

**TEKİRDAĞ İLİNDE ÜRETİLEN ÜZÜMÜN  
KURUTULMASI VE OZON  
UYGULAMASININ  
DEPOLAMA BOYUNCA KURU ÜZÜMDE  
KALİTE DEĞİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ**  
Gökay ONAR  
Yüksek Lisans Tezi  
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI  
Danışman: Doç. Dr. TÜRKAN AKTAŞ  
2013

**T.C.  
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEKİRDAĞ İLİNDE ÜRETİLEN ÜZÜMÜN KURUTULMASI VE OZON  
UYGULAMASININ DEPOLAMA BOYUNCA KURU ÜZÜMDE KALİTE  
DEĞİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Gökay ONAR**

**BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ  
TARIMSAL ENERJİ SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: DOÇ.DR. TÜRKAN AKTAŞ**

**TEKİRDAĞ-2013**

**Her hakkı saklıdır**

**BU TEZ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ  
(BAP) BİRİMİ TARAFINDAN NKUBAP.00.24.YL.12.15 PROTOKOL NUMARALI  
PROJE İLE DESTEKLENMİŞTİR.**

Doç. Dr. Türkan AKTAŞ danışmanlığında, Gökay ONAR tarafından hazırlanan “Tekirdağ İlinde Üretilen Üzümün Kurutulması ve Ozon Uygulamasının Depolama Boyunca Kuru Üzümde Kalite Değişimi Üzerine Etkisi" isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Poyraz ÜLGER

İmza:

Üye: Doç. Dr. Türkan AKTAŞ (Danışman)

İmza:

Üye: Yrd. Doç. Dr. Abdulatef AHHMED

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### TEKİRDAĞ İLİNDE ÜRETİLEN ÜZÜMÜN KURUTULMASI VE OZON UYGULAMASININ DEPOLAMA BOYUNCA KURU ÜZÜMDE KALİTE DEĞİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Gökay ONAR

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Türkan AKTAŞ

Bu çalışmada üzümün kurutulması ve kurutmadan önce uygulanan ön işlemlerin depolama boyunca kuru üzümde kalite değişimi üzerine etkisi saptanmıştır. Araştırmada bitkisel materyal olarak Tekirdağ'da üretilen çekirdeksiz 2B-56 siyah üzüm çeşidi kullanılmıştır. Denemede üzümler 60 °C sıcaklıkta ve 1.5 m/s hava hızında, sıcak havalı kurutucu ile kurutulmuş ve kurutma işleminden önce 4 farklı ön işlem (ön işlemsiz kontrol, ozon uygulaması (OU), %5 K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ve % 1 zeytinyağından oluşan çözeltiye bandırma uygulaması (BU), ozon ve bandırma uygulaması (BOU)) uygulanmıştır. Bu araştırmanın temel amaçları; kurutmadan önce uygulanan ön işlemlerin kurutma süresi üzerine etkisini, ön işlemlerin 1 yıllık depolama boyunca ürünlerin kalite özellikleri (su aktivite değeri, renk ölçümleri, maya-küf oranı, HMF yani Hidroksimetilfurfural miktarı, toplam fenolik madde miktarı, indirgen şeker oranı, askorbik asit miktarı) üzerine etkilerini saptamaktır. Kurutma işleminden önce yapılan ozon uygulamasında kapalı bir kaptaki örnekler 2 g/h ozon üretme kapasiteli jeneratörden elde edilen gaz 30 dakika süresince uygulanmış ardından örnekler bir saat dinlendirilmiştir. Bandırma uygulamasında ürünler %5'lik potasyum karbonat ve %1'lik zeytinyağı karışımından oluşan çözeltiye 10 defa bandırılmıştır. Ozon ve bandırma uygulamasında ise önce bandırma işlemi sonra ozon uygulaması yapılmıştır. Kurutma denemeleri sonuçlarına göre ozon ve bandırmanın beraber uygulandığı örneklerde kuruma hızlarının en yüksek olduğu saptanmıştır. 12 aylık depolama süresi sonucunda örneklerde *Aspergillus niger*, *Penicillium sp.*, *Fusarium sp.* fungusları oluşmuştur. Maya-küf oranı bakımında en temiz örnekler ozon uygulanmış örnekler olurken, maya-küf yoğunluğu en fazla olan örneklerin ise bandırma uygulanmış örnekler olduğu tespit edilmiştir. Bandırma ve ozonun beraber uygulandığı örneklerde bandırma uygulanan örneklere göre daha az maya-küf

oluşumu saptanmış ve ozon uygulaması bandırma uygulamasının olumsuz etkisini azaltmıştır. Renk parlaklığındaki sapma ( $\Delta L$ ) önışlem uygulanmış tüm örneklerde 9. aya kadar stabil kalmış, en yüksek renk parlaklığı sapma değerleri 3. ve 6. ay ölçümleri sonucunda önışlem uygulanmadan kurutulmuş örneklerde oluşmuştur. Önışlem uygulanmış olan örneklerin parlaklığında 9. aydan itibaren artış olmuş ve bu sapma hem ozon uygulanmış örneklerde hem de bandırma uygulanmış örneklerde kombine uygulamaya kıyasla daha küçük olmuştur. Toplam renk sapması değeri ( $\Delta E$ ) parlaklıktaki sapma değerlerine benzer şekilde ilk 6 aylık depolama süresince önışlem uygulanmış örneklerde daha düşükken, özellikle 12. ayda bütün örneklerde oldukça yüksek bulunmuştur. 12 aylık depolama sonucunda renk değerlerindeki sapma genel olarak en fazla ozon ve bandırma işleminin beraber uygulandığı örneklerde (BOU) görülmüştür. Depolama süresi ile su aktivite değerleri her örnek için yükselmekle beraber 12 aylık periyot sonunda en düşük su aktivite değeri ozon uygulanmış örneklerde; en yüksek değer ise bandırma uygulanarak kurutulmuş olan örneklerde saptanmıştır. Tüm önışlemler kurutma işleminin HMF oluşumundaki olumsuz etkisini oldukça düşürmüştür.

Kurutma sonunda ve depolama süresince en yüksek HMF oluşumu önışlemsiz olarak kurutulan üzüm örneklerinde saptanırken en düşük oluşum bandırma önışleminin uygulandığı örneklerde (BU) saptanmıştır. Tüm örneklerin askorbik asit içeriğinde kurutma işleminden sonra ve depolama boyunca bir düşüş olmuştur. Ozon uygulamasının diğer önışlemlere göre askorbik asit içeriğini daha iyi koruduğu saptanmış fakat tüm örneklerde 9. ve 12. ayda yapılan analizler sonucunda askorbik asit belirlenememiştir. 12. ay sonunda en düşük fenolik madde içeriği bandırma işlemi uygulanmış olan örneklerde (BU), en yüksek içerik ise ozon uygulanmış örneklerde (OU) saptanmıştır. En yüksek indirgen şeker içeriği 12 ay depolama sonunda ozon önışlemi uygulanan örneklerde (OU) saptanırken en düşük içerik ise bandırma önışlemi uygulanmış örneklerde (BU) saptanmıştır. Bu araştırmanın sonuçları, üzüm kurutma işleminden önce önışlem olarak ozon gazının uygulanmasının etkili bir yöntem olduğunu göstermiştir. İleriki çalışmalarda bu yöntemin optimizasyonuna, depolama boyunca da uygulanmasına, ve ozon önışleminin benzer şekilde veya farklı önışlemlerle kombine edilerek diğer meyvelerin ve sebzelerin kurutulmasına ve depolanmasına da ne ölçüde uygun olacağına saptanmasına yönelik araştırmaların yapılması önerilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Üzüm kurutma, ozon, önışlem, depolama, kalite değişimi

**2013, 46 sayfa**

## ABSTRACT

MSc. Thesis

### DRYING OF GRAPE PRODUCED IN TEKIRDAG CITY AND EFFECT OF OZONE APPLICATION ON QUALITY CHANGING OF DRY GRAPE DURING STORAGE

Gökay ONAR

Namik Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Main Science of Biosystem Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Turkan AKTAS

In this research, effect of pretreatments on the drying kinetics of grape and changing of quality properties during storage were determined. As experimental material, 2B-56 variety grape that is grown in Tekirdag City was used. Grape samples were dried using 60 °C drying temperature and 1.5 m/s air velocity by hot air dryer. Four different samples including noterated control, ozone applied (OU), dipped into solution (5% K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> and 1% olive oil) (BU) and pretreated of both ozone and dipping solution (BOU) combination were used for experiments. Main objectives of this research were to determine effect of pretreatments on drying time, and quality properties during 1 year storage period (water activity values, color parameters, yeast-mold ratios, HMF namely Hydroxymethylfurfural values, total phenolic contents, reduced sugar contents, ascorbic acid contents). For ozone pretreatment, samples were treated using ozone gas generated by a ozone generator that has capacity of 2 g/h for 30 minutes and treated samples were kept waiting for 1 hour before drying. For dipping pretreatment, samples were dipped into solution that contain 5% K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> and 1% olive oil 10 times. For pretreatment of combination of ozone and dipping, firstly samples were dipped into solution and then ozone treatment was applied. According to drying experiments results, the lowest drying time were determined for pretreatment that was combination of ozone and dipping into solution applications. After 12 months storage period, funguses of *Aspergillus niger*, *Penicillium sp.* and *Fusarium sp.* were growth on the dry grape samples. While the cleanest samples in respect of yeast-mold rate were found as ozone pretreated samples, the biggest yeast-mold rate was determined on the samples pretreated by dipping solution

(K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+olive oil). Less yeast-mold ratio was found in the samples pretreated by ozone+solution compared to samples pretreated by dipping into solution. Ozone treatment decreased the negative effect of solution treatment on growth of fungi. Deviation of color brightness ( $\Delta L$ ) stayed rather stable for all pretreated samples until 9<sup>th</sup> months and maximum deviation was determined for notreated samples in the first 6 months. Deviation of brightness for pretreated samples highly increased after 9<sup>th</sup> month. This increase was found smaller in the samples pretreated by ozone gas and pretreated by dipping into solution compared to samples pretreated ozone+solution. Similarly, smaller total color deviation value ( $\Delta E$ ) occurred on the all pretreated samples in the first 6 months while high color deviation occurred in all samples especially on 12<sup>th</sup> month. Generally higher deviations in color properties were determined in the samples that were pretreated by ozone+solution (BOU). However water activity values for notreated and all pretreated samples increased during storage period, minimum and maximum water activity values determined at 12<sup>th</sup> months were found for samples that were ozone pretreated and samples that were dipped into solution, respectively. All pretreatments highly decreased the negative effect of drying process on occurring of HMF. The highest HMF amount was determined in notreated samples after drying and during storage while the lowest value was determined on the samples that were dipped into solution (BU). Ascorbic acid contents of all samples decreased after drying and this decrease continued during storage. It was determined that ascorbic acid content was kept better by applying ozone pretreatment. On the other hand, ascorbic acid could be not determined on 9<sup>th</sup> and 12<sup>th</sup> months. The lowest phenolic matter content was determined for the samples that were dipped into solution (BU) while the highest phenolic matter content was determined for the samples that were pretreated by ozone (OU). The highest sugar content was determined on the samples that were pretreated by ozone (OU) while the lowest sugar content content was determined for the samples that were dipped into solution (BU) at the end of 12 months storage. Results of this research showed that ozone application as pretreatment before drying process of grape is an effective method. In future researches, performing of additional researches that are about optimisation of this method, application of ozone also during storage, and suitability of application of ozone to other fruits and vegetables in the similar way or by combining with different pretreatments before drying and also during storage are suggested.

**Keywords:** Grape drying, ozone, pretreatment, storage, quality changes



## İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER .....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
<b>1.GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>5</b>
2.1. Üzüm kurutmada kullanılan kurutma yöntemleri ve uygulanan ön işlemler.....	5
2.2. Kuru üzüm depolama sorunları.....	6
2.3. Ozon gazı ve tarımda ozon gazı uygulamaları.....	8
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEMLER.....</b>	<b>13</b>
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Bitkisel materyal.....	13
3.1.2. Sıcak havalı kabin tipi kurutucu.....	13
3.1.3. Denemede kullanılan ozon jeneratörü.....	14
3.1.4. Denemede kullanılan ölçüm ve analiz cihazları.....	15
3.2.Yöntem.....	15
3.2.1. Örneklerin hazırlanması.....	15
3.2.2. Kurutma işlemlerinin gerçekleştirilmesi.....	15
3.2.3. Ön işlemler ve ozon uygulaması.....	16
3.2.4. Depolama boyunca örneklerde kalite değişimlerinin saptanmasına yönelik analizle....	18
3.2.4.1. Su aktivite değeri ölçümleri.....	18
3.2.4.2. Renk ölçümleri.....	18
3.2.4.3. Üzüm örneklerinden fungus izolasyonu (maya-küf analizi) .....	20
3.2.4.4. Kuru madde analizi.....	21
3.2.4.5. Hidroksimetilfurfural (HMF) analizi.....	21
3.2.4.6. Toplam fenolik madde analizi.....	21
3.2.4.7. İndirgen şeker analizi.....	22
3.2.4.8. Askorbik asit (Vitamin-C) analizi.....	22
3.2.4.9. İstatistik analizler .....	23
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>24</b>

4.1. Farklı önışlemlerin kuruma kinetikleri üzerine etkisi.....	24
4.2. Kurutma işlemleri sonrasında ve depolama sırasında önışlemlerin kalite kriterlerindeki değişimler üzerine etkileri.....	27
4.2.1. Renk parametrelerinin depolama boyunca değişimine ilişkin sonuçlar.....	27
4.2.2. Maya-küf oluşumunun depolama boyunca değişimine ilişkin sonuçlar.....	30
4.2.3. Örneklerin kuru madde içerikleri ve su aktivite değerlerinin depolama boyunca değişimine ilişkin sonuçlar.....	32
4.2.4. HMF içeriklerinin (Hidroksimetilfurfural) depolama boyunca değişimine ilişkin sonuçlar.....	33
4.2.5. Askorbik asit (Vitamin C) içeriklerinin depolama boyunca değişimine ilişkin sonuçlar.....	34
4.2.6. Toplam fenolik madde içeriklerinin depolama boyunca değişimine ilişkin sonuçlar.....	35
4.2.7. İndirgen şeker içeriklerinin depolama boyunca değişimine ilişkin sonuçlar.....	36
<b>5.SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>38</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>40</b>
<b>7.TEŞEKKÜR.....</b>	<b>45</b>
<b>8.ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>46</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

g	Gram
l	Litre
h	Saat
atm	Atmosfer
°C	Santigrat Derece
L	Renk parlaklığı
a	Kırmızı-yeşil renk eksen
b	Sarı-mavi renk eksen
$\Delta L$	Renk parlaklığı sapması
$\Delta a$	Kırmızı renk sapması
$\Delta b$	Sarı renk sapması
$\Delta C$	Kroma sapması
$\Delta E$	Toplam renk sapması
$\Delta H$	Metrik renk tonu açısı sapması
$m_k$	Kuru baza göre nem içeriği
$m_y$	Yaş baza göre nem içeriği
$m_o$	Kurutmadan önceki ağırlık
$m_s$	Kurutmadan sonraki ağırlık
BOU	Bandırma ve Ozon uygulaması
BU	Bandırma uygulaması
OU	Ozon uygulaması

## ŞEKİLLER DİZİNİ

## Sayfa No

Şekil 2.1. Corona akım metodu şeması (Rice ve ark. 1981).....	8
Şekil 3.1. Kurutma materyali olarak kullanılan 2B-56 üzüm çeşidi (Gülcü 2012).....	13
Şekil 3.2. Kurutmada kullanılan sıcak havalı kabin tipi kurutucu (Ülger ve ark. 2008).....	14
Şekil 3.3. Ozon uygulamasında kullanılan ozon jeneratörü.....	14
Şekil 3.4. Üzüm örneklerine ozon uygulaması.....	17
Şekil 3.5. Su aktivite ölçüm cihazı ve ölçüm hücresi.....	18
Şekil 3.6. Renk ölçüm cihazı.....	19
Şekil 3.7. Maya-küf analizleri.....	20
Şekil 3.8. Toplam fenolik madde içeriğinin saptanması.....	22
Şekil 3.9. Askorbik asit analizlerinden görüntü.....	23
Şekil 4.1. Önişlemsiz üzüm örneğinin kuruma kinetiği.....	24
Şekil 4.2. Bandırma uygulamasının üzüm örneğinin kuruma kinetiği üzerine etkisi.....	25
Şekil 4.3. Ozon uygulamasının üzüm örneğinin kuruma kinetiği üzerine etkisi.....	25
Şekil 4.4. Bandırma+Ozon uygulamasının üzüm örneğinin kuruma kinetiği üzerine etkisi.....	26
Şekil 4.5. Tüm uygulamaların üzüm örneklerinin kuruma kinetiği üzerine etkisi.....	26
Şekil 4.6. Depolama süresine ve önişlemlere bağlı olarak parlaklık sapmasının değişimi.....	29
Şekil 4.7. Depolama süresine ve önişlemlere bağlı olarak renk sapmasının değişimi.....	29
Şekil 4.8. Depolama süresine ve önişlemlere bağlı olarak renk kromasının değişimi.....	30
Şekil 4.9. Depolama süresine ve önişlemlere bağlı olarak su aktivite değerlerinin değişimi.....	32
Şekil 4.10. Depolama süresine ve önişlemlere bağlı olarak HMF değerlerinin değişimi.....	34
Şekil 4.11. Depolama süresine ve önişlemlere bağlı olarak askorbik asit içeriklerinin değişimi.....	35
Şekil 4.12. Depolama süresine ve önişlemlere bağlı olarak toplam fenolik madde içeriklerinin değişimi.....	36
Şekil 4.13. Depolama süresine ve önişlemlere bağlı olarak indirgen şeker içeriklerinin değişimi.....	37

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. 100 g üzümün besin içeriği (Anonim, 2013a).....	1
Çizelge 1.2. Saf ozonun bazı özellikleri.....	3
Çizelge 2.1. Kuru meyve ve fındıkta depolanmış üründe sık karşılaşılan zararlılar.....	7
Çizelge 4.1. Ölçülen ve hesaplanan renk parametreleri (Taze üzüm örnekleri için ölçülen renk değerleri: L: 19,52; a: 0,182; b: 3,38) .....	26
Çizelge 4.2. Depolama sırasında yaş ve kurutulmuş örneklerde saptanan maya ve küfler.....	31

## 1.GİRİŞ

Üzüm, iklim ve toprak istekleri yönünden çok seçici olmayışı, çoğalma yöntemlerinin kolay oluşu ve çok çeşitli şekillerde tüketilebilmesi gibi sebeplerden dolayı dünyadaki en yaygın kültür bitkilerinden birisidir (Taşkaya, 2005). Üzüm iyi bir gıda maddesidir ve şeker, organik asitler, B ve C vitaminleri ve tane içeriği açısından önemlidir. Çizelge 1.1 incelendiğinde üzümün besin değeri açısından önemi anlaşılmaktadır.

Çizelge 1.1. 100 g üzümün besin içeriği (Anonim, 2013a)

Enerji	305 kcal
Protein	2,82 g
Diyet Lif	4,4 g
Seker	73,2 g
Yağ	0,4 g
Kalsiyum	66 mg
Demir	4 mg
Manganez	30 mg
Fosfor	190 mg
Çinko	2 mg
Selenyum	4 mg
Potasyum	930 mg
Riboflavin	0,073 mg
A Vitamini	5 mg
C Vitamini	6 mg
Tlamin	0,147mg

Ülkemizde yaklaşık 525 bin hektar bağ alanında yılda yaklaşık 3,5 milyon ton üzüm üretimi gerçekleştirilmektedir. Ülkemizde üretilen üzümün yaklaşık %30'u sofralık, %37'si kurutmalık, %30'u pekmez, pestil, sucuk, şıra ve %3'de şaraplık olarak değerlendirilmektedir. Ülkemizde yetiştirilen meyvelerin, hasat sonrası da tüketilebilmesi ve bozulmadan saklanması için başvurulan dayandırma yöntemlerinden en çok uygulananı ve en ekonomik olanı kurutmadır. Bu rakamlardan da anlaşılacağı gibi üzümde de kurutma işlemi büyük öneme sahiptir ve ülkemizde en fazla kurutulan meyvelerden birisidir. Türkiye çekirdeksiz kuru

üzüm üretiminde ABD'den sonra ikinci sırayı, ihracatta ise ilk sırayı almaktadır. Türkiye'yi ABD, İran, Şili, Afganistan ve Güney Afrika izlemektedir. 2008-2009 sezonunda 340 bin tonluk çekirdeksiz kuru üzüm üretiminin 275 bin tonu ihraç edilmiş ve 400 milyon doların üzerinde döviz geliri sağlanmıştır (Anonim 2009).

Kuru üzüm konusunda ülkemizde Ege bölgesi ilk sıradadır ve üretilen üzümün büyük kısmı kurutularak değerlendirilmektedir. Trakya bölgesinde ise üzüm üretimi çok yüksek değerlerde olmasına rağmen hasat edilen ürünün çok büyük oranı yaş olarak tüketilmektedir. Son yıllarda ise özellikle Tekirdağ ilinde elde edilen yaş ürünün farklı şekilde işlenerek katma değerinin artırılması ve daha uzun süre depolanabilecek şekle dönüştürülmesi için farklı uygulamalara yönelik arayışlar artmıştır. Bu kapsamda bölgede kurutmaya yönelik çeşitlerinde geliştirilmesine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır.

Meyve ve sebzeler başta olmak üzere tüm tarımsal ürünlerin önemli bir bölümünün, hasattan tüketiciye ulaşana kadar geçen süre içerisinde besleyici özelliklerini kaybetmeden saklanması gerekmektedir. Meyve ve sebzelerin saklanması yaygın olarak kullanılan en önemli yöntemlerden birisi kurutma işlemidir (Yağcıoğlu 1996). Bu işlem, insanoğlunun doğadan öğrendiği ve giderek geliştirdiği en eski ve en ekonomik dayandırma yöntemidir. Kurutma, yaş ürünlerdeki serbest suyu uzaklaştırarak, ürünlerde meydana gelebilecek biyokimyasal reaksiyonları ve mikroorganizmaların büyümesini durdurmak olarak tanımlanabilir (Tarhan ve ark. 2007). Kurutma işlemi üzüm üretiminde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Bilindiği gibi kurutma işlemi meyve ve sebzelerin muhafazasında kullanılan başlıca dayandırma yöntemlerinden birisidir. Kurutmada amaç; ortamdaki su aktivitesini ( $a_w$ ) belirli bir değerin altına indirmek suretiyle, ürünü mikrobiyolojik, kimyasal ve enzimatik bozulmalara karşı dayanıklı hale getirmek ve böylece istenmeyen kalite kayıplarını önlemektir (Geankopolis 1993, Gunasekaran 1999, Ünlütürk ve ark.1998). İklimsel olaylardan etkilenmesi, hijyenik şartların tam olarak sağlanamaması gibi olumsuzluklarına rağmen güneşte kurutma halen önemini devam ettirmektedir. Bununla birlikte Tekirdağ iklim koşulları ise üzümlerin açık havada güneşte kurutulmasına çok elverişli değildir. Bundan dolayı yapay kurutucuların geliştirilmesi, kurutma süresini kısaltacak yöntemlerin kullanılması ve üzüm kurutma için denenmesi gerekmektedir.

Kurutma işleminden sonra kuru üzümlerin bir sonraki sezona kadar tüketmek üzere depolanması gerekmektedir. Fakat depolanmış ürünlerde özellikle hayvansal kökenli organizmalardan (kuru üzümde özellikle kuru üzüm güvesi) ve küflerden (kuru üzümde okratoksin) dolayı meydana gelen kayıplar yıllık ortalama %10 olarak kabul edilmektedir

(Donahaye ve Messer 1992). Depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede ürünlerde oluşan kayıpların önlenmesi için farklı yöntemler uygulanmakta olup, yaygın olarak kullanılan yöntem genellikle fumigasyon olmaktadır. Öte yandan AB ülkelerinde yaşam standardının son yıllarda artışıyla birlikte özellikle yaş meyve ve sebze gibi taze tüketilen ürünlerde tüketici taleplerinde köklü değişiklikler yaşanmıştır. Ortaya çıkan yeni tüketici profilinde, tüketiciler çevre ve doğaya daha duyarlı olup, kimyasalların yoğun olarak kullanıldığı klasik üretim tekniğiyle üretilmiş ürünler yerine çevreyle barışık üretim teknikleri ile doğal ve doğala yakın ortamlarda yetiştirilmiş ürünleri tercih etmektedirler.

Son yıllarda ozon uygulamaları; ürün depolama, toprak ve atık suların dezenfeksiyonu, sulama suyu kalitesinin iyileştirilmesi, tohumun arındırılması, seralarda topraksız bitki yetiştiriciliği, çiçekçilik, mantar yetiştiriciliği, hayvancılık, ambalajlama ve sulama gibi alanlarda kullanımı gittikçe yaygınlaşan bir uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu uygulamalarda kullanılan ozon, oksijen molekülüne ( $O_2$ ) oksijen atomunun eklenmesiyle oluşan son derece kararsız bir moleküldür. Ozon ticari olarak Şekil 2.1’de gösterilen Corona akım metodu ile oksijen moleküllerinin ( $O_2$ ) elektrik akımından geçirilmesi yoluyla üretilmektedir (Ekici ve ark. 2006). Ozonun bazı özellikleri Çizelge 1.2’ de verilmiştir (Güzel-Seydim ve ark. 2004).

Çizelge 1.2. Saf ozonun bazı özellikleri

Özellik	Ozon
Formülü	$O_3$
Molekül ağırlığı	48
Renk	Açık mavi
Koku	Kendine has
Sudaki çözünürlük (0 °C)	0.64
Yoğunluk (g/L)	2.144
Kaynama noktası	$-111.9 \pm 0.3^\circ C$
Erime noktası	$-192.5 \pm 0.4^\circ C$
Kritik sıcaklık	$-12.1^\circ C$
Kritik basınç	54.6 atm



Ozon, görevini tamamladıktan sonra oksijene dönüşerek ayrıştığı için kalıntı bırakmaz. Özellikle bu nedenle tarım sektöründe güvenle kullanılmaktadır (Anonim, 2013b). Ozon uygulaması ticari olarak elma, kiraz, havuç, sarımsak, kivi, soğan, şeftali, erik, patates ve üzümde muhafaza süresini arttırma ve patojenlerle mücadele amaçlı olarak kullanılmaktadır (Çağatay 2006).

Son yıllarda kurutulmuş ürünlerin depolanması sırasında kuru ürün üzerindeki mikrobiyal aktivasyonu engellemek amacıyla da uygulamalar yapılmaya başlanmıştır. Öztekin ve ark. (2006), incir kurusu üstündeki mikrobiyal florayı inaktive etmek için 5 ve 10 ppm'de 3-5 saat gaz formunda ozon uygulamışlar, toplam bakteri, coliform, ve maya/küfte istatistik olarak belirgin düşüşler gözlemlenirken ( $P<0,05$ ), *Escherichia coli*'nin örneklerde bulunamadığını bildirmişlerdir. Uygulamalar göstermektedir ki ozon uygulaması yaş üründe olduğu gibi kuru ürün için de dayanım süresini arttırıcı bir potansiyele sahiptir.

Trakya Bölgesinde üzüm ile ilgili yapılan araştırmalar incelendiğinde bu bölgede üretilen üzümün kurutulması ve depolanmasına yönelik bir çalışmaya henüz rastlanmamıştır. Bölgede hasat dönemindeki iklim koşullarının güneşte kurutmaya uygun olmamasından dolayı bu çalışmada; Tekirdağ'da üretilen 2B-56 çeşidi çekirdeksiz siyah üzümün kurutulması değerlendirilmesi potansiyelinin araştırılmasının yanı sıra kuru üzümün depolama ömrünü azaltan ve ürün kalitesini bozan kuru üzüm kurdu (*Ephestia figuliella* Greg.) gibi zararlıların olumsuz etkilerini önleyebilmek amacıyla alternatif bir yöntem olarak ozon uygulamasının araştırılması ve kurutulan üzümde depolama sırasında oluşabilecek değişimlerin periyodik olarak saptanması amaçlanmıştır. Üzüm örneklerine ozon uygulamasının yanı sıra kurutma işleminden önce geleneksel yöntemde kullanılan  $K_2CO_3$  (potasyum karbonat) ile zeytinyağı karışımından oluşan potasa emülsiyonu kullanılarak bandırma işlemi uygulaması da yapılmıştır. Çalışma sonunda kurutma süresini azaltmak, kurutmadan dolayı ve depolama süresince oluşabilecek kalite kayıplarını minimize etmek amacıyla sıcak hava yöntemiyle kurutma öncesi yapılabilecek uygulamalardan hangisinin daha uygun olduğu sonucuna ulaşmak hedeflenmiştir. Bölgemiz için bir üzüm kurutma politikası oluşturulurken bu araştırmadan elde edilen araştırma çıktılarının da etkin bir şekilde kullanımı amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Üzüm kurutmada kullanılan kurutma yöntemleri ve uygulanan önlemler

Türkiye'nin çekirdeksiz kuru üzüm ihracatında bulunduğu ilk 10 ülke AB ülkeleridir ve bu ülkelere olan çekirdeksiz kuru üzüm ihracat miktarı toplam çekirdeksiz kuru üzüm ihracat miktarının yaklaşık %78'ini oluşturmaktadır (Anonim 2005).

Kuru üzüm üretiminde günümüze kadar yapılan araştırmaların genelde Sultani Çekirdeksiz Üzüm çeşidinin kurutulması ve kurutma süresini kısaltmak açısından üzüme kurutulmadan önce uygulanacak önlemler üzerine olduğu görülmektedir.

Kurutma yöntemi olarak gerek ülkemizde yapılan gerekse dünyanın pek çok yerinde (Amerika, Yunanistan, Afganistan, Avustralya ve Güney Afrika gibi) yapılmış olan araştırmalar güneşte kurutma prosesinde günümüzde de uygulanmakta olan değişik önlemlerden bahsedilmiştir. Bu uygulamalara birkaç örnek verilecek olunursa; ısıtılmış bandırma çözeltisi (sodyum hidroksit - NaOH) uygulaması (sıcak bandırma prosesi) ile esmer renkli kuru üzüm eldesi, değişik bandırma çözeltileri kullanılarak karanlık ve havadar kerpiç kurutma odalarında kurutma prosesi sonucu yeşil renkli kuru üzüm eldesi veya hiç bandırma çözeltisi kullanılmadan asma üzerinde kurutma prosesi (drying on vine - DOV) veya sergiler üzerine direkt serilerek esmer renkli kuru üzüm eldesi gibi değişik prosesler uygulanabilmektedir. Esmerleşme reaksiyonları yüzünden ürüne renk açısından albeni kazandırmak amacı ile kükürtleme gibi renk açma prosesleri de kullanılabilir (Özel 1976).

Ülkemizde ve Akdeniz'e kıyısı olan komşu ülkelerde ise kurutma prosesinde çekirdeksiz üzümlerin bandırılması için  $K_2CO_3$  (potasyum karbonat) ile temini ucuz ve kolay olan zeytinyağı karışımı kullanılmaktadır. Potasyum karbonat – zeytinyağı karışımı (potasa); oluşturduğu tuz reaksiyonu sonunda sabuna dönüşerek üzüm kabuğu üzerindeki pus tabakasını yıkamakta, tane üzerinde porlu (delikli) bir yapı oluşturarak kurumanın çabuklaşmasına yardımcı olarak renk esmerleşmelerinin de önüne geçmektedir (Karagözoğlu 1993, Akdeniz 2011). Ege Bölgesinde yaygın olarak kullanılan bu uygulamaya “Soğuk Bandırma Tekniği” denilmektedir (Özel ve İlhan 1980, Akdeniz 2011).

Üzüm geleneksel olarak açık havada güneş altında kurutulmaktadır. Güneş altında kurutma işlemi 8-10 gün sürmektedir. Bu kurutma yöntemi en ucuz yöntem olsa da toz ve böcek gibi zararlılardan dolayı elde edilen ürünün hasarlı ve kalitesiz olma riski büyüktür (Pangavhane ve Sawhney 2002). Bundan dolayı güneşte kurutmaya alternatif olarak yapay kurutma pek çok ürün için kullanılmaktadır. Yapay kurutma metodları arasında en eski metot

ürün yüzeyindeki suyun yüzeyden sıcak havanın geçirilmesiyle uzaklaştırıldığı konveksiyonlu (sıcak hava dolaşımı) kurutma yöntemidir. Bu ürünler üzerinde bir difüzyon farkı yaratarak suyun ürün içerisinden yüzeye ulaşmasını sağlamaktadır (Gowen ve ark. 2006).

Carranza-Concha ve ark. (2012) kurutma ve ön işlemlerin kuru üzümde besinsel ve fonksiyonel kalitesine etkilerini incelemiştir. Kurutma yöntemi olarak konvensiyonel yani sıcak havalı kurutma ve mikrodalga kurutma yöntemlerini kullanmışlardır. Mikrodalga yöntemiyle kurutmada sıcak havalı yöntemle kıyasla askorbik asit kayıplarının ve pektin solubilizasyonunun arttığını ve bununda materyal tekstüründe değişimlere sebep olduğunu saptamışlardır.

## **2.2. Kuru Üzüm Depolama Sorunları**

Ülkemiz uygun iklim koşullarından dolayı çok sayıda depolanmış ürün zararlısının gelişimi için mükemmel koşullar sunmaktadır. Depolanmış tahıllarda görülen zararlılar yaklaşık %10 kayıplara neden olmaktadır. Diğer ürünlerde olduğu gibi kuru ürünlerde de depolama süreci boyunca kalite ve sağlık yönünden pek çok kayıp oluşmaktadır. Bu kayıpların büyük bir kısmını zararlılardan dolayı ortaya çıkan kalite ve ağırlık kayıpları oluşturmaktadır. Karman ve ark. (1970) çuval içerisinde depolanmış kuru üzümde üç yılda %54-75.9, dört yılda %60.8-86.2 oranında zararın oluştuğu ve bu zararın üzüm kurdu (*Ephestia elutella* (Hbn.)) tarafından oluşturulduğunu bildirmişlerdir.

Ülkemizde depolarda ve işletmelerde ürünlerin zararlılardan korunmasında en yaygın yöntem pestisit kullanımınıdır. Depolanmış ürün zararlıları ile mücadele amacı ile dünyada ve ülkemizde yaygın olarak insektisitler kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan insektisitlerin zararlıları kısa sürede öldürmesinin yanı sıra çevreye ve insan sağlığına zarar verebilmektedir. Ülkemiz 1998 yılında hasat sonrası uygulamalarda yaklaşık 297 ton pestisit 6 kullanıldığı kayıtlıdır. Kullanılan pestisitlerden, kalıcı insektisitler (255 ton)'den 20 tonu boş depo ilaçlamalarında ve 235 tonu ise ürüne uygulama yöntemi ile kullanılmıştır. Bu dönemde fümigantlardan metil bromit (Mbr) kullanımı yaklaşık 40 ton olmuştur (Emekci and Ferizli 2000; Ferizli ve Emekçi 2013).

Ülkemizde kuru meyve ve fındık depolanması sırasında yaygın olarak ürünlerde görülen zararlılar Çizelge 2.1.'de verilmiştir (Ferizli ve Emekçi 2013).

Çizelge 2.1. Kuru meyve ve fındıkta depolanmış üründe sık karşılaşılan zararlılar

Ürün	Zararlılar
Kurutulmuş meyveler ve fındık	<i>Ephestia cautella</i> <i>Ephestia figulielle</i> <i>Plodia interpunctella</i> <i>Oryzaephilus surinamensis</i> <i>Paralipsa gularis</i> <i>Carpophilus hemipterus.</i> <i>Carpoglyphus lactis</i>

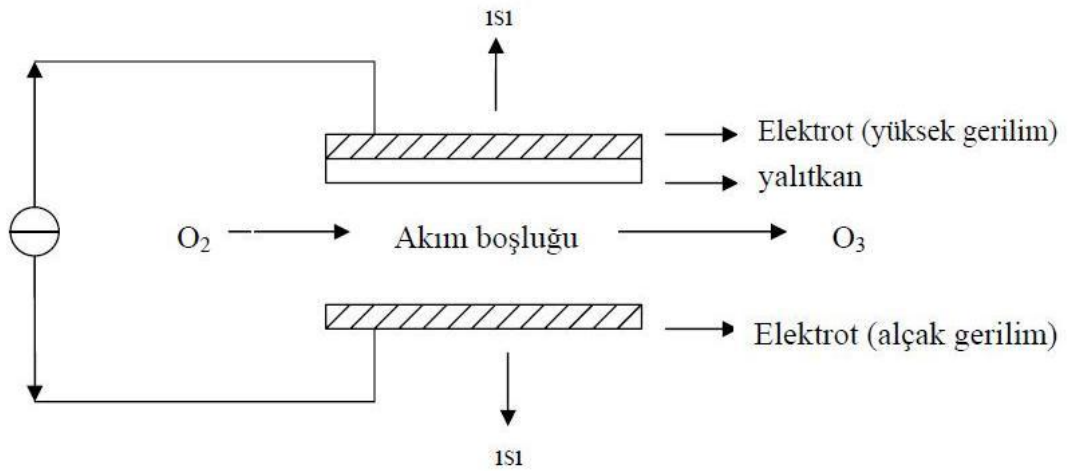
Fumigasyon işlemi depolanmış ürün zararlılarıyla kimyasal savaşım kapsamında dünyada ve ülkemizde en sık kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. Ülkemizde özellikle depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede dünyada da olduğu gibi yaygın olarak metil bromit ve fosfin gazı kullanılmıştır. Ancak Birleşmiş Milletler Montreal protokolüne göre metil bromit halihazırda gelişmiş ülkelerde 2005 ve gelişmekte olan ülkelerde ise 2015 yılına kadar kullanımdan kaldırılması planlanmıştır (Anonim 1995, Ferizli ve Emekçi 2013). Ülkemizde fumigasyonda başta tahıl depolarında kullanılan fosfin, kurutulmuş meyve depolarında da yaygın olarak kullanılmaktadır.

Fumigasyon metodunun yanı sıra depolanmış ürünlerin ısısının zararlılarla mücadele amacıyla düşürülmesi amacıyla havalandırma uygulaması da kuru ürünün korunmasında etkili uygulamadır. Depolanmış ürün zararlıları ile savaşımında özellikle de organik ürünlerde kullanılmaya başlamış uygulama olarak CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> gazı ile oluşturulan değiştirilmiş atmosfer (modifiye edilmiş) uygulaması gelmektedir. Değiştirilmiş atmosfer uygulamaları maliyeti nispeten ucuz ve kalıntı bırakmayan bir yöntem olarak ülkemizde özellikle organik kurutulmuş incir işleyen işletmelerde başarıyla uygulanmaktadır (Ferizli and Emekçi 2013).

### 2.3. Ozon Gazı ve Tarımda Ozon Gazı Uygulamaları

Son yıllarda kaynakların daha etkin kullanımına bağlı olarak yüksek kalite ve üretimin sağlanması oldukça önemli bir yer almaktadır. Bu amaca yönelik olarak kullanılan çok sayıda üretim faktörünün yanı sıra, alternatif bir girdi olarak önerilen ozon kullanımına ilişkin araştırmalar incelenmeli ve sonuçları tartışılmalıdır (Balaban 2011).

Ozon, oksijen molekülüne ( $O_2$ ) oksijen atomunun eklenmesiyle oluşan son derece kararsız bir moleküldür. Ozon ticari olarak Şekil 2.1’de gösterilen Corona akım metodu ile oksijen moleküllerinin ( $O_2$ ) elektrik akımından geçirilmesi yoluyla üretilmektedir. Oksijenin elektrik akımından geçirilmesi sırasında oksijen molekülü parçalanarak reaktif serbest oksijen atomuna dönüşmektedir. Serbest oksijen atomları (O) moleküler oksijenle karşılaştığında son derece kararsız olan ozon molekülü ( $O_3$ ) oluşmaktadır. Ozon hızlı bir şekilde moleküler oksijene ( $O_2$ ) ve serbest oksijen atomlarına (O) dönüşmektedir. Daha sonra yeniden diğer serbest oksijen atomları ile birleşebileceği gibi, serbest oksijen atomları moleküler oksijene de dönüşebilmektedir. Bu moleküller ortamdaki diğer reaktiflerle de reaksiyona girebilmektedir. Bu nedenle ozon son derece reaktif bir bileşen olarak tanımlanmaktadır (Ekici ve ark. 2006).



Şekil 2.1. Corona akım metodu şeması (Rice ve ark. 1981)

Tarım sektöründe ozon uygulamaları ile organik, iyi, ekolojik ve ekonomik tarım uygulamalarında hem verimlilik artışı sağlamak hem de bunu sürdürülebilir kılmak olasıdır. Ozon, görevini tamamladıktan sonra oksijene dönüşerek ayrıştığı için kalıntı bırakmamaktadır ve özellikle bu nedenle tarım sektöründe pek çok farklı amaç için güvenle kullanılmaktadır. Ozon gazının bilinen belli başlı özellikleri aşağıdaki gibi sıralanmıştır (Anonim 2013b).

1. Bakterilere, virüslere ve mantar sporlarına karşı bilinen tüm kimyasallardan çok daha etkilidir.

2. Ozon kimyasallara oranla çok daha kısa temas süresine gereksinim duymaktadır.
3. Ozon, yerinde sadece hava ve elektrikten üretildiği için zararlı kimyasalların taşınması ve saklanması sorunu ortadan kalkmaktadır.
4. Doğal olduğu için ekolojik dengeye zarar vermek yerine bu dengenin korunmasını desteklemektedir.
5. Gereksinim duyulan ozon konsantrasyonu baştan belirleneceği için kimyasalların karışımı ve kontrolü gibi riskler yoktur.
6. Ozon güçlü bir oksidan olduğu için kötü kokulara neden olan mikro-organizmaları da yok etmektedir.
7. Ozon, teknolojik gelişmelerle birlikte sadece su yoluyla değil havadaki konsantrasyonu ile hava yoluyla da ortama uygulanabilmektedir.

Ozon gaz veya sıvı formda uygulanabilmektedir ve ozon uygulamasının ana amacı; bakterilerin durdurulması, fungal bozulmanın önlenmesi, pestisit ve kimyasal kalıntılarının parçalanması ve depolama zararlılarının kontrolüdür (Çakır 2010).

Çağatay (2006) bitkileri ozona maruz bırakmanın etilen üretimini arttıracaklarını ancak bunun geçici olduğunu ve bunda ozon dozu ve uygulama süresinin çok etkili olduğunu bildirmiştir. Ozon uygulamalarından hemen sonra tür ve çeşide bağlı olarak bitkilerde geçici etilen üretimi artışı olabileceğini ancak bunun belirli bir süre sonra tekrar azalacağını hatta başlangıç seviyelerinin altına bile düşebileceğini bildirmiştir.

Kim ve ark. (1999) ve Hildebrand ark. (2001), günümüzde et, kanatlı eti, yumurta, balık, meyveler, sebzeler ve kurutulmuş ürünler için ozon etkisinin değişken olabileceğini bildirmişlerdir.

Ozon uygulaması ticari olarak elma, kiraz, havuç, sarımsak, kivi, soğan, şeftali, erik, patates ve üzümde muhafaza süresini artırma ve patojenlerle mücadele amaçlı olarak kullanılmaktadır (Çağatay 2006).

Gaz ya da su uygulamalarında ozon, Birleşik Devletlerde çiğ ve minimal olarak işlenmiş meyve ve sebzeleri de kapsayan gıdaların direk temasında kullanılan mikrobiyal ajanlar olarak kabul edilmiştir. Birleşik devletler ziraat departmanı ozonu zararsız olarak kabul etmiş, yasaklı maddeler içerisinde organik olarak etiketlenmiş ve işlenmiş ürünlerde kullanılmasına içerik olarak izin vermiştir (Çakır 2010).

Rice ve ark. (1982), ozonun soğukta muhafazadaki önemli etkilerinden birisinin meyve ve sebzelerin olgunlaşmalarını yavaşlatması olduğunu açıklamıştır. Olgunlaşma süresince muz ve elma gibi birçok meyvenin yaşlanmayı hızlandıran etilen gazını

bünyelerinden dışarı verdiklerini, ozonun muhafaza esnasında dışarı verilen etileni okside ettiğini böylece de sebze ve meyvelerin muhafaza ömürlerini uzattığını bildirmişlerdir.

Ozon gazı tarımda hayvancılık alanında da kullanılmaktadır. Ette rastlanan bozuklukların temel kaynakları enzimler, mikrobiyal aktivite ve yağ oksidasyonudur. Kırmızı ve beyaz ette üreyen mikroorganizmaları engellemek için alternatif bir yol olarak ozon uygulamaları denenmektedir. Bu çalışmalarda uygulanan ozonlama sonucunda *Bacillus*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, aerobik bakteriler, toplam koliform, gram-negatif rod gibi birçok mikroorganizmanın inaktive edildiği veya sayılarında ciddi bir azalma olduğu görülmektedir. Ozonlama süresi arttırılıp, pH ve sıcaklık düşürüldüğünde daha etkili bir inaktivasyon sağlandığı, ayrıca ozonun lipid oksidasyonunu kolaylaştırdığı fakat duyusal karakteristiğini değiştirmedeği, karkasın rengini kaybettirmediği ve istenmeyen koku üretmediği, raf ömrünü ise uzattığı anlaşılmaktadır (Çatal ve ark. 2008).

Ozon gazı ve sistemlerinin süt sığırcılığındaki kullanımı ile hijyenin sağlanmasını takiben çiğ süt kalitesinin ve veriminin arttırılması sağlanmaktadır. Mikrobiyel yükün düşürülmesi, barınakların hijyen seviyesinin yükseltilmesi ve hayvanın meme sağlığının korunması, hayvanlarının içme sularının kalitesinin yükselmesi hem süt çiftliklerinin, hem de sütü işleyen fabrikaların hijyen seviyelerini yükseltmekte ve dolayısıyla kazançlarını arttırmaktadır (Anonim 2013c).

Tavuk üretim çiftliklerinde ozon uygulaması sayesinde hayvanlar daha sağlıklı beslenir ve daha az hasta olurlar. Ayrıca daha az aşı ve ilaç kullanarak üretim yapıldığı için tüketiciye daha sağlıklı ve kaliteli ürünler sunulmasına yardımcı olur. Kanatlı kesimhanelerinde önemli miktarlarda tüketilen suyun ozonlanarak tekrar kullanılması su harcamalarının önemli oranda azalmasına olanak sağlamaktadır. Ozon gazının kanatlı sanayinde diğer bir kullanım alanı da kuluçka makinelerinin ve folluklarının dezenfeksiyonudur. Bir diğer uygulama olarak da ozon gazı yumurtalara uygulandığında ozonlanmış su ile yıkanan yumurtaların kabuklarındaki mikrobiyal yükte 2,5 logaritmik ünitenin üzerinde bir sayısal azalma saptanmıştır (Anonim 2009).

Son yıllarda damla sulama sisteminin fertigasyon özelliğinden yararlanılarak, sulama suyuna ozon karıştırılması ile gübre ve ilaç kullanım etkinliğinin arttırılması, kullanılan miktarların azaltılması ile değişik bitkiler üzerine yapılmış çalışmalarda da önemli sonuçlar elde edilmiştir.

Raub ve ark. (2001), ozon gazı enjekte edilmiş suyun toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada ozon enjekte edilmiş sulama suyu

kullanımında bitkilerin daha dinç ve güçlü oldukları, hastalık ve zararlı oluşumunun azaldığı, su alımının arttığı ve gübre kullanımına olan ihtiyacın azaldığı bulgularına erişilmiştir.

Hsieh ve ark. (1998), tarafından yapılan çalışmada, çim tohumlarının mantar ve bakteriyolojik kökenli hastalık etmenleri aracılığıyla zarar görmesi incelenmiş, ozon uygulanmış su ile yapılan sulamaların çimlenmeyi arttırdığı, hastalık etmenlerini etkisiz kıldığı görülmüştür.

Ciccarese ve ark. (2007), tarafından Bari, İtalya' da damla sulama ile birlikte uygulanan farklı ozon dozlarının domates bitkisinde verim ve kalite üzerine etkilerini incelemek için yapılan çalışmada ozon kullanımının hem meyve sayısını hem de bitki başına pazarlanabilir verimi arttırdığı saptanmıştır.

Vijayanandraj ve ark. (2006), soğanda kök çürüklüğü oluşumu üzerine çalışmışlar ve bunu engellemek için sulama suyuyla ozon uygulamışlardır. Sonuç olarak hastalık etmenin yok edildiğini ve bitki gelişiminin hızlandığını saptamışlardır.

Ozon pek çok meyve ve sebzenin stoklama ömrünü uzatmak için kimyasal reaksiyon ile etilen gideriminde çok etkili olduğundan dolayı yaş meyve ve sebze depolanmasında da uygulamaları yaygınlaşmaktadır.

Langlais ve ark. (1991), ozonun meyve ve sebzelerin muhafazası esnasında küf, bakteri ve virüs gibi patojenlerin gelişmesini önlemesinin ve etileni okside ederek ürünlerin depolama ömrünü arttırmasının yanında bir diğer önemli kullanım amacının ürünlerin depolama öncesinde ön soğutma uygulamasında kullanılan suyun dezenfeksiyonunu sağlaması olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu araştırmacıların bildirdiğine göre ozon pestisit ve klorlanmış ürünlerde gözlenen yapılar gibi kimyasal kalıntıları yok edici özelliğe sahiptir.

Venturini ve ark. (2002), ozon uygulamasının depolama süresince meyveler üzerinde meydana gelen mikrobiyolojik gelişmelerin önüne geçtiğini ve maya-küf ve bakteri yükünün azaltılmasında etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Allen ve ark. (2003), Wu ve ark. (2006), arpa ve buğday depolamasına yönelik araştırmalarında kısa sürede ve düşük konsantrasyonda, ozonun fungileri ve fungal sporları inaktive etmede oldukça etkili olduğunu, depolama silolarında ozon gazı kullanılarak fungilerin inaktivasyonunun devam ettirilebileceğini saptamışlardır. Ayrıca ozonun etkisinin su aktivitesi ve sıcaklık yükseltilerek arttırılabileceğini belirtmişlerdir.

Ambalajlama esnasında ozon kullanımı bakteri üremesini engellediği gibi ambalajdan ürüne olabilecek kontaminasyonuda engeller. Böylelikle ürün tazeliğini daha uzun süre korurken buna paralel olarak raf ömrü de artar (Anonim 2009).



Khadre ve Yousef (2001) ve Ekici ve ark. (2006), ambalaj materyalinin, gıda ile temasta bulunan yüzeyindeki sporları inhibe etmek amacı ile genellikle hidrojen peroksit ve klorin kullanılmakta olduğunu belirtmişlerdir. Hidrojen peroksit ile ozonun *Bacillus* sp. sporları üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada ozonun daha etkili olduğu belirlenmiştir. Nitekim hidrojen peroksitin yaklaşık 10.000’de biri düzeyinde ozon uygulamasının *Bacillus* sporları üzerine daha etkili olduğu saptanmıştır. Ozondan en fazla *B. cereus*, en az ise *B. stearothermophilus*’un etkilendiği belirlenmiştir. Bu nedenle ozon etkinliğinin belirlenmesinde indikatör olarak *B. stearothermophilus*’un kullanılabileceği aktarılmaktadır.

Kurutma işleminden önce tarımsal ürünlere ozon uygulaması ile ilgili sadece bir çalışmaya rastlanmıştır (Öztekin ve ark. 2006). Meyve ve sebze gibi tarımsal ürünlere ozon uygulanıp kurutulmasından sonra depolama boyunca kalite değişiminin saptanmasına yönelik bir çalışmaya ise rastlanmamıştır.

Ozon yüksek oksidasyon potansiyeline sahip olup hava ve su içerisindeki kirliliğe sebep olan etkenleri okside etmektedir. Bu sebeple ozon pek çok ülkede dezenfektan madde olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde kullanımı ise son yıllarda artmıştır. Ozon taze meyve ve sebzelerin hasat sonrası uygulamalarında depolama öncesi, depolama ve ürün nakliyesi sırasında kullanılmaktadır. Hava veya su içerisine sürekli veya kesikli olarak yapılan ozon uygulaması üründe kalıntı kalmasına engel olmakta ve ölçülebilir somut sonuçlar vermektedir (Palou ve ark. 2002).

Öztekin ve ark. (2006), ozon uygulamasının kuru incirin mikroflorası üzerine etkisi adlı bir çalışma yapmışlardır. Yapılan çalışmada ozon gazı 3 ile 5 saat ve 5 ile 10 ppm konsantrasyonlarda olmak üzere uygulanmış ve toplam bakteri sayısı, küf ve mantar sayılarında önemli bir azalma olduğunu saptamışlardır. Aynı çalışmada örneklerde *E. Coli* bakterisinin bulunmadığı gözlemlenmiştir. Sonuçlar dikkate alındığında kuru incir üzerinde mikroorganizma sayısının azaltılması için 3 saat ve 5 ppm ozon uygulamasının gerektiği sonucuna ulaşmışlardır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Bitkisel materyal

Araştırmada Tekirdağ Bağcılık Enstitüsünün kendi üretimi olan 2B-56 üzüm türü kullanılmıştır (Şekil 3.1). 2B-56, Elhamra ve Perlette üzüm çeşitlerinin melezlenmesinden elde edilen çekirdeksiz bir çeşittir. Bu çeşit eylül ayı başlarında olgunlaşmaktadır. Tane rengi koyu kırmızı, şekli elips, ortalama ağırlığı 4–5 gram, tane kabuğu ince, tane eti gevrek ve suludur. Tane sap bağlantısı orta kuvvetlidir. Salkım şekli dallı konik, ortalama ağırlığı 600–700 gramdır. Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü tarafından yapılan çalışmalarda bu çeşidin ince kabuklu olması, kaynama sırasında danelerin diri kalması ve çekirdek vermemesi, ayıklama sırasında saptan kolayca ayrılması gibi özelliklere sahip olduğu saptanmış ve bu sebeple özellikle reçel yapımı için önerilmiştir. Bu özelliklerine dayanarak kurutma işlemi içinde uygun olabileceği düşünülen bu çeşit çalışmamız için bitkisel materyal olarak seçilmiştir.



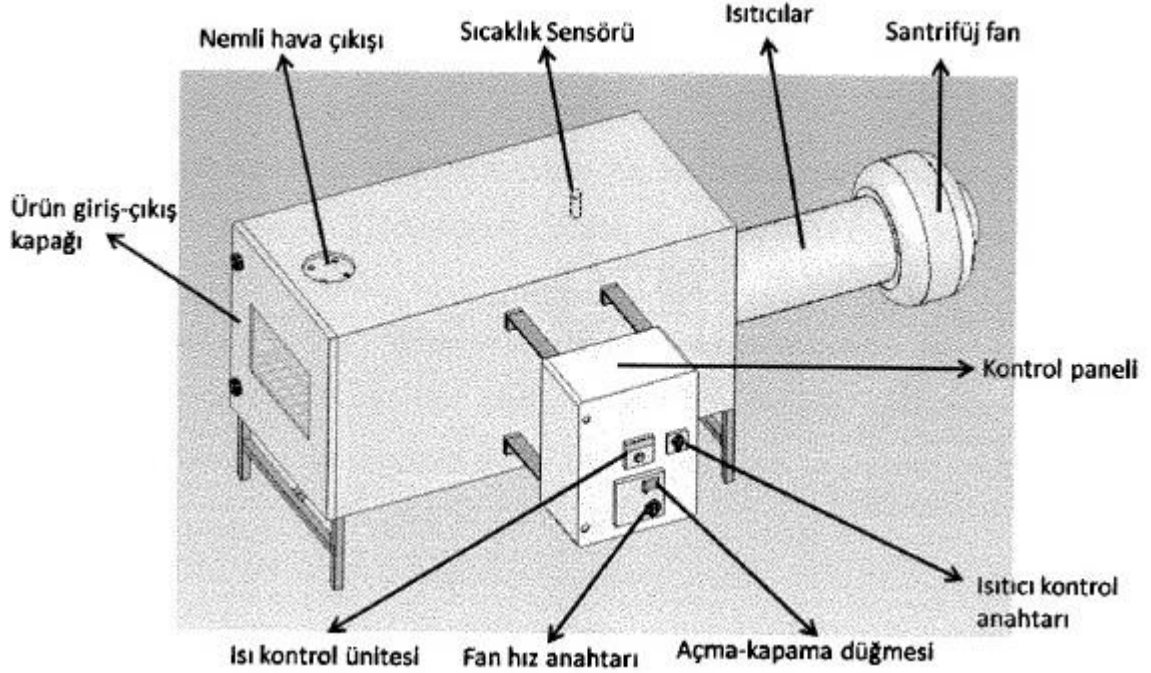
Şekil 3.1. Kurutma materyali olarak kullanılan 2B-56 üzüm çeşidi (Gülcü 2012)

##### 3.1.2. Sıcak havalı kabin tipi kurutucu

Üzüm örneklerinin kurutulması için Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Laboratuvarında tasarlanan ve imal edilen kabin tipi sıcak havalı kurutucu kullanılmıştır (Şekil 3.2). Kullanılan bu kurutucunun kabin malzemesi 2 mm kalınlığında galvaniz saçtan oluşmaktadır. Sıcak havanın elde edilebilmesi için ise 2 adet serpatinli ısıtıcı bulunmaktadır. Isıtıcılar 2 kademeli bir kontrol anahtarı ile birbirinden ayrı şekilde çalışabilmektedir. Anahtar 0 kademesindeyken bir ısıtıcı, 1 kademesindeyken iki ısıtıcıda çalışabilmektedir.

Kurutucunun içine gönderilecek kurutma havasına hız kazandırabilmek için düzenekte santrifüj bir fan, fanın farklı hızlarda çalışmasını sağlamak için beş kademeli hız anahtarı ve

ısıtıcıların belli sıcaklıklarda çalışmasını sağlamak için ise ısı kontrol ünitesi bulunmaktadır. Kurutucuda oluşabilecek ısı kayıplarını önlemek için izolasyon malzemesi olarak 30 mm kalınlığında cam yünü ve alüminyum folyo ile kaplıdır. Yeterli havalandırmanın sağlanabilmesi amacıyla üzümler ızgaralı tepsilere yerleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Kurutmada kullanılan sıcak havalı kabin tipi kurutucu (Ülger ve ark., 2008)

### 3.1.3. Denemede kullanılan ozon jeneratörü

Ozon üretiminde 2 g/h üretim kapasitesine sahip, tüplü tip korona discharge yöntemi ile çalışan Ozona marka AQ 1000 model ozon jeneratörü kullanılmıştır (Şekil 3.3). Üzümlere ozon uygulaması sırasında bu jeneratör ile üretilen ozon gazı, içerisine üzüm örneklerinin yerleştirildiği ve sızdırmazlığın sağlandığı 1 litre hacimli cam kapların içerisine verilmiştir.



Şekil 3.3. Ozon uygulamasında kullanılan ozon jeneratörü

### 3.1.4. Denemede kullanılan ölçüm ve analiz cihazları

Tüm kurutma çalışmalarında ürünlerdeki ağırlık değişimini belirlemek için 0,01 g hassasiyetinde AND marka GX-400 model elektronik terazi, sıcak havalı kurutucuda havanın hızını ölçmek için 0,4–30 m/s aralığında ölçüm yapabilen Lutron marka AM 4202 model anemometre, su aktivite ölçümleri için Testo-650 model su aktivite ölçüm seti, renk ölçümleri için Chin Spec marka taşınabilir renk ölçüm cihazı, kurutma denemeleri sırasında hızlı nem tayini yapmak için AND marka MX-50 model infraruj kurutucu kullanılmıştır.

## 3.2.Yöntem

### 3.2.1. Örneklerin hazırlanması

Üzüm örnekleri kurutma denemesi yapılana kadar ön işlemler ve uygulamalardan önce üzüm meyveleri için en uygun depolama sıcaklığı olan 1-2 °C' lik soğuk hava ortamında saklanmıştır. Daha sonra yaş üzüm yıkanmış, kağıt havlu ile kurutulmuş ve taneler saplarından ayrıldıktan sonra her ön işlemler uygulaması için yaklaşık 200 gram ağırlığında örnekler hazırlanmıştır. Ön işlemler uygulamaları kurutma işleminden hemen önce gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.2. Kurutma İşlemlerinin Gerçekleştirilmesi

Üzüm örnekleri kurutulmadan önce kurutucu ızgaralarına saplarından ayrılarak ve ince tabaka olarak yerleştirilmiştir. Kurutma sıcaklığı üzüm için maksimum 65 °C olarak önerildiği için, bu denemelerde üzümler 60 °C sıcaklıkta ve 1.5 m/s hava hızında kurutulmuştur (Yağcıoğlu 1999). Kurutma işlemleri üzüm örneklerinin nem içeriği %12-13(y.b.) oluncaya kadar devam ettirilmiştir.

Örneklerin nem içeriklerinin saptanması amacıyla proje kapsamında satın alınan DHG-9023A marka 32 litre kapasiteli etüv kullanılmıştır. Nem değişimleri ürünün ağırlıkları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Ağırlık değişimleri ise AND marka hassas terazi kullanılarak ölçülmüştür. Örneklerin nem içerikleri kuru baza göre ( $M_k$ ) ve yaş baza göre ( $M_y$ ) aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır (ASAE 1983):

$$M_k = ((m_0 - m_s) / m_s) * 100$$

$$M_y = ((m_0 - m_s) / (m_0)) * 100$$

Bu eşitliklerde:

$m_0$ : ürünün başlangıç ağırlığı (g),

$m_s$ : ürünün son ağırlığıdır (g).

Örneklerin kurutma kinetikleri saptanırken yaş baza göre hesaplanan nem değerlerinin zamana bağlı olarak değişimi grafiklendirilmiştir.

### 3.2.3. Ön işlemler ve ozon uygulaması

Üzüm örneklerinde kurutma işleminden önce uygulanmış olan ön işlemler aşağıda belirtilmiştir.

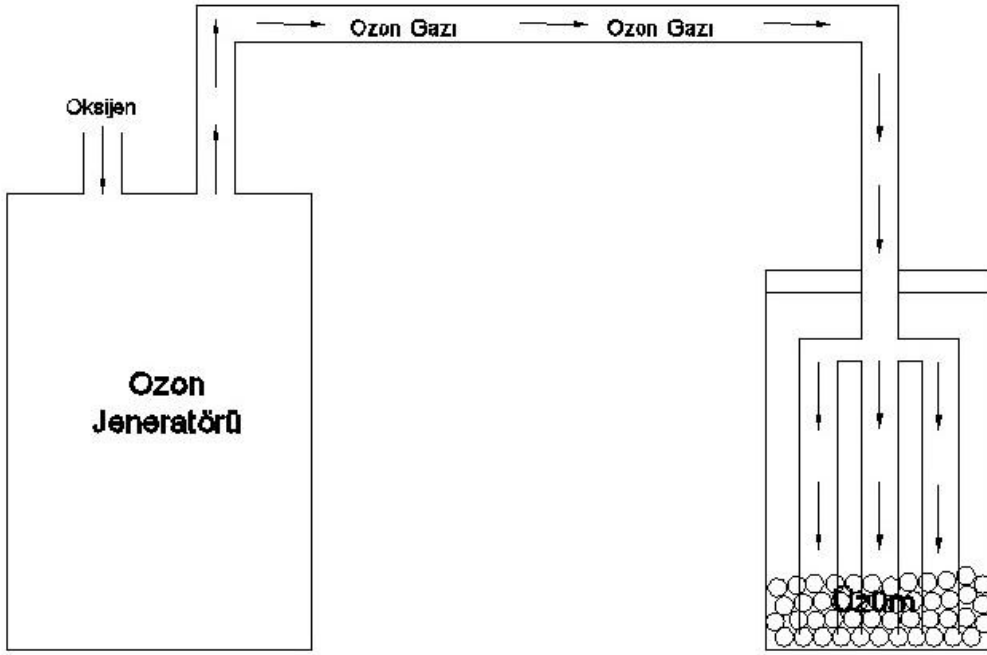
**1:** Hiçbir ön işlem uygulanmadan kurutulmuş örnekler (Kontrol).

**2:**  $K_2CO_3$  (potasyum karbonat) ile zeytin yağı karışımından oluşan potasa emülsiyonu kullanılarak bandırma işlemi uygulaması (üzümler % 5  $K_2CO_3$  ve % 1 oranında yüksek asitli (% 2-4) zeytin yağı içeren bandırma çözeltisine 10 defa daldırılarak uygulama yapılmıştır)(BU) (Akdeniz 2011).

**3:** Potasa emülsiyonuna bandırma+ozon uygulamasının yapıldığı uygulama (BOU).

**4:** Sadece ozon uygulamasının yapıldığı uygulama (OU).

Ozon uygulaması işlemlerinde Şekil 3.4' de görüldüğü gibi üzümler cam bir kabın içine yerleştirilmiş ve kabın ağzı hava almayacak şekilde sıkıca kapatılmıştır. Kabın kapağında çapı 5 mm olan bir delik açılmış ve bu delikten silikon malzemedan imal edilmiş hortum geçirilerek deliğin etrafı soğuk silikon yardımıyla izole edilmiştir. Ozon jeneratöründen çıkan hortumla cam kaba sabitlenen hortum birleştirilerek cam kabın içinde meyve yığınının ortasına kadar indirilmiş olan 3 farklı çıkıştan ozonun meyvelere geçişinin homojen olması sağlanmıştır. 30 dakika boyunca ozona maruz bırakılan üzümler bu süre sonunda hava almayacak şekilde bir saat boyunca dinlenmeye bırakılmıştır.



Şekil 3.4. Üzüm örneklerine ozon uygulaması

Bandırma uygulamalı işlem için %5'lik potasyum karbonat çözeltisi kullanılmıştır. 1lt çözelti 50 g potasyum karbonat 10 g zeytinyağı ve 1 l'lik suda iyice çözülerek oluşturulmuştur. Bandırma işlemi, hazırlanan çözeltinin kuruma süresine etkisi ve ürün özelliklerindeki değişimleri gözlemek amacı ile yapılmıştır. Bir kaba çözelti döküldükten sonra üzümler bir süzgeç yardımı ile 10 defa çözelti içine tamamen batırılıp çıkarılmıştır daha sonra süzülerek bandırma işlemi tamamlanmıştır (Akdeniz 2011).

Bandırma ile birlikte ozon uygulaması yapılırken, üzümlere yukarıda açıklanan metotla önce bandırma işlemi uygulanıp bu işlem sonrasında ozon uygulaması yapılmıştır.

Ön işlemlerden geçen üzüm örnekleri kabin tipi sıcak havalı kurutucuda 60 °C hava sıcaklığında, 1,5 m/s kurutma havası hızında kurutulmuştur. Kurutucuda üzümler ince tabaka

halinde tel ızgaraların üstünde kurutulmuştur. Kurumaya başlama anından itibaren tartım için içerisinde örneklerin bulunduğu tel ızgara kaplar 10 dakika aralıklarla otomatik olarak tartılmış ve veriler bilgisayar programı kullanılarak kaydedilmiştir.

Kurutma işleminden sonra üzüm örnekleri depolama boyunca 3 ayda bir önışlemlerin kalite değişimleri üzerine etkilerini belirlemek için yapılan analizlerde kullanılmak üzere kese kağıtlarına koyulmuş ve oda koşullarında 1 yıl boyunca depolanmıştır.

### **3.2.4. Depolama boyunca örneklerde kalite değişimlerinin saptanmasına yönelik analizler**

#### **3.2.4.1. Su aktivite değeri ölçümleri**

Tüm örneklerin su aktivite değeri ölçümleri Testo-650 model su aktivite ölçüm setiyle gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.5). Bu sistemde su aktivitesi ölçülecek ürün, sızdırmaz çelik bir hazne içine konulmuştur. Haznenin içindeki ürün ile havanın nemleri dengeye gelmesi beklenmiştir. İşlem sonunda ulaşılan denge nem değeri bu hazne içine yerleştirilmiş olan bir prob yardımıyla direkt olarak ölçülmüştür. Bu işlemler 3'er tekerrür şeklinde 3 ayda bir gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.5. Su aktivite ölçüm cihazı ve ölçüm hücresi

#### **3.2.4.2. Renk ölçümleri**

Renk ölçümleri Chin Spec marka taşınabilir renk ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.6). Ölçümler aynı renk zemin üzerinde, tek tane olarak 10'ar tekerrür şeklinde yapılmıştır. Ölçümlerde kurutulmuş tarımsal ürünlerin renk ölçümlerinde yaygın olarak kullanılan renk skalası seçilerek bu skalaya ilişkin L, a ve b değerleri tespit edilmiştir (Aktaş ve ark. 2008). CIE L a b renk koordinat sisteminde L değeri renk

parlaklığını göstermekte olup değeri 0 ile 100 arasında değişmektedir. Renk koordinatları a değeri pozitif olduğunda kırmızı, negatif olduğunda yeşil rengi ifade ederken; b değeri pozitif olduğunda sarı, negatif olduğunda ise mavi rengi göstermektedir (Anonim, 1996a; Anonim, 1996b). Renk ölçümlerine yönelik saptamalar sonucunda elde edilen değerlerden metrik renk kroması (C), toplam renk sapması ( $\Delta E$ ), renk parlaklığı sapması ( $\Delta L$ ), kırmızı renk sapması ( $\Delta a$ ), sarı renk sapması ( $\Delta b$ ), kroma sapması ( $\Delta C$ ) gibi renk kriterleri de hesaplanmıştır (Anonim, 1996).

$$\Delta L = L_{\text{örnek}} - L_{\text{standart}}$$

$$\Delta a = a_{\text{örnek}} - a_{\text{standart}}$$

$$\Delta b = b_{\text{örnek}} - b_{\text{standart}}$$

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

$$\Delta C = C_{\text{örnek}} - C_{\text{standart}}$$

$$C = \sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2}$$

$$\Delta H = \sqrt{\Delta E^2 - \Delta L^2 - \Delta C^2}$$

$$H = \tan^{-1} \frac{b}{a}$$



Şekil 3.6. Renk ölçüm cihazı



### 3.2.4.3. Üzüm Örneklerinde Fungus İzolasyonu (maya-küf analizi)

Maya-küf sayımı için hazır besi ortamı (Patates dekstroza Agar) (PDA, Merck), alkol, NaOCl (Sodyumhypochlorite), Streptomycine ve penicillin antibiyotikleri, distile su, kurutma kağıdı, erlenmayer (250 ml), cam Petri kutusu (10 cm çaplı), bistüri, pens, otoklav, magnetic karıştırıcı, steril benç ve soğutmalı incubator, fungusların tanılanması için ışık mikroskobu ve görüntülenmesi amacıyla lam ve lamel kullanılmıştır.

Fungus izolasyonları için, üzüm örnekleri %2'lik NaOCl çözeltisinde 1-2 dakika yüzey sterilizasyonu yapıldıktan sonra iki kez steril distile suda durulanmış ve yüzeylerinin tamamen kuruması için steril kurutma kağıtları üzerinde steril bençde 15-20 dakika bekletilmiştir. İzolasyon için kullanılan Potato Dextrose Agar (PDA) (Merck) fungusların tanımlanması ve stok kültürlerin hazırlanması/saklanması amacıyla kullanılmıştır (Ellis ve Ellis 1997).

Granül halindeki besiyeri karışımından 39 gr tartılıp, 1 Litre distile suda çözüldükten sonra otoklavda 121°C'de 1 atmosfer basınçta 15 dakika steril edilmiştir. Sterilizasyon sonrasında besi yeri 50°C'ye soğutulduktan sonra içerisine 100mg/L penicillin ve 200mg/L streptomycine ilave edildikten sonra magnetic karıştırıcı ile iyice karıştırılmış ve 10 cm çapındaki steril cam petri kutularına 20 mL miktarlarda paylaştırılmıştır. Besi ortamı katılaştıktan ve soğuduktan sonra yüzey sterilizasyonu yapılmış üzüm taneleri ikiye parçalandıktan sonra her petri kabına 4 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Her örnekten toplam 24 adet üzüm tanesi incelenmiştir. Bu petriler 23°C'de karanlıkta soğutmalı inkübatörde 6-7 gün süre ile inkübe edildikten sonra fungal kolonilerin tür veya cins düzeyinde teşhisleri yapılmıştır. Şekil 3.7'de maya küf analizinden görüntüler görülmektedir.



Şekil 3.7. Maya-küf analizleri

#### **3.2.4.4. Kuru madde analizi**

Bu çalışmada kuru madde miktarları, etüv yardımı ile 105 °C’de sabit tartım değerine ulaşınca kadar kurutulması ilkesine dayanılarak saptanmıştır (Cemeroğlu 2007).

#### **3.2.4.5. Hidroksimetilfurfural (HMF) analizi**

Karbonhidrat içeren gıdalara uygulanan her türlü ısıtma sonunda veya depolamada, sıcaklık ve süreye bağlı olarak daima az veya çok miktarda HMF oluşmaktadır. HMF, enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarında da ortaya çıkan bir bileşiktir. Şekerce zengin gıdaların depolanması sırasında sıcaklık ve süreye bağlı olarak HMF oluşmaktadır.

HMF tayini için spektrofotometre kullanılarak visible bölgede absorbans okumalarına dayalı HMF analizi kullanılmıştır (Cemeroğlu 2007, Ülger ve ark. 2008).

Barbiturik asit çözeltisi: 500 mg barbiturik asit 100 ml bir ölçü balonunda 70 ml damıtık suda, bir su banyosunda hafif ısıtılarak çözündürülmüştür. Soğuduktan sonra balon hacim işaretine kadar damıtık su ile tamamlanmıştır.

p-toluidin çözeltisi: 10 g p-toluidin tartılıp yaklaşık 50 ml isopropanol ile 100 ml bir ölçü balonuna aktarılmıştır. 10 ml glacial asetik asit eklenerek çözündürüldükten sonra balon isopropanol ile hacim işaretine kadar tamamlanmıştır.

İşlem: Bir behere 20’şer g tartılıp yeni kaynatılmış damıtık su ile cam kapaklı 100 ml’lik bir ölçü balonuna aktarılmıştır. Çalkalanarak iyice karıştırıldıktan sonra filtre edilmiştir. Bu şekilde seyreltilerek hazırlanmış örnekten cam kapaklı 2 test tüpüne pipetle 2’şer ml aktarılmıştır. Her iki tüpe 5’er ml p-toluidin çözeltisi eklenip tüpler iyice çalkalanmıştır. Tüplerden şahit olarak kullanılacak olan birinci tüpe 1 ml damıtık su , deney tüpü olan ikinci tüpe ise 1 ml barbiturik asit çözeltisi karıştırılmıştır ve ikinci tüpün absorbansı, Hitachi marka 121-002 model spektrofotmetrede 550 nm’de şahit (1.tüp) karşı okunarak saptanmıştır. Absorbans, barbiturik asidin eklenmesinden 3-4 dakika sonra maksimum değere ulaşmış ve hesaplamalarda elde edilen maksimum değer kullanılmıştır.

#### **3.2.4.6. Toplam fenolik madde analizi**

Fenolik bileşikler, her meyve ve sebze ve bunlardan üretilmiş değişik ürünlerde daima az veya çok miktarda bulunmakta ve onların kendine özgü tadı, aroması ve renginin oluşmasında rol oynamaktadırlar. Bu nedenle fenolik bileşikler meyve ve sebzelerin işlenmelerinde ve bunlardan elde edilen ürünlerin depolanmasında mutlaka göz önüne alınması gereken maddelerdir.

Üzüm örnekleri içindeki toplam fenolik madde miktarları Folin-Ciocaltaeu metodu kullanılarak kolorimetrik olarak tayin edilmiştir. Örnekler önce %50'lik daha sonra % 100'lük metanolde çözülmüştür. 300µl örnek 1,5 ml folin-ciocaltaeu reaktifi (10 kat seyreltilmiş) ve 1,2 ml % 7,5'lük sodyumkarbonat çözeltisi ile deney tüpünde karıştırılarak oda sıcaklığında 1,5 saat bekletilmiş, çözeltilerin absorbands değerleri 765 nm'de spektrofotometrede okunmuş ve (Hitachi marka, 121-002 model) toplam fenol miktarları gram ekstrede mg gallik aside eşdeğer olacak şekilde hesaplanmıştır (Aktas ve ark. 2008).

### 3.2.4.7. İndirgen şeker analizi

Üzüm örneklerinin analize hazırlanması aşamasında öncelikle blenderden geçirilmiştir. Daha sonra 5 g örnek üzerine 5 ml %15' lik potasyum ferrosiyanat ve 5 ml %30' luk çinko sülfat ilave edilerek distile su ile 250 ml' ye tamamlanmıştır. Bulanıklık verilen unsurlar giderildikten sonra seyreltilerek elde edilen süzüntüden 0.5 ml alınmış ve üzerine 1.5 ml saf su,6 ml 2.4-dinitrofenol eriyiği ilave edilmiştir. Bu şekilde hazırlanan test tüpleri 6 dakika kaynar su banyosunda tutulduktan sonra akar su altında 3 dakika soğutulmuştur (Şekil 3.8). Örneklerde 20 dakika içinde 600 nm' de, Hitachi marka spektrofotometre (spectrofotometer, Model 121-002) kullanılarak okuma yapılmıştır (Ross 1959, Ülger ve ark. 2008).

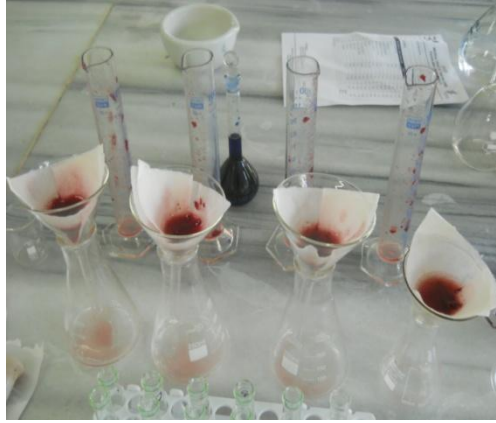


Şekil 3.8. Toplam fenolik madde içeriğinin saptanması

### 3.2.4.8. Askorbik asit (Vitamin-C) analizi

Askorbik asit analizi sırasında öncelikle blenderin haznesine 200 g %6' lık metafosforik asit koyulmuş, üzerine aynı ağırlıkta materyal eklenmiş ve homojen bir ezme elde edilmiştir. Cam kapaklı 30-40 ml' lik bir tüp içine, hazırlanmış bu örnek filtratından 1-5 ml alınmıştır. Başka bir tüpe, tüp-1' e alınan filtrat miktarına eşdeğer miktarda %6' lık

metafosforik asit çözeltisi konmuştur. Her iki tüpe, içindekilerin hacmine eşit miktarda asetat tampon çözeltisi (300 g susuz sodyum asetatın üzerine 700 ml su ve 1000 ml glasiyal asetik asit eklenmesiyle elde edilir) konmuştur. Her ikisine 2 ml boya çözeltisi (2.6 diklorofenolindofenol çözeltisi) eklenip hafifçe sallanarak iyice karıştırılmıştır. Her iki tüpe 10 ml ksilen eklenip tüpün ağzı kapatıldıktan sonra kuvvetli bir şekilde çalkalanıp boyanın arta kalanı ekstrakte edilmiştir. Her iki tüpün içeriği santrifüj yapılarak katmanlar ayrılmış, ksilen katmanı alınarak spektrofotometre (Hitachi marka, 121-002 Model) küvetine aktarılmıştır. 500 nm’ de okuma yapılmıştır (Cemeroğlu 2007). Yapılan analizlere ait bazı görüntümler Şekil 3.9’da verilmiştir.



Şekil 3.9. Askorbik asit analizlerinden görüntü

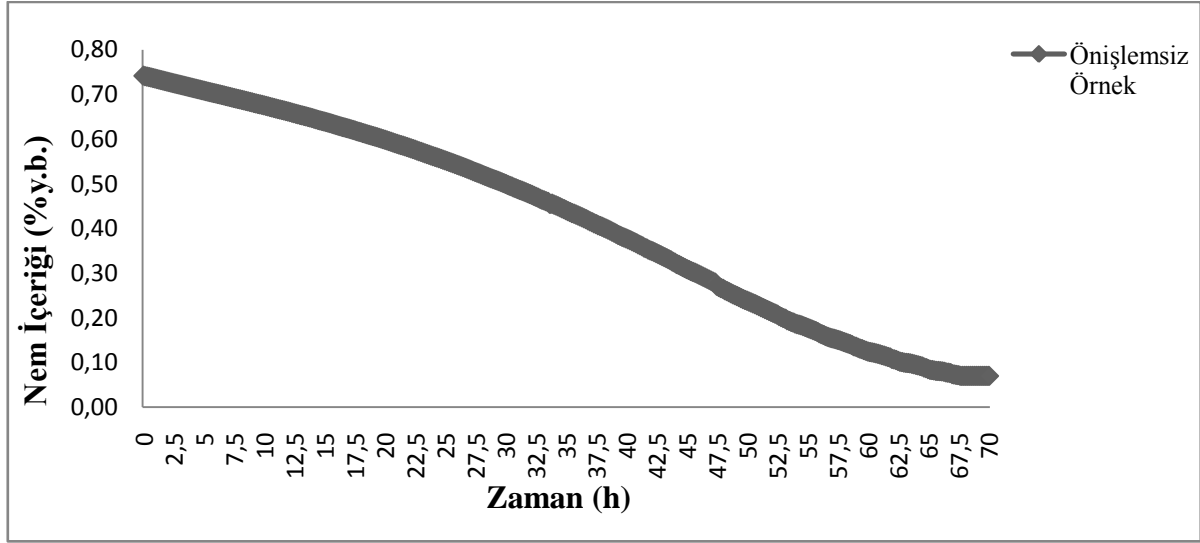
#### 3.2.4.9. İstatistik analizler

Araştırma kapsamında elde edilen verilerin arasındaki farklılıkların düzeyinin belirlenmesi amacıyla varyans analizi ve farklılıkların belirlenmesi için LSD testi kullanılmıştır. Bu amaçla PASW 18.0 paket programından yararlanılmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

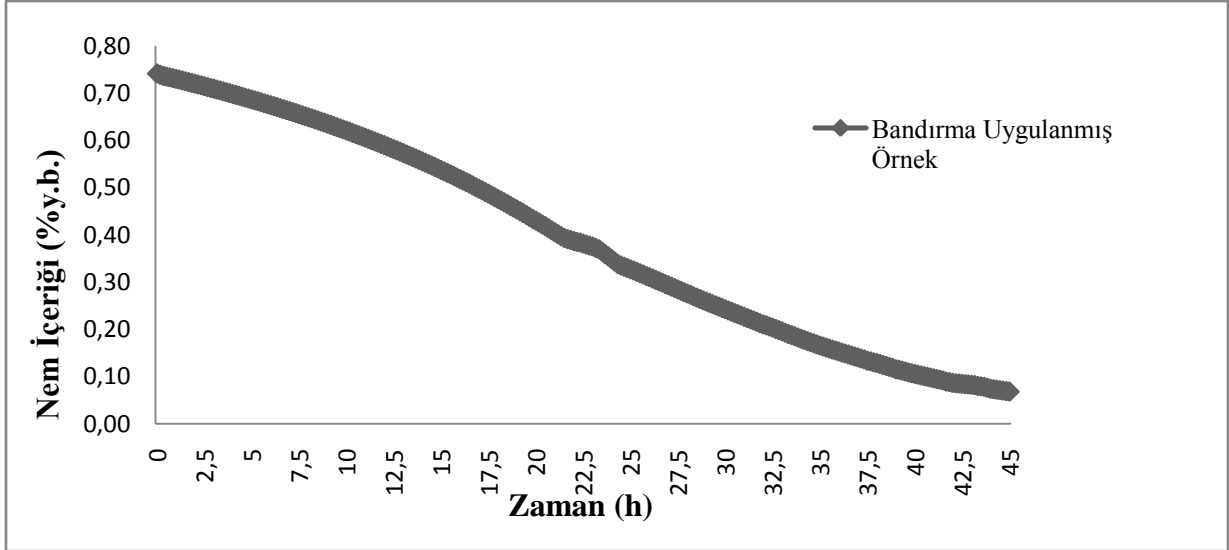
### 4.1. Farklı Önışlemlerin Kuruma Kinetikleri Üzerine Etkisi

Şekil 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4' de 60 °C sıcaklıkta ve 1,5 m/s kurutma havası hızında, kabin tipi sıcak havalı kurutucuda sırasıyla önışlemsiz, sadece bandırma işlemleri uygulanmış, sadece ozon uygulanmış ve bandırma+ozon uygulaması yapılmış örneklerde ürün neminin zamana bağlı olarak değişimi görülmektedir. Maksimum kuruma süresi önışlemsiz uygulamalarda ortalama 70 saat olarak belirlenmiştir (Şekil 4.1).



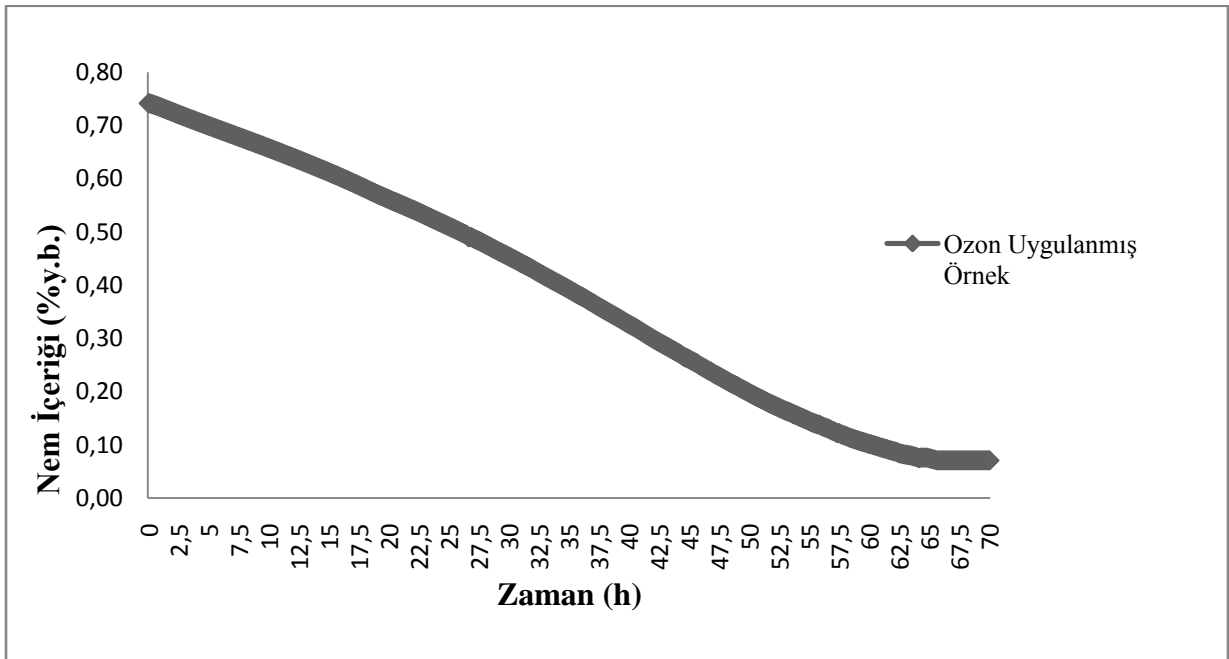
Şekil 4.1. Önışlemsiz üzüm örneğinin kuruma kinetiği

Sadece bandırma işlemleri uygulanarak yapılan kurutmanın kurutma süresinde kısalmaya sebep olduğu ve Şekil 4.2'de görüldüğü gibi ortalama 45 saatte kurumanın gerçekleştiği saptanmıştır. Grncarevic (1963) kısa kurutma süresini, çözümlerde bulunan  $K_2CO_3$  bileşiminin higroskopik bir madde olması sebebiyle üzümün yapısında bulunan suyu havaya geçirme çabukluğunu ve kolaylığını sağlayabilmesi ve üzüm kabuğunda bulunan oleanolik asit gibi bazı serbest asitleri nötralize edebilmesi olarak açıklamıştır. Baytosun (1984) ise bandırma işlemlerinde kullanılan zeytinyağının işlevini; üzüm tanelerinin üzerinde bulunan mumsu tabakayı çözmek ve tanenin kabuğundan suyun geçmesini sağlamak için geçirgenlik kazandırmak olarak belirtmiştir.



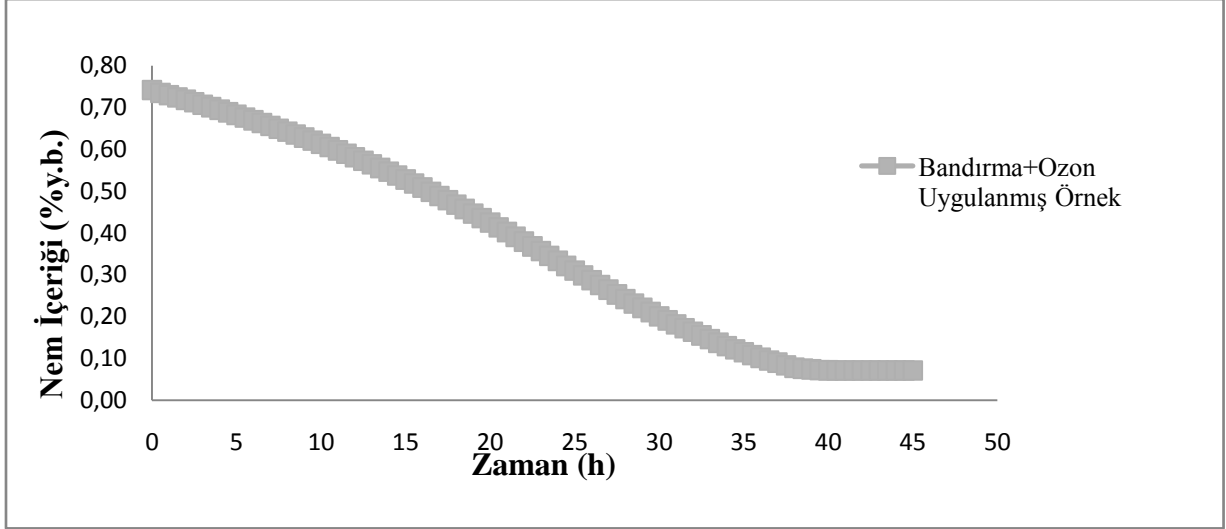
Şekil 4.2. Bandırma uygulamasının üzüm örneğinin kuruma kinetiği üzerine etkisi

Sadece ozon uygulaması yapılmış örneklerde önişlemsiz örneklere göre kurutma süresinde az da olsa bir kısalma olmakla beraber bandırma uygulamasına göre ozon uygulaması yapılmış örneklerde kuruma daha uzun sürede gerçekleşmiştir. Önişlemsiz örneklere göre daha kısa sürede yani yaklaşık 65 saatte istenen düzeyde kurumunun gerçekleştiği saptanmıştır (Şekil 4.3). Bu sonucun; meyve yüzeyine etki eden ozon gazının ( $O_3$ ) düşük konsantrasyonlarda ve düşük uygulama süresinde dahi yüzey üzerinde bulunan bakteri, virüs, küf, parazit, ilaç kalıntıları vb. gibi etkenleri etkisiz hale getirebilme ve yüzeyi temizleme özelliğinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.



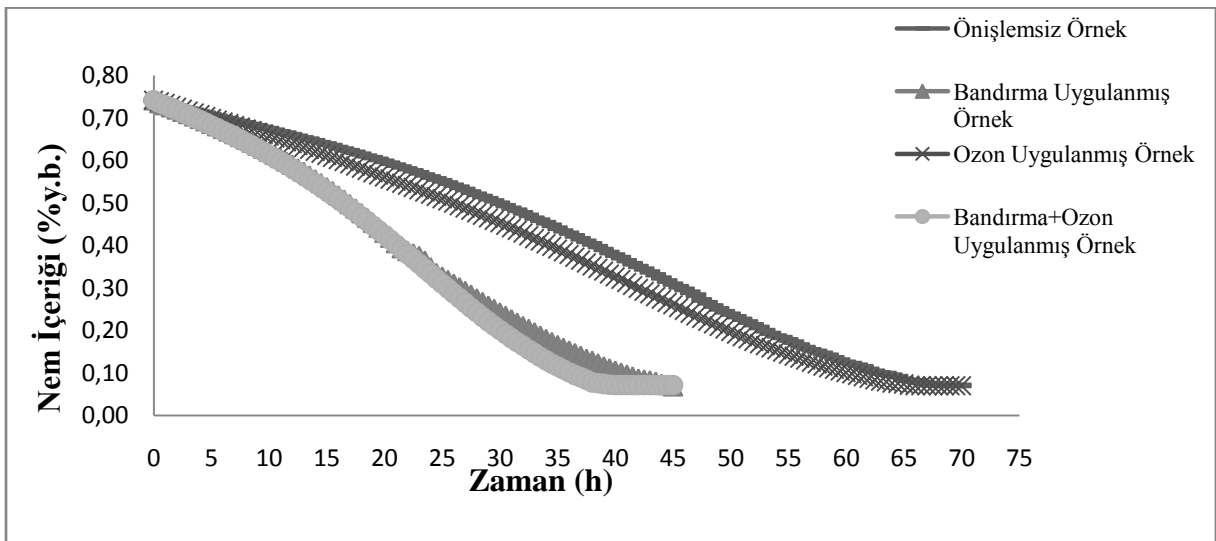
Şekil 4.3. Ozon uygulamasının üzüm örneğinin kuruma kinetiği üzerine etkisi

Ozon ve bandırma işlemi uygulanarak yapılan önileme, kurutma süresini daha da düşürmüştür. Kuruma süresinin kısılması üzerine ozon uygulamasının da etkili olduğu ve bandırma ve ozon uygulamasının beraber uygulandığı önilemlerin kurutma süresini daha da kısalttığı (ortalama 40 saat), Şekil 4.4’de görülmektedir.



Şekil 4.4. Bandırma+Ozon uygulamasının üzüm örneğinin kuruma kinetiği üzerine etkisi

Farklı uygulamaların kuruma süresine etkisi Şekil 4.5’ de açıkça görülmektedir.. Önilemsiz kurutma uygulamasında istenen nem düzeyine düşme süresi diğer tüm uygulamalara kıyasla daha uzun olarak saptanmıştır. Ozon uygulamasının hem bandırmalı hem de bandırmaz yapılmaması durumunda kuruma süresini kısaltma yönünde az da olsa etkili olduğu kuruma kinetiklerinden anlaşılmaktadır.



Şekil 4.5. Tüm uygulamaların üzüm örneklerinin kuruma kinetiği üzerine etkisi

## 4.2. Kurutma İşlemi Sonrasında ve Depolama Sırasında Önişlemlerin Kalite Kriterlerindeki Değişimler Üzerine Etkileri

### 4.2.1. Renk parametrelerinin depolama boyunca değişimine ilişkin sonuçlar

Çizelge 4.1’ de farklı önişlemler uygulanmış ve kurutulmuş üzüm örneklerinin farklı depolama süresi sonunda ölçülmüş olan L, a ve b değerleri ve bu değerlerden yararlanılarak hesaplanmış olan diğer renk parametreleri verilmiştir. 3. ay sonucunda elde edilen renk değerleri incelendiğinde önişlem uygulanmış örneklerin daha yüksek L (parlaklık) değerine sahip olduğu görülmektedir. Kırmızılık değerleri ise önişlem uygulanmış örneklerde önişlemsiz örneklere kıyasla daha düşük olarak ölçülmüştür. Önişlemsiz örneklerde kırmızılık değerinin artışının bu örneklerde daha yüksek bir kahverengileşmenin oluşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sarılık değerleri incelendiğinde önişlemsiz örneklerde saptanan sarılık değerlerinin önişlemlenmiş örneklerde ölçülen sarılık değerlerine göre daha yüksek olduğu (3,149) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1). 12. ay sonunda da en düşük parlaklık değeri ve en yüksek kırmızılık değeri önişlemsiz örnekte saptanırken en yüksek sarılık değerinin ozon ve bandırma işleminin birlikte uygulandığı örneklerde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

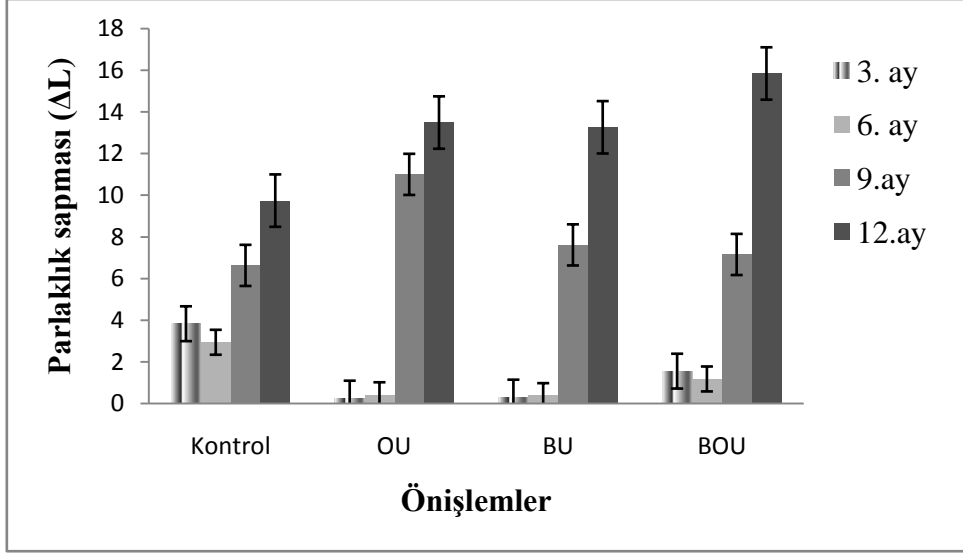
Çizelge 4.1. Ölçülen ve hesaplanan renk parametreleri (Taze üzüm örnekleri için ölçülen renk değerleri: L: 19,52; a: 0,182; b: 3,38)

ÖRNEKLER	DEPOLAMA SÜRESİ			
	3. ay	6. ay	9.ay	12.ay
<b>Önişlemsiz</b>				
<b>L</b>	15,683	16,58	12,89	29,27
<b>a</b>	0,454	0,16	0,54	14,58
<b>b</b>	3,149	2,61	0,28	7,32
<b><math>\Delta L</math></b>	-3,84	-2,95	-6,64	9,75
<b><math>\Delta a</math></b>	0,272	-0,02	0,35	14,40
<b><math>\Delta b</math></b>	-0,227	-0,77	-3,10	3,95
<b><math>\Delta E</math></b>	3,86	3,05	7,33	17,83
<b>C</b>	0,35	0,77	3,12	14,93
<b><math>\Delta C</math></b>	-1,38	-0,96	1,39	13,20
<b>H</b>	1,31	1,22	1,74	1,82
<b><math>\Delta H</math></b>	-	-	2,79	6,98
<b>Ozon Uyg.</b>				
<b>L</b>	19,79	19,96	8,52	33,02
<b>a</b>	-1,78	-1,11	5,25	11,75
<b>b</b>	2,59	2,22	0,17	7,67
<b><math>\Delta L</math></b>	0,27	0,432	-11,01	13,49
<b><math>\Delta a</math></b>	-1,96	-1,29	5,07	11,57



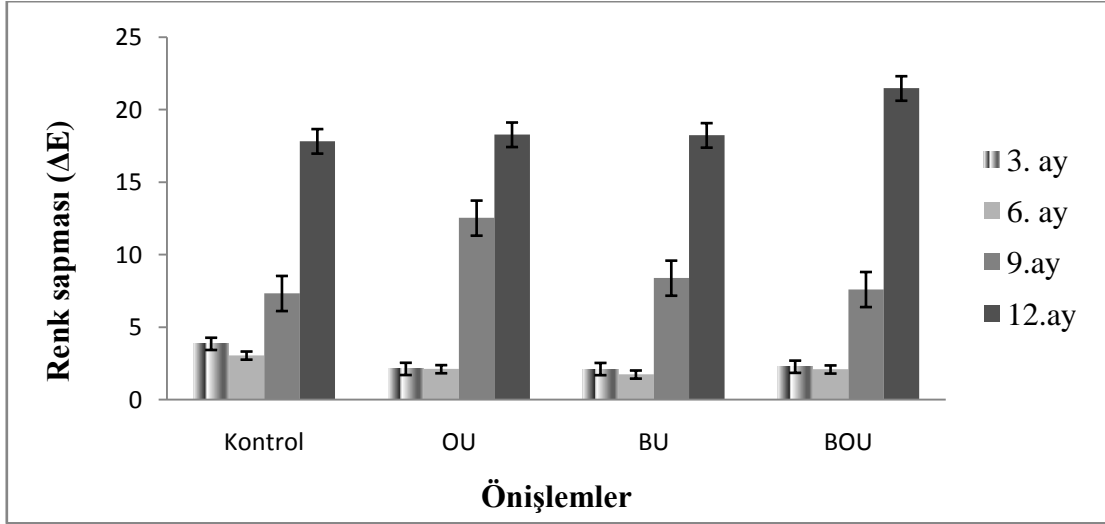
$\Delta b$	-0,79	-1,154	-3,21	4,30
$\Delta E$	2,13	1,78394	12,53	18,29
C	2,11	1,73084	6,00	12,34
$\Delta C$	0,38	0,00081	4,27	10,61
H	-0,11	0,46422	31,25	1,31
$\Delta H$	2,08	1,73084	4,21	6,30
<b>Bandırma</b>				
L	19,841	19,92	11,90	32,79
a	-1,176	-0,69	2,44	12,13
b	1,773	1,93	0,69	7,13
$\Delta L$	0,318	0,39	-7,62	13,27
$\Delta a$	-1,358	-0,87	2,26	11,95
$\Delta b$	-1,603	-1,45	-2,69	3,76
$\Delta E$	2,12	1,74	8,39	18,24
C	2,1	1,69	3,51	12,52
$\Delta C$	0,37	-0,04	1,78	10,79
H	-0,06	2,78	3,46	1,50
$\Delta H$	2,07	1,69	3,03	6,35
<b>Bandırma+Ozon Uyg.</b>				
L	17,959	18,34	12,36	35,37
a	-1,396	-1,48	1,29	12,75
b	2,87	2,91	1,07	10,61
$\Delta L$	-1,564	-1,19	-7,16	15,85
$\Delta a$	-1,578	-1,67	1,10	12,57
$\Delta b$	-0,506	-0,47	-2,31	7,23
$\Delta E$	2,28	2,09	7,61	21,48
C	1,66	1,73	2,56	14,50
$\Delta C$	-0,07	0,001	0,83	12,77
H	0,53	0,41	0,91	0,91
$\Delta H$	1,66	1,73	2,42	6,87

Şekil 4.6'da önişlemlerin parlaklık değerindeki sapma ( $\Delta L$ ) üzerine etkisi verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi önişlem uygulanmış tüm örnekler ilk 6 ay boyunca oldukça stabil kalmış, en yüksek renk parlaklığı sapma değerleri 3. ve 6. ay ölçümleri sonucunda önişlem uygulanmadan kurutulmuş örneklerde oluşmuştur. Önişlem uygulanmış olan örneklerin parlaklığında 9. aydan itibaren oldukça büyük oranda değişim olmaya başlamıştır. Bandırma ve ozon uygulanmış örneklerde 9. ve 12. aylarda yapılan ölçümlerde bu sapma birbirine yakinken en yüksek sapma ozon ve bandırmanın beraber uygulandığı örneklerde 12. ayda saptanmıştır.



Şekil 4.6. Depolama süresine ve önişlemlere bağılı olarak parlaklık sapmasının değişimi

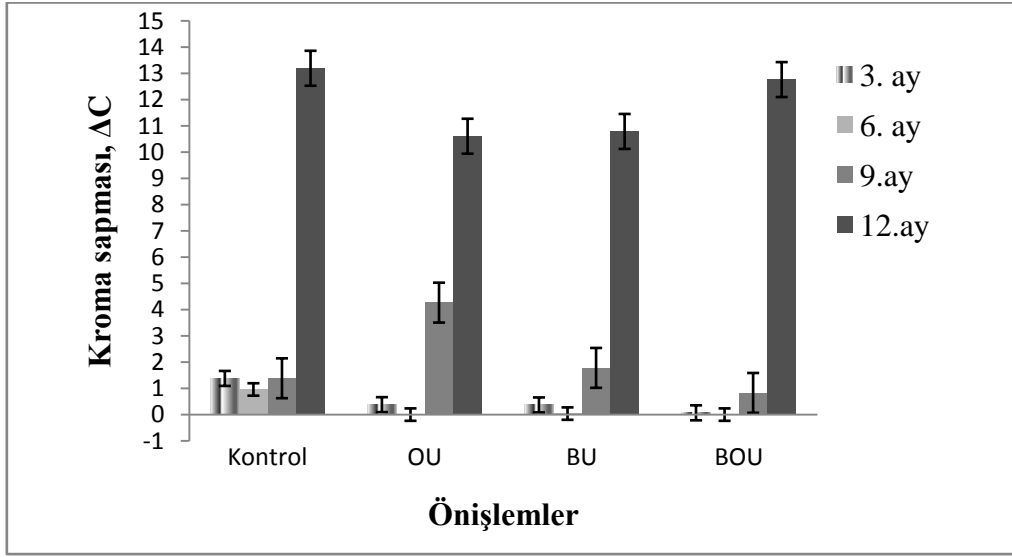
Şekil 4.7’ de önişlemlerin toplam renk sapması değeri üzerine etkisini görölmektedir. Toplam renk sapması değeri parlaklıktaki sapma değerlerine benzer şekilde ilk 6 aylık depolama süresince önişlem uygulanmış örneklerde daha düşükken özellikle 12. ayda bütün örneklerde oldukça yüksek bulunmuştur. 12 aylık depolama sonucunda maksimum renk sapması ozon ve bandırma işleminin beraber uygulandığı örneklerde görölmüştür.



Şekil 4.7. Depolama süresine ve önişlemlere bağılı olarak renk sapmasının değişimi

Şekil 4.8’ de önişlemlerin kroma sapması yani renk doygunluğundaki değişme üzerine etkisini görölmektedir. Kroma değeri ilk 9 aylık depolama süresince bandırma ve ozon uygulamasının beraber uygulandığı (BOU) önişlemlerinde görölmürken 12. ayda bu değer önişlemsiz örneklerde görölen sapmadan sonra en fazla olmuştur. Ozon önişlemi uygulanmış örnekler ile bandırma önişlemi uygulanmış örneklerde kroma sapması ilk 6 aylık

depolama süresince oldukça düşük olmakla beraber, 6. ayda yapılan ölçümlere göre kroma sapması değeri bu örneklerde oldukça yükselmiştir.



Şekil 4.8. Depolama süresine ve önişlemlere bağlı olarak renk kromasının değişimi

#### 4.2.2. Maya-küf oluşumunun depolama boyunca değişimine ilişkin sonuçlar

Çizelge 4.2' de kurutma işleminin ve üzüm örneklerine uygulanan önişlemlerin depolama boyunca örneklerde oluşan maya küf gelişimine etkisi görülmektedir. Sonuçlar kurutma işleminin tüm örneklerde ürün üzerinde gelişen küf ve maya miktarının azalmasını sağladığını göstermektedir. 3 ay depolama süresi sonunda tüm örneklerde maya ve küf gelişimi olduğu ve özellikle bandırma işlemi uygulanmış olan örnekte *Aspergillus niger* gelişiminin %33,33 oranı ile oldukça yüksek oranda olduğu saptanmıştır. Önişlemsiz örneklerde ilk 6 ay depolama süresince çok fazla maya ve küf gelişimi oluşmamış fakat 9. ayda özellikle *Penicillium sp.* (%4,17) geliştiği, 12. aya kadar yapılan depolamada ise bu oran %12,5'e yükselmiş ve bunun yanı sıra yüksek oranda *Aspergillus niger* (%16,67) ve *Fusarium sp.* (%4,17) gelişimide saptanmıştır. Ozon uygulanmış örneklerde ise maya ve küf gelişiminin az olduğu ve 6. aydan itibaren gelişme görülmediği saptanmıştır. Öte yandan özellikle bandırma işleminin uygulandığı örneklerde depolamanın her aşamasında yüksek oranda küf ve maya gelişiminin olduğu saptanmıştır. Bu örneklerde özellikle *Aspergillus niger* küfü yoğun şekilde oluşmuş ve 12. ayda bunun yanında yüksek oranda *Penicillium sp.* ve *Fusarium sp.*'nin de geliştiği saptanmıştır. Ozon ve bandırma uygulamasının beraber uygulandığı örneklerde küf ve maya gelişiminin ozon etkisiyle özellikle ilk 6 ay depolamada azaltılabildiği ve daha sonraki süreçte de bandırma işleminin negatif etkisinin az da olsa giderilebildiği saptanmıştır.

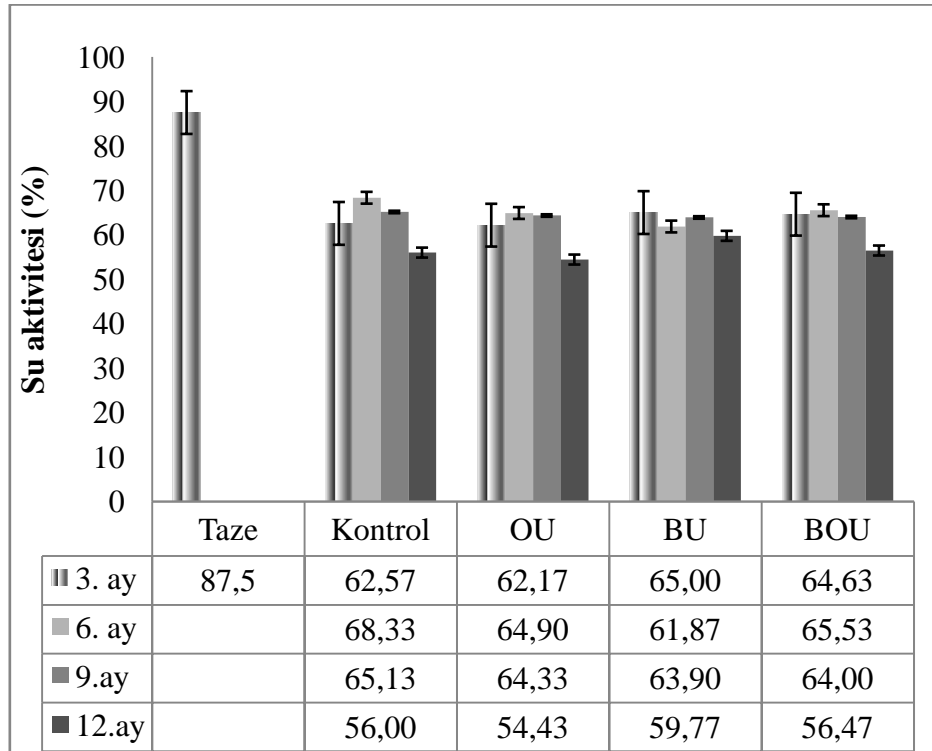
Çizelge 4.2. Depolama sırasında yaş ve kurutulmuş örneklerde saptanan maya ve küfler

	3. AY SONUNDA			6. AY SONUNDA			9. AY SONUNDA			12. AY SONUNDA		
	Adet	Tür	Oran (%)	Adet	Tür	Oran (%)	Adet	Tür	Oran (%)	Adet	Tür	Oran (%)
<b>Yaş örnek</b>	7	<i>Penicillium sp.</i>	29,17									
	2	<i>Botrytis ciherea</i>	8,33									
	2	<i>Alternaria alternata</i>	8,33									
<b>İşlemsiz</b>	2	<i>Aspergillus niger</i>	8,33							4	<i>Aspergillus niger</i>	16,67
							1	<i>Penicillium sp.</i>	4,17	3	<i>Penicillium sp.</i>	12,50
										1	<i>Fusarium sp.</i>	4,17
<b>Ozon</b>	2	<i>Aspergillus niger</i>	8,33	0		0	0		0	0		0
	1	<i>Aspergillus sp.</i>	4,17	0		0	0		0	0		0
<b>Ban+Ozon</b>	2	<i>Aspergillus niger</i>	8,33	2	<i>Aspergillus niger</i>	8,33	1	<i>Aspergillus niger</i>	4,17	4	<i>Aspergillus niger</i>	16,67
	1	<i>Penicillium sp.</i>	4,17				2	<i>Penicillium sp.</i>	8,33	2	<i>Penicillium sp.</i>	8,33
<b>Bandırma</b>	8	<i>Aspergillus niger</i>	33,33	10	<i>Aspergillus niger</i>	41,67	4	<i>Aspergillus niger</i>	16,67	4	<i>Aspergillus niger</i>	16,67
				1	<i>Fusarium sp.</i>	4,17				1	<i>Fusarium sp.</i>	4,17
										2	<i>Penicillium sp.</i>	8,33

#### 4.2.3. Örneklerin kuru madde içerikleri ve su aktivite değerlerinin depolama boyunca değişimine ilişkin sonuçlar

Taze ürünün kuru madde içeriği %27,6 iken, bu değer kurutma işlemi yapıldıktan sonra oldukça yükselmiştir. Önişlemsiz kontrol örneği için bu değer %82,22, bandırma işlemi uygulanmış örnekte %82,07, ozon uygulanmış örnekte %81,95 ve bandırma işleminden sonra ozon uygulanmış örnekte ise %84,07 olarak biraz daha yüksek bulunmuştur.

Şekil 4.9' da taze örnek için ve önişlem uygulandıktan sonra kurutulmuş örnekler için ölçülen su aktivite değerleri verilmiştir. Burada görüldüğü gibi taze (yaş) üzüm örneklerinin su aktivite değeri %87,5 iken örnekler kurutulduktan sonra su aktivite değerlerinin hepsinde oldukça büyük bir düşme olmakla beraber özellikle önişlemsiz örneklerin ve ozon uygulanmış örneklerin su aktivite değerleri diğer uygulamalara göre biraz daha düşük olmuştur. Depolama süresi ile su aktivite değerleri her örnek için yükselmekle beraber 12 aylık periyot sonunda en yüksek değer bandırma uygulanarak kurutulmuş olan üzüm örneklerinde gerçekleşmiştir. 12. ay sonunda ölçülen su aktivite değerlerinin farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu ( $P<0.05$ ) öte yandan önişlemlerin etkisinin önemsiz olduğu saptanmıştır ( $P>0.05$ ).



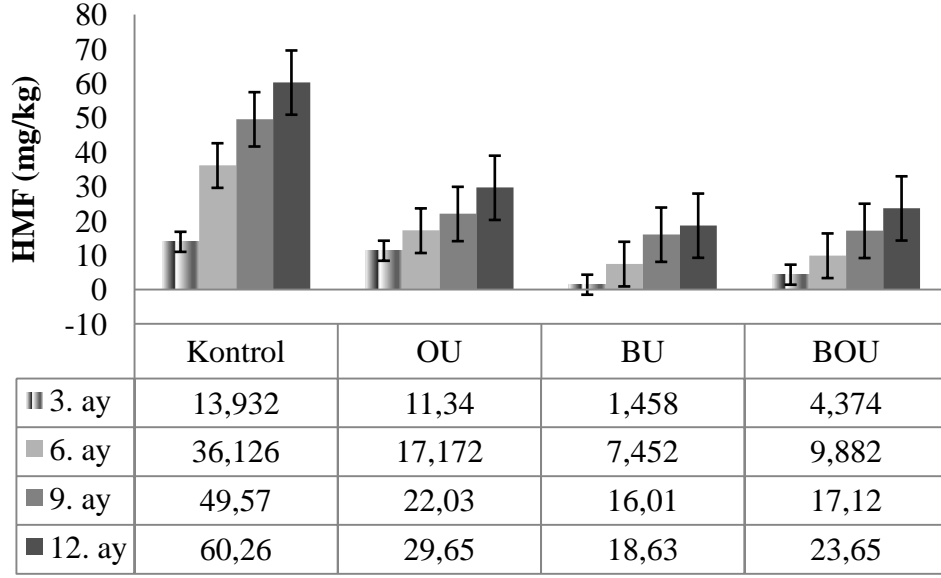
Şekil 4.9. Depolama süresine ve önişlemlere bağlı olarak su aktivite değerlerinin değişimi

#### **4.2.4. HMF içeriklerinin (Hidroksimetilfurfural) depolama boyunca değişimine ilişkin sonuçlar**

HMF meyve sebzelerde doğal olarak bulunmayan bir bileşendir ve ısıtılma işlem gören ürünlerde uygulanan ısıtılma işleminin yoğunluk derecesine bağlı olarak artış gösteren bir reaksiyon ara ürünüdür. Bu açıdan birçok şekerli üründe bulunan HMF miktarı, üretimde ona yüklenen ısıtılma düzeyinin bir indeksi olarak kabul edilmektedir. Kuşkusuz bunun yüksek olmaması istenmektedir (Cemeroğlu, 2004). Çağlarırnak (2006) güneşte kurutulmuş beyaz üzüm ve çekirdeksiz kuru üzümde okratoksin, HMF ve C vitamini değişimini saptamıştır. Bu örneklerde HMF değerinin kuru üzüm için 5,5 mg/kg ve çekirdeksiz kuru üzüm için 33,57 mg/kg olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada materyal olarak kullandığımız 2B-56 üzüm çeşidi çekirdeksiz ve renkli olup ikinci tip üzümün özellikleri ile benzer özellikleri taşımaktadır. Kontrol örneklerinde 3. ay sonunda dahi literatürde verilen HMF oluşumundan (33,57 mg/kg) daha düşük bir saptanması (13,932 mg/kg) sıcak havalı kurutma yönteminin HMF oluşumunu güneşte kurutmaya göre ne derecede engellediğini göstermesi açısından önemlidir.

Üzüm örneklerindeki şeker içeriği de kurutma işlemi sonucunda HMF oluşumunu teşvik etmiştir. Şekil 4.10' da ortalama HMF değerleri görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi işlemlerin hepsi kurutma işleminin HMF oluşumundaki olumsuz etkisini oldukça düşürmüştür. Kurutma sonunda en yüksek HMF oluşumu işlemlensiz olarak kurutulan üzüm örneklerinde saptanırken en düşük oluşum bandırma işlemi yapıldıktan sonra kurutulan örneklerde görülmüştür. İstatistiksel analizler sonucunda işlemlerin HMF oluşumu üzerine etkisi 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

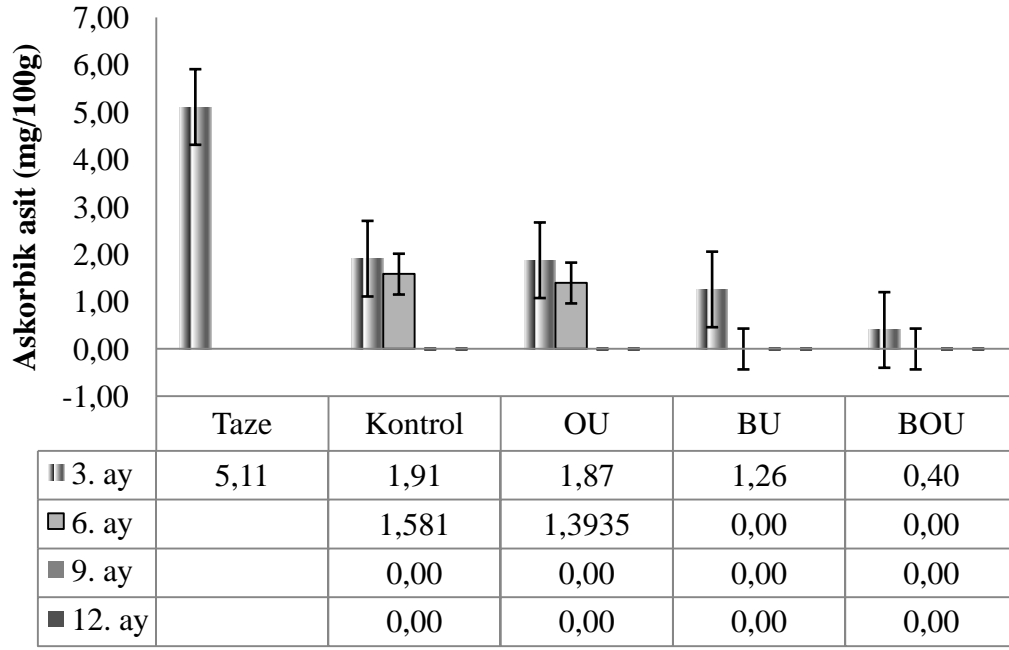
Depolama süresi arttıkça HMF oluşumu da artmaya devam etmiştir. Fakat bu artış işlemlensiz olarak kurutulmuş örneklerde oldukça yüksek olmuştur. Depolama süresinin HMF oluşumu üzerine etkisinin de 0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.10. Depolama süresine ve önışlemlere bağılı olarak HMF değerlerinin değişimi

#### 4.2.5. Askorbik asit (Vitamin C) içeriklerinin depolama boyunca değişimine ilişkin sonuçlar

Şekil 4.11’ de 12 aylık depolama periyodu boyunca farklı önışlemler uygulandıktan sonra kurutulmuş üzüm örneklerinin C vitamini içeriklerindeki değişimler verilmiştir. Ayrıca grafikte taze ürün için saptanan C vitamini içeriği (5,11 mg/100g) Gao ve ark. (2013) tarafından saptanmış olan C vitamini içeriği ( $5.12 \pm 0.05$  mg/100g) ile hemen hemen aynı olduğu anlaşılmaktadır. Tüm örneklerin C vitamini içeriğinde kurutma işleminde ve sonrasında depolama boyunca oluşan bir düşüş olduğu saptanmıştır. Özellikle 6 ay sonunda askorbik asit içeriğinin bandırma işlemleri yapılmış olan örneklerde ve bandırma işlemleri ile ozon uygulamasının beraber yapıldığı uygulamalarda sıfıra düştüğü saptanmıştır. 9. aydan sonra yapılan analizler ozon uygulanmış olan örneklerde ve önışlemsiz kontrol örneklerinde de askorbik asit içeriğinin sıfıra indiğini göstermiştir. Benzer şekilde Villota ve Hawkes (1992) de yaptıkları çalışmada pek çok tarımsal ürünün ısıl işlemlerden geçtikten sonra depolanması boyunca C vitamin kaybına uğradıklarını saptamışlardır. Depolama süresinin ve önışlemlerin C vitamini kaybı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Gruplar içi farklılıklar incelendiğinde kontrol örneklerinin ve ozon uygulanmış örneklerin C vitamini içeriği üzerine etkilerinin istatistiksel olarak farksız olduğu anlaşılmıştır ( $P > 0.05$ ).

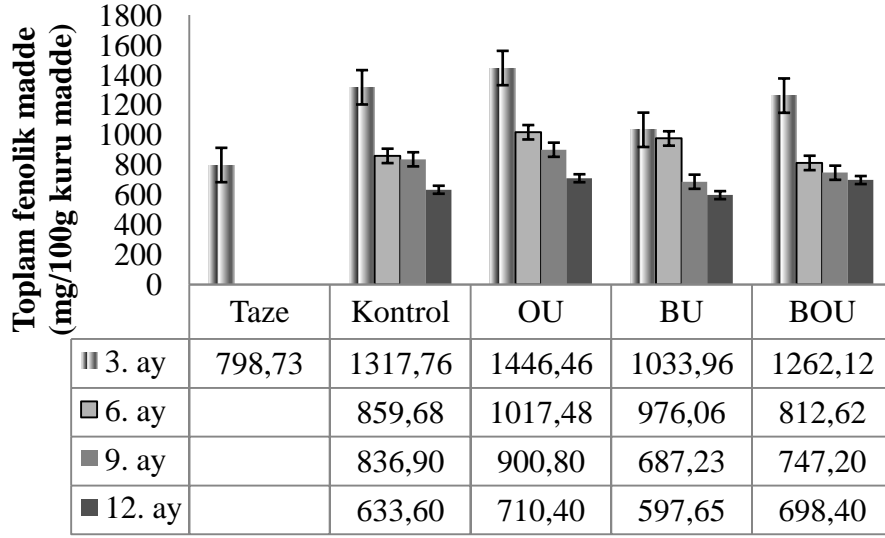


Şekil 4.11. Depolama süresine ve önışlemlere bağı olarak askorbik asit içeriklerinin değişimi

#### 4.2.6. Toplam fenolik madde içeriklerinin depolama boyunca değişimine ilişkin sonuçlar

Şekil 4.12' de farklı önışlemlerin ve depolama süresinin üzüm örneklerinde toplam fenolik madde miktarına etkisi verilmiştir. Taze üzüm örneğinde toplam fenolik madde miktarı 798,73 mg/100g kuru madde olarak saptanmıştır. Breksa ve ark. (2010) 16 üzüm çeşidi için antioksidant aktiviteleri ve fenolik içeriklerini araştırmışlar, toplam fenolik içeriğinin 316,3-1141,3 mg/100g kuru madde arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Önışlem uygulanmayan ve farklı önışlemler uygulanıp kurutulmuş olan tüm üzüm örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarında 3. ayda taze örneğine kıyasla bir yükselme olduğu grafikten anlaşılmaktadır. Fenolik maddelerin polifenoloksidazenzimlerinin katalize ettiği reaksiyonlarla meyve ve sebzelerden elde edilen ürünlerin esmerleşmesine neden olduğunun bilinmesi bu sonucu desteklemektedir (Cemeroğlu 2004). 3. ayda yapılan analiz sonuçlarına göre bu yükselmenin en fazla ozon uygulanmış örnekte olduğu anlaşılmaktadır. Fenolik madde içerikleri 6. aydan itibaren tüm örneklerde düşmeye başlamış ve 12. ay sonunda en düşük içerik bandırma işlemleri uygulanmış olan örnekte, en yüksek içerik ise ozon uygulanmış örneklerde saptanmıştır. Depolama süresinin fenolik madde içeriğine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ( $P < 0.05$ ). Öte yandan önışlemler ile toplam fenolik madde miktarları arasındaki ilişki ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $P > 0.05$ ).

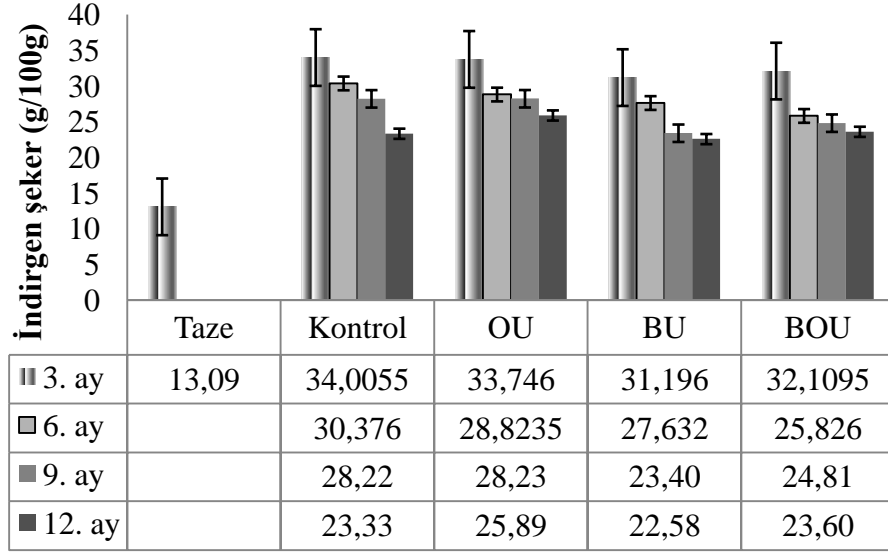




Şekil 4.12. Depolama süresine ve önışlemlere bağlı olarak toplam fenolik madde içeriklerinin değişimi

#### 4.2.7. İndirgen şeker içeriklerinin depolama boyunca değişimine ilişkin sonuçlar

Farklı yöntemlerle kurutulmuş üzüm örneklerinde indirgen şeker içeriklerine ilişkin sonuçlar Şekil 4.13' deki grafikte verilmiştir. Şekil 4.13 incelendiğinde kurutulmamış örnekte indirgen şeker içeriğinin 13,09 g/100g olduğu görölmektedir. Üzüme uygulanan kurutma işlemi sonucunda su içeriğindeki azalmayla birlikte beklenen bir sonuç olarak indirgen şeker miktarında da artış olduğu görölmektedir. Bu artışın en az bandırma işlemi uygulanmış örneklerde ve bandırma ile ozon uygulamasının beraber yapıldığı örneklerde olduğu görölmüştür. Bu ise örnek içerisindeki şekerin bandırma solusyonu içerisine transferi ile açıklanabilir. 12 aylık depolama boyunca indirgen şeker miktarının tüm örneklerde bir azalma gösterdiği saptanmıştır. şeker içeriğinin 12. ay depolama sonunda en yüksek ozon uygulamasında olduğu saptanmakla beraber önışlemlerin indirgen şeker içeriğinin değişimi üzerine etkisi ve örneklerin indirgen şeker içerikleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır ( $P>0.05$ ). Depolama süresinin indirgen şeker içerikleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak oldukça önemli olduğu saptanmıştır ( $P<0.05$ ).



Şekil 4.13. Depolama süresine ve önışlemlere bağlı olarak indirgen şeker içeriklerinin değişimi

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kurutmadan önce uygulanan önışlemlerin, kurutma süresi ve depolama boyunca örneklerde oluşan kalite özelliklerindeki değişimler (su aktivite değeri, renk ölçümleri, maya-küf oranı, HMF miktarı, toplam fenolik madde miktarı, indirgen şeker oranı, askorbik asit miktarı) üzerine etkileri saptanmıştır. Elde edilen veriler ışığında aşığıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

-Önişlemlerin kurutma süresine etkisi incelendiğinde, önişlemsiz kontrol örneklerinin kurutulma sürelerinin en yüksek olduğu öte yandan bandırma işleminin bu süreyi oldukça kısalttığı saptanmıştır. Ozon uygulaması kuruma süresinin kısılması üzerine azda olsa etkili olmuş ve ozon uygulanmış örneklerin kuruma süresi önişlemsiz örneklerinkine göre daha kısa olmuştur. Bandırma ve ozon uygulamalarının beraber yapıldığı önişlemin uygulandığı örneklerde ozonunda etkisiyle kuruma biraz daha hızlanmış ve diğer örneklere göre en kısa kurutma süresi gerçekleşmiştir.

-Maya-küf oluşumu incelendiğinde 12 aylık depolama süresi sonucunda örneklerde *Aspergillus niger*, *Penicillium sp.*, *Fusarium sp.* funguslarının oluştuğu gözlenmiştir. Fungus oranı bakımında en temiz örnekler ozon uygulanmış örnekler olurken fungus yoğunluğu en fazla olan örneklerin ise bandırma uygulanmış örnekler olduğu tespit edilmiştir. Bandırma ve ozonun beraber uygulandığı örnekler bandırma uygulanan örneklere göre daha az fungus yoğunluğuna sahip olduğu ve uygulanan ozonun bandırmanın olumsuz etkisini azalttığı saptanmıştır.

-Parlaklık değerindeki sapma ( $\Delta L^*$ ) önişlem uygulanmış tüm örneklerde ilk 6 ay boyunca oldukça stabil kalmış, en yüksek renk parlaklığı sapma değerleri 3. ve 6. ay ölçümleri sonucunda önişlem uygulanmadan kurutulmuş örneklerde oluşmuştur. Önişlem uygulanmış olan örneklerin parlaklığında 9. aydan itibaren artış olmuş ve bu sapma hem ozon uygulanmış örneklerde hem de bandırma uygulanmış örneklerde kombine uygulamaya kıyasla daha küçük olmuştur. Toplam renk sapması değeri parlaklıktaki sapma değerlerine benzer şekilde ilk 6 aylık depolama süresince önişlem uygulanmış örneklerde daha düşükken, özellikle 12. ayda bütün örneklerde oldukça yüksek bulunmuştur. 12 aylık depolama sonucunda renk değerlerindeki sapma genel olarak en fazla ozon ve bandırma işleminin beraber uygulandığı örneklerde görülmüştür.

- Depolama süresi ile su aktivite değerleri her örnek için yükselmekle beraber 12 aylık periyot sonunda en düşük su aktivite değeri ozon uygulanmış örneklerde saptanırken en yüksek değer ise bandırma uygulanarak kurutulmuş olan örneklerde saptanmıştır.

-Tüm önışlemler kurutma işleminin HMF oluşumundaki olumsuz etkisini oldukça düşürmüştür. Kurutma sonunda ve depolama süresince en yüksek HMF oluşumu önışlemsiz olarak kurutulan üzüm örneklerinde saptanırken en düşük oluşum bandırma önışleminin uygulandığı örneklerde saptanmıştır.

- Tüm örneklerin askorbik asit (C vitamini) içeriğinde kurutma işleminden sonra ve depolama boyunca bir düşüş olduğu saptanmıştır. Ozon uygulamasının diğer önışlemlere göre askorbik asit içeriğini daha iyi koruduğu saptanmakla beraber, tüm örneklerde 9. ve 12. ayda yapılan analizler sonucunda askorbik asit belirlenememiştir.

- Kurutma işleminden sonra her örnekte görülen fenolik madde içeriğindeki artış 3. en fazla ozon uygulanmış örnekte görülmüştür. 12. ay sonunda en düşük fenolik madde içeriği bandırma işleminde uygulanmış olan örneklerde en yüksek içerik ise ozon uygulanmış örneklerde görülmekle beraber önışlemler arasındaki bu farklılıkların önemsiz olduğu saptanmıştır ( $P>0.05$ ).

- Şeker içeriğinin 12. ay depolama sonunda en yüksek ozon uygulamasında ve en düşük bandırma uygulamasında olduğu saptanmıştır. Bandırma önışlemi sonucunda örneklerde görülen düşük şeker içeriği örnek içerisindeki şekerin bandırma solusyonu içerisine transferi ile açıklanmıştır.

Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda, kuruma süresi ve elde edilen ürünün kalitesi açısından ozon uygulamasının avantajlı ve özellikle uzun süreli depolamalarda üründe küf ve maya oluşumunu azaltmak açısından oldukça etkili olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuçlar dikkate alındığında dünyada işlenmiş ürünlerde kullanılmasına içerik olarak izin verilmiş olan ve güvenli sınıfta yer alan ve ürün üzerinde kalıntı bırakmayan ozon gazının kurutma işleminden önce üzüme uygulanması etkili bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır. Bu yöntemin optimizasyonuna yönelik daha ileri çalışmaların (ozon gazının uygulama süresi, uygulama miktarı vb. gibi), kurutulmuş ürünün depolanması sırasında da ozon uygulamasının yapılarak etkinliğin ne oranda değişebileceğinin saptanabileceği çalışmaların ve bu yöntemin benzer şekilde diğer meyvelerin ve sebzelerin kurutulmasına ve depolanmasına da ne ölçüde uygun olacağının saptanmasına yönelik çalışmaların yapılması önerilmekte ve bu tür araştırmaların büyük yarar sağlayacağı düşünölmektedir.

## 6.KAYNAKLAR

- Akdeniz B (2011). Geleneksel Usullerde Sultani çekirdeksiz üzüm çeşidinin kurutulması. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 6(1): 13-22.
- Aktas T, Ulger P, Daglıoğlu F, Hasturk F (2008). Effect of storage time on quality of plum osmotically pretreated with trehalose and sucrose solutions before drying, 10. International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture Proceedings, Antalya, Turkey.
- Anonim (1995). Montreal Protocol on substances that deplete the ozone layer. 1994 Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee. 1995 assessment. UNEP, Nairobi, Kenya, 304pp. ISBN 92- 807-1448-1448-1.
- Anonim (1996). CIE L\*a\*b\* Color Scale. Application Note-Insight on Color. HunterLab. July 1-15, 8 (7), 1-4.
- Anonim (2005). İGEME (İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi ) [www.igeme.org.tr](http://www.igeme.org.tr)
- Anonim (2009). FAO İstatistikleri. [www.fao.org](http://www.fao.org)
- Anonim (2013a). <http://www.drafko.com/tr/kuru-uzum-besin.html>
- Anonim (2013b). [http://www.ekodunya.com.tr/web/agrozon\\_pdf/agrozon\\_tanitim.pdf](http://www.ekodunya.com.tr/web/agrozon_pdf/agrozon_tanitim.pdf)
- Anonim (2013c). [http://www.agritom.com/dosyalar/hayvanciliktaOzon\\_kullanimi.pdf](http://www.agritom.com/dosyalar/hayvanciliktaOzon_kullanimi.pdf)
- ASAE, Moisture Measurement-Peanuts. ASAE Standard of ASAE S.410.1. Agricultural Engineering Yearbook of Standards, 329-331,1983.
- Balaban İ (2011). Alternatif Tarım Girdisi Ozonun Soğanda (Allium Cepa) Bitki-Toprak-Su Karakteristiklerine Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, T.C. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Baytosun, J, 1984. Çekirdeksiz Üzümlerin Kurutulması Sırasında Kuru Üzüm Rengini Etkileyen Etmenler Üzerine Bir Araştırma. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Ziraat İşleri Genel Müdürlüğü, Bağcılık Araştırmaları Ülkesel Projesi, Proje Kodu: 111-336-3-590. Manisa.
- Breksa A P, Takeoka G R, Hidalgo M B, Vilches A, Vasse J, Ramming DW (2010). Antioxidant activity and phenolic content of 16 raisin grape (Vitis vinifera L.) cultivars and selections. Food Chemistry. 121 (3): 740-745.
- Carranza-Concha J, Benlloch M, Camacho M M, Martínez-Navarrete N (2012). Effects of Drying and Pretreatment on the Nutritional and Functional Quality of Raisins. Food and Bioproducts Processing 90: 243-248.
- Cemeroğlu B, 2004. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, 2. Cilt, 2. Baskı, Başkent Klişe Matbaacılık, Ankara.
- Cemeroğlu B, 2007. Gıda Analizleri, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, Ankara.

- Ciccarese F, Sasanelli N, Ciccarese A, Ziadi T, Ambrico A, Papajova I (2007). Control of pyrenochaeta lycopersici on tomato by ozone disinfection. IOA Conference and Exhibition Valencia, Spain - October 29-31, 2007.
- Çağatay Ö (2006). Ozon Uygulamasının Kirazın Soğukta Depolanma Süresi Üzerine Etkisi. Yüksek lisans tezi, T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Çağlarırnak N, 2006. Ochratoxin A, hydroxymethylfurfural and vitamin C levels of sun-dried grapes and sultanas. Journal of Food Processing and Preservation. 30(5): 549-562.
- Çakır İ (2010). “Red Globe” Üzüm Çeşidinin Normal, Modifiye ve Kontrollü Atmosfer Koşullarında Depolanması. Yüksek lisans tezi, T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Çatal H, Banoğlu E, Banoğlu Ş (2008). Gıdaların Ozonlanması. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum.
- Gülcü M (2012). Üzüm Reçeli. Tekirdağ Bağcılık Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Çiftçi Broşürü, Yayın No: 06, Tekirdağ.
- Donahaye, E.J. and Messer, Ellen. 1992. Reduction in grain storage losses of small-scale farmers in tropical countries. Research Report RR-91-7, The Allan Shawn Feinstein World hunger Program, Brown University, USA, , 19s.
- Ekici L, Sağdıç O, Kesmen Z (2006). Gıda Endüstrisinde Alternatif Bir Dezenfektan: Ozon. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi. 1:47-57.
- Emekçi M, Ferizli AG, 2000. Current Status of Stored Product Protection in Turkey. IOBC/WPRS Study Group Integrated Protection of Stored Products, Berlin, IOBC wprs Bulletin. 23:(10): 39-45.
- Ferizli AG, Emekçi M (2013). Depolanmış ürün zararlılarıyla savaşım, sorunlar ve çözüm yolları. Web sitesi. [http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/19fec2f129fbdba\\_ek.pdf](http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/19fec2f129fbdba_ek.pdf). Erişim tarihi: 15.07.2013
- Gaoa, P, Zhu Z, Zhang P (2013). Effects of chitosan–glucose comple and shelf life of table grapes. Carbohydrate Polymers. 95: 371-378.
- Geankoplis C J (1993). Transport Processes and Unit Operations. 3th edn., Prentice – Hall International, Inc., 921s. New Jersey.
- Grncarevic, M, 1963. Effect of various dipping treatments on the drying rate of grapes for raisins. Amer. J. Enol. and Viticulture. 14(4):230-234.
- Gunasekaran S (1999). Pulsed Microwave-Vacuum Drying of Food Material, Drying Technology. 17(3): 395-412.

- Guzel-Seydim Z, Bever Jr. P I, Grene A K (2004). Efficacy of Ozone to Reduce Bacterial Populations in the Presence of Food Components. *Food Microbiology*. 21: 475-479.
- Gowen AA, Abu-Ghannam N, Frias JM, Barat, JM, Andres, A, Oliveira JC (2006). Comparative study of quality changes occurring on dehydration and rehydration of cooked chickpeas (*Cicer Arietinum* L.) subjected to combined microwave-convective and convective hot air dehydration. *Journal of Food Science*. 71: 282-289.
- Hildebrand P D, Song J, Forney C F, Rendors W E, Ryan D A J (2001). Effects of Corona Discharge on Decay of Fresh Fruits and Vegetables. *Proceeding of Fourth International Conference on Postharvest Science*. *Acta Horticulturae*, 553: 425-426.
- Hsieh S P Y, Ninq S S, Tzeng D D S (1998). Control of turf grass seedborne pathogenic fungi by ozone. *Plant Pathology Bulletin*. 7(2): 105-112.
- Karagözoğlu E (1993). Çekirdeksiz Üzüm Kurutma Tekniğinde Son Araştırmalardan Elde Edilen Sonuçlar ve Değerlendirilmesi, TYUAP Bahçe Bitkileri Grubu ABAV Toplantısı, Bağcılık Konusundaki Bildiriler 9-11 Kasım. s: 19-23.
- Karman M., Kaya O, Kavut H (1970). Ege'de Kuru incir ve kuru üzüm zararlıları bulaşma ve zarar nispetleri ile daha emin mücadele imkanları üzerin de araştırmalar. Nihai Rapor. Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü, İzmir.
- Khadre M A, Yousef A E, Kim J G (2001). Microbiological Aspects of Ozone Applications in Food: A Review. *Journal of Food Science*. 66 (9): 1243-1252.
- Khan, MR, Khan MW (1999). Effect of Intermittent Ozone Exposures on Powdery Mildew of Cucumber. *Environmental and Experimental Botany*, 42, 163-171.
- Kim J G, Yousef A E, Dave S (1999). applicaiton of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of Food: A Rewiew. *Journal of Food Protection*, 62: 1071–1087.
- Langlais B, Reckhow D A, Brink D A (1991). Practical Application of Ozone. Principle and Case Study in ‘ Ozone in Water Treatment’ Lewis Publishers. Chelsa.
- Özel T, (1976). Üzüm Kurutma Tekniğinde Son Gelişmeler, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, TAGEM Tarım Ürünleri Teknolojisi Semineri 14-18/6/1976, Çanakkale.
- Özel T ve İlhan İ (1980). Bandırma eriyiklerinin kuru üzüm kalitesine etkisi, Tarım ve Orman Bakanlığı Ziraat İşleri Genel Müdürlüğü Tarımsal Araştırma Dergisi, Cilt:2, Sayı:3.
- Öztekin S, Zorlugenç B, Zorlugenç F K (2006). Effect of ozone treatment on microflora of dried figs. *Journal of Food Engineering*, 75: 396-399.
- Pangavhane DR, Sawhney RL (2002). Review of research and development work on solar dryers for grape drying. *Energy Conversion Management* 43: 45-61.

- Palou I, Crisosto CH, Smilanick JL, Adaskaveg JE, Zoffoh JP (2002). Effect of continuous 0.3 ppm ozone exposure on decay development and physiological responses of peaches and table grapes in cold storage. *Postharvest Biology and Technology*. 24:39-48.
- Raub L, Amrhein C, Mark M (2001). The effects of ozonated irrigation water on soil physical and chemical properties. *Ozone: Science & Engineering*. 23 (1): 65-76.
- Rice RG, Robson C M, Miller G W, Hill A G (1981). Uses of Ozone in Drinking Water Treatment. *Journal of the American Water Works Association*, 73(1): 44-57.
- Rice RG, Farquhar W, Bollyky L J (1982). Review of the application of ozone for increasing storage time for perishable foods. *Ozone Science and Engineering*, 4(1):147-163.
- Ross, AF (1959). *Dinitrophenol Method for Reducing Sugars*. The Avi. Publishing Company, First Edition, Westport pp. 469-470.
- Spanos, GA, Wroldstad RE (1990). Influence of Variety, Maturity, Processing and Storage on the Phenolic Composition of Pear Juice. *J. Agric. Food. Chem.* 38: 817-824.
- Ülger P, Aktaş T, Orak H, Şahin F H (2008). Domates (*Lycopersicon Esculentum*) Kurutmada Farklı Kurutma Yöntemlerinin Ve Önışlemlerin Ürün Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Tübitak 1002 proje sonuç raporu (Proje No: 107 O 317).
- Ünlütürk A, Karapınar M, Turantaş F(1998). *Gıda Mikrobiyolojisi*. Mengi Tan Basımevi, İzmir, 605s.
- Tarhan S, Ergüneş G, Tekelioğlu S (2007). Tarımsal Ürünler İçin Güneş Enerjili Kurutucuların Tasarım ve İşletme Esasları, *Tesisat Mühendisliği Dergisi Sayı: 99, s.26-32*.
- Taşkaya B (2005). *Kuru Üzüm*. Tarımsal Ekonomi ve Araştırma Enstitüsü Yayınları Sayı 3, Nusha 7, Ankara.
- Xu, L., 1999. Use of Ozone to Improve the Safety of Fresh Fruits and Vegetables. *Food Technology*. 53(10): 58-63.
- Venturini M E, Oria R, Blanco D (2002). Microflora of two varieties of sweet cherries: Burlat and Sweetheart, 19 (1): 15-21.
- Vijayanandraj V R, Nagendra P D, Mohan N, Gunasekaran M (2006). Effect of ozone on *Aspergillus niger* causing black rot disease in onion. *Ozone: Science & Engineering*, (28): 347-350.
- Villota R, Hawkes, J G, 1992. Kinetics in Food Systems. pp.39–144. In: *Handbook of Food Engineering—Food Science and Technology*. In R. H. Dennis & B. L. Daril (Eds.), Dekker Inc.



Wu J, Doan H, Cuenca M A (2006). Investigation of gaseous ozone as an antifungal fumigant for stored wheat. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 81 (7): 1288-293.

Yağcıoğlu A (1996). Ürün işleme tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Bornova-İzmir.

Yağcıoğlu A (1999). Tarım ürünleri kurutma tekniği (I. Basım), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 536, Bornova-İzmir. 348 s.

## 7. TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde başlangıcından sonuna kadar gerekli tüm yardım, tavsiye ve yönlendirmeleri yapan, karşılaştığım problemlerin üzümünde deneyimlerinden yararlandığım sayın danışman hocam Doç. Dr. Türkan AKTAŞ'a, gıda analizlerinin gerçekleştirilmesinde yardımcı olan sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Hlyla ORAK'a, küf-maya gelişimine yönelik analizlerin gerçekleştirilmesinde yardımcı olan sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Desen KÖYCÜ, çalışmalarım boyunca manevi desteğini benden esirgemeyen ailem ve kız arkadaşım Nazife zmencik'e, tezin imla kuralları bakımından kontrol edilmesinde yardımcı olan Anıl Tl'ye, laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan Mertcan Bolat'a ve Biyosistem Mühendisliği Bölümündeki tüm ğretim yeleri ve araştırma görevlilerine, tezi NKUBAP.00.24.YL.12.15 protokol numarası ile destekleyen N.K.. BAP birimine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## **8. ÖZGEÇMİŞ**

1989 yılında İstanbul Fatih’te doğdu. İlk ve orta öğrenimini Bahçelievler’de tamamladı. 2006 yılında Bahçelievler Kemal Hasoğlu Lisesi’nden mezun oldu. 2011 yılında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümünden mezun oldu ve aynı yıl Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2013 yılında Sular Tarım Makinelerinde Pazarlama Müdürü olarak işe başladı.