dk. 54sn.	3
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk.	3	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 54sn.	3



Şekil 4.4. Nemlendirilmiş ortamda ozon gazı uygulamasının incir meyvelerinde oluşturduğu fitotoksisite **A)** Kontrol meyvesi **B1)** 50 000 KxZ-200 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **B2)** 50 000 KxZ-500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **C1)** 100 000 KxZ-200 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **C2)** 100 000 KxZ-500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **C3)** 100 000 KxZ-1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması



Şekil 4.5. Nemlendirilmiş ortamda ozon gazı uygulamasının incir meyvelerinde oluşturduğu fitotoksisite **D1)** 200 000 KxZ-200 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **D2)** 200 000 KxZ-500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **D3)** 200 000 KxZ-1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **E1)** 400 000 KxZ-200 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **E2)** 400 000 KxZ-500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **E3)** 400 000 KxZ-1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması



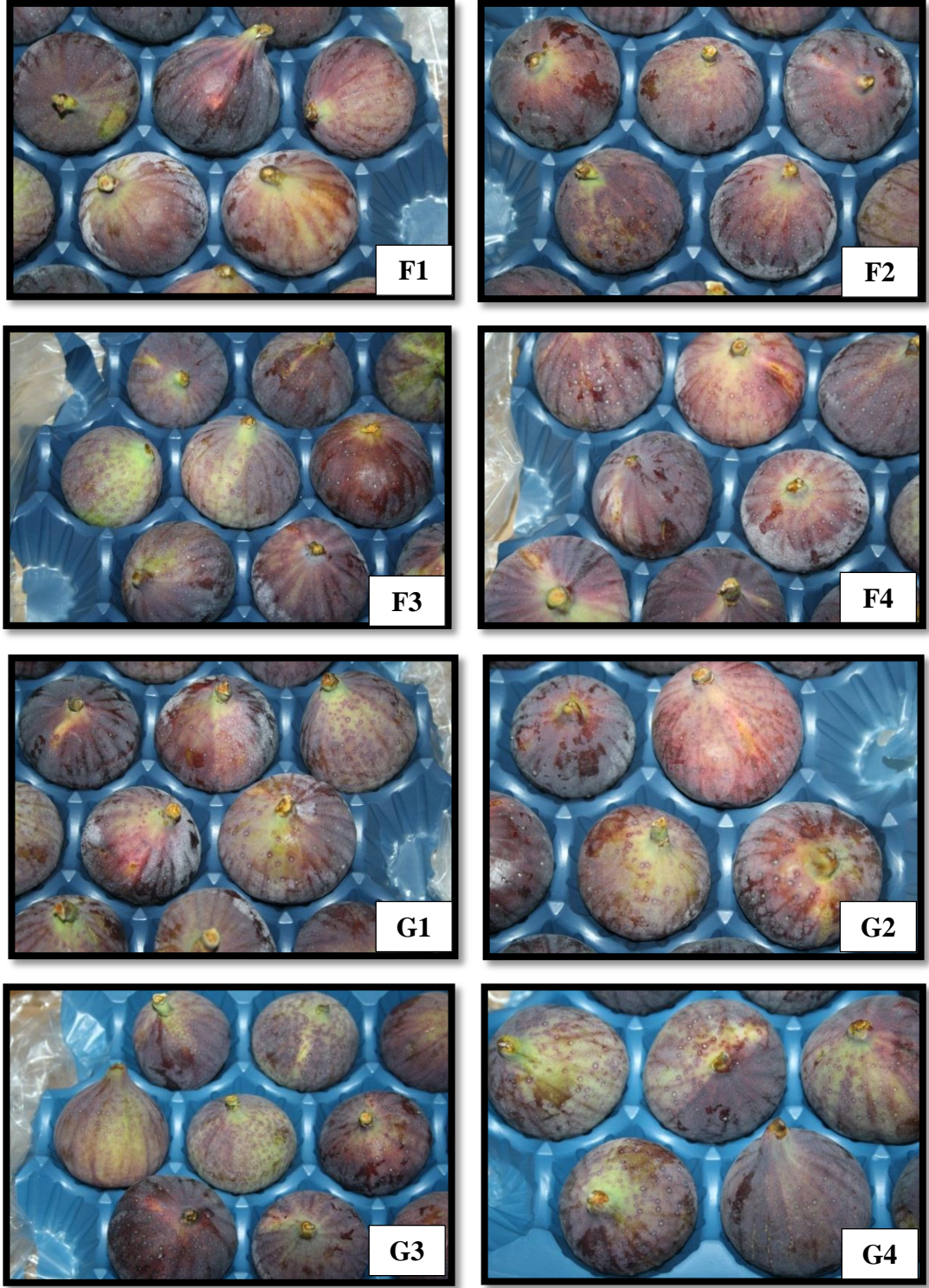
Şekil 4.6. Nemlendirilmiş ortamda ozon gazı uygulamasının incir meyvelerinde oluşturduğu fitotoksisite **F1)** 600 000 KxZ-200 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **F2)** 600 000 KxZ-500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **F3)** 600 000 KxZ-1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **F4)** 600 000 KxZ-2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **G1)** 770 000 KxZ-200 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **G2)** 770 000 KxZ-500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **G3)** 770 000 KxZ-1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **G4)** 770 000 KxZ-2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması



Şekil 4.7. Nemlendirilmemiş ortamda ozon gazı uygulamasının incir meyvelerinde oluşturduğu fitotoksisite **A)** Kontrol meyvesi **B1)** 50 000 KxZ-200 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **B2)** 50 000 KxZ-500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **C1)** 100 000 KxZ-200 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **C2)** 100 000 KxZ-500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **C3)** 100 000 KxZ-1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması



Şekil 4.8. Nemlendirilmemiş ortamda ozon gazı uygulamasının incir meyvelerinde oluşturduğu fitotoksisite **D1)** 200 000 KxZ-200 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **D2)** 200 000 KxZ-500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **D3)** 200 000 KxZ-1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **E1)** 400 000 KxZ-200 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **E2)** 400 000 KxZ-500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **E3)** 400 000 KxZ-1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **E4)** 400 000 KxZ-2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması



Şekil 4.9. Nemlendirilmemiş ortamda ozon gazı uygulamasının incir meyvelerinde oluşturduğu fitotoksisite **F1)** 600 000 KZ-200 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **F2)** 600 000 KZ-500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **F3)** 600 000 KZ-1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **F4)** 600 000 KZ-2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **G1)** 770 000 KZ-200 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **G2)** 770 000 KZ-500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **G3)** 770 000 KZ-1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması **G4)** 770 000 KZ-2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon uygulaması

Yapılan üç denemede de nemlendirilmiş ortamda meyvelere uygulanan ozon gazının meyve çürüme yüzdesine olan etkisinin, nemlendirilmemiş ortamda uygulanan ozon gazının etkisine oranla daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 4.22, 4.23, 4.24, 4.25, 4.26 ve 4.27). Nemlendirilmiş ortamda uygulanan ozon gazının meyve çürümesi üzerine etkisi, genel olarak aynı KxZ değerine ait ozon konsantrasyonlarının artmasıyla ve artan KxZ değerleri ile artmaktadır (Çizelge 4.22, 4.23 ve 4.24).

Her bir deneme için yapılan üç farklı kontrol grubundan nemlendirilmiş ortamda O₂ gazı uygulanan kontrol (+) grubu meyvelerinin çürüme yüzdeleri diğer kontrol meyvelerine oranla daha fazla olmuştur ve bu fazlalığın kontroller arasında istatistiki açıdan farklılık oluşturduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.22 ve 4.26). Fakat O₂ gazının nemlendirilmemiş ortamda uygulanması kontrol (+) meyvelerini çürüme yüzdesi açısından kontrol (-) ve açık kontrolden farklı kılmamıştır (Çizelge 4.23, 4.25 ve 4.27).

Birinci denemede nemlendirilmiş ortamda ozon gazı uygulamasında, 7 gün 1°C'de muhafaza edilip 5 gün 20°C'de raf ömrüne bırakılan meyvelerde, meyve çürümesi üzerine etkisi fazla olan ozon konsantrasyonları 50 000 KxZ değerine ait 500 µL L⁻¹, 100 000 KxZ değerine ait 500 ve 1000 µL L⁻¹, 400 000 KxZ değerine ait 200, 500 ve 1000 µL L⁻¹, 600 000 KxZ değerine ait 500, 1000 ve 2500 µL L⁻¹, 770 000 KxZ değerine ait tüm ozon konsantrasyonlarıdır. İncir meyveleri 21 gün süre ile 1°C muhafaza edilip 3 gün süresi ile 20°C'de raf ömrüne bırakıldığında ozon gazının meyve çürüme yüzdesine olan etkisi artan muhafaza süresi ile azalmıştır. Meyve çürümesi üzerine etkinliği yüksek ozon konsantrasyonları 50 000 KxZ değerine ait 500 µL L⁻¹, 100 000 ve 200 000 KxZ değerine ait 1000 µL L⁻¹, 400 000 KxZ değerine ait tüm konsantrasyonlar, 600 000 KxZ değerine ait 500, 1000 ve 2500 µL L⁻¹, 770 000 KxZ değerine ait 500 ve 1000 µL L⁻¹ 'dir (Çizelge 4.22).

İkinci denemede, ozon gazının nemlendirilmiş ortamda uygulanmasında meyve çürüme yüzdesini azaltıcı yönde etkisinin en yüksek olduğu ozon konsantrasyonları, 100 000 KxZ değerine ait 1000 µL L⁻¹, 200 000 KxZ değerine ait ozon konsantrasyonlarının tümü ve 400 000 KxZ değerine ait 1000 µL L⁻¹ ozon konsantrasyonudur. Soğuk hava deposunda 1°C'de 21 gün muhafaza edilen ve ardından 3 gün 20°C'de raf ömrüne bırakılan meyvelerin çürüme yüzdesini azaltıcı yöndeki etkinliğin yüksek olduğu ozon

konsantrasyonları 100 000, 200 000 ve 400 000 KxZ değerlerine ait 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ 'dir (Çizelge 4.24).

Ozon gazı uygulamalarının meyve çürümesine olan etkisi önceki denemelere benzer şekilde 3. denemede de görülmüştür. Yedi gün 1°C 'de muhafaza edilmesi sonrasında 5 gün 20°C raf ömrüne bırakılan meyvelerin çürüme yüzdeleri değerlendirilmiş ve uygulamaların tümünün istatistiki olarak kontrolden farklı olduğu tespit edilmiştir. Meyve çürümesine olan etkisi en yüksek olan ozon konsantrasyonları 200 000 KxZ ve 400 000 KxZ değerlerine ait 500 ve 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ 'dir. Muhafaza süresi 1°C 'de 21 gün, raf ömrü 20°C 'de 3 gün olan meyvelerin çürüme yüzdeleri değerlendirildiğinde etkinliğin en yüksek olduğu ozon konsantrasyonlarının 200 000 KxZ değerine ait 500 ve 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$, 400 000 KxZ değerine ait 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.26).

Ozon gazının nemlendirilmemiş ortamda uygulanmasının meyve çürüme yüzdesine olan etkisi açısından değerlendirildiğinde hem 7 gün 1°C 'de muhafaza edilen ve 5 gün 20°C 'de raf ömrüne bırakılan hem de 21 gün 1°C 'de muhafaza edilen ve 3 gün 20°C 'de raf ömrüne bırakılan meyvelerin, kontrol meyvelerinden istatistiki açıdan önemli bir farka sahip olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca ne artan KxZ değerleri ile ne de aynı KxZ değerine ait artan konsantrasyonlarda ozon gazının etkinliğinin düzenli bir şekilde artmadığı görülmüştür (Çizelge 4.23, 4.25 ve 4.27).

Birinci denemede 7 gün 1°C 'de muhafaza edilen ve 5 gün 20°C 'de raf ömrüne bırakılan meyvelerin çürüme yüzdeleri değerlendirildiğinde etkinliğin en yüksek olduğu ozon gazı konsantrasyonunun 600 000 KxZ değerine ait 200 ve 500 $\mu\text{L L}^{-1}$ olduğu tespit edilmiştir. Muhafaza süresi 1°C 'de 21 gün ve raf ömrü 20°C 'de 3 gün olan meyvelerin çürüme yüzdesine olan ozon gazı etkinliğinin en yüksek olduğu ozon konsantrasyonları 100 000 KxZ değerine ait 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$, 200 000 KxZ değerine ait 200 $\mu\text{L L}^{-1}$, 400 000 KxZ değerine ait 200 ve 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$, 600 000 KxZ değerine ait 500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ve 770 000 KxZ değerine ait 500 ve 2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ 'dir (Çizelge 4.23)

İkinci denemede 7 gün 1°C 'de muhafaza edilen ve 5 gün 20°C 'de raf ömrüne bırakılan meyvelerin çürüme yüzdesine ozon gazının etkinliğinin en yüksek olduğu ozon konsantrasyonu 100 000 KxZ değerine ait 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ 'dir. Muhafaza süresi 1°C 'de 21 gün ve raf ömrü 20°C 'de 3 gün olan meyvelerin çürüme yüzdesine olan ozon gazı

etkinliğinin yüksek olduğu ozon konsantrasyonları ise 100 000 KxZ değerine ait 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ ve 400 000 KxZ değerine ait 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ 'dir (Çizelge 4.25)

çnc denemede meyvelerin çürüme yüzdeleri değerlendirildiğinde 7 gün 1°C'de muhafaza edilen ve 5 gün 20°C'de raf ömrüne bırakılan meyvelerde ozon gazı etkinliğinin görüldüğü tek ozon konsantrasyonu 100 000 KxZ değerine ait 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ 'dir. Muhafaza süresi 1°C'de 21 gün ve raf mr 20°C'de 3 gün olan meyvelerin çürüme yüzdelerine ozon gazının hiçbir uygulaması etkili olamamıştır (Çizelge 4.27).

Ozon gazının nemlendirilmiş ve nemlendirilmemiş ortamda uygulanmasının ardından soğuk hava deposunda (1°C) 7 ve 21 gün süre ile muhafaza edilmesi ardından soğuk hava deposundan çıkarılan meyvelerde çürüme gözlenmemiştir. Yedi gün 1°C'de muhafazası ardından 20°C'de 5 gün ve 21 gün 1°C' de muhafazası ardından 20°C'de 3 gün raf ömrüne bırakılması sonrasında meyvelerin çürüme yüzdelerine olan ozon gazının etkisi Şekil 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14 ve 4.15' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.22. Ozon gazının nemlendirilmiş ortamda meyvelere uygulanmasından sonra 7 gün 1°C’de muhafaza edilmesi ve 5 gün 20°C’de raf ömrüne bırakılması veya 21 gün 1°C’de muhafaza edilmesi ve 3 gün 20°C’de raf ömrüne bırakılması sonrası belirlenen çürük meyve yüzdeleri (1.Deneme)

Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman (sn)	O ₃ gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre	Çürük Meyve (%)	
		7 gün 1°C + 5 gün 20°C	21 gün 1°C + 3 gün 20°C
Kontrol (-)		60 AB	69 A
Açık kontrol		52 B	71 A
Kontrol (+)		73 A/a*	76 A/a
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk. 42sn.	53 b	65 ab
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 6sn.	38 bcde	44 bc
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /8dk.	50 bcd	68 ab
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 42sn.	33 bcde	56 abc
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /36sn.	30 de	38 bc
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 12sn.	50 bcd	60 abc
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 6sn.	41 bcde	56 abc
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 12 sn.	36 bcde	47 bc
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33dk.	32 cde	47 bc
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 42sn.	27 e	43 bc
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 30sn.	27 e	27 c
600 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /49dk. 36sn.	52 bc	56 abc
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /19dk. 24sn.	44 bcde	46 bc
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /8dk. 54sn.	33 bcde	44 bc
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /54sn.	27 e	44 bc
770 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /63dk. 48sn.	35 bcde	50 abc
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /25dk. 6sn.	41 bcde	44 bc
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /11dk. 42sn.	38 bcde	44 bc
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk.	32 bcde	50 abc

*Büyük harfle gösterilen istatistiki analiz değerleri kontrol meyveleri arasında yapılan istatistiki analiz sonucu alınan değerlerdir. Küçük harfler ile gösterilen istatistiki analiz değerleri kontrol (+) ile ozon uygulamaları arasında yapılan istatistiki analiz sonucu alınan değerlerdir.

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi $P \leq 0,05$ kullanılmıştır.

Çizelge 4.23. Ozon gazının nemlendirilmemiş ortamda meyvelere uygulanmasından sonra 7 gün 1°C’de muhafaza edilmesi ve 5 gün 20°C’de raf ömrüne bırakılması veya 21 gün 1°C’de muhafaza edilmesi ve 3 gün 20°C’de raf ömrüne bırakılması sonrası belirlenen çürük meyve yüzdeleri (1.Deneme)

Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman (sn)	O ₃ gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre	Çürük Meyve (%)	
		7 gün 1°C + 5 gün 20°C	21 gün 1°C + 3 gün 20°C
Kontrol (-)		60 A	69 A
Açık kontrol		52 A	71 A
Kontrol (+)		61 A/a*	73 A/a
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk . 48sn.	41 ab	68 abc
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 12sn.	56 ab	71 ab
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ / 8dk.	50 ab	68 abc
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 48sn	39 ab	73 ab
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /42sn	50 ab	50 cde
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 18sn.	39 ab	50 cde
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 12sn.	43 ab	71 ab
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 24 sn.	62 ab	72 ab
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33 dk.	47 ab	53 bcde
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 54sn.	53 ab	56 abcde
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 42sn.	36 ab	53 bcde
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /24sn.	35 ab	59 abcd
600 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /45dk. 36sn.	33 b	59 abcd
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /19dk. 30sn.	32 b	38 e
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /9dk.	65 a	65 abcd
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 48sn.	50 ab	65 abcd
770 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /63dk. 42sn.	62 ab	62 abcd
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /25dk. 12sn.	47 ab	47 de
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /11dk. 54sn.	41 ab	59 abcd
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 54sn.	49 ab	50 cde

*Büyük harfle gösterilen istatistiki analiz değerleri kontrol meyveleri arasında yapılan istatistiki analiz sonucu alınan değerlerdir. Küçük harfler ile gösterilen istatistiki analiz değerleri kontrol (+) ile ozon uygulamaları arasında yapılan istatistiki analiz sonucu alınan değerlerdir.

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi $P \leq 0,05$ kullanılmıştır.

Çizelge 4.24. Ozon gazının nemlendirilmiş ortamda meyvelere uygulanmasından sonra 7 gün 1°C’de muhafaza edilmesi ve 5 gün 20°C’de raf ömrüne bırakılması veya 21 gün 1°C’de muhafaza edilmesi ve 3 gün 20°C’de raf ömrüne bırakılması sonrası belirlenen çürük meyve yüzdeleri (2.Deneme)

Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman (sn)	O ₃ gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre	Çürük Meyve (%)	
		7 gün 1°C + 5 gün 20°C	21 gün 1°C + 3 gün 20°C
Kontrol (-)		72 A	77 A
Açık kontrol		68 A	70 A
Kontrol (+)		82 A/a*	84 A/a
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk. 42sn.	67 ab	77 ab
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 6sn.	57 abc	68 ab
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /8dk.	68 ab	77 ab
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 42sn.	59 abc	73 ab
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /36sn.	48 bcd	60 bc
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 12sn.	49 bcd	73 ab
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 6sn.	34 cd	72 ab
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 12 sn.	29 d	40 c
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33dk.	64 ab	65 ab
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 42sn.	57 abc	62 abc
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 30sn.	54 bcd	55 bc

*Büyük harfle gösterilen istatistiki analiz değerleri kontrol meyveleri arasında yapılan istatistiki analiz sonucu alınan değerlerdir. Küçük harfler ile gösterilen istatistiki analiz değerleri kontrol (+) ile ozon uygulamaları arasında yapılan istatistiki analiz sonucu alınan değerlerdir.

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi $P \leq 0,05$ kullanılmıştır.

Çizelge 4.25. Ozon gazının nemlendirilmemiş ortamda meyvelere uygulanmasından sonra 7 gün 1°C’de muhafaza edilmesi ve 5 gün 20°C’de raf ömrüne bırakılması veya 21 gün 1°C’de muhafaza edilmesi ve 3 gün 20°C’de raf ömrüne bırakılması sonrası belirlenen çürük meyve yüzdeleri (2.Deneme)

Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman (sn)	O_3 gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre	Çürük Meyve (%)	
		7 gün 1°C + 5 gün 20°C	21 gün 1°C + 3 gün 20°C
Kontrol (-)		72 A	77 A
Açık kontrol		68 A	70 A
Kontrol (+)		74 A/a*	90 A/a
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk . 48sn.	54 ab	84 ab
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 12sn.	67 ab	78 abc
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ / 8dk.	37 b	55 d
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 48sn	62 ab	81 ab
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /42sn	55 ab	84 ab
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 18sn.	57 ab	84 ab
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 12sn.	47 ab	81 ab
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 24 sn.	59 ab	80 ab
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33 dk.	71 a	73 bc
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 54sn.	74 a	83 ab
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 42sn.	64 ab	62 cd
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /24sn.	64 ab	78 abc

*Büyük harfle gösterilen istatistiki analiz değerleri kontrol meyveleri arasında yapılan istatistiki analiz sonucu alınan değerlerdir. Küçük harfler ile gösterilen istatistiki analiz değerleri kontrol (+) ile ozon uygulamaları arasında yapılan istatistiki analiz sonucu alınan değerlerdir.

Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi $P \leq 0,05$ kullanılmıştır.

Çizelge 4.26. Ozon gazının nemlendirilmiş ortamda meyvelere uygulanmasından sonra 7 gün 1°C’de muhafaza edilmesi ve 5 gün 20°C’de raf ömrüne bırakılması veya 21 gün 1°C’de muhafaza edilmesi ve 3 gün 20°C’de raf ömrüne bırakılması sonrası belirlenen çürük meyve yüzdeleri (3.Deneme)

Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman (sn)	O_3 gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre	Çürük Meyve (%)	
		7 gün 1°C + 5 gün 20°C	21 gün 1°C + 3 gün 20°C
Kontrol (-)		58 AB	70 A
Açık kontrol		42 B	51 B
Kontrol (+)		65 A/a*	77 A/a
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk. 42sn.	48 b	64 ab
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 6sn.	40 bc	56 bc
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /8dk.	45 b	57 bc
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 42sn.	32 cd	50 bcde
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /36sn.	40 bc	41 cdef
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 12sn.	38 bc	53 bcd
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 6sn.	28 cde	37 efg
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 12 sn.	22 de	23 g
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33dk.	38 bc	48 cde
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 42sn.	22 de	42 cdef
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 30sn.	18 e	37 efg

*Büyük harfle gösterilen istatistiki analiz değerleri kontrol meyveleri arasında yapılan istatistiki analiz sonucu alınan değerlerdir. Küçük harfler ile gösterilen istatistiki analiz değerleri kontrol (+) ile ozon uygulamaları arasında yapılan istatistiki analiz sonucu alınan değerlerdir.

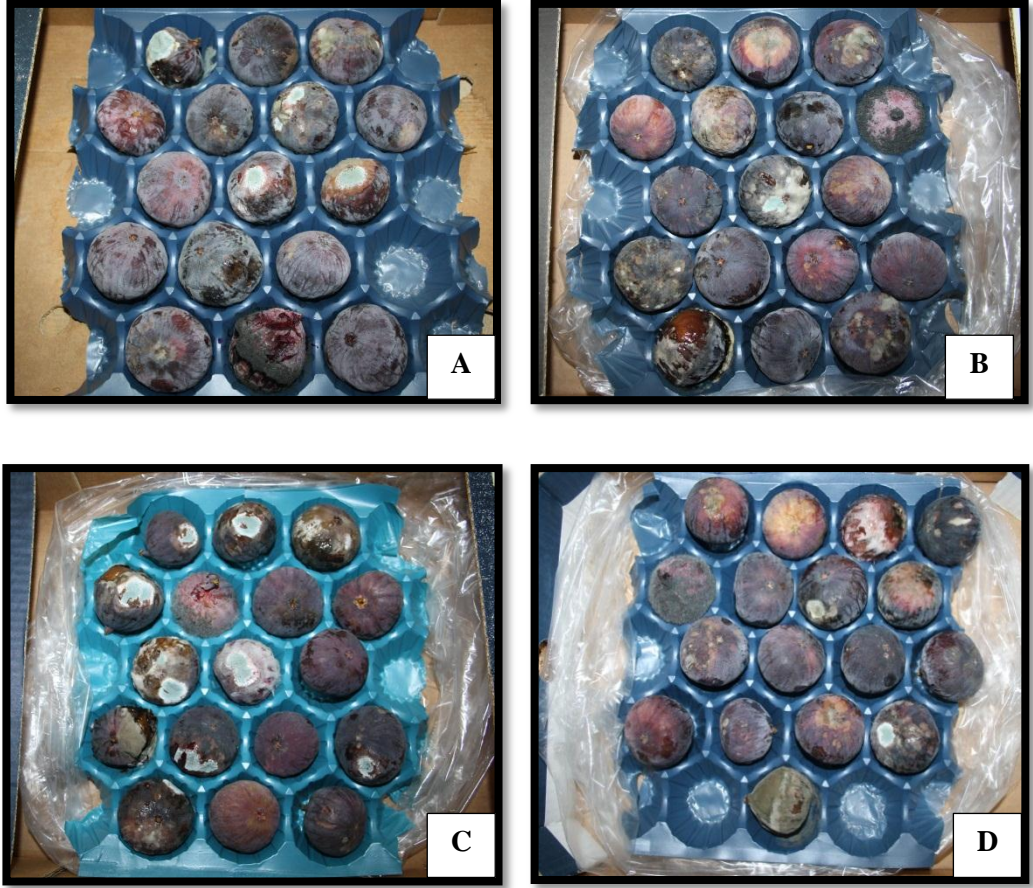
Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi $P \leq 0,05$ kullanılmıştır.

Çizelge 4.27. Ozon gazının nemlendirilmemiş ortamda meyvelere uygulanmasından sonra 7 gün 1°C’de muhafaza edilmesi ve 5 gün 20°C’de raf ömrüne bırakılması veya 21 gün 1°C’de muhafaza edilmesi ve 3 gün 20°C’de raf ömrüne bırakılması sonrası belirlenen çürük meyve yüzdeleri (3.Deneme)

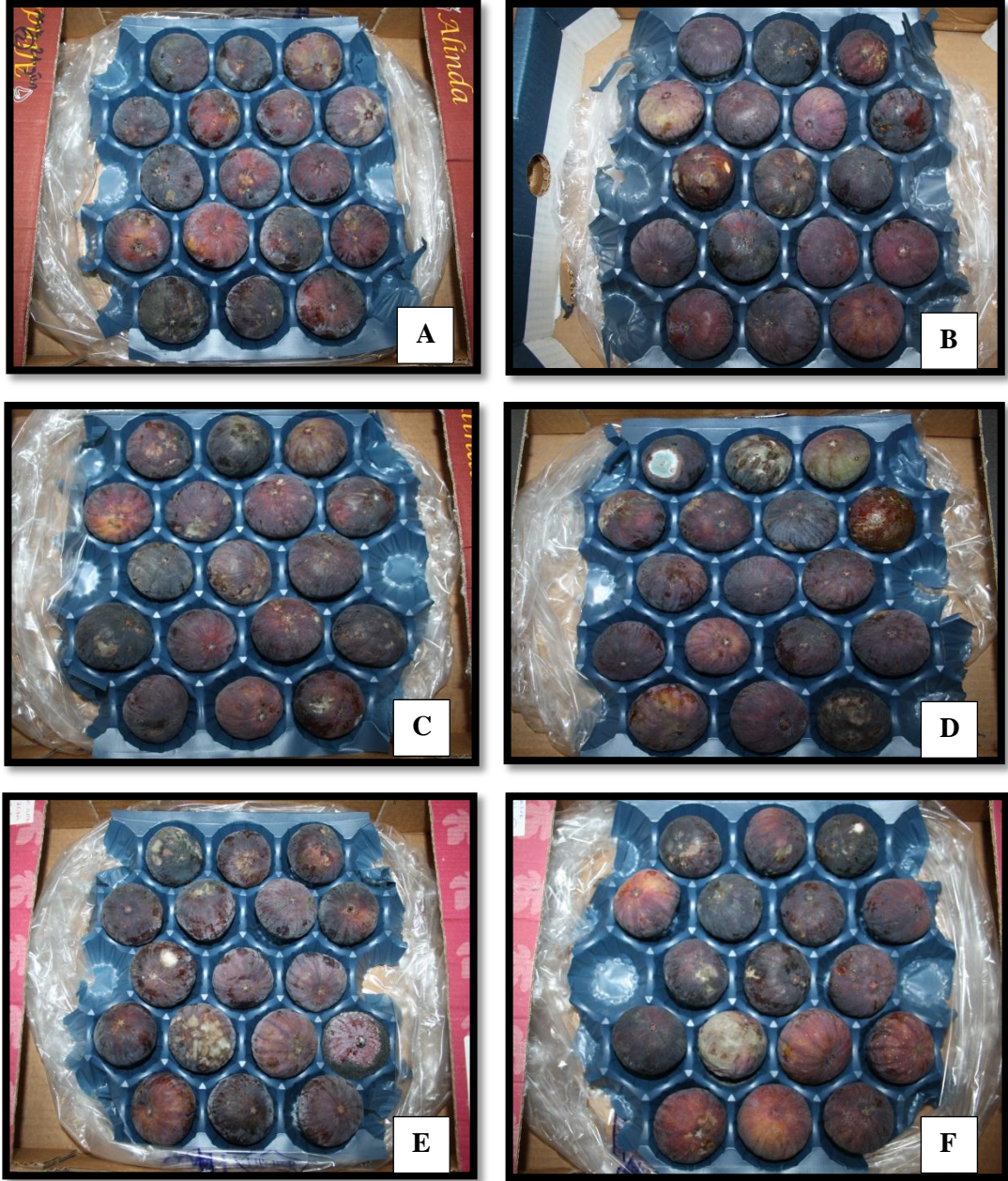
Konsantrasyon ($\mu\text{L L}^{-1}$) x Zaman (sn)	O ₃ gazı ($\mu\text{L L}^{-1}$)/ süre	Çürük Meyve (%)	
		7 gün 1°C + 5 gün 20°C	21 gün 1°C + 3 gün 20°C
Kontrol (-)		67 A	73 A
Açık kontrol		42 A	51 A
Kontrol (+)		55 A/a*	68 A/a
50 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /3dk . 48sn.	52 ab	67 a
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 12sn.	40 ab	68 a
100 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ / 8dk.	47 ab	67 a
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 48sn	54 ab	66 a
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /42sn	35 b	68 a
200 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /16dk. 18sn.	42 ab	66 a
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /6dk. 12sn.	48 ab	67 a
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 24 sn.	53 ab	55 ab
400 000 KxZ	200 $\mu\text{L L}^{-1}$ /33 dk.	52 ab	60 ab
	500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /12dk. 54sn.	52 ab	55 ab
	1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 42sn.	52 ab	63 a
	2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /24sn.	58 a	62 a

*Büyük harfle gösterilen istatistiki analiz değerleri kontrol meyveleri arasında yapılan istatistiki analiz sonucu alınan değerlerdir. Küçük harfler ile gösterilen istatistiki analiz değerleri kontrol (+) ile ozon uygulamaları arasında yapılan istatistiki analiz sonucu alınan değerlerdir.

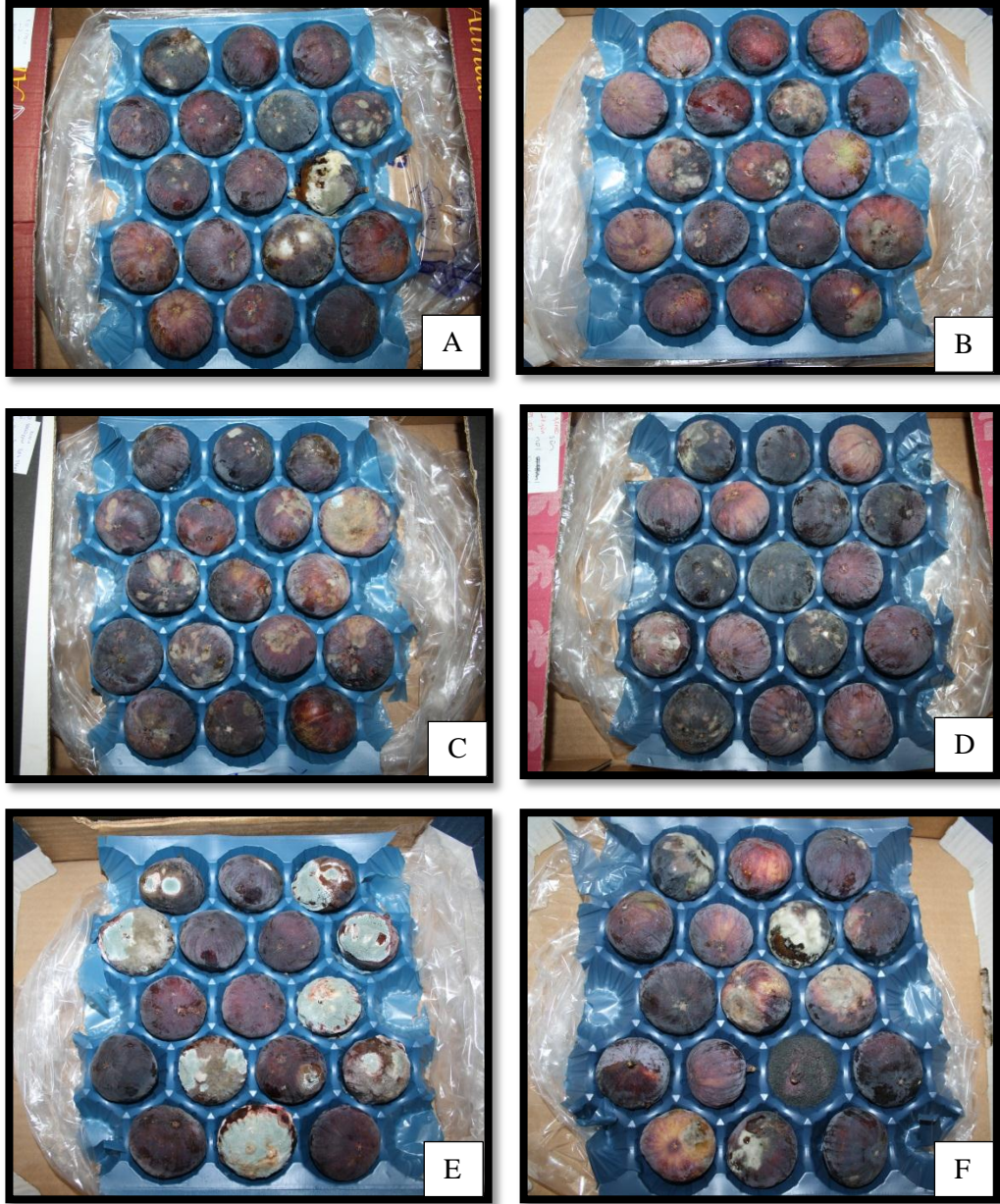
Deneme sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde LSD testi $P \leq 0,05$ kullanılmıştır.



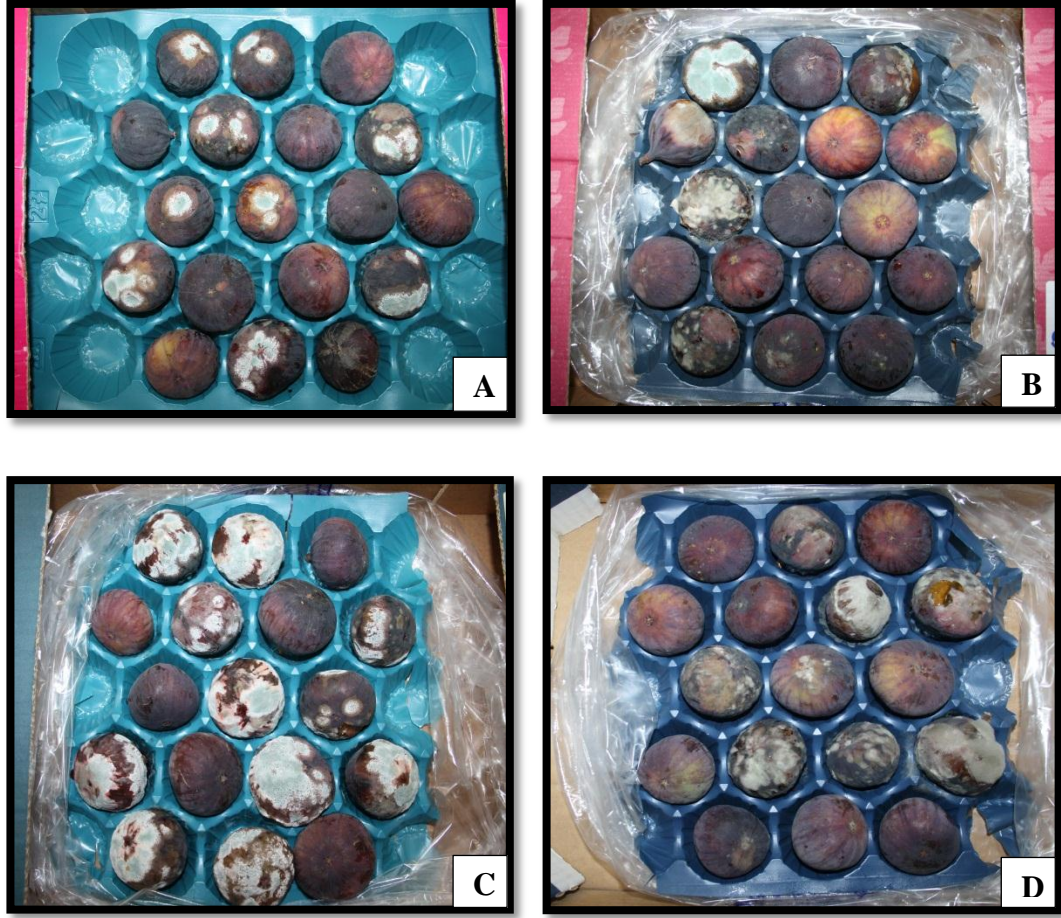
Şekil 4.10. 7 gün 1°C’de muhafazanın ardından 5 gün 20°C raf ömrüne bırakılan kontrol meyvelerinin görünüşü **A)** Açık kontrol **B)** Kontrol (-) **C)** Nemlendirilmiş ortamda oksijen uygulaması yapılan meyveler Kontrol (+) **D)** Nemlendirilmemiş ortamda oksijen uygulaması yapılan meyveler Kontrol (+)



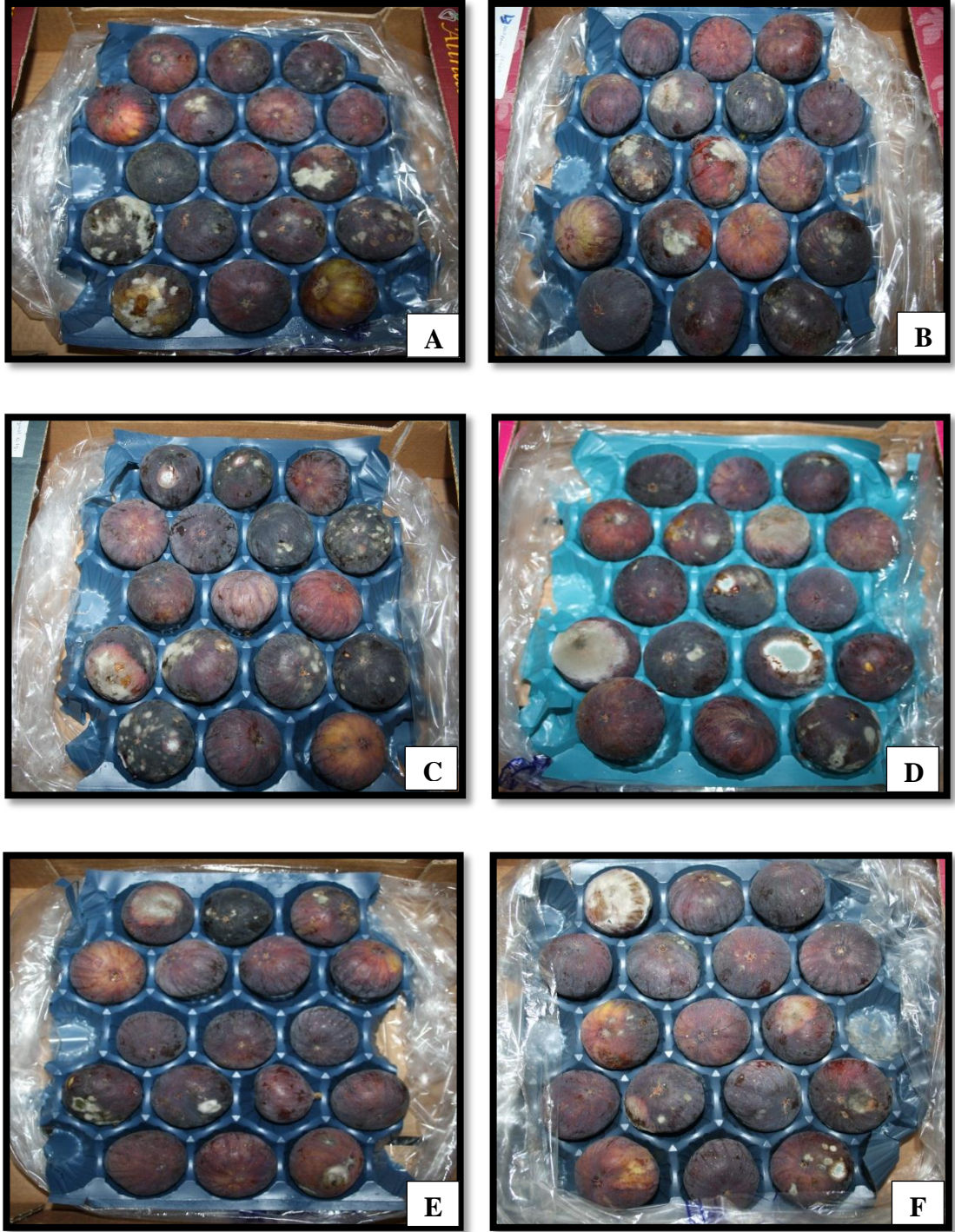
Şekil 4.11. 7 gün 1°C'de muhafazanın ardından 5 gün 20°C raf ömrüne bırakılan meyvelerin görünüşü **A)** 50 000 KxZ 500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 6sn. ozon uygulaması **B)** 100 000 KxZ 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /36sn. ozon uygulaması **C)** 200 000 KxZ 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 12 sn. ozon uygulaması **D)** 400 000 KxZ 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 30sn. ozon uygulaması **E)** 600 000 KxZ 2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /54sn. ozon uygulaması **F)** 770 000 KxZ 2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. ozon uygulaması



Şekil 4.12. 7 gün 1°C'de muhafazanın ardından 5 gün 20°C raf ömrüne bırakılan meyvelerin görünüşü **A)** 50 000 KxZ 500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 12sn. ozon uygulaması **B)** 100 000 KxZ 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /42sn. ozon uygulaması **C)** 200 000 KxZ 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 24 sn. ozon uygulaması **D)** 400 000 KxZ 2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /24sn. ozon uygulaması **E)** 600 000 KxZ 2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 48sn. ozon uygulaması **F)** 770 000 2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 54sn. ozon uygulaması



Şekil 4.13. 21 gün 1°C’de muhafazanın ardından 3 gün 20°C raf ömrüne bırakılan meyvelerin görünüşü **A)** Açık kontrol **B)** Kontrol (-) **C)** Nemlendirilmiş ortamda oksijen uygulaması yapılan meyveler Kontrol(+) **D)** Nemlendirilmemiş ortamda oksijen uygulaması yapılan meyveler Kontrol(+)



Şekil 4.14. 21 gün 1°C’de muhafazanın ardından 3 gün 20°C raf ömrüne bırakılan meyvelerin görünüşü **A)** 50 000 KxZ 500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /1dk. 6sn. ozon uygulaması **B)** 100 000 KxZ 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /36sn. ozon uygulaması **C)** 200 000 KxZ 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. 12 sn. ozon uygulaması **D)** 400 000 KxZ 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ /5dk. 30sn. ozon uygulaması **E)** 600 000 KxZ 2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /54sn. ozon uygulaması **F)** 770 000 KxZ 2500 $\mu\text{L L}^{-1}$ /2dk. ozon uygulaması



Şekil 4.15. 21 gün 1°C’de muhafazanın ardından 3 gün 20°C raf ömrüne bırakılan meyvelerin görünüşü **A)** 50 000 KxZ 500 µL L⁻¹ 1dk. 12sn. ozon uygulaması **B)** 100 000 KxZ 1000 µL L⁻¹ /42sn. ozon uygulaması **C)** 200 000 KxZ 1000 µL L⁻¹ /2dk. 24 sn. ozon uygulaması **D)** 400 000 KxZ 2500 µL L⁻¹ /24sn. ozon uygulaması **E)** 600 000 KxZ 2500 µL L⁻¹ /1dk. 48sn. ozon uygulaması **F)** 770 000 KxZ 2500 µL L⁻¹ /2dk. 54sn. ozon uygulaması

Yapılan çalışma kapsamında ozon uygulamasının ardından incir meyveleri MAP ile paketlenmiştir. Yirmi bir gün süre ile 1°C'de MAP ile muhafaza edilen kontrol meyveleri ile açıkta muhafaza edilen kontrol meyveleri arasında meyve olgunlaşması yönünden farklılıklar gözlemlenmiştir (Şekil 4.16, 4.17)



Şekil 4.16. MAP ile paketlenmeden 21 gün 1°C'de muhafaza edilen meyveler



Şekil 4.17. MAP ile paketlenerek 21 gün 1°C'de muhafaza edilen meyveler

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bursa Siyah İnciri meyvelerinin oda sıcaklığında patolojik bozulmalara duyarlı olması, erken yaşlanma ve sonrasında görülen fermantasyon ile bunlara bağlı olarak görülen çürümeler incir meyvelerinin muhafaza ömrünü ve pazarlanmasını kısıtlayan faktörlerdir (Karabulut ve ark. 2009). Patolojik çürümeler özellikle, ihracat değeri oldukça yüksek olan Bursa Siyah İncirinin üretimin yüksek olduğu dönemlerdeki arz fazlası nedeni ile meyvelerin muhafaza edilmesinde ortaya çıkmakta ve ürünlerin depolanma sürelerini kısıtlayarak veya ürün kayıplarına neden olarak maddi kayıplar ortaya çıkmaktadır (Michailides ve ark. 2008). Buna ek olarak yetiştiricilik sezonun ortasında hasat edilen ürün miktarındaki artışa bağlı olarak Avrupa ülkelerinden gelen talepten fazla üretimin ortaya çıkması da ürünlerin depolanmasını zorunlu hale getirmektedir. Bu nedenle muhafaza süresince karşılaşılan hasat sonu hastalıkları incir meyveleri için olduğu kadar üretici, ülke ekonomisi ve ihracat kapasitesi için de önemli sorunlarından birisi haline gelmektedir. Muhafaza sırasında görülen hasat sonu hastalıklarının en önemlilerinin gri küfe sebep olan *B. cinerea*, Alternaria çürüklüğüne sebep olan *A. alternata*, siyahlaşmaya neden olan *A. niger* ve yumuşak çürüklüğe neden olan *F. moniliforme* olduğu bilinmektedir (Mathooko ve ark. 1993, Doster ve Michailides 2007).

Birçok meyve ve sebze, depolama esnasında çürümelere neden olan mikrobiyal popülasyondan, toz ve toprak parçacıklarından arındırılmak üzere paketleme evlerinde yıkanıp, temizlenmektedir. Ürünlerin temizlenmesi için kullanılan yıkama suyunda biriken fungus sporları ve bakteri hücrelerini elimine etmek amacıyla farklı dezenfektanlar kullanılmaktadır. İncir gibi bazı meyveler yıkanmaya uygun değildir. Bunun sebepleri arasında incir meyvesinin yüzeyinin yıkanma işlemi esnasında kolaylıkla zarar görebilecek olması ve meyvenin doğal açıklığından içeri suyun geçiş yapabilmesi ve bunun sonucunda ise meyvenin kuruma süresinin uzamasıdır. Meyvenin doğal açıklığında su bulunması patojen sporlarının çimlenmesini arttırabilir. İncir gibi meyvelerde fungal gelişim seviyesini azaltmak için en etkili dezenfeksiyon yolu kimyasalların fumigasyonu ve sislenmesidir (Karabulut ve ark. 2009). Ülkemize özgü bir meyve olan Bursa Siyah İncirinin muhafaza ve pazarlanma süreci içerisinde yukarıda bahsedilen sorunların çözümüne katkıda bulunmak amacı ile Bursa ilinde 2011

yılında yürütülen tez çalışması ile ozon gazının incir meyvesinin muhafazası sırasında ortaya çıkan hasat sonu hastalıkları üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

İncir yetiştiricilik sezonu içerisinde hastalıklarla mücadele amaçlı olarak kimyasal savaşım ya hiç ya da çok az miktarlarda uygulanmaktadır. Benzer şekilde incir meyvesinin muhafazası sırasında patolojik çürümelere karşı kimyasal savaşım kullanılmamaktadır. Bunun sonucu olarak muhafaza sırasında patolojik kayıpların oluşumunu engellemek amacı ile alternatif mücadele yöntemleri araştırılmaktadır. Bunların başında özellikle gıda sektöründe tamamen güvenli olarak kullanılabilir ve FDA tarafından kullanımı kabul edilen ozon gazı ve ozon teknolojileri önemli bir yer tutmaktadır. Ozon gazının tamamen doğal olması (Khadre ve ark. 2001), kalıntı problemi oluşturmaması (Ikehata ve El-Din 2005) ve özellikle bitki patojenlerine karşı yüksek etkinliğe (Khadre ve ark. 2001) sahip olması gibi özelliklerinden dolayı araştırmacılar tarafından yoğun ilgi gösterilmiştir.

Ozon gazı, mikroorganizmaların nükleik asitler ve membran lipitleri gibi yaşamsal hücre bileşenlerini okside etmesinin yanı sıra enzimlerini etkisiz hale getirerek mikroorganizmaların gelişimini durdurur (Beuchat 1992, Kim ve ark. 2003) ve mikrobiyal eliminasyonu gerçekleştirir. Bahsedilen etki mekanizması sayesinde ürünlerin muhafaza süresini ve muhafaza sonrası raf ömrünü uzatmaktadır (Aguayo ve ark. 2006). Ozon gazının, mikrobiyal popülasyonu azaltarak meyvelerin muhafaza ömrünü artırması konusunda yapılan çalışmalar oldukça uzun yıllar öncesine dayanmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalarda, Gane (1936) tarafından muzda ($1,5-7 \mu\text{L L}^{-1}$), Baranovskaya ve ark. (1979) tarafından patates, soğan ve pancarda ($3 \mu\text{L L}^{-1}$), Jin ve ark. (1989) tarafından domates ve mandalinalarda, Barth ve ark. (1995) tarafından böğürtlende ($0,3 \mu\text{L L}^{-1}$) yapılan ozon gazı uygulamaları sonucunda ürünlerin muhafaza ve raf ömrü sürelerinin uzadığı görülmüştür. Buna ek olarak Ewell (1950) günde bir kaç saat boyunca $2-3 \mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyonundaki ozon gazı uygulamasının çilek, ahududu ve üzümde depo ömrünü iki katına çıkardığını belirlemiştir.

Ozonun 1997 yılında FDA tarafından güvenli olarak kullanılabilen kimyasallar sınıfına dahil edilmesi ve 2001 yılında aynı kurumun “gıdalarla doğrudan temasında sakınca olmadığı” yönündeki kararlar gıda işlemede özellikle 2000’li yıllarda konu ile ilgili yapılan çalışmaların ve araştırmaların sayısı oldukça artmıştır. Singh ve ark. (2002), 2,1,

5,2 ve 7,6 mg L⁻¹ konsantrasyonundaki ozon gazını 5, 10 ve 15 dakika süre ile uygulayarak *Escherichia coli* ile inokule edilmiş marul ve havuçlardaki mikrobiyal yükü azalttığını tespit etmiştir. Sofralık üzümlere 200 µL L⁻¹ konsantrasyonundaki ozon gazının 4 saat süre ile uygulama yapılması (Mlikota Gabler ve ark. 2002) veya bir gece boyunca ozon gazının 500 µL L⁻¹ konsantrasyonu ile fumigasyon işleminin gerçekleştirilmesi sofralık üzümlerde görülen gri küf çıkış oranı azaltılmıştır (Shimizu ve ark. 1982). Kaliforniya’da turunçgil depolarında yaygın olarak *P. digitatum* ve *P. italicum* ile enfekteli meyvelerde konidi oluşumunu geciktirmek amacıyla ozon gazının etkinliğinden faydalanılmaktadır (Palou ve ark. 2001). Üzümlere ön soğutma esnasında, yüksek konsantrasyonda (10 000 µL L⁻¹ x saat ve üzeri) ozon gazı uygulaması üzümlerde kurşuni küf kaynaklı çürümeleri önemli ölçüde azaltmıştır (Mlikota Gabler ve ark. 2010b).

Ozon gazının meyve ve sebze çürümesi üzerine etkinliğinin düşük düzeyde veya etkinliğinin hiç olmadığı yönündeki çalışmalar Baker (1933), Schomer ve McColloch (1948), Spalding (1968), Perez ve ark. (1999) tarafından yapılmıştır. Düşük konsantrasyonda (0,3 µL L⁻¹) ozon gazının 7 hafta 5°C’de fumigasyonu ile ‘Thompson Seedless’ çeşidi üzümlerde *B. cinerea*’nın havai misel gelişimi engellemesine karşın, *B. cinerea* kaynaklı enfeksiyonlarda azalış sağlanamamıştır (Palou ve ark. 2002). Ozon gazının yapılan araştırmalar sonucu yeteri kadar etkili çıkmaması sonucunda ozon gazının etkinliğinin artırılması için farklı yöntemlerin ozon gazı ile kombine edilmesi ve yeni uygulama modellerinin araştırılması yapılmaktadır. Ozon gazının etkinliğini arttırmak için yapılan çalışmaların birinde ozon gazı ile modifiye atmosfer paketler kombine edilmiştir. Fakat benzer şekilde ozon gazı ile birlikte modifiye atmosfer paket kullanımı da üzümlerde *B. cinerea* kaynaklı çürümelerin oranını azaltmamıştır (Artes-Hernandez ve ark. 2004, 2007). Mlikota Gabler ve ark. (2010a) tarafından yılında yapılan çalışmada, ozon gazı veya ozon gazının *M. albus* ile kombine edilerek üzüm meyvelerine uygulanması ile *B. cinerea* kaynaklı çürümelerin oranı azaltılırken, meyve çürüme oranını azaltma konusunda ticari sülfürdioksit pedleri kadar etkili olmamıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde ozon gazının *B. cinerea*, *P. expansum*, *A. alternata* ve *A. niger* konidileri üzerine toksisitesi belirlenmiştir. Bu funguslar, incir meyvesinin hasat sonrası muhafaza döneminde en sık görülen patojenlerdir (Mathooko ve ark. 1993,

Doster ve Michailides 2007). Toksikite denemesinde ozon gazının fungusların konidilerinin çimlenmesi üzerine etkisi, ozon gazının nemlendirilmeden yapılan uygulamalarına oranla nemlendirilerek yapılan uygulamalarda daha etkili bulunmuştur (Çizelge 4.1, 4.2). *B. cinerea* ve *A. alternata* konidilerinin çimlenmesi 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon konsantrasyonunun 5 dakikalık uygulanması ile engellenirken, *P. expansum* konidilerinin çimlenmesinin engellenmesi için gereken en düşük konsantrasyon ve süre 500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ve 10 dakika, *A. niger* için ise 500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ve 30 dakikadır. Konidi çimlenmesini tamamen durduran konsantrasyon ve uygulama süresine ulaşılmadan önce de ozon gazı konsantrasyonunun artması ile konidi çimlenme yüzdesinin azalması ters orantılı olmuştur. Fungus konidilerinin çimlenme yüzdesindeki azalış ozon gazının artan dozlarının uygulanması ile azalmaktadır. Bunun sonucu olarak artan ozon gazı konsantrasyonlarında uygulama süresi kısalmaktadır. Çizelge 4.1' de görüldüğü üzere 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyonundaki ozon gazının *P. expansum* konidilerine 1 dakika uygulanması ile çimlenen konidi sayısının %71 olduğu tespit edilirken 500 $\mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyonundaki ozon gazının 1 dakika uygulanması ile çimlenen konidi miktarı %19' a düşürülmüştür. Ozon gazının konidiler üzerine toksisitesi temel olarak ozon gazının uygulama süresine göre değil ozon gazının konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak değişmektedir (Çizelge 4.1). Bu bilgiler ışığında 4 farklı fungal patojen arasında ozon gazına hassasiyeti en fazla olan patojenin *B. cinerea* olduğunu ve bunu sırasıyla *A. alternata*, *P. expansum* ve *A. niger* 'in takip ettiği görülmektedir. Ozon gazının nemlendirilmemiş ortamda uygulanması, nemlendirilmiş ortamda yapılan uygulama kadar başarı sağlamamıştır (Çizelge 4.1, 4.2). *B. cinerea*, *P. digitatum* ve *P. italicum* konidilerine oransal nemin yüksek (%95) olduğu atmosfer koşullarında ozon gazının uygulanması ile konidilerin canlılığını yitirmesi, düşük oransal nem (%35) koşullarında uygulanmasına oranla daha hızlı olmuştur. *P. italicum* ile *P. digitatum* konidilerinin *B. cinerea* konidilerine oranla ozon gazına daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir (Ozkan ve ark. 2011). Ozon gazına hassasiyeti yüksek olan *B. cinerea* konidilerinin çimlenmesi ancak 5000 $\mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyonundaki ozon gazının 30 dakika süresince uygulanması ile engellenmiştir (Çizelge 4.2). Ozkan ve ark. (2011) tarafından benzer yöntem kullanılarak yapılmış olan ozon gazı toksisite çalışmasında da benzer sonuçlar bulunmuştur. Oransal nemin %95 olduğu atmosfer koşullarında 817, 732 ve 702 $\mu\text{L L}^{-1}$ x saat dozlarında ozon gazı uygulaması ile *P. digitatum*, *P. italicum* ve *B. cinerea*

konidileri çimlenme yeteneklerini kaybederken, oransal nemin %75 olduğu koşullarda konidilerin çimlenme yeteneklerini kaybetmesi için gerekli ozon dozları 1781, 1274 ve 1262 $\mu\text{L L}^{-1} \times \text{saat}$ olmuştur. Oransal nemin %35 olduğu atmosfer koşullarında *P. digitatum*, *P. italicum* ve *B. cinerea* konidilere uygulanan 11 410, 10 775 ve 7713 $\mu\text{L L}^{-1} \times \text{saat}$ dozlarındaki ozon gazı konidilerin çimlenme yeteneğini kaybetmesi için gerekli olan ozon dozları olmuştur.

Tez kapsamında yürütülen bu *in vitro* çalışma, *in vivo* çalışmalarda kullanılacak olan ozon konsantrasyonları ve uygulama süreleri açısından ışık tutmuş olup, meyveler üzerinde uygulanacak ozon gazı konsantrasyonlarının belirlenmesine yardımcı olmuştur. *In vivo* çalışmalarda, nemlendirilmiş ve nemlendirilmemiş ortamlarda yapılan her bir ozon gazı uygulaması sonrası alınan meyve örnekleri ile yapılan mikrobiyal analizlerle ozon gazının meyve üzerindeki mikroorganizmalara olan etkisi incelenmiştir. Yapılan mikrobiyal analizlere göre ilk denemede 600 000 ve 770 000 KxZ değerine ait ozon konsantrasyonları ile toplam mikroorganizma, fungus ve bakteri popülasyonu minimum dedekte edilebilir mikrobiyal popülasyon düzeyinin altına indirilmiştir. Mikrobiyal analiz sonuçlarına fungal popülasyon açısından bakıldığında, tüm KxZ değerleri için popülasyon sayısı minimum dedekte edilebilir limitin altındadır (Çizelge 4.7). İkinci ve üçüncü denemelerde 600 000 ve 770 000 KxZ değerleri meyvelerde yüksek fitotoksinite göstermesi nedeniyle kullanılmamıştır. İlk denemede 600 000 ve 770 000 KxZ değerinde olduğu gibi 400 000 KxZ değeri de toplam mikroorganizma, fungus ve bakteri popülasyonunu ikinci ve üçüncü denemelerde de elemine etmiştir. Eliminasyonu gerçekleştiren 400 000 KxZ değeri içerisinde 500 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon konsantrasyonu en yüksek mikrobiyal eliminasyonu gerçekleştiren en düşük ozon gazı konsantrasyonu olmuştur (Çizelge 4.11 ve 4.13). Yapılan üç deneme sonucunda 200 000 ve üzeri KxZ değerlerine ait ozon konsantrasyonları meyve yüzeyindeki mikroorganizma sayısını azaltma üzerine etkilerinin oldukça yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 4.9, 4.11 ve 4.13). Benzer şekilde ozon gazının nemlendirilmiş ortamda uygulanması ile incir meyvelerinin doğal açıklığından alınan meyve parça örneklerinde de mikrobiyal popülasyon azalmıştır (Çizelge 4.10, 4.12 ve 4.14). Fakat incir meyvelerinin doğal açıklığından alınan parça örneklerindeki mikroorganizma yoğunluğu, meyvenin yüzeyinde bulunan toplam mikroorganizma yoğunluğundan fazla olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni ise incir meyvelerinin yetiştiricilik sezonu içerisinde

çiçeklerin oluşması ile birlikte mikroorganizmaların çiçekler içerisinde bulunmasıdır (McClellan ve Hewitt 1973). Çiçek içerisinde bulunan mikroorganizmalara çiçeklerin meyve tutumuna dönmesi ile birlikte meyve dokusu içerisinde bulunmaya başlamaktadırlar. Sözkonusu mikroorganizmalardan patojen olanlar özellikle meyvelerin şeker içeriklerinin artmasına kadar veya fiziksel şartların kendi gelişimleri için uygun koşullarda olmasına kadar meyve dokusu içerisinde latent halde beklemektedirler (Bristow ve ark. 1986, Coertze ve Holz 1999, Coertze ve ark. 2001, Barnes ve Shaw 2003, Droby ve Lichter 2004). Bunun sonucu olarak da ürün yetiştiricilik sezonu sonrasında muhafaza sürecinde özellikle doğal açıklığı içerisinden ve çevresinden çürümeye başlamaktadır. İncir meyvesi üzerinde en yoğun mikrobiyal popülasyon doğal açıklık içerisinde ve çevresinde bulunmaktadır. Bunun bir sonucu olarak yapılan mikrobiyal analizlerden ürünlerin doğal açıklığından alınan meyve parçası örneklerinde toplam mikrobiyal yoğunluk meyvenin yüzeyinin tamamında bulunan mikrobiyal yoğunluğa oranla daha fazladır. Doğal açıklıktan alınan meyve parçalarında bulunan mikrobiyal popülasyonu hem nemlendirilmemiş hem de nemlendirilmiş ortamda ozon gazı uygulamalarında meyve yüzeyindeki mikrobiyal popülasyona göre fazla çıkmıştır. Ancak her iki uygulama modelinde de mikrobiyal popülasyon hem doğal açıklıkta hem de meyve yüzeyinde uygulama sonrasında azalmıştır (Çizelge 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13 ve 4.14). Nemlendirilmiş ortamda yapılan uygulamalara benzer şekilde nemlendirilmemiş ortamda ozon gazı uygulamaları ile de mikroorganizma popülasyonunun azaldığı görülmüştür (Çizelge 4.15, 4.16, 4.17, 4.18, 4.19 ve 4.20). Elde edilen bir başka sonuç da, ozon gazının uygulandığı her iki ortamda da, ozon gazından en fazla etkilenen mikroorganizmaların fungal patojenler olmasıdır (Çizelge 4.9-4.20).

Çalışmanın bir sonraki bölümünde ozon gazı uygulaması yapılarak 7 gün 1°C' de muhafaza edilen incir meyvelerinin 7. gün sonunda fitotoksisitesi değerlendirilmiş ve bu fitotoksisitenin ozon gazının uygulandığı ortamın nemlendirilmiş veya nemlendirilmemiş olmasıyla farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Nemlendirilmiş ortamda ozon uygulanan meyvelerde, nemlendirilmemiş ortamda uygulananlara oranla fitotoksisitenin daha az olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 ve 4.9). Oransal nemin fazla olduğu ortamda yapılan uygulamada, su moleküllerinin meyve yüzeyini kaplaması ile ozon gazının meyve üzerinde meydana getirdiği fitotoksisite

daha az olduğu düşünölmektedir. Konu ile ilgili olarak daha önce meyve üzerinde ozon gazının yüksek oransal nem koşullarında uygulanmasına dair bir araştırma veya çalışma bulunmadığından, konunun etki mekanizmasının ve fitotoksisite değerlerindeki değışimin temel nedeni veya nedenleri tam olarak bilinmemektedir.

Çalışmanın son bölümünde ise ozon uygulamaları yapıldıktan sonra 7 gün 1°C'de muhafaza edilmesinin ardından 20°C'de 5 gün raf ömrüne bırakılan ya da 21 gün süre ile 1°C'de muhafaza edilen ve ardından 20°C'de 3 gün raf ömrüne bırakılan meyvelerin çürüme yüzdeleri belirlenmiştir. Her bir denemeye ait kontrol ve uygulama yapılan meyvelerdeki toplam çürüme oranları incelendiğinde enfekteli meyve yüzdesi en fazla sırası ile 2., 3. ve 1. deneme olmuştur (Çizelge 4.22, 4.23, 4.24, 4.25 4.26 ve 4.27). Toplam çürüme miktarlarının 1. denemeye oranla fazla olmasının nedeni 2. ve 3. denemedeki meyvelerin yağmurlu periyodun ardından hasat edilmesi ve bu zamanlarda meyvelerin patojenlere hassasiyeti ve nem düzeyinin spor çimlenmesini teşvik etmesi ile açıklanabilir (Johnson ve Sutton 2000, Carroll ve Wilcox 2003, Smilanick ve Mansour 2007). Yürütölen denemelerin tümünde ozon gazının nemlendirilmiş ortamda uygulanmasının meyve çürüme yüzdesini düşürmesi üzerine olan etkinliğı, nemlendirilmemiş ortamdaki uygulamalara oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir. Nemlendirilmiş atmosfer koşullarında yapılan uygulamalar özellikle meyvelerin 7 gün 1°C muhafaza ardından 5 gün süre ile 20°C'de raf ömrüne bırakılmasından sonra meyve çürüme yüzdeleri açısından meyvelerin genelinin kontrole oranla farklı istatistiki değere sahip olduğu görölmüştür (Çizelge 4.22, 4.24, 4.26). Nemlendirilmemiş atmosfer koşullarındaki uygulamaların meyve çürüme yüzdeleri değerlendirildiğinde ise uygulamaların genelinin kontrol meyveleri ile aynı istatistiki değere sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.23, 4.25 ve 4.27). Etkinliğın bu derece farklı olmasının sebebi, oransal nemin yüksek olduğu ortamda bulunan H₂O (su) moleküllerinin O₃ (ozon) molekülleri ile tepkimesi sonucunda ortamda hidroksil iyonları (OH⁻) ve hidrojen peroksit (H₂O₂) molekülleri oluşmasıdır. Hidroksil radikalleri kararsız ve yarılanma ömürleri çok kısa olan oksidatif özelliğı ozondan daha yüksek bileşiklerdir. Hidroksil radikalleri su moleküllerinin yüksek elektriksel akım ile parçalanması ile meydana gelmektedir. İki molekül hidroksil radikali ve bir molekül oksijenin birleşmesiyle ortaya çıkan kimyasal reaksiyon sonucunda su ve oksijen molekölü oluşmaktadır. Hidrojen peroksit molekölü doğıal olarak oluşabildiğı gibi sentetik olarak da üretilmektedir. FDA

(Food and Drug Administration) tarafından gıda üzerinde kullanımına izin verilen, yüksek oksidatif özelliğe sahip ve GRAS (genel olarak güvenli kabul edilen) kimyasallar içerisinde yer alan hidrojen peroksit özellikle mikroorganizmaların sterilizasyonunda kullanılmaktadır. Hedef mikroorganizmaların hücre duvarı ve hücre çeperi üzerinde, protein, fosfolipid ve lipitleri oksitleyerek yapılarının bozulmasına ve hücre duvarı ile hücre çeperinin öncelikli olarak yarı geçirgen ve esnek yapısının kaybolmasına neden olmaktadır. Hedef mikroorganizmaların hücre duvarlarının yarı geçirgen yapılarını kaybetmeleri gerekli besinleri alamamasına, elektron transferlerinin bloke olmasına, toksinlerin hücre içerisinden uzaklaştırılmasına engel olması gibi nedenlerden dolayı hücrelerin dolaylı olarak ölümüne neden olmakla birlikte, hücre duvarını ve hücre çeperini oksitlemesi sonucunda da direk olarak ölümüne de neden olmaktadır. Hidrojen peroksit böylelikle çift etkili bir etki mekanizmasına sahip olmakta ve hedef mikroorganizmaların sterilizasyonunda etkili şekilde kullanılmaktadır (Hoshi ve Heinemann 2001, Torres ve ark. 2006, Otulak ve Garbaczewska 2010, Lushchak 2011).

Ozon gazının incir meyvelerinin çürüme yüzdelerine olan etkisi, 7 ve 21 gün olmak üzere 2 farklı muhafaza süresinde araştırılmıştır. Ticari koşullarda ihracatı yapılan incir meyvelerinin muhafaza süresi 7 gün olması nedeniyle, 7 günlük muhafaza süresi kullanılırken, arz fazlasının olduğu dönemlerde daha uzun muhafaza süresine ihtiyaç duyulması nedeni ile meyveler 21 gün muhafaza edilmiştir. Yürütülen çalışma kapsamında nemlendirilmiş ortamda uygulanan ozon gazının tüm konsantrasyonlarının, her iki muhafaza ve raf ömrü süresinin ardından meyve çürüme yüzdeleri değerlendirildiğinde, 7 gün 1°C'de muhafaza ardından 5 gün 20°C'de raf ömrüne bırakılan meyvelere olan etkinliği 21 gün süre ile 1°C'de muhafaza ardından 3 gün 20°C'de raf ömrüne bırakılan meyvelere oranla daha yüksek olmuştur. Ancak 21 gün süre ile muhafaza edilen ve 3 gün raf ömrüne bırakılan meyvelere uygulanan ozon konsantrasyonlarının etkinliğinin muhafaza süresinin uzamasıyla azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.22, 4.24 ve 4.26). Ancak nemlendirilmemiş atmosfer koşullarında uygulanan ozon gazının, her iki muhafaza ve raf ömrü süresince meyvelerin çürüme yüzdelerine olan etkinliği açısından değerlendirildiğinde, sözkonusu etkinlik, nemlendirilmiş atmosfer koşullarında yapılan uygulamalara oranla daha düşük olmuştur (Çizelge 4.22, 4.23, 4.24, 4.25, 4.26 ve 4.27).

Yapılan *in vitro* çalışmalarda ozon gazına hassasiyeti en fazla olan fungal patojenin *B. cinerea* olmasına rağmen, meyvelerde görülen çürümelerin %70'inin *B. cinerea* kaynaklı olduğu görülmüştür. Bu durum, *B. cinerea*'nın yetiştiricilik dönemi içerisinde çiçekler açarken çiçeklere giriş yapması sonrasında çiçeklerin meyve tutumu ile birlikte patojeninde meyve içerisine yerleşip latent halde uygun koşulları beklemesi, sonrasında ise muhafaza süresince çürümesinin nedeni olarak açıklanabilir (Coley-Smith ve ark. 1980, Lavy-Meir ve ark. 1988, McNicol ve Williamson 1989, De Kock ve Holz 1992). Ozon gazı ile hem nemlendirilmiş hem de nemlendirilmemiş ortamda uygulama görmüş incir meyvelerinde yüzey sterilizasyonu gerçekleştirilmiştir. Ozon gazı incir meyvesinin doğal açıklığından veya meyve etinden içeri penetrasyon ya da difüzyon özelliğinin bulunmaması nedeniyle doku içerisinde latent halde bulunan mikroorganizmalara karşı etki gösterememektedir. Palou ve ark. (2003) farklı perforasyon ve geçirgenlik özelliğine sahip ve farklı bileşiklerden imal edilmiş paketleme materyallerinin ozon gazının penetrasyon özelliğinin belirlenmesi için yapılan bir çalışmada, farklı paketleme materyallerinden oluşan kasaların içinde *P. italicum* ve *P. digitatum* ile inokule edilen 'Lanelate' cinsi portakalların bulunduğu depoya ozon gazı uygulaması yapılmıştır. Uygulama sonucunda ozon gazının hem paketleme materyallerinde hem de karton bazlı kutular içerisine penetrasyon özelliğinin bulunmadığı ya da minimum seviyede olduğu tespit edilmiştir. Bu bilgiler ışığında ozon gazının penetrasyon özelliğinin kısıtlı olması ve etkileşime girdiği ortamla hemen tepkimeye girip oksijene parçalanması nedeni ile meyvelerin içerisinde latent halde bekleyen patojenlerin eliminasyonu için yeterli bir uygulama modeli değildir. Buna bağlı olarak da doğal açıklıktan alınan meyvelerde parçalarında veya doğal açıklıkta mikroorganizma sayısı daha fazla olmaktadır (Çizelge 9-20). Bunun sonucu olarak özellikle *B. cinerea* gibi latent enfeksiyon yeteneği yüksek patojenlerin eliminasyonu tam anlamı ile gerçekleştirilememektedir.

Meyve ve meyvenin doğal açıklığından alınan parça yüzeyindeki mikroorganizma sayısının belirlendiği mikrobiyal analizler sonucunda, ozon gazının yüksek oransal nemde meyvelere verilmesi ile etkinlik, ozon gazının artan konsantrasyonları ile doğru orantılı olarak artmıştır.

In vitro ve mikrobiyal analizlerde elde edilen sonuçlara benzer şekilde *in vivo* denemelerde de ozon gazının nemlendirilmiş ortamda artan konsantrasyonlarda

uygulanması ile meyve çürümesinin engellenmesi üzerine olan etkinliği arttırılmıştır. Ortamın nemlendirilerek yapıldığı uygulamalara benzer şekilde nemlendirilmemiş ortamda uygulanan ozon konsantrasyonlarının artması da mikrobiyal popülasyonu azaltılmıştır. Buna karşın nemlendirilmemiş ortamda uygulama görmüş meyvelerin çoğunun çürüme yüzdelerinde kontrol grubuna göre bir farklılık belirlenememiştir. Bu durum ortamdaki nemin azalışına paralel olarak artan fitotoksisite sonucu meyve yüzeyinde oluşan deformasyonlar ve patojenlerin deforme olmuş meyve yüzeylerinden penetrasyon yapmasının kolaylaşması şeklinde açıklanabilir.

Ozon uygulaması yapılan incir meyveleri, uygulamanın hemen sonrasında MAP'lar içine yerleştirilen viyollere konularak muhafaza edilmiştir. MAP içerisinde veya MAP kullanılmaksızın açıkta muhafaza edilen kontrol grubu meyvelerinin olgunluk seviyeleri, meyvelerin 21 gün 1°C'de muhafazası sonrasında karşılaştırılmıştır. MAP kullanılmaksızın açıkta muhafaza edilen meyveler, MAP ile paketlenerek muhafaza edilen meyvelere oranla daha hızlı olgunlaşmıştır (Şekil 4.16 ve 4.17). Modifiye atmosfer paketler, ürünlerin su kaybetmesini engelleyen, ortamdaki O₂-CO₂ dengesini sahip olduğu porlarla düzenleyerek paket içerisinde mikro klima ortamı sağlayan ve paketlenme materyali içerisinde karbondioksit oranının artması ve oksijen oranının azalması ile ürünlerin solunumunu yavaşlatmakta (Kasmire ve ark. 1974) ve etilen üretiminin baskılanmasını sağlayarak (Wang 1979) ürünlerin yaşlanmasını geciktirmektedir (Burton 1979). Bunun sonucu olarak da MAP ile paketlenen ürünlerde olgunlaşma seviyesi açık kontrol grubuna göre daha düşük seviyededir. Ürünlerin olgunlaşmasının geciktirilmesi, patojenlere dayanıklılığın daha uzun süre devam etmesini sağlamak ve ürünlerde patojen kaynaklı çürümeler azalmaktadır.

Yarılanma ömrü oldukça kısa olan ozon gazı, rüzgarsız veya hava sirkülasyonu az, soğuk ve oransal nem miktarı az olan şartlar altında, rüzgarlı veya hava sirkülasyonu fazla, sıcak ve oransal nemi yüksek olan hava veya depo şartlarına göre daha uzun yarılanma süresine sahiptir. Artan oransal nem miktarı ozon gazının yarılanma süresini kısaltırken, düşen sıcaklık değerlerinde ozon gazının yarılanma süresi uzatmaktadır (McClurkin ve Maier 2010). Tüm bunlara ek olarak ozon gazının yarılanması ve parçalanması sonucunda oksijene dönüşmesi ve hiç kalıntı bırakmaması hem insan hem de çevre sağlığı açısından risk taşımaması gibi nedenlerden dolayı, özellikle yaş sebze

ve meyvelerde kullanılan diğer dezenfektanlara ve kimyasallara gore avantajlı bir konuma sahiptir.

Yapılan çalışmadan elde edilen sonuçların ışığında, Bursa Siyah İnciri meyvelerine, ozon gazının oransal nemin yüksek veya düşük olduğu ortamda uygulanması ile meyve yüzeyindeki mikroorganizma sayısı azaltılabilmektedir. Ancak, hasat sonu hastalıklarını engellemesi için nemlendirilmiş atmosfer koşullarında uygulama yapılması gerektiği ve ozon gazının oransal nemin yüksek olduğu ortamda uygulanması ile etkinliğinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Nemlendirilmiş ortamda ozon gazı uygulamasının, *in vitro* alışmalarda konidi toksisitesine olan etkinliğinin yüksek olması ve *in vivo* alışmalarda çürümenin azaltılması yönüyle oldukça etkili olmasının yanı sıra meyvede oluşan fitotoksisitenin de nemlendirilmemiş ortamda yapılan uygulamalara oranla daha az olması elde edilmiş sonuçlar arasındadır.

Yapılan tüm denemeler gözönüne alındığında hem hastalığın engellenmesi hem de fitotoksisite yönüyle uygulamalar değerlendirildiğinde nemlendirilmiş ortamda uygulanan 100 000 KxZ değerine ait 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ ve 200 000 KxZ değerine ait 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ ozon konsantrasyonlarının kullanımının uygun olacağı grlmştir.

Gelecekte yürüteceğimiz çalışmalar; ozon gazının oransal nemin yüksek olduğu ortamlarda kullanımı ile farklı ürünlerde hasat sonrası hastalıkları engelleme olanaklarının yanı sıra, farklı kimyasallar ve biyolojik mücadele elemanları ile kombine halde kullanımı ile hasat sonu meyve rmelerine karşı daha etkin üzümler bulmak üzerine olacaktır. Ozon gazının, nemli atmosfer koşullarında etkinliğinin meyve üzerinde araştırıldığı çalışmanın, ilk kez tarafımızdan yapılmış olması, bilim dünyasında araştırmacılar tarafından yapılacak çalışmalara ışık tutar nitelikte bir çalışma olacağı dşnlmektedir.

KAYNAKLAR

- Aguayo, E., Escalona V.H., Art'es F. 2006.** Effect of cyclic exposure to ozone gas on physicochemical, sensorial and microbial quality of whole and sliced tomatoes. *Postharvest Biol. Technol.*, 39: 169-177.
- Aksoy, U., Can, H.Z. 1997.** İncir tarımsal uygulama ve araştırma merkezi. Yayın bülteni: 33.
- Allende, A., Marin, A., Buendia, B., Tomas-Barberan, F., Gil, M.I. 2007.** Impact of combined postharvest treatments (UV-C light, gaseous O₃, superatmospheric O₂ and high CO₂) on health promoting compounds and shelf-life of strawberries. *Postharvest Biol. and Technol.*, 46: 201-211.
- Anonim, 2005.** Fig. <http://www.wikipedia.com> - (Erişim tarihi: 20.02.2012).
- Anonim, 2008.** Birleşmiş Milletler Beslenme ve Tarım Örgütü (FAO)' nün GRAS madde tanımı. <http://www.cfsan.fda.gov> - (Erişim tarihi: 20.02.2012).
- Anonim, 2009.** Dünyada incir ihracat rakamları ve ülkelere dağılımı. <http://www.fao.org> - (Erişim tarihi: 20.02.2012).
- Anonim, 2010.** Dünyada incir üretim rakamları ve ülkere dağılımı. <http://www.fao.org> - (Erişim tarihi: 20.02.2012).
- Anonim, 2011.** Bursa ili 2011 yılı yaş meyve ihracat rakamları. <http://www.uib.org.tr> - (Erişim tarihi: 20.02.2012).
- Antony-Babu, S., Singleton, I. 2009.** Effect of ozone on spore germination, spore production and biomass production in two *Aspergillus* species. *Antonie van Leeuw.*, 96: 413-422.
- Artes-Hernandez, F., Aguayo, E., Artes, F. 2004.** Alternative atmosphere treatments for keeping quality of 'Autumn Seedless' table grapes during long-term cold storage. *Postharvest Biol. Technol.*, 31: 59-67.
- Artes-Hernandez, F., Aguayo, E., Artes, F., Tomas-Barberan, F.A. 2007.** Enriched ozone atmosphere enhances bioactive phenolics in seedless table grapes after prolonged shelf life. *J. Sci. Food Agric.*, 87: 824-831.
- Baker, C.E. 1933.** Effect of ozone upon apples in cold storage. *Ice and Refrigeration* 84: 402-404.
- Baranovskaya, V.A., Zapolskii, O.B., Ovrutskaya, I.Y., Obodovskaya, N.N., Pschenichnaya, E.E., Yushkevich, O.I. 1979.** Use of ozone gas sterilization during storage of potatoes and vegetables. *Konservn. Ovoshchesus Promst.*, 4: 10-12.
- Barnes, S. E., Shaw, M. W. 2003.** Infection of commercial hybrid primula seed by *Botrytis cinerea* and latent disease spread through the plants. *Phytopathology* 93: 573-578.

- Barth M.M., Zhou C., Mercier J., Payne F.A. 1995.** Ozone storage effects on anthocyanin content and fungal growth in blackberries. *J. Food Sci.*, 60 (6) 1286-1288.
- Beuchat, L.R. 1992.** Surface disinfection of raw produce. *Dairy, Food Environ. Sanit.*, 12 (1): 6–9.
- Bristow, P. R., McNicol, R. J., Williamson, B. 1986.** Infection of strawberry flowers by *Botrytis cinerea* and its relevance to gray mold development. *Ann. Appl. Biol.* 109: 545-554.
- Burton, W.G. 1979.** Biochemical and physiological effects of modified atmospheres and their role in quality maintenance. H.O. Hultin, M. Milner (Eds.), *Postharvest Biol. Technol.*, Food and Nutrition Press, Wesport, CT, USA, 97-110.
- Cantin, C.M., Palou, L., Bremera, V., Michailides, T.J., Crisostoa, C.H. 2011.** Evaluation of the use of sulfur dioxide to reduce postharvest losses on dark and green figs. *Postharvest Biol. and Technol.*, 59: 150-158.
- Carroll, J.E., Wilcox, W.F. 2003.** Effects of humidity on the development of grapevine powdery mildew. *Phytopathology*, 93: 1137-1144.
- Chen J., Wang P. 2005.** Effect of Relative Humidity on Electron Distribution and Ozone Production by DC Coronas in Air. *IEEE Transactions on Plasma Science*, Vol. 33, No. 2.
- Coertze, S., Holz, G. 1999.** Surface colonization, penetration, and lesion formation on grapes inoculated fresh or after cold storage with single airborne conidia of *Botrytis cinerea*. *Plant Dis.* 83: 917-924.
- Coertze, S., Holz, G., Sadie, A. 2001.** Germination and establishment of infection on grape berries by single airborne conidia of *Botrytis cinerea*. *Plant Dis.* 85: 668-677.
- Colelli, G., Mitchell, F.G., Kader A.A. 1991.** Extension of postharvest life of 'Mission' figs by CO₂-enriched atmospheres. *Hortscience*, 26(9):1193-1195.
- Coley-Smith, J.R., Verhoeff, K., Jarvis, W.R. 1980.** The Biology of *Botrytis*. London, UK: Academic Press, Epidemiology, 219-50.
- Çatal, H., İbanoğlu, E., İbanoğlu, S. 2008.** Gıdaların Ozonlanması, Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, s: 987-990, Erzurum.
- De Kock, S.L., Holz, G. 1992.** Blossom-end rot of pears: systemic infection of flowers and immature fruit by *Botrytis cinerea*. *Journal of Phytopathology*, 135: 317-27.
- Doster, M.A., Michailides, T.J. 2007.** Fungal decay of first-crop and main-crop figs. *Plant Dis.*, 91: 1657-1662.
- Droby, S., Lichter, A. 2004.** Post-harvest botrytis infection: etiology development and management. In: Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P., Delen, N. (Eds.), *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 349-367.

- Escriche, I., Serra, J.A., Gomez, M., Galotto, M.J. 2001.** Effect of ozone treatment and storage temperature on physicochemical properties of mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Food Sci. Tech. Int.*, 7(3): 251-258.
- Ewell, A.W. 1950.** Ozone and its applications in food preservation. Refrigerating Engineering Application Data, section 50, published in Refrigerating Engineering, section 2, September.
- Forney, C.F., Song, J., Hildebrand, P.D., Fan, L., McRae, K.B. 2007.** Interactive effects of ozone and 1-Methylcyclopropene on decay resistance and quality of stored carrots. *Postharvest Biol. and Technol.*, 45: 341-348.
- Gane, R. 1936.** The respiration of bananas in presence of ethylene. *New Phytol.*, 36: 170-178.
- Hildebrand, P.D., Forney, C.F., Song, J., Fan, L., McRae, K.B. 2008.** Effect of a continuous low ozone exposure ($50 \mu\text{L L}^{-1}$) on decay and quality of stored carrots, *Postharvest Biol. and Technol.*, 49: 397-402.
- Hoshi, T., Heinemann, S.H. 2001.** Regulation of cell function by methionine oxidation and reduction. *Journal of Physiology*, 531(1): 1-11
- Hudson, J.B., Sharma, M. 2009.** The practical application of ozone gas as an anti-fungal (anti-mold) agent. *Ozone-Sci. Eng.*, 31(4): 326 -332.
- Ikehata, K., El-Din, M.G. 2005.** Aqueous pesticide degradation by ozonation and ozone-based advanced oxidation processes: a review (Part 1). *Ozone: Sci. Eng.*, 27: 83-114.
- Jin, L., Xiaoyu, W., Honglin, Y., Zonggan, Y., Jiaxun, W., Yaguang, L. 1989.** Influence of discharge products on post-harvest physiology of fruit. In: Proceedings of the Sixth International Symposium on High Voltage Engineering, 28 August to 1 September, New Orleans, LA, p. 4.
- Johnson E.M. Sutton T.B. 2000.** Response of Two Fungi in the Apple Sooty Blotch Complex to Temperature and Relative Humidity. *Phytopathology*, 90: 362-367.
- Kabasakal, A. 1990.** İncir yetiştiriciliği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme Ve Geliştirme Vakfı, yayın no: 20 ,Yalova.
- Kader, Adel A. 2002.** Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California Agriculture and Natural Resources Publication 311, ISBN: 1-879906-51-1, 535 p.
- Karabulut, O.A., Ilhan, K., Arslan, U., Vardar, C. 2009.** Evaluation of the use of chlorine dioxide by fogging for decreasing postharvest decay of fig. *Postharvest Biol. Technol.*, 52 (3): 313-315.
- Karabulut, O.A., Smilanick, J.L., Mlikota Gabler, F., Mansour M. 2003.** Near-harvest applications of *Metschnikowia Fructicola*, ethanol, and sodium bicarbonate to control postharvest diseases of table grape in Central California, *Plant Dis.* 87: 1384-1389.

- Karaca, H., Smilanick, J.L. 2011.** The influence of plastic composition and ventilation area on ozone diffusion through some food packaging materials. *Postharvest Biol. and Technol.*, 62: 85-88.
- Karaca, H., Walse, S.S., Smilanick, J.L. 2012.** Effect of continuous 0,3 µL/L gaseous ozone exposure on fungicide residues on table grape berries. *Postharvest Biol. and Technol.*, 64:154-159.
- Kasmire, R.F., Kader, A.A., Klaustermeyer, J.A. 1974.** Influence of aeration rate and atmospheric composition during simulated transit visual quality and off-odor production by broccoli. *HortScience*, 9: 228-229.
- Keutgen, A.J., Pawelzik, E. 2008.** Influence of pre-harvest ozone exposure on quality of strawberry fruit under simulated retail conditions. *Postharvest Biol. and Technol.*, 49: 10-18.
- Khadre, M.A., Yousef, A.E. 2001.** Sporicidal action of ozone and hydrogen peroxide: a comparative study. *International Journal of Food Microbiology*, 71: 131-138.
- Kim, J.G., Yousef, A.E., Khadre, M.A. 2003.** Ozone and its current and future application in the food industry. *Adv. Food Nutr. Res.*, 45: 167-218.
- Lavy-Meir, G., Barkaigolan, R., Kopeliovitch, E. 1988.** Initiation at the flowering stage of postharvest Botrytis stem-end rot in normal and non-ripening tomato fruits. *Annals of Applied Biology*, 112: 393-6.
- Lushchak, V.I. 2011.** Adaptive response to oxidative stress: Bacteria, fungi, plants and animals. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part C, 153: 175-190.
- Mathooko, F.M., Sotokava, T., Kubo, Y., Inaba, A., Nakamura, R. 1993.** Retention of freshness in fig fruit by CO₂-enriched atmosphere treatment of modified atmosphere packaging under ambient-temperature. *J. Jpn. Soc. Horticult. Sci.*, 62: 661-667.
- McClellan, W.D., Hewitt, W.B. 1973.** Early Botrytis rot of grapes: time of infection and latency of *Botrytis cinerea* Pers. in *Vitis vinifera* L. *Phytopathology*, 63: 1151-1157.
- McClurkin, J.D., Maier, D.E. 2010.** Half-life time of ozone as a function of air conditions and movement. 10th International Working Conference on Stored Product Protection, pp: 381-385.
- McNicol, R., Williamson, B. 1989.** Systemic infection of blackcurrant flowers by *Botrytis cinerea* and its possible involvement in premature abscission of fruits. *Annals of Applied Biology*, 114: 243-53.
- Michailides, T.J., Morgan, D.P., Felts, D., Doster, M.A. 2008.** Control of decay in Caprifigs and Calimyrna figs with fungicides. *Acta Hort.*, 798: 269-275.
- Minas, I.S., Karaoglanidis, G.S., Manganarisc, G.A., Vasilakakisa, M. 2010.** Effect of ozone application during cold storage of kiwifruit on the development of stem-end rot caused by *Botrytis cinerea*. *Postharvest Biol. and Technol.*, 58: 203-210.

- Mlikota Gabler, F., Mercierc, J., Jimenezc, J.I., Smilanick, J.L. 2010a.** Integration of continuous biofumigation with *Muscodor albus* with pre-cooling fumigation with ozone or sulfur dioxide to control postharvest gray mold of table grapes. *Postharvest Biol. and Technol.*, 55: 78-84.
- Mlikota Gabler, F., Smilanick, J.L., Aiyabei, J., Mansour, M. 2002.** New approaches to control postharvest gray mold (*Botrytis cinerea Pers.*) on table grapes using ozone and ethanol. In: Proc. World of Microbes, Xth Int. Congress Mycol, Paris, pp. 78 (Abst.).
- Mlikota Gabler, F., Smilanick, J.L., Mansour, M.F., Karaca, H.F. 2010b.** Influence of fumigation with high concentrations of ozone gas on postharvest gray mold and fungicide residues on table grapes. *Postharvest Biol. and Technol.*, 55: 85-90.
- Nadas, A., Olmo, M., Garcia, J.M. 2003.** Growth of *Botrytis cinerea* and strawberry quality in ozone-enriched atmospheres. *J. Food Sci.*, 68(5): 1798-1802.
- Najafi, M.B.H., Khodaparast, M.H.H. 2009.** Efficacy of ozone to reduce microbial populations in date fruits. *Food Control*, 20: 27–30.
- Otulak, Y.K., Garbaczewska, G., 2010.** Localisation of hydrogen peroxide accumulation during *Solanum tuberosum* cv. Rywal hypersensitive response to Potato virüs. *Micron*, 41: 327-335.
- Ozkan, R., Smilanick, J.L. Karabulut, O.A. 2011.** Toxicity of ozone gas to conidia of *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum* and *Botrytis cinerea* and control of gray mold on table grapes. *Postharvest Biol. Technol.*, 60: 47-51.
- Oztekin, S., Zorlugenç, B., Zorlugenç, F.K. 2006.** Effects of ozone treatment on microflora of dried figs. *J. Food Eng.*, 75: 396-399.
- Pak, H.A., Dixon, J. 2001.** Post-harvest treatment with ozone for the control of ripe rots in avocado. NZ Avocado Growers Association Annual Research Report Vol.1.
- Palou, L., Crisosto, C.H., Smilanick J.L. 2007.** Exposure of cold-stored fresh fruit to ozone gas: effect on the development of postharvest diseases. IOA Conference and Exhibition, October 29 –31, 2007, Valencia, Spain.
- Palou, L., Crisosto, C.H., Smilanick, J.L., Adaskaveg, J.E., Zoffoli, J.P. 2002.** Effects of continuous 0,3 ppm ozone exposure on decay development and physiological responses of peaches and table grapes in cold storage. *Postharvest Biol. and Technol.*, 24: 39-48.
- Palou, L., Smilanick, J.L., Crisosta, C.H., Mansour, M., Plazac, 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 Prot.*, 22: 1131-1134.
- 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 Dis.*, 85: 632-638.

- Perez, A.G., Sanz, C., Rios, J.J., Olias, R., Olias, J.M. 1999.** Effects of ozone treatment on postharvest strawberry quality. *J. Agric. Food Chem.*, 47: 1652-1656.
- Plaza, J.L. 2003.** Sulfur dioxide achieves the long term storage of fresh figs. 2. International Symposium on Fig, ISHS, Acta Hortic., 605.
- Romanazzi, G., Lichterb, A., Mlikota Gabler, F., Smilanick, J.L. 2012.** Recent advances on the use of natural and safe alternatives to conventional methods to control postharvest gray mold of table grapes. *Postharvest Biol. and Technol.*, 63: 141-147.
- Salvador, A., Abad, I., Arnal, L., Martinez-Javega, J.M. 2006.** Effect of ozone on postharvest quality of persimmon. *J. Food Sci.*, 71(6): 443-446.
- Schomer, H.A., McColloch, L.P. 1948.** Ozone in relation to storage of apples. *US Dept. Agric. Circular 765*, 24 pp.
- Seferoğlu, G., Mısırlı A., Can, Z., Şahin.M. 1994.** Sarılop incir çeşidi çeliklerinin köklenmesi üzerine araştırmalar. İkinci alt ısıtmanın etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 31: 2-3.
- Sharpe, D., Fan, L., Mcrae, K., Walker, B., Mackay, R., Doucette, C. 2009.** Effects of ozone treatment on *Botrytis cinerea* and *Sclerotinia sclerotiorum* in relation to horticultural product quality. *J. Food Sci.*, 74(6): 250-257.
- Shimizu, Y., Makinott, S., Sato, J., Iwamoto, S. 1982.** Preventing rot of 'Kyoho' grapes in cold storage with ozone. *Res. Bull. Aichi-ken Agric. Res. Center*, 14: 225-238.
- Singh, N., Singh, R.K., Bhunia, A.K., Stroshine, R.L. 2002.** Efficacy of chlorine dioxide, ozone, and thyme essential oil or a sequential washing in killing *Escherichia coli* O157:H7 on lettuce and baby carrots. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 35: 720-729.
- Siro, I., Devlieghere F., Jacxsens L., Uyttendaele M., Debevere J. 2006.** The microbial safety of strawberry and raspberry fruits packaged in high-oxygen and equilibrium-modified atmospheres compared to air storage. *Int. Food Sci. Technol.*, 41: 93-103.
- Skog, L.J., Chu, C.L. 2001.** Effect of ozone on qualities of fruits and vegetables in cold storage. *Can. J. Plant Sci.*, 81: 773-778.
- Smilanick, J.L., Mansour, M.F. 2007.** Influence of temperature and humidity on survival of *Penicillium digitatum* and *Geotrichum citri-aurantii*. *Plant Dis.*, 91: 990-996.
- Smilanick, J.L., Margosan, D.M., Mlikota Gabler, F. 2002.** Impact of ozonated water on the quality and shelf-life of fresh citrus fruit, stone fruit, and table grapes. *Ozone-Sci. Eng.*, 24(5): 343-356.
- Sozzi, G.O., Abrajan-Villasenor, MA., Trincherro, GD., Franschina, A.A. 2005.** Postharvest response of 'Brown Turkey' figs (*Ficus carica* L.) to the inhibition of ethylene perception. *J. Sci. Food Agric.*, 85: 2503-2508.

- Spalding, D.H. 1968.** Effects of ozone atmospheres on spoilage of fruits and vegetables after harvest. US Dept. Agric. Marketing Research Report 801. 9 pp.
- Spotts, R.A., Cervantes, L.A. 1992.** Effect of ozonated water on postharvest pathogens of pear in laboratory and packinghouse tests. *Plant Dis.*, 76: 256-259.
- Tetik, N., Topuz, A., Turhan, İ., Karhan, M. 2006.** Meyve ve sebzelerin işlenmesi ve muhafazasında ozon uygulamaları. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu, s: 281-284.
- Torres, M.A., Jones, J.D.G., Dangel, J.L. 2006.** Reactive Oxygen Species Signaling in Response to Pathogens. *Jeffery L. Plant Physiology*, 141:373-378.
- Tzortzakıs, N., Singleton, I., Barnes, J. 2008.** Impact of low-level atmospheric ozone-enrichment on black spot and anthracnose rot of tomato fruit. *Postharvest Biol. and Technol.*, 47: 1-9.
- Tzortzakıs, N., Singleton, I., Barnes, J. 2007.** Deployment of low-level ozone-enrichment for the preservation of chilled fresh produce. *Postharvest Biol. and Technol.*, 43: 261-270.
- Venta, M.B., Broche S.S.C., Torres, I.F., Perez, M.G., Lorenzo, E.V., Rodriguez, Y.R., Cepera, S.M. 2010.** Ozone application for postharvest disinfection of tomatoes. *Ozone-Sci. Eng.*, 32 (5): 361-371.
- Vijayanandraj, V.R., Prasad, D. Nagendra, Mohan, N., Gunasekaran, M. 2006.** Effect of ozone on *Aspergillus niger* causing black rot disease in onion. *Ozone-Sci Eng.*, 28(5): 347-350.
- Wang, C.Y. 1979.** Effect of short-term high CO₂ treatment on the market quality of stored broccoli. *J. Food Sci.*, 44: 1478-1482.
- Whangchai, K., Saengnil, K., Uthaibutra, J. 2006.** Effect of ozone in combination with some organic acids on the control of postharvest decay and pericarp browning of longan fruit. *Crop Prot.* 25: 821-825.
- Yıldız, A., Benlioglu, S., Sarıbiyik, D. 2008.** Fig endosepsis in some cultivated varieties. *J. Phytopathol.*, 156: 573-575.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı:	Aysun KETEN
Doğum Yeri ve Tarihi:	Afyonkarahisar/10.06.1987
Yabancı Dili:	İngilizce
Eğitim Durumu	(Kurum ve Mezuniyet Yılı)
Lise:	Milli Piyango Anadolu Lisesi/2005
Lisans:	Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ziraat Mühendisliği, Bitki Koruma Programı (2005-2010)
Yüksek Lisans:	Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma A.B.D (2010-2012)
İletişim (e-posta):	aysunketen@gmail.com