



T.C.  
OSMANIYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hayrunnisa YURDAKUL**

**DERİM ÖNCESİ HEKZANAL  
UYGULAMASININ ÇİLEK RAF ÖMRÜ VE  
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİNİN  
BELİRLENMESİ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**OSMANIYE – 2022**

**T.C.  
OSMANIYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DERİM ÖNCESİ HEKZANAL UYGULAMASININ ÇİLEK  
RAF ÖMRÜ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİNİN  
BELİRLENMESİ**



**Hayrunnisa YURDAKUL**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI**

**OSMANIYE  
HAZİRAN-2022**

## TEZ ONAYI

### DERİM ÖNCESİ HEKZANAL UYGULAMASININ ÇİLEK RAF ÖMRÜ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

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

**Danışman:** Prof. Dr. Ayşe Tülin ÖZ .....  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, OKÜ

**Üye:** Prof. Dr. Nesibe Ebru Yaşa KAFKAS .....  
Bahçe Bitkiler Anabilim Dalı, ÇÜ

**Üye:** Doç. Dr. Adnan BOZDOĞAN .....  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, OKÜ

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

Doç. Dr. Bülent YANIKTEPE .....  
Enstitü Müdürü, **Fen Bilimleri Enstitüsü**

Bu Tez Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Tarafından ve OKÜBAP-2020-PT3-013 Desteklenmiştir.

Proje No: 120O183

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

## TEZ BİLDİRİMİ

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

(İmza)

Hayrunnisa YURDAKUL



## ÖZET

### DERİM ÖNCESİ HEKZANAL UYGULAMASININ ÇİLEK RAF ÖMRÜ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Hayrunnisa YURDAKUL  
Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Ayşe Tülin ÖZ

Haziran 2022, 86 sayfa

Derim öncesi hekzanal sprey uygulaması yapılan ‘Fortuna’ çilek meyve çeşidi kalite parametrelerinden ağırlık kaybı, meyve sertliği, renk ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), SÇKM, pH, TA, MAP içerisindeki gaz bileşimi ( $CO_2$ ,  $O_2$ ), çürüme miktarı, elektriksel iletkenlik, toplam fenolik madde miktarı, toplam antioksidan (DPPH) aktivite miktarı, toplam flavonoid madde miktarı, antosiyanin madde miktarı, mikrobiyal (toplam bakteri, toplam maya-küf) yük miktarı, şeker (fruktoz, sakaroz, glikoz) miktarı ve duyu kalite üzerine etkisi üçer gün aralıklarla 15 günlük muhafaza süresince belirlenmiştir. Bu amaçla, hasattan 15 gün ve 7 gün önce üç farklı dozda %0, %0,01, %0,02 hekzanal sprey uygulanan ‘Fortuna’ çilek çeşidi meyveleri hasattan hemen sonra modifiye atmosfer paket (MAP) ile paketlenerek  $+2$  °C ve %  $90\pm 5$  nispi nem koşullarında 15 gün süresince muhafaza edilmiştir. Muhafaza süresince yapılan analizler sonucunda özellikle hekzanal-I sprey uygulamasının muhafaza sonunda mikrobiyal gelişmeyi (toplam bakteri, toplam maya-küf) engellediği ve toplam fenolik madde miktarı ve toplam antosiyanin madde miktarı, glikoz ve fruktoz miktarı üzerine etkisinin olumlu olduğu belirlenmiştir. Ancak meyve rengi, sertlik ve toplam asitlik değerleri üzerinde ise kontrol gurubunun uygulama yapılmış meyveler arasında önemli bir fark belirlenmemiştir. Uygulamalar arasında %0,01 doz hekzanal sprey uygulaması yapılan meyvelerin daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** ‘Fortuna’ çilek, hekzanal, derim öncesi, sprey

## ABSTRACT


### DETERMINATION OF PRE-HARVEST HEXANAL SPRAY APPLICATION ON STRAWBERRY FRUIT SELF-LIFE QUALITY

Hayrunnisa YURDAKUL  
Master of Science, Department of Food Engineering  
Supervisor: Prof. Dr. Ayşe Tulin OZ

June 2022, 86 pages

Effects of pre-harvest hexanal spray application on 'Fortuna' strawberry variety fruit weight loss, fruit firmness, TA, color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), TSS, pH, total phenolic content, gas composition in MAP ( $CO_2$ ,  $O_2$ ), decay percentage, electrical conductivity, sugar (fructose, sucrose, glucose) content, total antioxidant (DPPH) activity, total flavonoid content, total anthocyanin content, microbiological (total bacteria, total yeast-mold) load and sensory quality parameters were determined at three-day intervals during 15-day storage life. For this purpose, strawberry fruits variety of 'Fortuna', which were applied hexanal spray with three different doses of 0%, 0.01%, and 0.02%, 15 days and 7 days before harvest, then treated and control fruits were packaged in modified atmosphere package (MAP) immediately after harvest. Fruits were stored at 2 °C and 90±5% relative humidity for 15 days storage. As a result, especially the hexanal-I spray application inhibited microbial growth (total bacteria, total yeast-mold) and positively effected of total phenolic content, total anthocyanin content, glucose, fructose content at the end of storage. However, there was no significant difference between the treated fruits and the control fruits on color, firmness and TA values. Between the applications, the fruits applied with 0.01% dose hexanal spray gave better results during 15 days storage.

**Key Words:** 'Fortuna' strawberry, hexanal, pre-harvest, spray



Çok kıymetli ailem ve eğitim hayatıma...

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez konumun belirlenerek tez çalışmamın yürütölmesini üstlenen, çalışmalarım süresince değerli bilgileriyle bir an olsun yardımını esirgemeyen ve her şeyin ötesinde şefkatiyle çalışmayı severek yaptıran danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ayşe Tülin ÖZ'e, laboratuvar bilgilerini aktaran ve tecrübelerini esirgemeyen Sayın Arş. Gör. Dr. Tülin EKER'e

Yüksek lisans derslerinde katkı sağlayan Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm hocalarıma ve katkılarından dolayı değerli tez jüri üyelerine,

Tez kapsamında kazandığım, bana maddi destek sağlayan TÜBİTAK (Proje No:120O183)'a,

Tezimin tüm aşamalarında emeği geçen sevgili arkadaşım Yüksek Gıda Mühendisi Rahime Nur ŞEKER'e

Ayrıca hayatımın her anında beni destekleyen maddi ve manevi yardımlarıyla hep arkamda hissettiğim aileme en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

# İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	
TEZ BİLDİRİMİ	
ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
İTHAF SAYFASI .....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER .....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR .....	xii
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1 Çilek Meyvesine Uygulanan Çalışmalar .....	5
2.2 Meyve ve Sebzelere Uygulanan Hekzanal Çalışmaları .....	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	19
3.1 Materyal .....	19
3.1.1 Araştırma ürününün yetiştirildiği alan.....	19
3.1.2 Araştırmada kullanılan çileğin özellikleri .....	20
3.1.3 Kullanılan Araç Gereçler ve Kimyasalların Özellikleri .....	21
3.2 Yöntem.....	23
3.2.1 Meyvelerin Ambalajlanması ve Depolanması.....	23
3.2.2 Çilek Meyvesine Uygulanan Fiziksel ve Kimyasal Analizler .....	24
3.2.2.1 Ağırlık Kaybı.....	24
3.2.2.2 Meyve Eti Sertliği .....	24
3.2.2.3 Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde Miktarının (SÇKM) Belirlenmesi .....	25
3.2.2.4 pH Miktarının Belirlenmesi.....	26
3.2.2.5 Modifiye Atmosfer İçerisindeki Gaz Bileşimi Ölçümü.....	27
3.2.2.6 Çürüme Miktarı .....	27
3.2.2.7 Elektriksel İletkenlik .....	28
3.2.2.8 Titre Edilebilir Asit Miktarı (TA).....	29

3.2.2.9	Meyve Rengi Analizi (L*, a*, b*).....	30
3.2.2.10	Şeker (Glikoz, Fruktoz, Sakkaroz) Miktarının Belirlenmesi.....	31
3.2.2.11	Toplam Fenolik Madde Analizi.....	32
3.2.2.12	Toplam Antioksidan (DPPH) Analizi.....	33
3.2.2.13	Toplam Flavonoid Analizi.....	34
3.2.2.14	Antosiyanin Analizi (pH Metodu İle: pH:4.5 Ve pH:1).....	36
3.2.3	Mikrobiyolojik Analizler.....	38
3.2.3.1	Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı.....	38
3.2.3.2	Maya ve Küf Sayımı.....	39
3.2.4	Duyusal Analizler.....	40
3.2.5	İstatistiksel Analiz.....	40
4.	<b>BULGULAR</b> .....	42
4.1	Ağırlık Kaybı (%).....	43
4.2	Meyve Sertliği (Tekstür) (N).....	44
4.3	Titre Edilebilir Asitlik Miktarı (TA).....	46
4.4	Renk Analizi.....	47
4.5	Antioksidan Analizi (DPPH).....	50
4.6	Toplam Flavonoid Analizi.....	51
4.7	Toplam Fenolik Madde Analizi.....	52
4.8	Antosiyanin Miktarı.....	54
4.9	Şeker (Sakkaroz, Glikoz, Fruktoz) Miktarı.....	56
4.10	Mikrobiyolojik Değerler.....	60
4.10.1	Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı.....	60
4.10.2	Toplam Maya- Küf Sayımı.....	62
4.11	Modifiye Atmosfer Poşetleri İçerisindeki Gaz Bileşimi.....	64
4.12	Çürüme Miktarı.....	66
4.13	Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde Miktarının (SÇKM) Belirlenmesi.....	67
4.14	pH Değeri (%).....	69
4.15	Elektriksel İletkenlik Değeri.....	70
4.16	Duyusal Değerlendirme.....	72
5.	<b>SONUÇLAR VE TARTIŞMA</b> .....	74

KAYNAKÇA.....	78
ÖZGEÇMİŞ .....	86



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Çilek meyvelerine yapılan hasat öncesi hekzanal solüsyon uygulaması .....	22
--	----



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. 2020 yılı araştırma ürünlerinin dikimi ve hasat alanı .....	19
Şekil 3.2. Çilek meyvelerinin hasatı ve hasat sonrası normal koşullarda bekletilmesi .....	20
Şekil 3.3. Hekzanal sprey sonrası hasat edilen fortuna cinsi çilek meyveleri.....	21
Şekil 3.4. Çilek meyvesi çiçek evresi ve hasat olgunluğu .....	21
Şekil 3.5. Çilek serasında hasat öncesi hekzanal sprey uygulaması .....	23
Şekil 3.6. Hasat sonrası çilek meyvelerinin depolama ve paketlenmesi.....	24
Şekil 3.7. Tekstür cihazı çilek meyvesi ölçümü.....	25
Şekil 3.8. Dijital refraktometre cihazı .....	26
Şekil 3.9. Fortuna cinsi çilek meyvesi ph değeri ölçümü .....	27
Şekil 3.10. Depolama boyunca çilek meyve örnekleri.....	28
Şekil 3.11. Elektriksel iletkenlik analizi ölçüm öncesi ve kondaktvimetre ile ölçümü.....	29
Şekil 3.12. Titre edilebilir asit miktarı ölçümü .....	29
Şekil 3.13. L* a* b* renk skalası .....	30
Şekil 3.14. Fortuna cinsi çilek meyvesi renk analizi.....	31
Şekil 3.15. Toplam fenolik madde analizinde elde edilen renk değişimi .....	32
Şekil 3.16. Toplam antioksidan (dpph) analiz çözeltileri ve spektrofotometreye verilmesi.....	34
Şekil 3.17. Flavonoidlerin yapısı .....	35
Şekil 3.18. Toplam flavonoid analizi için hazırlanan numuneler .....	36
Şekil 3.19. Antosiyanin analizi için hazırlanan tampon çözeltileri.....	37
Şekil 3.20. Antosiyanin analizi için hazırlanan numuneler ve spektrofotometreye verilmesi.....	38
Şekil 3.21. Mikrobiyolojik analizler için ortam hazırlama .....	39
Şekil 3.22. Çilek numunelerinde besiyeri ekim çalışması .....	440
Şekil 4.1. 0. Gün numuneleri (%0, %0,01, %0,02).....	42
Şekil 4.2. 15. Gün numuneleri (%0, %0,01, %0,02).....	42
Şekil 4.3. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca ağırlık kaybına olan etkileri.....	44

Şekil 4.4. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca tekstüre olan etkileri .....	46
Şekil 4.5. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca ta olan etkileri .....	47
Şekil 4.6. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca l* değerine olan etkileri .....	48
Şekil 4.7. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca a* değerine olan etkileri .....	49
Şekil 4.8. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca b* değerine olan etkileri .....	50
Şekil 4.9. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca antioksidan aktivitesine olan etkileri .....	51
Şekil 4.10. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca toplam flavonoid değerlerine olan etkileri .....	52
Şekil 4.11. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca toplam fenolik değerlerine olan etkileri .....	54
Şekil 4.12. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca toplam antosiyanin değerlerine olan etkileri .....	56
Şekil 4.13. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca glikoz değerine olan etkileri .....	58
Şekil 4.14. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca sakaroz değerine olan etkileri .....	59
Şekil 4.15. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca fruktoz değerine olan etkileri.....	59
Şekil 4.16. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca toplam bakteriye (logcfu/g) olan etkileri.....	61
Şekil 4.17. %0, %0,01 ve %0,02 hekzanal sprey uygulamasının ‘fortuna’ çilek çeşidinin 0. Gün toplam bakteri (logkob/g) üzerine etkisi .....	62
Şekil 4.18. %0, %0,01 ve %0,02 hekzanal sprey uygulamasının ‘fortuna’ çilek çeşidinin 15. Gün toplam bakteri (logkob/g) üzerine etkisi .....	62
Şekil 4.19. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca toplam maya-küfe (logcfu/g) olan etkileri.....	63

Şekil 4.20. %0, %0,01 ve %0,02 hekzanal sprey uygulamasının ‘fortuna’ çilek çeşidinin 0. Gün toplam maya-küf (logkob/g) üzerine etkisi.....	63
Şekil 4.21. %0, %0,01 ve %0,02 hekzanal sprey uygulamasının ‘fortuna’ çilek çeşidinin 15. Gün toplam maya-küf (logkob/g) üzerine etkisi.....	64
Şekil 4.22. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca O <sub>2</sub> değerine olan etkileri.....	65
Şekil 4.23. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca CO <sub>2</sub> değerine olan etkileri .....	65
Şekil 4.24. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca çürüme miktarına olan etkileri.....	67
Şekil 4.25. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca şçkm değerine olan etkileri.....	68
Şekil 4.26. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca ph değerine olan etkileri .....	70
Şekil 4.27. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca e.c* değerine olan etkileri.....	71
Şekil 4.28. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca duyuşal değerlere olan etkileri.....	72

## SİMGELER ve KISALTMALAR

1-MCP	1-Metilsiklopropen
APX	Askorbat Peroksidaz
CAT	Katalaz
DPPH	2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
EFF	Geliştirilmiş Tazelik Formülasyonu
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
FCR	Folin- Ciocalteus Reagent
FDA	Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi
GPX	Glutasyon Peroksidaz
GRAS	Genellikle Güvenli Olarak Kabul Edilen
HCl	Kitinaz
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi
MAP	Modifiye Atmosfer Paketleme
NA	Nutrient Agar
PAL	Fenilalanin Amonyum Liyaz
PCA	Plate Count Agar
PDA	Potato Dextroz Agar
PLD	Fosfolipaz D
PME	Pektin metil esteraz
POD	Peroksidaz Enzimi
PPO	Polifenoloksidaz
SÇKM	Suda Çözünebilir Kuru Madde
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
SOD	Süperoksit Dismutaz
TA	Titre Edilebilir Asitlik
TTO	Çay Ağacı Yağının
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UV	Ultraviyole

## 1. GİRİŞ

Çilek (*Fragaria x ananassa* Duch.) üzüksü meyveler familyasının en önemli üyelerinden biri olup birçok ülkede yetişmektedir. Ülkemizde ise TÜİK verilerine göre 446.525 ton çilek üretimi ile Avrupa'da birinci dünyada ise Çin, ABD, Meksika'dan sonra dördüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2020). Üretimin de büyük bir bölümü ihraç edilmektedir.

Çilek yetiştiriciliği; üzüksü meyvelerde önemli bir yere sahiptir ve dünyanın birçok yerinde yetiştirilmektedir. Çok yıllık otsu, yaprak dökmeyen bir bitki olan çilek; aroması, vitamin ve mineral içeriği bakımından dünya çapında milyonlarca insanın diyetine girmiştir. Çilek, son 50 yılda daha popüler hale gelmiştir (Secer, vd., 2019). Çilek yapısı bakımından klimakterik olmayan ve bu sebepten dalından koptuğunda olgunlaşma gerçekleştirilmeyen kısıtlı raf ömrüne sahip hoş kokulu ve canlı renkli, besleyici özelliği yüksek bir meyvedir. Çilek özellikle geçtiğimiz yıllarda dünyada ve Türkiye'de giderek artan öneme sahiptir ve en büyük etken değişik iklim ve toprak koşullarında ekonomik olarak yetiştirilmesi olmuştur. Ayrıca çilek, olgunlaşma döneminde pazarda taze meyvenin az olması nedeniyle bu durum çileğe iyi bir pazar avantajı sağlamaktadır. Taze olarak tüketilmesiyle beraber işlenerek de tüketilebilen ve vitaminlerce zengin bir meyve olduğu bilinmektedir. Ülkemiz çilek üretiminin %45,54'ünü Marmara, %30,39 Akdeniz, %13,71'ini Ege Bölgesi karşılamaktadır. Akdeniz Bölgesi ise erkenci çilek yetiştiriciliği açısından ayrı bir öneme sahiptir. Çilek meyvesi, hızlı yatırım getirisi sebebiyle küçük aile işletmeleri için de uygun görülmektedir (Nacar, 2012).

Ülkemiz çilek yetiştiriciliği açısından uygun koşullara sahip olmakla birlikte ülkemizde yaklaşık 8 ay boyunca farklı bölgelerde çilek yetiştiriciliği yapılabilmektedir (Ertürk, vd., 2017). Çilek, güzel görünümü, canlı rengi, hoş kokusu ve tadı olan, yeni geliştirilen üretim yöntemleri ve yeni geliştirilen çeşitleriyle üretim olanağı artan bir meyvedir (Demircan, vd., 2019). Çilek, taze meyve olarak tüketilmesinin yanı sıra, kek ve dane gevreği yapımında kullanılan kurutulmuş haliyle reçel, jöle, dondurma, meyveli yoğurt, meyve suyu, likör, şarap yapımında da kullanılmaktadır. Çilek meyvesinin hem tüketicinin hem de gıda endüstrisinin

tercihlerine uyumlu olması nedeniyle dünyada geniş üretim alanı olan önemli bir meyve olduğu söylenebilmektedir (Demircan, vd., 2019). Türkiye'nin çilek dış ticareti incelendiğinde önemli bir döviz kaynağı olduğu ve net bir iyileşme potansiyeline sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Çilek meyvesi oldukça çabuk bozulan bir meyve olup ortam sıcaklığında saklama sırasında özellikle mantari saldırılara karşı hassastır. *Botrytis cinerea*'nın neden olduğu gri küf çürümesi, çilek meyvesinin depolama ömrünü etkileyen hasat sonrası önemli hastalıklardan biridir (Jin, vd., 2017). Klimakterik olmayan bir meyve olan ve tam olgunlaştığında hasat edilen çilekler, en iyi duyusal ve organoleptik özelliklere sahip olarak tüketilir. Hasat olgunluğu ve hasat sonrası koşullar, çileklerin duyusal ve besleyici niteliklerini etkileyen iki ana faktördür (Misran, vd., 2015). Geleneksel olarak mantar ilacı, çilek meyvesinin hasat sonrası çürümesini önlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak tüketiciler, sentetik fungusitlerin kimyasal kalıntıları, insan sağlığı ve çevre kirliliği üzerindeki potansiyel olarak zararlı etkilerinden endişe duymaktadır. Bu nedenle, çilek meyvesindeki hasat sonrası çürümeyi kontrol etmek için yeni stratejiler aramak gerekir (Pombo, vd., 2011; Jin, vd., 2017)

Meyveler, mikrobiyal, duyusal ve beslenmeyi kapsayan niceliksel ve niteliksel kayıplara çok açıktır. Olgunlaşma sürecini arttıran soğuk yaralanma, hızlı olgunlaşma ve mantari çürüme nedeniyle büyük kayıplar meydana gelir (Chan ve Tian, 2006; Ashitha, vd., 2020). Bu nedenle, meyve ve sebzeler çabuk bozulan ürünlerdir. Küresel olarak, sebze ve meyvelerde hasat sonrası kayıplar üretimin %35 ila %60'ı arasında değişmektedir (Gustavsson, vd., 2011; Ashitha, vd., 2020). Aşırı olgunlaşma meyvede bozulmaya ve yumuşamaya neden olmaktadır. Meyve yumuşamasına neden olan hücre duvarlarının bozulması, patojenlere ve mekanik yaralanmalara karşı ilk savunma hattını zayıflatır. Bununla birlikte, hücrelerdeki doğal yaşlanmanın nihai nedeni, hücrelerin dış etkenlerden kendini korumaya yarayan zar yapısının büyük ölçüde bozulmasından kaynaklanmaktadır (Paliyath ve Padmanabhan, 2018).

Bu nedenle, taze ürünün kalitesini korumak için, değiştirilmiş ve kontrollü atmosferler, ısıt işlemler, yenilebilir kaplamalar, kimyasal ve doğal koruyucularla

koruma dahil olmak üzere çeşitli hasat sonrası işlemler geliştirilmiştir (Ashitha, vd., 2020). Bu çalışmada ise GRAS (genellikle güvenli olarak kabul edilir) bileşiği olan hekzanal formülasyonu çilek meyvelerine derim öncesi sprej olarak uygulanıp meyvenin olgunlaşma, raf ömrü, renk, gri küf gibi mikrobiyal bozulmaları kontrolü ve iyileştirme amaçlanmıştır.

Bu çalışmayla hassas olan çilek meyvelerinde, kısa sürede meydana gelen mantari çürümelere engellemek amacı ile söz konusu bozulmalardan kaynaklanan ürün ve kalite kayıplarının, alternatif doğal uygulamaları ile en aza indirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla pestisitlere alternatif olarak tüketici ve çevre dostu, ürünlerin olgunlaşma hızlarını yavaşlatan, klimakterik ve klimakterik olmayan meyvelerde kullanılabilen, raf ömrünü uzattığı, çürümelerden kaynaklanan ürün kaybını engellemede başarılı bir şekilde kullanıldığı belirlenmiş olan hekzanal uygulamasının çilek meyvelerine uygulanması amaçlanmıştır. Bu uygulama doğrultusunda ülkemizde yoğun olarak yetiştiriciliği ve pazarlaması yapılan 'Fortuna' çilek çeşidi meyveleri materyal olarak kullanılmıştır. Çilek meyvelerine yapılan derim öncesinde hekzanal sprej uygulaması ile çilek meyvelerinin mantari çürüme kayıpları azaltılarak meyve dayanıklılığı ve muhafaza ömrünün uzatılması sağlanmaya çalışılmıştır. Böylece derim öncesi hekzanal sprej uygulaması ile sentetik fungusitlerden kaynaklanan kalıntılara çözüm bulunması ve ülkemizde üretimi önemli bir paya sahip çilek meyvelerinin hem iç hem de dış pazarda verimliliğinin artırılması amaçlanmıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Olgunlaşma meyvelerde tat, renk, aroma gibi niteliklerin gelişmesini sağlayan önemli bir olaydır. Bununla birlikte, aşırı olgunlaşma meyvede bozulmaya ve yumuşamaya neden olmaktadır. Meyve yumuşamasına neden olan hücre duvarlarının bozulması, patojenlere ve mekanik yaralanmalara karşı ilk savunma duvarını zayıflatır. Bununla birlikte, hücrelerdeki doğal yaşlanmanın nedeni, hücrelerin dış etkenlerden kendini korumaya yarayan zar yapısının büyük ölçüde bozulmasından kaynaklanmaktadır. Membran yapısındaki bu zarın bozulması, hasat sonrası depolama sırasında bahçe ürünlerinde stres ve yaşlanmanın yaygın bir temel özelliğidir (Paliyath ve Padmanabhan, 2018). İnsan diyetinin önemli bir temel bileşeni olan çilek meyvesi de oldukça hassastır. Türkiye’de iç ve dış pazarında büyük bir paya sahip olduğu için kalitesi de ekonomik olarak çok önemlidir. Doku, taze meyve ve sebzelerin tüketici değerlendirmesinde en kritik kalite özelliklerinden biridir ve çilekler, mekanik işlemler sırasında yüksek dayanıksızlık ve kalite kaybını önlemek için işleme gereksinimleri ile sonuçlanan hasara karşı çok hassastır. Çilek meyvesindeki kayıplar hasat alanında başlar ve tedarik zinciri boyunca birikir. Meydana gelebilecek mekanik hasar meyvenin daha hızlı bozulmasına yol açabilir. Taşıma sırasında üst kasalarda 7,5-10 Hz titreşime maruz kalan çileğin %50'den fazlasının satılamaz olduğu tespit edilmiştir. Bazı literatürler, çileğin sertliğinin esas olarak meyve çeşidine, depolama süresine ve koşullarına bağlı olduğunu göstermiştir (An, vd.,2020).

Görgüç, vd. (2019), çilek meyvesi antioksidan, antihiperlipidemik, antiinflamatuvar ve kan basıncını düşürücü etkiye sahiptir. Bu sebeple çilek fonksiyonel bir gıda olarak nitelendirildiği belirtilmiştir. Sahip olduğu antioksidan kapasitesinin büyük ölçüde çilek meyvesinin yapısında yer alan polifenoller ve vitaminlerden kaynaklandığı bildirilmektedir. Literatürde çilek meyvesinin yapısında kuersetin, siyanidin, elajik asit, kaempferol ve pelargonidin glikozitleri gibi yaklaşık 40 çeşit fenolik bileşiğin varlığı belirtilmiştir.

Hewajulige, vd., (2019) Hekzanal bitkilerde doğal olarak oluşan altı karbonlu bir bileşik olup ve hekzanal formülasyonlarının hasat öncesi veya hasat sonrası

uygulanmalarının antioksidan aktiviteyi, meyve sertliği ve çözüner katı madde miktarını arttırdığını hekzanal içeren geliştirilmiş tazelik formülasyonların (EFF) uygulanması klimakterik ve klimakterik olmayan meyvelerin raf ömrünü uzattığını belirtmiştir.

Wang, vd., (2020), yaptıkları çalışmayla çilek meyve olgunlaşması, farklı düzenleme seviyelerinde birden fazla faktörden etkilenen karmaşık bir süreç olduğunu ve yüksek CO<sub>2</sub>' nin olgunlaşmayı geciktirdiğini, antosiyanin sentezini engellediğini belirtmişlerdir. Absisik asit öncüllerinin çilek meyve olgunlaşmasının düzenlenmesinde önemli rol oynadığını bildirmişlerdir. Meyve yumuşaması, meyve olgunlaşmasının bir diğer önemli göstergesi olduğunu, hücre duvarı polisakkaritlerinin parçalanması meyve yumuşamasında rol oynadığını ve pektin meyvedeki hücre duvarının ana bileşeni olduğunu belirtmişlerdir. Pektin metilesteraz enzimlerinin aktivitesinin büyük yeşil meyve aşamasında maksimuma ulaştığını ve daha sonra meyve olgunlaşmasıyla azaldığını belirtmişlerdir.

## 2.1 Çilek Meyvesine Uygulanan Çalışmalar

Jin, vd., (2017), çilek meyvesine *Botrytis cinerea*'nın neden olduğu gri küf çürümesine karşı Ultraviyole C (UV-C) uygulamasının etkisi ve olası mekanizmalarını araştırdıklarını belirtmişlerdir. UV-C uygulamasının, çilek meyvesindeki lezyon çapını önemli ölçüde azalttığını ve UV-C ile muamele edilmiş çilekte *B. cinerea* lezyon çapı, 5 °C'de inkübasyonun 9. ve 12. günlerindeki kontrole kıyasla %36,1 ve %24,2 daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. UV-C işleminin *B. cinerea* ile aşlanmış çilek meyvesinde gri küf gelişimini önemli ölçüde inhibe ettiğini açıklamışlardır. UV-C uygulamasının meyve çürümesini önemli ölçüde azalttığı ve çilek meyvesinde daha yüksek CHI (kitinaz) ve β-1,3-glukanaz aktivitelerini arttırdığını, bunun da *B. cinerea*'ya karşı hastalık direncinin artmasına katkıda bulunduğunu açıklamışlardır. Kitinaz (CHI), β-1, 3-glukanaz, fenilalanin amonyum liyaz (PAL), peroksidaz enzimi (POD) ve polifenoloksidaz (PPO) aktivitelerini artırdığını gösterdiği yönde olduğunu bildirmişlerdir. UV-C işleminin toplam fenolik içeriğini de artırdığını ve UV-C uygulamasına tabi tutulan meyvelerin kontrole kıyasla süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve askorbat peroksidaz

(APX) gibi antioksidan enzimlerin aktivitelerinin de daha yüksek olduğunu açıklamışlardır. PPO aktivitesinin UV-C ile muamele edilmiş çileklerde depolama sonunda kontrole göre %38,7 daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. UV-C uygulamasına tabi tutulan çileklerde 6. günden sonra kontrole göre önemli ölçüde daha düşük H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeriği bulunduğunu belirtmişlerdir. UV-C uygulamasının patojen hastalıklarında ve *B. cinerea*'ya karşı önemli etkisi olduğunu açıklamışlardır.

Özkaya, vd., (2017), yaptıkları çalışmada 'Rubygem' çilek çeşidine yetiştirme periyodu boyunca Kalsiyum (Ca), Bor (B), Kalsiyum+Bor (Ca+B) uyguladıklarını belirtmişlerdir. Hasat ve hasattan sonra 1 ve 3. gün 22 °C, %55-65 nem koşullarında muhafaza ettiklerini bildirmişlerdir. İncelenen kalite parametreleri üzerine etkileri ağırlık kaybında %2.97 ile %3.60 arasında değişen bir ortalama olduğu, kontrol meyvelerinde en yüksek ağırlık kaybı olurken Ca+B uygulamasında en düşük olduğunu belirtmişlerdir. Renk değerlerinde en düşük Hue açısı değerini Ca+B uygulamasından alındığı belirtilmiştir. Meyve eti sertliğinden aldıkları sonuçlara göre en yüksek sertlik değerinin Ca+B ve Ca uygulaması gören meyvelerden aldıklarını belirtmişlerdir. Antioksidan aktivite değişimleri ve TA değerinde ise uygulamalar arası istatistiksel olarak önemli fark bulunmadığını belirtmişlerdir.

Wei, vd., (2018), yaptıkları çalışmada, çay ağacı yağının (TTO) klimakterik olmayan çilek meyvesindeki kalite parametreleri üzerindeki etkilerini araştırmak için meyvelere hasattan 0, 3 ve 6 gün önce 1.4 mL L<sup>-1</sup> çay ağacı yağı püskürtüldüğünü belirtmişlerdir. Hasat edildikten sonra 20 °C'de depolanan çilek meyvelerinde, uygulamaya tabi tutulmayan meyvelerdeki çürüme oranının 4. günde %100'e ulaştığını ve TTO uygulamasının 3, 4 ve 5. günlerde sırasıyla %31,1, %30,9 ve %25,5 oranında meyvelerdeki çürüme oranını azalttığını belirtmişlerdir. Uygulamanın sertlik, suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı (SÇKM) ve titrasyon asitliği (TA) yönünden kayda değer bir etkisinin olmadığını açıklamışlardır.

## **2.2 Meyve ve Sebzelere Uygulanan Hekzanal Çalışmaları**

Utto, vd., (2008), sağlam domatesler üzerine hekzanal buhar (5–15, 40–70, 100–160 ve 200–270 µL<sup>-1</sup>) uygulama odasında giden akış hızlarının (1–5, 8–15, 20–30 ve 40–

60 mL min<sup>-1</sup>) ayarlanmasıyla *Botrytis cinerea*'ya karşı organik buhar uygulaması yaptıkları çalışmada sürekli veya tek bir doz uygulandığını belirtmişlerdir. Her uygulama için 10 tane meyve kullanılmış ve hekzanal buhar uygulamasının antifungal aktivitesini incelemek için, her bir domates, yüzeyini dezenfekte etmede %70 (v/v) etanol çözeltisine batırılmış pamuk pedlerle silinmiş ve yüzey kuruyana kadar ortam koşullarında bırakıldığını belirtmişlerdir. *Botrytis cinerea* sporlarının yara aşılama tekniği yoluyla ilave edildiğini belirtmişlerdir. Kontrol ve hekzanal ile muamele edilmiş domateslerin hasat sonrası mikrobiyolojik, fizyolojik ve kalite özellikleri 20±1 °C ve %99 bağıl nemde 7 gün süreyle saklanması sırasındaki incelemelerde sürekli hekzanal uygulamada gri küfün bastırıldığı, tek dozlu tedavide ise minimum antifungal aktivite gösterdiğini açıklamışlardır. Minimum engelleyici konsantrasyona sürekli maruz kalma sırasında meyve solunum hızı %50 arttığı ve kırmızılaşmanın yavaşladığını belirtmişler. Uygulamalı ürünlerin etilen üretiminde net bir eğilim görülmediğini ve işlenmiş meyvelerin, sertlik veya ağırlık kaybı açısından kontrollerden farklı olmadığını açıklamışlardır. Sürekli maruz kalma tekniğinin aksine, hekzanal tek doz uygulamasının fizyoloji ve kalite özellikleri üzerinde belirgin bir etkisi görülmediğini açıklamışlardır. Hekzanal ile muamele edilmiş domateslerin, önemli solunum hızı haricinde hekzanal ile muamele edilmeyenlere benzer şekilde davrandığı ve aktif bir paketleme sistemine hekzanal dâhil edilmesinin potansiyel olarak, hasat sonrası çürüklerin azaltılması yoluyla raf ömrü faydasında yüksek artış sağladığını açıklamışlardır.

Sharma, vd., (2010), hasat sonrası raf ömrü kısa ve klimakterik meyve sınıfında olmayan kiraz (*Prunus avium* L.) meyvesinde hasat öncesi hekzanal uygulaması, hasat sonrası 1-metilsiklopropan (1-MCP) ve hekzanal buhar uygulamalarının kirazın kalite parametreleri ve raf ömrü üzerindeki etkileri araştırıldığını belirtmişlerdir. Hasat öncesi hekzanal sprey uygulamasına tabi tutulan kirazlar, 4 °C'de 30 günlük depolamadan sonra bile kontrol grubu kirazlardan daha iyi renk, parlaklık ve sertliğe sahip olduğunu ve bu hasat öncesi hekzanal sprey ile muamele edilmiş kirazlar kırmızı rengin arttığını gösteren daha yüksek kroma değerleri gösterdiğini açıklamışlardır. Hekzanal buhar, 1-MCP veya her ikisinin bir kombinasyonunun hasat sonrası uygulaması kirazların meyve sertliğini artırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca uygulamaların daha yüksek seviyelerde süperoksit dismutaz ve askorbat

peroksidaz aktiviteleri ile sonuçlandığını ve antosiyaninlerin ve fenolik bileşenlerin seviyeleri, 30 günlük depolama süresi boyunca arttığını açıklamışlardır. Hasat öncesi %2 oranında hekzanal sprey uygulanan kirazların daha yüksek bir L (parlaklık) renk değeri ve %35 daha yüksek kroma yoğunluğu değeri olduğunu açıklamışlardır. Hasat öncesi sprey uygulamasında %2 doz uygulanan meyvelerin %1 ve kontrol meyvelerine göre sertlikte daha fazla artışın olduğu ve %2 doz uygulanan meyvelerin sertliği, hasattan sonra 2. günde 0.46 N'den 15. günde 0.50 N'ye ve hasattan sonra 30. günde 0.50 N'ye, toplamda %13'lük bir artışla orantılı bir yükselmenin olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmadaki önemli bulgulardan birinin hasat öncesi %2 dozluk hekzanal sprey uygulamasına tabi tutulan tatlı kirazlardaki sürekli gözlenen parlak kırmızı renk olduğunu bildirmişlerdir.

Cheema, vd., (2014), hekzanal ve diğer bileşenleri içeren formülasyon ile sera domatesleri (*Solanum lycopersicum* L.) üzerinde hasat öncesi (3 haftada boyunca haftada 1 kere) ve hasat sonrası raf ürünü muhafaza için bir uygulama yaptıklarını açıklamışlardır. Yapılan analizler sonucunda, hasat öncesi haftada iki kez 1 mM hekzanal içeren hekzanal formülasyonu ile muamele edilmiş domateslerin, kontrol meyvelerine oranla renk parametresine ve sağlamlığa sahip olduğunu açıklamışlardır. Hasat öncesi hekzanal sprey uygulaması yapılan domateslerin 2 mM hekzanal içinde hasat sonrası daldırma uygulaması 21 günlük depolamadan sonra gelişmiş parlaklık ve ton açısı değerleri, azaltılmış kırmızı renk, artan meyve sertliği ve daha iyi askorbik asit içeriği ile sonuçlandığını ve bunların daha iyi kalitenin göstergesi olduğunu belirtmişlerdir. 3 haftalık spreylemeden sonra hasat edilen çeşitli hekzanal ve geliştirilmiş hekzanal formülasyonu işlemlerine tabi tutulan meyveler, birinci ve ikinci haftalarda işlem görenlere kıyasla en yüksek sertlik değerlerini gösterdiğini ve 6.76 N/mm'lik en yüksek sertlik değeri, %0.01 geliştirilmiş hekzanal formülasyonu ile muamele edilen (haftada iki kez) ve 3 haftalık ilaçlamadan sonra hasat edilen domateslerin olduğunu açıklamışlardır. Bu işlenmemiş domateslere göre sertlikte %100' lük bir artışa denk olduğunu belirtmişlerdir.

Misran, vd., (2015), yaptıkları çalışmada Güney Ontario'da yetiştirilen dört çilek çeşidinde (Mira, Jewel, Kent ve St. Pierre) fenolik ve uçucu maddelerin bileşimi ve hasat öncesi hekzanal işleminin meyveler üzerindeki etkisini değerlendirdiklerini

belirtmişlerdir. Hasat öncesi hekzanal sprey uygulaması Mira ve Jewel çeşitlerine uygulandığını belirtmişlerdir. Fenolik bileşiklerin kalitatif ve kantitatif profilleri, çeşitler arasında farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Hekzanal işlem uygulanmış çilek çeşidi, uygulanmamış meyveye kıyasla uçucu bileşenlerin oranında azalma tespit ettiklerini belirtmişlerdir. Genel olarak bakıldığında meyvelerin fenolik içeriklerinde kayda değer bir değişiklik fark edilmediğini belirtmişlerdir. Etil butanoat ve etil-3-metil bütanoat seviyelerinin hasat öncesi hekzanal sprey uygulamasına tabi tutulan meyvelerde kontrole kıyasla önemli ölçüde daha yüksek olduğunu açıklamışlardır.

Gill, vd., (2016), kış meyvesi guava 'Allahabad Safeda' için hasat öncesi hekzanal sprey uygulaması yaptığını bildirmişlerdir. Hekzanal uygulaması, daha önceden yapılan kalsiyum nitrat uygulamasıyla karşılaştırılacağını belirtmişlerdir. Meyveler oluklu mukavva kutularda paketlenmiş ve soğuk (6–8 °C ve %90–95 nispi nem koşullarında) bir odada muhafaza edildiğini belirtmişlerdir. Kalite kontrolü yapmak amacıyla beş hafta depolama boyunca haftalık analizler yapıldığını bildirmişlerdir. Hekzanal uygulaması görmüş meyvelerin diğer muamelelere kıyasla en düşük ortalama taze ağırlık kaybını (%3.39) verdiğini açıklamışlardır. Genel olarak muamele görmüş meyvenin depolama sırasında meyve sertliğini daha iyi koruduğunu ve muamele edilmiş meyvelerde minimum bir ortalama çürüme (%8.08) oranı kaydedildiğini belirtmişlerdir.

Jincy, vd., (2017), klimakterik bir meyve olan mango (*Mangifera indica* L.) çalışmasında hasat sonrası hekzanal uygulamasının mango meyvesi üzerindeki fizikokimyasal etkilerini ölçmek ve hekzanal muameleden sonra mango meyvesindeki oksidan, antioksidan ve antioksidan enzim aktivitesindeki değişiklikleri değerlendirmek olduğunu açıklamışlardır. Olgunlaşma zamanında hasat edilen mango meyvelerine %2 hekzanal solüsyona daldırıldıktan sonra normal şartlarda (25±0.8 °C) saklandığını bildirmiştir. Sonuçların, hekzanal işlemlerin meyvede etilen üretim hızını, oksidan içeriğini ve olgunlaşma enzim aktivitesinin kontrol ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde azalttığını, meyvede olgunlaşmayı ve yaşlanmayı geciktiren anahtar faktörlerin oluştuğunu gösterdiği yönde olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte, süperoksit dismutaz, katalaz, askorbat peroksidaz,

glutasyon peroksidaz gibi antioksidan enzimlerin aktiviteleri ve askorbik asit içerikleri hekzanal tedaviye uygulamasına yanıt olarak arttığını açıklamışlardır. Yapılan çalışmayla meyve kalitesinde kayıp olmaksızın, çevre saklama koşulları altında mango meyvesinin raf ömrünü uzattığını, olgunlaşmanın en az 2 gün geciktiğini, açıklamışlardır. Hekzanal uygulanan meyveler kontrol meyvelerine göre O<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> içeriklerinde önemli azalma gözlemlendiğini ve benzer şekilde, malondialdehit ve hücre zarı hasarı, hekzanal uygulaması nedeniyle belirgin şekilde azaldığını ayrıca hekzanal uygulanan meyvelerin PLD (fosfolipaz D) enzim aktivitesi kontrolünü önemli ölçüde düşürdüğünü açıklamışlardır. Mango meyvelerin maksimum organoleptik, besleyici ve fonksiyonel kalite özellikleriyle tüketicilere ulaşmasını sağlamak için, hekzanal'in meyve olgunlaşma sürecini geciktirmedeki rolünün ekonomik öneme sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Kayal, vd., (2017), tarla koşullarında (Niagara gülü, Kanada) sınırlı büyüme mevsimi ve raf ömrüne sahip ahududu (*Rubus idaeus*) meyvesine üç hasat öncesi sprey formunda ana aktif bileşen (HC) olarak sulu hekzanal karışımı uyguladıklarını açıklamışlardır. Meyvelerin üç gelişim aşamasında seçildiğini: erken, orta ve geç. HC'nin etkileri, tedavi edilen meyveler üzerindeki fizyolojik, biyokimyasal ve anatomik parametreler kullanılarak değerlendirildiğini, hekzanal içermeyen aşılamanın etkileri ile karşılaştırıldığını açıklamışlardır. Kontrol ile karşılaştırıldığında, HC ile muamele edilmiş meyvelerde çekme kuvveti (meyveyi kaptan ayırmak için gereken gerilim) önemli ölçüde iyileşirken, şeker ve asitlik, HC tedavisine yanıtta önemli bir değişiklik göstermediğini bildirmişlerdir. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizi, sert epidermal kılların varlığıyla HC ile muamele edilmiş meyvelerdeki meyveler ve bunların yuvası arasında daha güçlü bir bağlanma derecesi arasında yüksek bir korelasyon ortaya çıkardığını açıklamışlardır. Hekzanal uygulanmış ahududu meyvelerinin depolama süresi boyunca ağırlık kaybı %25,9 ve kontrol meyvelerinde %30,2 olarak hesaplandığını açıklamışlardır. İşlenmemiş meyvede fosfolipaz D'lerin (PLD) transkript seviyelerinde sürekli bir artış gösterdiğini ve bunun aksine, transkript seviyeleri altı günlük saklama süresi boyunca hekzanal muameleye bağlı olarak kademeli olarak azaldığını, son dört günde sadece eser transkript seviyeleri tespit edilebildiğini açıklamışlardır. Uygulamanın toplam çözünür katılar (SÇKM) ve titre edilebilir asitlik (TA)

üzerindeki etkileri hasattan sonraki altı gün boyunca günlük olarak değerlendirilmiş ve meyveler üzerinde çok az etkisi olduğu sonucuna varıldığını belirtmişlerdir. Hasat öncesi hekzanal sprey uygulamasının sonucunda PLD aktivitesini baskılayabileceği ve böylece gelişmiş zar stabilitesine ve dolayısıyla ahududu meyvesinin uzun ömürlülüğüne varılabileceğini açıklamışlardır.

Cheema, vd., (2018), tatlı dolmalık biber (*Capsicum annum* L.) meyvelerine hekzanal buhar uygulamış ve 21 gün süreyle 7 gün aralıklarla saklama sırasında kalite özelliklerine, raf ömrüne ve antioksidan enzim aktivitelerine etkisi değerlendirilmiştir. Hekzanal buhar işlemlerine tabi tutulan biberler (%0,005, %0,01 ve %0,02, v/v), olgunlaşma sürecinde ve hasat sonrası kalitelerin korunmasında, 21 günlük depolamada bile işlenmemiş biberlere kıyasla kayda değer bir gecikme gösterdiğini açıklamışlardır. Hekzanal buhar işlemi uygulanan tatlı dolmalık biberler, kontrol meyvelerine kıyasla artan sertlik, fizyolojik su kaybında azalma ve daha düşük elektrik iletkenliği ile karakterize edildiğini, bunun da daha iyi hücre zarı korumasını gösterdiğini belirtmişlerdir. Hekzanal buhar uygulanan biberlerin, uygulanmayan biberlere kıyasla daha iyi görsel nitelikler taşıdığını ve meyvenin geciken kırmızılığının raf ömründeki uzama göstergesi olduğunu bildirmişlerdir. %0,02 hekzanal buhar uygulamasına tabi tutulan meyvelerin, %0,005 ve %0,01 hekzanal uygulanan veya kontrol meyvelerine kıyasla, kademeli bir düşüşle, en düşük elektriksel iletkenlik değerlerine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Kontrol meyvelerinde gözlemlenen yüksek elektriksel iletkenlik sebebiyle, meyvede aşırı yumuşama ve büzüşmesine neden olan tam sertlik kaybının meydana geldiğini açıklamışlardır. İncelenen 3 farklı konsantrasyon arasında (%0,005, %0,01 ve %0,02) dolmalık biberlerin renk gelişimini ve olgunlaşmasını geciktirmede en çok %0,02 hekzanal buhar işlemi başarılı olduğunu ve biberlerin hasat sonrası kalitelerinin korunmasında ise en etkili işlemin %0,01 hekzanal buhar olduğunu açıklamışlardır.

Debysingh, vd., (2018), papaya meyvesinde hasat öncesi sprey, hasat sonrası daldırma ya da hasat öncesi sprey ve daldırmayı birlikte kullanarak hekzanal uygulaması yaptıklarını belirtmişlerdir. Hasat öncesi uygulama hasattan 30 gün önce iki hafta arayla papaya ağaçlarına sprey yöntemiyle uygulandığını bildirmişlerdir.

Daldırma işleminde ise hekzanal içeren solüsyona on dakika süreyle daldırıldığını ve depolamadan önce oda sıcaklığında havayla kurumaya bırakıldığını belirtmişlerdir. Hasat öncesi işlemden 20-22 °C / %90-95 bağıl nemde depolanmış ve hasattan 18. güne kadar kalite parametrelerinin gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Depolamada hasat sonrası hastalıkların görülme sıklığını azalttığını açıklamışlardır. Hasat öncesi sprey uygulanan papaya meyvelerinde ikinci püskürtmeden 75 gün sonra birinci renk şeridini geliştirirken, kontrol meyvelerinde ikinci püskürtmenin uygulanmasından 15 gün sonra birinci renk şeridini geliştiğini bildirmişlerdir. Meyve olgunlaşmasında 60 günlük bir gecikme oluştuğunu tam renk gelişimine kadar geçen süreyi artırdığını belirtmişlerdir. Yapılan uygulamayla papaya meyvelerinin hasat sonrası kalitesini daha iyi muhafaza ettiğini açıklamışlardır.

Dek, vd., (2018), yaptıkları çalışmada olgun yeşil domates meyvesi, meyve olgunlaşmasının düzenlenmesinin hedefleri olarak kabul edilen etilen reseptörü (ETR), fosfatidilinozitol 3-kinaz (PI<sub>3</sub>K) ve fosfolipaz D (PLD) inhibitörleri ile muamele edildiğini ve kullanılan inhibitörler arasında etilen reseptör engelleyici metilsiklopropan (1-MCP), PI<sub>3</sub>K inhibitörü wortmannin, PLD inhibitörü hekzanal kullandıklarını açıklamışlardır. Meyvelere inhibitörlerin optimal seviyelerinde muamele edildiği ve 21 °C'de 10 gün süreyle saklandığı belirtilmiştir. 1-MCP ve wortmannin ile muamele edilen domates meyvelerinin renk gelişimi büyük ölçüde gecikmiş ve solunum, sertlik, etilen gelişimindeki değişiklikler kontrol meyvesine çok benzediğini belirtmişlerdir. Hekzanalin bu değişikliklerin başlamasını geciktirdiğini açıklamışlardır. Üç inhibitörün tümü ile muamele edilen meyvelerin PLD transkript seviyelerinde belirgin bir azalma gösterdiğini belirtmişlerdir. 1-MCP ile muamele, en yüksek seviyede olgunlaşma inhibisyonu ile sonuçlandığını ve muamele edilen meyve depolamanın 10. gününde bile yeşil/sarı kaldığını ve wortmannin ile muamele edilen meyvelerin benzer eğilim gösterdiklerini açıklamışlardır. Hekzanal ile muamele edilmiş domateslerde, ilk a değeri negatif (yeşil, a<sup>-</sup>), 10. günde pozitif (kırmızı, a<sup>+</sup>) değerine yükseldiğini belirtmişlerdir. Etilen üretiminin hekzanal ve 1-MCP uygulamasına tabi tutulduktan sonra meyvelerde muameleden sonraki bir gün içinde inhibe edildiğini belirtmişlerdir. Kontrol meyvelerinin likopen içeriğinin 6. günden itibaren önemli ölçüde artarak 10. günde 76 mg'dan 154 mg/ kg<sup>-1</sup> dokuya yükseldiğini ve hekzanal ile muamele edilmiş

meyvelerin likopen içeriğinin kontrolünki ile aynı eğilimi izleyerek 6. günden 10. güne bir artış gösterdiğini açıklamışlardır.

Gill (2018), guava meyvesinde hekzanal uygulamasının etkilerini kontrol ettiğini belirtmiştir. Hekzanal sprey uygulanan guava meyvelerinin 12 °C’de muhafaza edildiğinde 28 güne kadar raf ömrünün arttığını belirtmiştir. Hekzanal formülasyon ile muamele edilen meyvenin kalitesi, kontrole kıyasla daha iyi olduğunu ve hasar belirtileri göstermeden yeşil kaldığını belirtmiştir. Muamele görmeyen meyvelerin iki haftalık depolamada yumuşadığını, aşırı olgunlaştığını ve yenmez hale geldiğini bildirmiştir. Hekzanal püskürtülmüş meyvenin, püskürtülmemişe kıyasla olgunlaşmasında bir gecikme olduğunu ve çürüme olasılığının daha düşük olduğunu belirtmiştir. Daha yüksek C vitamini içeriğine sahip olduğunu bildirmiştir. Hasat sonrası daldırma işlemine tabi tutulan guava meyvelerinin de sprey kadar iyi olduğunu belirtmiştir. Daldırma işlemi uygulanan meyvelerde olgunlaşmada gecikme, kilo kaybının azaltılması ve çürüme oranının azaltılması yoluyla guava meyvesinin kalitesinin korunmasına yardımcı olduğunu açıklamıştır.

Hutchinson (2018), Machakos ve Meru (Kenya) koşullarında ve yarı kurak bir bölgede kullandıkları iki çeşit muz örneklerinde hasat öncesi hekzanal sprey (hasattan 30 ve 15 gün önce) ve hasat sonrası daldırma (beş dakika) işlemleri uygulamıştır. Sprey uygulamasıyla meyvelerin 12-18 gün ağaçta meyve tutma oranını iyileştirdiğini ve salkımların olgunlaşmasını geciktirdiğini açıklamış, daldırma işlemiyle de raf ömrünün 20-30 güne kadar uzadığı belirtilmiştir.

Kumar, vd., (2018), Niagara bölgesinde, tarlada yetiştirilen ‘Fantasia’ cinsi nektarin meyvesine hasat öncesi hekzanal formülasyonu uyguladıklarını bildirmişlerdir. İşlenmiş meyvelerin 38. güne kadar sertliğini daha iyi koruduğunu belirtmişlerdir. İşlem uygulanmış ve işlem uygulanmamış meyveler arasında toplam çözünürlük, titre edilebilir asitlik ve renk değerlerinde hiçbir farkın olmadığını açıklamışlardır. Hasat öncesi hekzanal sprey uygulamasının, 3-Fosfolipaz D geninin, 5-N-glikoprotein grubu geninin ve olgunlaşma ve yumuşama işlemlerinde yer alan diğer genlerin transkript seviyelerinde oldukça önemli bir düşüşe neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu işlemin iç esmerleşme ve öğütülme gibi üşüme hasarlarının

büyükliğini ve başlangıcını önemli ölçüde azalttığını açıklamışlardır. Geliştirilmiş formülasyonla muamele edilmiş meyveler, 2 °C'de 45 günlük saklama süresi boyunca önemli ölçüde daha yüksek bir sertlik oranına sahip olduğunu belirtmişlerdir. İç esmerleşmenin başlangıcını 8 gün geciktirdiğini ve hasattan 45 gün sonra bile görülme sıklığını neredeyse %50 azaldığını açıklamışlardır.

Lanciotti, vd., (2018), dilimli elmalar modelinde aşılamanın *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* ve *Listeria monocytogenes* gibi patojenik türlerin durumu üzerindeki farklı hekzanal, (E)-2-hekzanal, heksil asetat ve bunların karışım konsantrasyonlarının etkilerini değerlendirmek ve dilimlenmiş elmaların paketleme atmosferine eklendiğinde seçilen moleküllerin hedef türlerine karşı antimikrobiyal aktiviteyi gözlemlemek olduğunu açıklamışlardır. Yapılan çalışmada, *L. Monocytogenes*'de büyüme potansiyelinde bir azalmaya neden olduğu fakat *E. coli*'ninkinde bir azalma olmadığı gözlemlenmiştir. Sıradan bir atmosferde paketlenen numunelerde hekzanalin en yüksek engelleyici etkilere sahip uçucu molekülü oluşturduğunu ve bu moleküllerin paketleme atmosferine 150 ppm eklenmesi, *S. enteritidis* gecikme fazında önemli bir artışa ek olarak, durağan fazda elde edilen maksimum hücre yükünde dikkate değer bir azalma olduğunu belirtmişlerdir.

Mwatawala, vd., (2018), Doğu Tanzanya koşullarında tatlı portakallara (Early Valencia, Msasa, Late Valencia, ve Jaffa) farklı dozlarda (%0,01, %0,02 ve %0,04) hekzanal ile muamele edildiği belirtilmiştir. Farklı dozlardaki hekzanale maruz kalan ağaçlar arasında meyve düşüş oranının önemli ölçüde olmadığını ve kontrole kıyasla hekzanal uygulanan ağaçlardaki meyve düşüşünün çok daha az olduğunu belirtmişlerdir. Saha denemeleri ayrıca hekzanalin, işlenmemiş kontrole kıyasla pazarlanamayan meyve sayısını azaltarak işlenmiş çeşitlerin verimini önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca hekzanal ile muamele edilmişlerin, hekzanal ile muamele edilmemiş kontrollere kıyasla portakal çeşitlerinin haşere hasarının önemli ölçüde azaldığını ve hasat zamanına bağlı haşere kusurlarının da azaldığını açıklamışlardır. Hekzanal solüsyona daldırma işlemiyle portakal meyvelerinin hasat sonrası ağırlık kaybını önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. Sonuçların,

hekzanalin meyve sertliğini arttırdığı ve tazeliğini koruduğu yönde olduğunu belirtmişlerdir.

Padmanabhan, vd., (2018), yaptığı çalışmada yabanmersini meyvesine hekzanal sprey uygulanmış. Uygulamaların 4 °C ve 21 °C’de depolandığı bildirilmiş. Uygulamaya tabi tutulan meyvelerin görünümünde hiçbir yan etki olmadığı belirtilmiştir. Hasat öncesi spreyn meyve sertliğini arttırdığı ve depolama ömrünü uzattığı saptanmıştır. 4 °C’de muhafaza edilen meyvelerin 21 °C’de muhafaza edilen meyvelere göre daha iyi sonuç verdiği belirtilmiştir.

Padmanabhan ve Paliyath (2018), ticari bir bahçe ortamındaki ağaçlar üzerinde yaptıkları sprey uygulamasında Red Delicious elma çeşidinde yüzey yanık oluşumunu engellediğini ve hekzanal daldırma işlemi ile Cortland elma çeşidindeki yüzey yanıklarında kayda değer bir azalma olduğunu gözlemlemişlerdir. Sprey uygulamasının elmalarının sertliğini arttırdığını ve acı çukur oluşumunu önlediğini belirtmişlerdir. Formülasyonla muamele edilen meyvelerde patojen (küf) enfeksiyonlarının da azaldığını belirtmişlerdir.

Padmanabhan ve Paliyath (2018), Vineland Araştırma İstasyonu ortamında yetiştirilen kiraz (*P. avium* cv. Bing) ağaçları üzerinde hasat öncesi sprey (%0,01, %0,02) ve buhar uygulamaları yapıldığını belirtmişlerdir. Uygulama başına üç ağaç kullanıldığı ve çözeltinin hasattan 15 ve 7 gün önce püskürtüldüğü belirtilmiştir. Hasat sonrası yeterli hekzanale tabi tutularak uygun poşetlerde 24 saat 4 °C’de bırakıldığını belirtmişlerdir. Hasattan sonra 15 ve 30 gün depolanan kirazlarda meyve rengi, sertlik ve toplam çözünür katı içeriği ölçüldüğü bildirilmiştir. Hasat aşamasında kontrol meyveleri ‘Bing’ kirazına has koyu mor renk tonunu gösterirken %0,02 hekzanal sprey uygulanan meyvelerin parlak kırmızı renkte olduğu ve depolama sırasında koyu mor renge dönüştüğü saptanmıştır. Bunun da olgunlaşma kalitesini elde etmede gecikmeye neden olduğunu belirtmişlerdir. Bu koşullarda hasat öncesi spreyn tatlı kirazda etkili olduğunu belirtmişlerdir. Meyve sertliğinde ciddi bir artışa sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Padmanabhan ve Paliyath (2018), sera ortamında, *Solanum lycopersicum* cv. *Prunus* cinsi domates ile hasat öncesi sprey (%0,01, %0,02) ile hasat sonrası daldırma (%0,01, %0,02) formülasyonları uyguladıklarını bildirmişlerdir. Haftada iki kez uygulayarak üç hafta sprey işlemine devam edildiğini belirtmişlerdir. Tek tip büyüklükteki olgun yeşil domateslere hasat sonrası hekzanal daldırma işlemi uygulandığını bildirmişlerdir. Daldırma işleminden sonra domateslerin oda sıcaklığındaki hava ile kurduğunu ve analize kadar 12 °C'de muhafaza edildiğini açıklamışlardır. Numuneleri 7, 14 ve 21 gün aralıklarıyla değerlendirdiklerini belirtmişlerdir. Daldırma işlemine tabi tutulmuş domatesler dört hafta boyunca 12 °C'de ve ardından analizden önce oda sıcaklığında yedi gün saklandığını açıklamışlardır. Domatesler (tohumlar da dâhil olmak üzere tüm meyve dokuları) bir karıştırıcıda üç dakika süreyle homojenleştirilip süzildikten sonra -20 °C'de muhafaza edildiğini belirtmişlerdir. Kontrol grubuna kıyasla işlenmiş ürünlerin sertliğinde yüksek bir artış gözlemlendiğini belirtmişlerdir. İşlemden 21 gün sonra askorbik asit seviyelerinde kademeli ve önemli bir artış gözlemlediklerini belirtmişlerdir. Hasat öncesi spreyde meyvelerde hiçbir olumsuz etki gözlemlenmediğini açıklamışlardır.

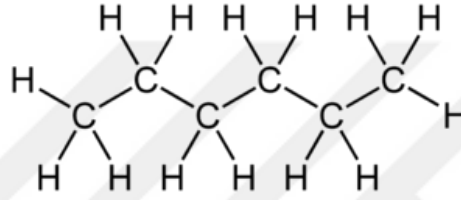
Sekar, vd., (2018) Tamil Nadu eyaletinde yetiştirilen mango ağaçları üzerinde hasat öncesi hekzanal sprey uygulandığını ve 18 günün sonunda işlem yapılan ağaçların, işlem yapılmayan ağaçlara göre %15 daha fazla meyve tuttuğunu açıklamışlardır. Hasat sonrası hastalıkların minimum düzeyde olup meyve veriminin arttığını bildirmişlerdir. İşlenmiş ağaçlardan elde edilen meyvelerin daha uzun raf ömrü ve kaliteye sahip olduklarını belirtmişlerdir. Çiftçilerin ek gelir veriminin arttığını açıklamışlardır.

Kaur, vd., (2019), Meyve Araştırma Çiftliği ticari bağında elde edilen sofralık çekirdeksiz üzümde (*Vitis vinifera* L.) sap dibi esmerleşmesini geciktirme adına yapılan çalışmada hasat öncesi hekzanal sprey (%1,0, %1,5, %2,0 v/v) uygulamasının hasattan bir ay ve 15 gün önce üzüm salkımlarına uygulandığını belirtmişlerdir. Hasat edilen meyvelerin 0–2 °C ve %90–95 bağıl nemde 60 gün süreyle saklandığını ve fiziko-kimyasal özellikler gibi diğer kalite parametrelerinin değerlendirilmesinin 0, 15, 30, 45, 60. günlerde yapıldığını belirtmişlerdir. Gerekli

temizleme işlemleri yapıldıktan sonra polietilen torbalara paketlenip üzüm salkımları (her analiz için 2 kg) oluklu fiber kutulara yerleştirildiğini açıklamışlardır. %2'lik hekzanal formülasyonu 60 günlük depolama için esmerleşmeyi önemli ölçüde bastırdığını ve %1,5 ve %2 uygulamaya tabi tutulan meyvelerin 45 gün boyunca taze ve yeşil kaldığını bildirmişlerdir. Kontrol meyvelerinde 30 günden sonra sağlıklı kahverengileşmenin kaybolduğunu belirlemişlerdir. Renk analizi sonucunda %2 hekzanal uygulanan meyvelerin kahverengi renk pigment gelişimini önemli ölçüde bastırıp tazeliğini koruduğunu belirtmişlerdir. Hasat öncesi hekzanal formülasyon işleminin polifenoloksidaz (PPO) aktivitesini önemli ölçüde bastırdığını açıklamışlardır. %2 hekzanal formülasyon uygulaması ile %1,5 hekzanal formülasyonu 60 günlük soğuk depolamanın sonunda PPO için en düşük değeri kaydettiğini belirtmişlerdir. İşlenmiş meyvelerin işlem görmemiş meyvelere kıyasla parçalanmada önemli ölçüde ( $p<0,05$ ) daha düşük sonuç verdiğini ve %2 dozun en iyi sonucu (%0,94) verdiğini bildirmişlerdir. Hekzanal formülasyonun kontrol meyvelerine kıyasla ağırlık kaybını geciktirmede daha yüksek etkinlik gösterdiğini ve %2 dozun önemli ölçüde ( $p<0,05$ ) depolama boyunca ağırlık kaybını geciktirdiğini (%1,65) belirtmişlerdir. Hasat öncesi hekzanal sprej uygulanan meyvelerin maksimum ortalama titrasyon asitlikleri %2'de %18,45, %1,5'de %18,20 iken işlem görmemiş meyvelerde minimum değer %17,4 olduğunu açıklamışlardır. Yüksek doz olan %1,5 ve %2 hekzanal işlemlerin, düşük doz (%1) ve kontrol meyvelerine kıyasla titre edilebilir asitlikte bozunma oranını etkili bir şekilde geciktirdiğini açıklamışlardır.

Kullanılan farklı doğal bileşikler arasında hekzanal popülerdir ve meyve ve sebzelerin hasat sonrası depolama niteliklerini iyileştirmede etkili bulunmuştur. Hekzanal, tüm sebze ve meyvelerde bulunan doğal olarak oluşan bir bileşiktir. FDA, bir GRAS bileşiği olarak hekzanal önermiştir, bu nedenle sağlık üzerinde hiçbir yan etkisi yoktur ve insan kullanımı için güvenlidir. Hekzanal, meyve ve sebzelerde hem hasat öncesi hem de hasat sonrası uygulamalarda kaybı azaltmak için kullanılabilir. Hekzanalın hasat öncesi uygulaması, kalite özelliklerinin korunması ile birlikte meyve çürümesinde önemli bir azalma olduğunu bildirmiştir. Hekzanal uygulama, bastırılmış mikrobiyal saldırı ile birlikte daha uzun depolama ömrü sağlar (Ashitha, vd., 2020).

Hekzanal, moleküler ağırlığı  $100,158 \text{ g mol}^{-1}$  olan bir alkandır. Hekzanalın erime noktası ve kaynama noktası sırasıyla  $20^{\circ}\text{C}$  ve  $130\text{-}131^{\circ}\text{C}$ 'dir. Hekzanalın sabit basınçlı ısı kapasitesi  $28.5 \text{ }^{\circ}\text{K}$ 'de  $210,4 \text{ Jmol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 'dir (Vasilev, vd., 1991). Hekzanalın, görünüşte substrat-enzim ara ürününün bütün hidrolizini kesebilecek bir hidroksil grubunun bulunmamasından dolayı daha güçlü bir inhibitör olduğu kanıtlanmıştır. Hekzanal, doğal olarak oluşan bir bileşiktir ve ayrıca GRAS olarak kabul edilir (genellikle güvenli olarak kabul edilir) (Paliyath ve Padmanabhan, 2018).



Şekil 2.1. Hekzan kimyasal formülü

Genellikle hekzanal,  $\alpha$ -tokoferol ve askorbik asit gibi antioksidanlar içeren özel formülasyonlarda buhar, sprey (hasat öncesi) veya daldırma işlemi (hasat sonrası) olarak uygulanır (Paliyath ve Murr 2007; Paliyath ve Padmanabhan, 2018).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

##### 3.1.1 Araştırma ürününün yetiştirildiği alan

Çalışmada bitkisel materyal olarak ülkemizde yaygın şekilde tüketilen ve iç-dış pazarlamada talep gören 'Fortuna' çilek çeşidi kullanılmıştır. 2020 yılına ait çilek denemeleri Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Bahçesinde yer alan İspanyol tipi tünel seralarda sorumlu kişiler tarafından üretilmiştir (Şekil 3.1). Her uygulama için 300 adet bitki kullanılmıştır.

Çilek fideleri, 2019-2020 yılı yetiştiricilik sezonunda Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Araştırma ve Uygulama alanında yer alan seraya 2019 Eylül ayı sonunda dikilmiştir. Seranın sulama ve gübreleme işlemleri düzenli olarak yapılmıştır. Çilekler ticari olgunluk aşamasında hasat edilmiştir.



Şekil 3.1. 2020 yılı araştırma ürünlerinin dikimi ve hasat alanı



Şekil 3.2. Çilek meyvelerinin hasadı ve hasat sonrası meyvelerin MAP’da ambalajlanması

### 3.1.2 Araştırmada kullanılan çileğin özellikleri

‘Fortuna’ çilek çeşidi, Florida Üniversitesi araştırmacısı tarafından kısa gün bitkisi olarak ıslah edilmiştir. Çiçeklenmeye ve meyvenin olgunlaşmaya başlama zamanı erken gruptadır. Fortuna açık bitki özelliğine sahiptir. Meyveler büyük, konik şekilli, meyve yüzeyi orta kırmızı renktedir. Fortuna, erken sezonda ürün verdiği, yüksek oranda büyük ve tekdüze şekilli pazarlanabilir meyveleri ile diğer çeşitlerden ayrılır. Meyve büyüklüğünü ve şeklini bütün sezon boyunca korur. Fortuna açık bitki özelliğine sahiptir ve meyvelerini uzun saplarda vererek, hem döllenmeyi hem de meyve hasadını kolaylaştırır. Meyve kalitesinden dolayı ihracat için uygun bir çeşittir (Anonim, 2020).



Şekil 3.3. Hekzanal sprey sonrası hasat edilen Fortuna çeşidi çilek meyveleri



Şekil 3.4. Çilek meyvesi çiçek evresi ve hasat olgunluğu

### 3.1.3 Kullanılan Araç Gereçler ve Kimyasalların Özellikleri

'Fortuna' çilek çeşidi meyveler bitkiler üzerinde iken hasattan 15 gün ve 7 gün önce olmak üzere iki farklı zamanda, üç farklı (%0, %0,01, %0,02) dozda hekzanal solüsyon sprey formunda basınçlı sırt püskürtücülerle uygulanmıştır. Projede

kullanılması planlanan dozlar önceki meyve ve sebze çalışmalarında başarılı olan uygulamalar dikkate alınarak yapılmıştır.

Hekzanal stok çözeltisinin hazırlanması: %1 (V / V) hekzanal ,%1 (V / V) geraniol, %1 (V / V)  $\alpha$  - tokoferol, %1 (V / V), askorbik asit ve %10 (V / V) Tween 20, etanolde (%10 V / V) de çözülerek homojen bir karışım hazırlanmıştır. Hazırlanan stok çözeltiler püskürtme öncesi %0,01 hekzanal için (v/v; 1:100) su ile seyreltilmiştir ve %0,02 dozluk sprey hekzanal solüsyonunun konsantrasyonları benzer şekilde uygulama öncesi hazırlanmıştır (Paliyath vd., 2003; Paliyath ve Murr 2007; Cheema vd., 2014). Hazırlanan karışım çileklere 15 cm uzaklıktan meyve ve yapraklarının her yerine gelecek şekilde sırt tipi pulvarizatör (Hyundai, turbo 768) ile püskürtülerek uygulanmıştır. Her bir farklı doz sprey uygulamaları arasında çilek parselinin her iki tarafına (arsa başına iki geçiş) uygulanmıştır. Uygulama serasında 2 sette kontrol olarak bırakılmıştır.

Çizelge 3.1. Çilek meyvelerine yapılan hasat öncesi hekzanal solüsyon uygulaması

Madde	Uygulama Dozu	Uygulama Süresi	Uygulama Dönemi	Kaynak
Hekzanal Sprey Uygulaması	%0, %0,01 %0,02	Hasattan 15 gün önce	Hasat Öncesi	Paliyath, vd., 2003; Paliyath ve Murr 2007; Cheema, vd., 2014
Hekzanal Sprey Uygulaması	%0, %0,01 %0,02	Hasattan 7 gün önce		Paliyath, vd., 2003; Paliyath ve Murr 2007; Cheema vd., 2014

Uygulanan dozların ve kullanılan kimyasalların miktarı Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3 de verilmiştir.



Şekil 3.5. Çilek serasında hasat öncesi hekzanal spray uygulaması

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1 Meyvelerin Ambalajlanması ve Depolanması

Hasat sonrası hekzanal spray ve kontrol grubu meyveleri çilek için üretilmiş ticari bir firmadan temin edilen MAP ambalajlara her paralel için 250-300 gr meyve konulduktan sonra normal atmosfer (%21 O<sub>2</sub> ve %0.03 CO<sub>2</sub>) şartlarında makineyle soğutmalı soğuk hava depolarında +2 °C ve % 90-95 nispi nem koşullarında 15 gün süreyle muhafaza edilmiştir (Şekil 3.6). Her uygulama 3 tekerrürlü planlanmıştır. 15 günlük muhafaza periyodu süresince üçer gün aralıklarla meyvelerde fiziksel olarak ağırlık kaybı, meyve eti sertliği, çürüme miktarı, biyokimyasal olarak suda çözünebilir toplam kuru madde, titre edilebilir asitlik miktarı, pH, meyve rengi (L, a, b, Chroma, Hue), MAP içi gaz (O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub>) ölçümü, şeker (glikoz, früktoz, sakkaroz) miktarı, toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid madde miktarı, antosiyanin madde miktarı, antioksidan kapasite miktarı (DPPH serbest radikalini süpürme aktivitesi), hücre zarı hasarı miktarı, mikrobiyolojik analiz olarak toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı, maya ve küf sayımı yapılmış ve duyuşal değerlendirmeler yapılmıştır.



Şekil 3.6. Hasat sonrası çilek meyvelerinin depolanması ve MAP’da paketlenmesi

### 3.2.2 Çilek Meyvesine Uygulanan Fiziksel ve Kimyasal Analizler

#### 3.2.2.1 Ağırlık Kaybı

Hasattan sonra, denemeye alınan tüm meyvelerde 3 gün aralıklarla, 15 gün boyunca yapılan tartımların sonunda belirlenmiştir. % ağırlık kaybı miktarı meyvelerin başlangıca göre belirlenen başlangıç ağırlığının yüzdesi olarak hesaplanmıştır (Vázquez-Celestino, vd., 2016). Çilek meyveleri için ağırlık kaybı, başlangıç ağırlığından son ağırlığının çıkarılıp ilk ağırlığına oranlanması ile verilen denklemde (3.1) kullanılarak % olarak hesaplanmıştır.

Hesaplama:

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

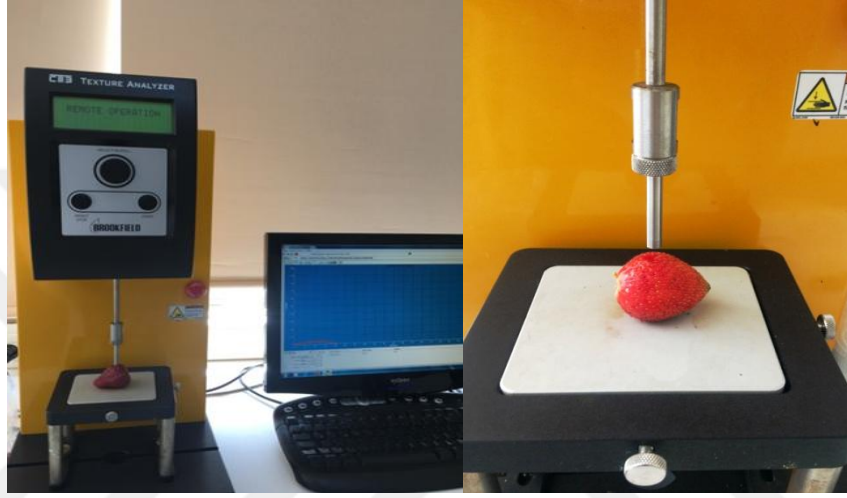
BA= Meyvenin muhafaza başlangıç ağırlığı

SA= Meyvenin muhafaza sonu ağırlığı

#### 3.2.2.2 Meyve Eti Sertliği

Çilek meyvesinin sertliği CT3 model (Brookfield Engineering Labs Inc., Middleboro, MA, USA) tekstür cihazı ile ölçülmüştür. Analiz; Bao, vd. (2016), yapmış oldukları çalışmada bazı değişiklikler yapılarak ölçülmüştür (Wang, vd.,

2020). Test tipi; sıkıştırma, test mesafesi; 5,00 mm, tetik yükü; 0,067 N ve test hızı; 2,00 mm/s olarak ayarlanmıştır ve test probu olarak TA44 (TA General Probe KIT-Brookfield Engineering Labs Inc.) kullanılmıştır. Meyveler cihazın metal tabağı (TA-BT-Kit Fixture Base Table) üzerine konulup her bir çilek örneği sap yanından ölçülmüştür (Şekil 3.7). 20 meyveden alınan tekerrürlerin ortalaması alınarak hesaplama yapılmıştır ve tanelerin basınca dayanıklılığı ölçülmüş, sonuçlar N olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.7. Tekstür cihazı çilek meyvesi ölçümü

### **3.2.2.3 Suda Çözünabilir Toplam Kuru Madde Miktarının (SÇKM) Belirlenmesi**

Suda çözünabilir toplam kuru madde miktarını hesaplamak için numuneler katı meyve sıkacağına (Philips) sıkıldıktan sonra homojen hale getirilmeye çalışılmıştır. Örnekler belirli gün ve aralıklarla ölçülmüştür (Kingwascharapong, vd., 2019). Sonuçlar ise meyve suyunda mevcut bulunan kuru madde miktarı % olarak ifade edilmiştir. Toplam kuru madde hesaplarken A. Krüss Optronic (Germany) cihazına (Şekil 3.8) 1-2 damla meyve suyu örneği dijital refraktometreye (hassasiyet  $\pm 0.01$ ) damlatılarak 3 tekerrürün ortalaması alınmıştır.



Şekil 3.8. Dijital refraktometre cihazı

#### 3.2.2.4 pH Miktarının Belirlenmesi

Saplarından temizlenen çilek meyveleri aseptik koşullarda katı meyve sıkacağı ile suyu çıkarılarak homojenleştirildikten sonra pH metrenin ucu meyve suyuna daldırılarak ölçülme işlemi yapılmıştır (Şekil 3.9). Ölçümde Thermo Scientific Orion 2 star marka alet kullanılmıştır.



Şekil 3.9. Fortuna cinsi çilek meyvesi pH değeri ölçümü

### 3.2.2.5 Modifiye Atmosfer İçerisindeki Gaz Bileşimi Ölçümü

Modifiye atmosfer ambalaj içi O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> gaz bileşimleri, checkpoint gaz analiz cihazı (PBI-Dansensor, Ringsted, Denmark) ile her analiz döneminde muhafaza süresince depodan çıkarılan modifiye atmosfer ambalajı içindeki hava bileşimindeki CO<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub> miktarı cihazın iğneli ucu yardımı ile otomatik olarak alınan hava örneğinde % olarak belirlenmiştir.

### 3.2.2.6 Çürüme Miktarı

Fortuna çilek çeşidi meyvelerine yapılan heksanal sprey uygulama (%0, %0,01, %0,02) dozlarının meyve çürüme miktarı üzerine olan etkisi 15 günlük depolama boyunca 3 er günlük periyotlarla tesadüfen alınan örnekler üzerinde belirlenmiştir. Her bir analiz döneminde her bir tekerrür için yapılacak ölçüm ve analizlerden önce MAP ambalajdaki çürümüş meyve sayısı belirlenmiştir. Meyvenin yüzeyindeki misel gelişim belirtileri çürümüş meyve olarak kabul edilmiştir. Çürüme miktarındaki

değerlendirme çürüme indeksi Selçuk ve Erkan (2016)'nın bildirdiği gibi 1-5 skalasında değerlendirilmiştir. Skalada 1 = hiç çürüme olmadığını, 2 = %25 çürümeyi, 3 = %50 çürümeyi, 4 = %75 çürümeyi ve 5 = meyvenin tamamen çürüdüğünü belirtmektedir. Sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Selçuk ve Erkan, 2016).

$$\text{Çürüme oranı (\%)} = \frac{\text{Toplam Meyve Sayısı} - \text{Sağlam Meyve Sayısı}}{\text{Toplam Meyve Sayısı}} \times 100 \quad (3.2)$$



Şekil 3.10. Fortuna çilek çeşidi meyve örnekleri

### 3.2.2.7 Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenlik miktarını ölçmek için, dondurulmuş meyve örnekleri kullanılarak bir çalkalayıcıda 4 saat boyunca 25 °C'de 10 mL deiyonize su içinde inkübe edilmiş ve meyve örneklerinin ilk elektriksel iletkenlik (E1) değeri iletkenlik ölçer kullanılarak ölçüm yapılmıştır. Örnekler daha sonra bir su banyosu içinde 95 °C'de 60 dakika kaynatıldıktan sonra tekrar 25 °C'ye soğutulmuş ve tekrar elektrik iletkenliği (E2) ölçülmüştür (Şekil 3.11).

Elektrolit sızıntı veya membran hasarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Chauhan ve Senboku, 1996).

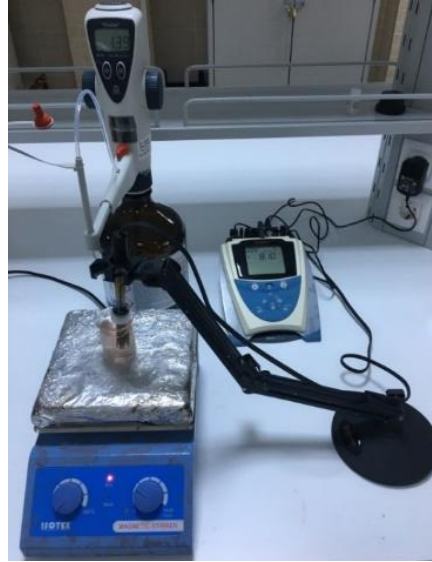
$$\text{Membran hasarı (\%)} = \frac{E1}{E2} \times 100 \quad (3.3)$$



Şekil 3.11. Elektriksel iletkenlik analizi ölçüm öncesi ve kondaktvimetre ile ölçümü

### 3.2.2.8 Titre Edilebilir Asit Miktarı (TA)

Titre edilebilir asit miktarı; katı meyve sıkacağı makinesinden geçirilerek çilek numunelerinin suyu çıkarılmıştır. 5 mL meyve suyuna 45mL saf su ilave edilerek, pH 0.1 N NaOH ile 8.1'e getirilerek sonuçlar sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır. (Naser, vd.,2018). pH değerinin belirlenmesinde Thermo Scientific Orion 2 Star CG 710 marka pH metre cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.12).

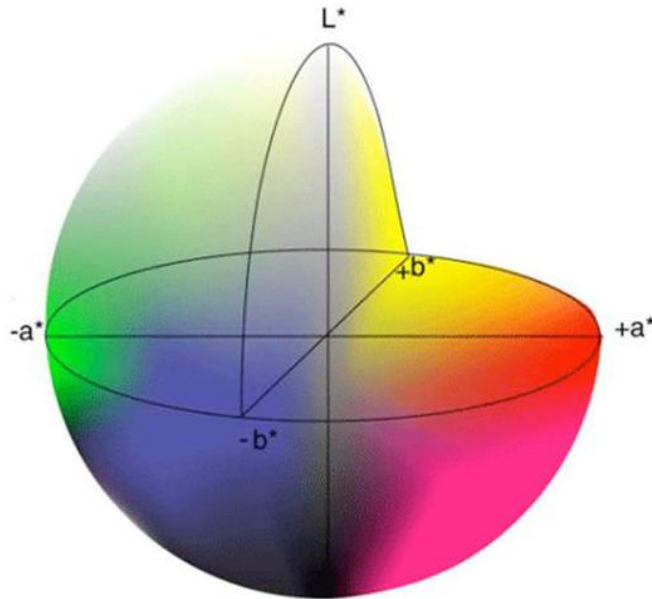


Şekil 3.12. Titre edilebilir asit miktarı ölçümü

### 3.2.2.9 Meyve Rengi Analizi ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ )

Her meyvenin olduğu gibi çilekte de rengin gerek tüketime açısından gerekse gıda sağlığı bakımından önemli bir kalite parametresi olduğu bilinmektedir. Gıdanın kendine has renginden bir ton açığı tam olgunluğa erişmediğinin veya bir ton koyusu gıdanın tüketime uygunluğunun azaldığına bir göstergesidir. Bu yüzden meyvelerdeki renk parametresi meyve hakkındaki bilgileri edinmede önemli bir etkidir.

Meyve renginin belirlenmesinde meyve yüzeyindeki 1cm'lik bölgeden renk ölçer (Konica Minolta Chromameter CR-400, Tokyo, Japan) ile  $L^*$  (parlaklık),  $a^*$  (+kırmızı,-yeşil),  $b^*$  (+sarı,-mavi) modunda yapılmıştır (Şekil 3.14). Değerlerin artan biçimde negatif veya pozitif olmaları rengin koyulaşması anlamına gelmektedir. Böylece  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri incelenerek meyve etinde meydana gelen renk değişimleri saptanmıştır (McGuire, 1992).



Şekil 3.13.  $L^*$   $a^*$   $b^*$  renk skalası

Chroma değerleri rengin canlılığını gösteren değerdir.  $C^*$ , 0 (mat) - 60 arasında olup, merkezden uzaklaştıkça parlak tonlar artmaktadır.  $C$  değerleri aşağıda verilen denklem ile hesaplanmıştır.

$$C^* \text{ (chroma, renk yoğunluğu/ renk doygunluğu): } C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (3.4)$$

Hue açısı değeri rengin tonunu, değişimini belirten bir değerdir (Mavi, Yeşil, Kırmızı).  $h^\circ$ ,  $0^\circ$ - $360^\circ$  değerleri arasında kırmızı,  $90^\circ$  sarı,  $180^\circ$  yeşil,  $270^\circ$  mavi renklerden oluşmaktadır (Voss, 1992). Hue değeri aşağıdaki verilen hesaplama ile bulunmuştur.

$$h^\circ \text{ (hue açısı, renk tonu/ renk değişimi )} = \arctan (b^*/a^*) \quad (3.5)$$



Şekil 3.14. Fortuna çeşidi çilek meyvesi renk analizi

### 3.2.2.10 Şeker (Glikoz, Fruktoz, Sakkaroz) Miktarının Belirlenmesi

Meyve suyu örneklerinde şeker (glikoz, fruktoz, sakkaroz ) içerikleri Miron ve Scahffer (1991)'in geliştirmiş oldukları ekstraksiyon yöntemine göre HPLC (Thermo Dionex Ultimate UHPLC) RID (Refractive Index) detektör ve aminex (300X7.8mm, 5m) kolonu kullanılarak tayin edilmiştir. Örneklerdeki şeker içerikleri eksternal standart kullanılarak oluşturulan kalibrasyon eğrilerine göre refraktif index detektör kullanılarak belirlenmiştir.

Suyu çıkarılan çilek örneklerinden 1.5 ml alınıp falkon tüplere eklenmiş ve üzerine 15 ml saf su eklendikten sonra 10 dakika su banyosunda bekletilmiş. Santrifüj cihazında (Hettich Zentrifugen, D-78532 Tuttlingen) 10 dk 6000 rpm de santrifüj edilmiştir. Numunenin üst kısmı şırıngayla alınmıştır. Şırınganın ucuna  $0.45 \mu\text{m}$ 'lik

selülozik filtreden geçirilerek numuneler viallere konulmuştur. Hazırlanan numuneler HPLC (Thermo Dionex Ultimate UHPLC) cihazına verilmiştir. Çilek meyvesinden elde edilen çilek suları glikoz, fruktoz, sakkaroz ve toplam şeker içeriklerindeki değişimler Miron ve Schaffer, (1991),’in geliştirmiş oldukları yonteme göre HPLC cihazında tayin edilmiştir. Sonuçlar % olarak değerlendirilmiştir.

### 3.2.2.11 Toplam Fenolik Madde Analizi

Numunelerin toplam fenolik içeriği, toplam fenol analizine dayalı olarak Folin-Ciocalteu kolorimetrik yontemi kullanılarak belirlenmiştir (Singleton ve Rossi, 1965).

Toplam fenolik madde miktarını saptamak için örnekler spektrofotometrede (UV 1800 Shimadzu, Kyoto, Japan) 725 nm dalga boyuna ayarlanarak absorbans ölçümleri yapılmıştır. Sonuçlar oluşturulan standart eğri kullanılarak gallik asit cinsinden (mg/L) ifade edilmiştir.



Şekil 3.15. Toplam fenolik madde analizinde elde edilen renk değişimi

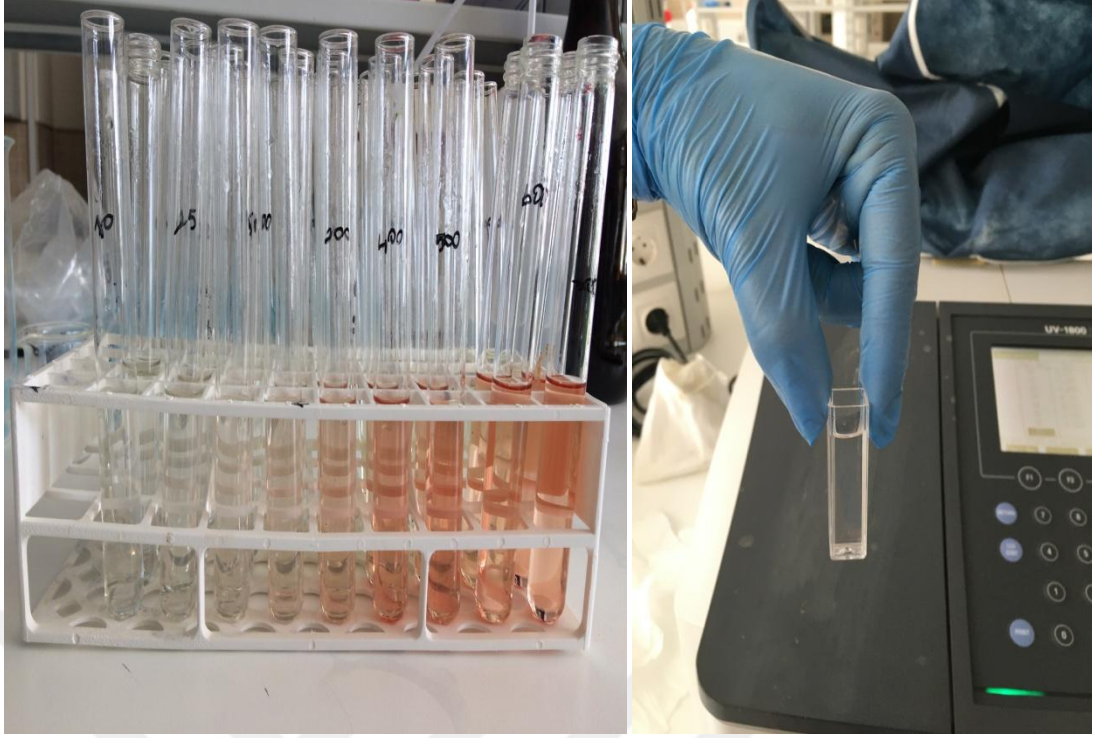
### 3.2.2.12 Toplam Antioksidan (DPPH) Analizi

DPPH yönteminde, 1,1-Difenil-2-pikril-hidrazil (DPPH) radikali'nin elektron veya hidrojen atomları veren antioksidan kimyasalların varlığında, bu kimyasallar tarafından temizlenmesi ile kendine özgü mor renginin açılmasının spektrofotometrik olarak belirlenmesi esasına dayanan bir yöntemdir. Yani ürün ne kadar güçlü antioksidan özelliğe sahipse metanolik DPPH çözeltisinin meyvenin rengini bu oran doğrultusunda açması beklenir (Okan, 2016). DPPH yöntemi bitki ve gıdalardan elde edilen özütlerin veya bileşkelerdeki serbest radikal söndürücü aktiviteyi belirlemek amacıyla kullanılan basit ve hızlı bir yöntemdir ve çokça tercih edilir (Albayrak, vd., 2010). 515 nm'de ise maksimum UV-vis absorpsiyonuna sahiptir (Huang, vd., 2005). Çalışmada Koley, vd., (2017) yapmış oldukları çalışmada değişiklikler yapılarak uyguladıkları DPPH analizi yöntemi kullanılmıştır.

Ekstraktardan 0,1 mL alınarak, üzerine, metanol içinde hazırlanmış 60 mM lık DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) çözeltisinden 3,9 mL ilave edilerek karanlık oda şartlarında 1 saat bekletilip, örneklerin (Şekil 3.17) absorbanı spektrofotometrede (Shimadzu UV-1800 Kyoto, Japan) metanole karşı 517 nm dalga boyunda okunmuştur. Çilek örneklerinin DPPH serbest radikalini süpürme aktivitesi olarak belirlenmiştir (Bozdoğan, vd., 2019).

Hesaplama:

$$\%süpürme = [(A_{kontrol} - A_{örnek}) / A_{kontrol}] \times 100 \quad (3.6)$$

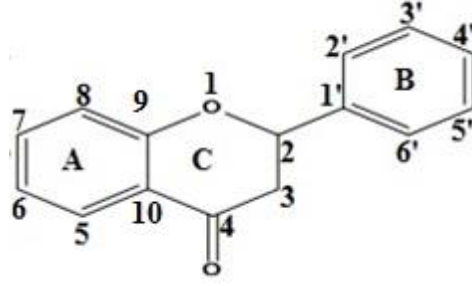


Şekil 3.16. Toplam antioksidan (DPPH) analiz çözeltileri ve spektrofotometreye verilmesi

### 3.2.2.13 Toplam Flavonoid Analizi

Flavonoidler bitkisel çayların, meyve ve sebzelerin doğal yapılarında bulunan polifenolik antioksidanlar oldukları (Naczki ve Shahidi, 2004) bilinmektedir. Ayrıca flavonoidler ve sinamik asitler en önemli antioksidan ve hem serbest radikal tutucu hem de zincir kırıcılar olarak bilinmektedirler (Shahidi ve Naczki, 1995).

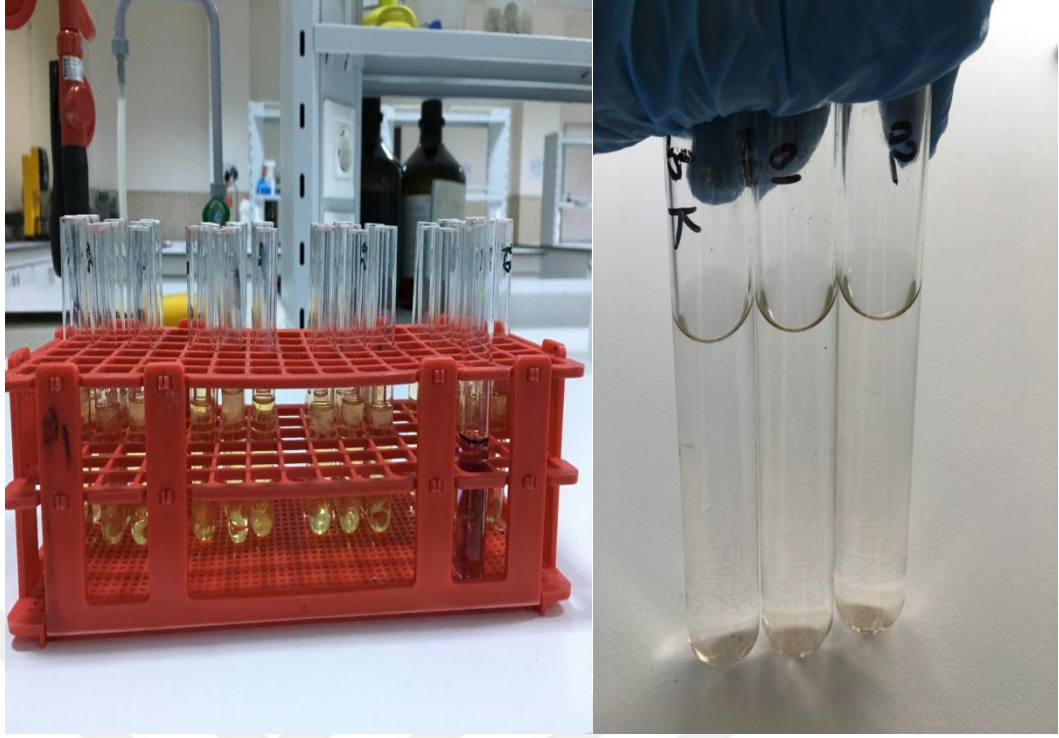
Flavonoidlerin karbon iskeletini, iki fenil halkasının propan zinciri ile birleşmesiyle oluşan ve yapılarında 15 karbon atomu bulunduran, difenilpropan (C6-C3-C6) yapısı ortaya çıkarmaktadır (Bilaloğlu ve Harmandar, 1999). Flavonoidlerin yaklaşık 6500 farklı türü bulunmakta ve yapı bakımından 7 farklı gruba ayrılmaktadır. Bu 7 grup; antosiyanidin, flavonon, flavon ve flavonol, flavanol, proantosiyanidinler ve izoflavon şeklindedir (Lakhanpal ve Rai, 2007)



Şekil 3.17. Flavonoidlerin yapısı

Genellikle fenolikler ve flavonoidler bitkilerde antioksidan özelliğe sahip en büyük fitokimyasallar olarak bilinir (Tungmunnithum, vd., 2018). Yapılan çalışmalarla yeşil çay, siyah çikolata, kırmızı şarap, çilek, ahududu, böğürtlen, brokoli antioksidan etkisi kanıtlanan flavonoidleri bulunduran besin maddelerinin başında gelmektedir (Yağcı, vd., 2008). Ayrıca flavonoidlerin antimikrobiyal; antifungal, antiviral ve antibakterial etkileri vardır (Coşkun, 2006).

Toplam flavonoid bileşik miktarı tayini Dowd metoduna göre yapılmıştır. (Gursoy, vd., 2009). Toplam fenolik bileşik için hazırlanan fenolik ekstraktlardan 1 mL alınarak üzerine 1 mL  $AlCl_3$  (%2) ilave edilerek, kör çözeltisi için ise yine 1 mL ekstrakt ve üzerine  $AlCl_3$  yerine metanol ilave edilerek hazırlanmıştır. Örnekler ve absorbansları kör çözeltiye karşı 510 nm dalga boyunda okunarak toplam flavonoid miktarı kuersetin eşdeğeri olarak ifade edilmiştir. Sonuçlar mg/L cinsinden hesaplanmıştır.



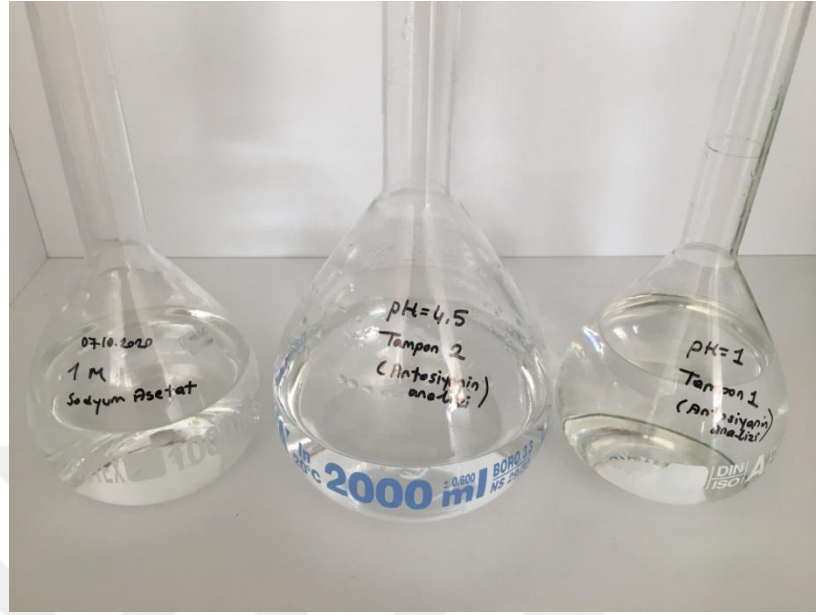
Şekil 3.18. Toplam flavonoid analizi için hazırlanan numuneler

#### 3.2.2.14 Antosiyanin Analizi (pH Metodu İle: pH:4.5 Ve pH:1)

Bitkisel kaynaklarda bulunan fenolik bileşikler, fenolik asitler ve flavonoidler olarak ikiye ayrılır. Antosiyaninler, çaylar, ballar, şaraplar, meyveler, sebzeler, kuruyemişler, zeytinyağı, kakao ve tahıllarda baskın olan bir grup olan fitokimyasalların flavonoid grubunun üyeleridir. Gıdalardaki belki de en önemli tek fenolik grup olan flavonoidlerdir (Lila, 2004). Meyve ve sebzelerin mor, mavi ve kırmızı gibi tondaki renk çeşitlerinde farklı pH'larda suda çözünmesi ile veren bu pigmenter çoğunun yapısında bulunmaktadır (Wrolstad, 2003; Raghvendra vd., 2011). Antosiyaninlerin aglikon kısmını oluşturan fenolik bileşiklerin yapısında -OH grubu arttıkça ürünün renginde maviye dönme, -OCH<sub>3</sub> grubunda artma olduğunda ise kırmızı renk oluşumunda artış görülmektedir. (Akalin, 2011).

Toplam antosiyanin miktarının belirlenmesinde Wrolstad (1976) tarafından tanımlanmış olan pH farklılığı yöntemi kullanılmıştır. Bu metod farklı pH'larda antosiyanin pigmentlerinin geri dönüşümlerin yapısal dönüşümleri üzerine kurulmuş bir yöntem olup toplam antosiyanin ölçümlerinin hızlı ve doğru bir şekilde

yapılmasına olanak sağlamıştır. Yöntem polimerize olarak parçalanmış pigmentlerin varlığında daha iyi sonuç verdiği bilinmektedir.

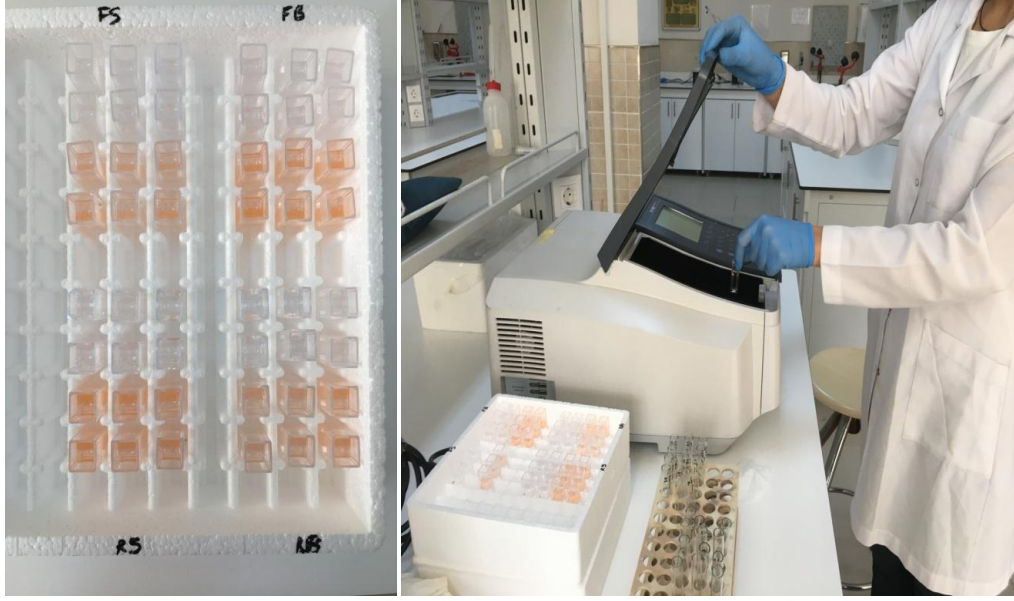


Şekil 3.19. Antosiyanın analizi için hazırlanan tampon çözeltileri

Antosiyanın analizinde, pH 1 için 2 M KCl ve 0,2M HCl çözeltileri hazırlanıp iki çözelti karıştırılarak Tampon 1 çözeltisi, pH 4,5 için 1M sodyum asetat ve 1M HCl ayarlanıp saf su eklenerek 1000 mL tamamlayarak Tampon 2 çözeltisi oluşturulmuştur. Çilek numuneleri 1/20 kat seyreltilip santrifüj edilmiştir. İki farklı tüpe 0,1 ml örnek alınarak üzerine 1,9 ml pH 1 (tampon 1) ve pH 4,5 (tampon 2) eklenmiştir. 1 saat karanlıkta bekletilen numuneler köre (saf su) karşı 700 ve 510'nm dalga boylarında özütlerin absorbans değerleri spektrofotometre (UV 1800 Shimadzu, Japan) cihazında okunmuştur. Her bir deney 3 defa tekrar edilmiştir. Özütlerdeki toplam antosiyanın miktarı hesaplaması;

$$\text{Absorbans (x)} = [510 \text{ nm}_{\text{pH}1} - 700 \text{ nm}_{\text{pH}1}] - [510 \text{ nm}_{\text{pH}4,5} - 700 \text{ nm}_{\text{pH}4,5}] \quad (3.7)$$

$$\text{Antosiyanın miktarı (mg/l)} = \left[ \frac{\text{Absorbans(x)}}{29600 \times 1} \right] \times 10^3 \times 445 \times 20 \quad (3.8)$$



Şekil 3.20. Antosiyanin analizi için hazırlanan numuneler

### 3.2.3 Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analiz için kullanılacak dilüsyon sıvısı agarlar ve kullanılacak aletler bir gün önceden hazırlanıp otoklavda strelil edilmiştir. Agarların analizden bir gün önce petri kaplarına dökümü yapılmıştır. Deneylerde bütün mikrobiyal ekimler her dilüsyondan iki paralel olacak şekilde yapılmıştır. Sayım sonuçları yapılan iki paralelin ortalaması alınarak logkob/g olacak şekilde ifade edilmiştir (Ulukanlı ve Karadag, 2010).

#### 3.2.3.1 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı

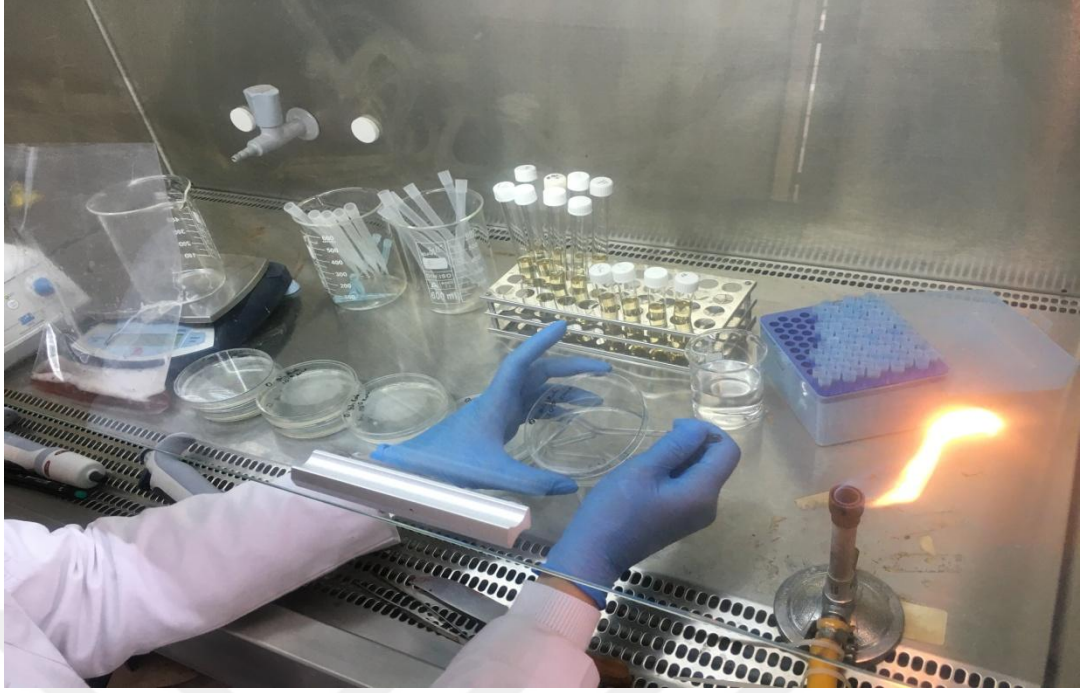
Çilek meyvelerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısını belirlemek için önceden hazırlanmış dilüsyon sıvıları (Şekil 3.22) NA besiyerine yayma yöntemiyle ekim yapılmıştır (Anonim, 2004). 10 g tartılan numune stomacher poşetine koyulmuş ve 90 ml peptonlu su eklenip stomacher ile homojenleştirilmiştir. Peptonlu su olan tüplerde  $10^{-1}$  den  $10^{-5}$ 'e kadar seyreltilmiştir. Bir gün önceden PCA dökümü yapılmış, petri kaplarına 2 paralelli ekim yapılmış. Ekimden sonra petrilere  $30-32\text{ }^{\circ}\text{C}$  sıcaklığında 24- 48 saat süresinde inkübe edildikten sonra oluşan koloniler sayılarak (log.kob/g) paralellerin ortalaması alınarak miktarı belirlenmiştir.



Şekil 3.21. Mikrobiyolojik analizler için ortam hazırlama

### 3.2.3.2 Maya ve Küf Sayımı

Çilek meyvelerinde bulunan toplam maya ve küf sayısının belirlenmesi amacıyla çilek numunesinden 10 g alınarak stomacher poşetine koyulmuş ve 90 ml peptonlu su eklenip stomachere karıştırılmıştır. Peptonlu su olan tüplerde  $10^{-1}$  den  $10^{-5}$  e kadar seyreltilmiştir. PDA dökümleri yapılan petri kaplarına yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Ekim işleminin ardından petriler 120 saat süre ile  $25^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta inkübe edilerek ve oluşan koloniler sayılarak (log.kob/g) paralellerin ortalaması alınıp miktar belirlenmiştir.



Şekil 3.22. Çilek numunelerinde besiyeri ekim çalışması

### 3.2.4 Duyusal Analizler

Tüketici bir ürünü alırken o ürüne fiziksel ve kimyasal analizler uygulayamadığından, tüketicinin beğenisi, ürüne olan talebi etkileyen en önemli etkenlerden biri olmaktadır. İnsan, duyularıyla en ufak farklılıkları dahi algılayabilmektedir. Duyusal analiz, gıdaların kalite kontrol parametresindeki erken uyarı sistemini yerine getirdiği bilinmektedir (Ekşi, 1993).

Derimden sonra yapılan heksanal uygulamalarının meyvenin duysal özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla tat değişimleri belirlenmiştir. Altı kişiden oluşan tadımcılar tarafından değerlendirilmeler yapılmıştır. Tat ve görünüş değerlendirilmesinde 0-5 skalası üzerinden (5-çok iyi, 4-iyi, 3-orta, 2-kötü, 1-çok kötü) olacak şekilde puanlamaya tabii tutulmuştur.

### 3.2.5 İstatistiksel Analiz

Araştırmadan elde edilen tüm veriler “Tesadüf Parselleri” deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş, her bir tekerrürde fiziksel ve kimyasal analizler için 10 adet meyve olmak üzere toplam 30 adet meyve kullanılmıştır. Veriler arasında, %5

önem düzeyindeki anlamlı farklılıkları tespit etmek amacıyla tek yönlü varyans analizinden (ANOVA) faydalanılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılmasında da Duncan testi kullanılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiki değerlendirmeler IBM SPSS Statistics 18 (IBM, NY, USA) paket programı kullanılarak yapılmıştır.



#### 4. BULGULAR

2020-2021 yılları arasında 'Florida Fortuna' çilek çeşidine yapılan bu araştırma, farklı dozlarda (%0, %0,01, %0,02) hekzanal, belirli gün ve aralıklarla sprey uygulamasına tabi tutulmuştur (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2) ve meyveye olan etkisi değerlendirilmiştir. Bu şekilde üç ayrı deneme halinde yürütülmüştür. Her denemede ürünün raf ömrünü kontrol amacıyla meyvelerde ağırlık kaybı, meyve eti sertliği, titre edilebilir asitlik miktarı, pH, meyve rengi, MAP içi gaz (O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub>) ölçümü, şeker miktarı, toplam fenolik madde miktarı, toplam flavonoid madde miktarı, antosiyanin madde miktarı, antioksidan miktarı, hücre zarı hasarı miktarı, çürüme miktarı, toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı, toplam maya ve küf sayımı, duyuşal değerlendirmeler yapılmış ve elde edilen sonuçlarda uygulama grupları %0,01 hekzanal doz uygulaması hekzanal-I olarak, %0,02 hekzanal doz uygulaması hekzanal-II olarak isimlendirilmiştir. Kontrol grubu meyveler ise hiçbir hekzanal uygulaması yapılmadan aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.1. 0. gün örnekleri



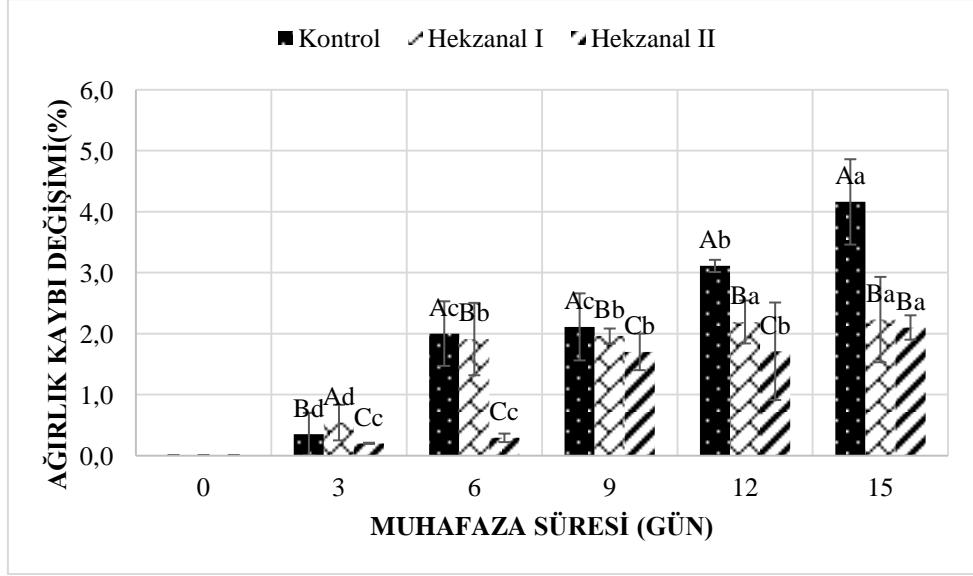
Şekil 4.2. 15. Gün örnekleri

#### 4.1 Ağırlık Kaybı (%)

Ağırlık kaybı, meyvelerin ortalama muhafaza sürelerinin hesaplanmasında kullanılan önemli faktörlerden birisidir. Depolama süresi boyunca temelde meyveler, buldukları ortam ve meyve arasındaki buhar basıncı farklılığından dolayı su kaybı gerçekleştirir. Gerçekleşen bu ağırlık kaybı meyvenin pazarlanabilirliğini önemli derecede etkilediği bilinmektedir (Çay S., 2018). Hasattan sonra da meyvedeki fizyolojik olaylar devam ettiği için meyvede kademeli olarak ağırlık kaybı meydana gelmektedir.

Hasat öncesi hekzanal sprej uygulanan çilek meyveleri MAP ile +2 °C'de %90-95 bağıl nem koşullarında 15 gün boyunca muhafaza edilip 0. günden başlayarak üçer gün aralıklarla ağırlık kontrolleri yapılmıştır. Muhafaza başlangıcında ağırlık kaybı sıfır olarak alınmış muhafazanın ilerleyen günlerinde % ağırlık miktarı kademeli bir şekilde artış göstermiştir. Muhafaza sonunda sırası ile Fortuna çilek meyvelerine yapılan hekzanal sprej uygulaması % ağırlık kaybı, kontrol grubu meyvelerinde %4,16 iken hekzanal-I uygulaması yapılan meyvelerde %2,23 ve hekzanal-II sprej uygulaması yapılan meyve grubunda ise ağırlık kaybı %2,10 olarak belirlenmiştir. Muhafaza sonunda kontrol grubu ortalamasının hekzanal sprej uygulaması yapılan örneklerin ortalamasından farklı grupta yer alığı belirlenmiştir. Genel olarak Şekil 4.3 incelendiğinde muhafazanın 3. gününden itibaren uygulama dozları ağırlık kaybına etkisi istatistik olarak her biri farklı istatistik grubunda yer almış, ağırlık kaybında en fazla artış kontrol meyvelerinde, en az ağırlık kaybı artışı ise hekzanal-II uygulaması yapılan çilek meyvelerinde görülmüştür.

Benzer şekilde Kayal, vd., (2017) ahududu meyvesine uyguladıkları hekzanal solüsyon çalışmasında, hekzanal uygulamasının meyvenin ağırlık kaybı üzerindeki küçük etkisine rağmen depolama süresi boyunca toplam ağırlık kaybının işlenmiş meyvelerde %25,9'a kıyasla, işlenmemiş meyvelerde %30,2 olduğu sonucuna varmışlar. Bu sonuçlarda hekzanal uygulanan meyvelerdeki ağırlık kaybının, işlem görmemiş meyveye kıyasla daha yavaş geliştiğini göstermektedir.



Şekil 4.3. Çilek meyvesine hekzanal sprey uygulamasının muhafaza süresi boyunca ağırlık kaybına olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

#### 4.2 Meyve Sertliği (Tekstür) (N)

‘Fortuna’ çilek çeşidi meyvelerine uygulanan hekzanal sprey uygulamalarının 15 günlük muhafaza süresi boyunca meyve sertliğine etkileri ve meydana gelen değişime ait veriler Şekil 4.4’de verilmiştir. ‘Fortuna’ çilek çeşidi meyve sertliği muhafaza başlangıç tekstür değeri 3,30-3,33 N arasında iken, kontrol grubu sertlik değeri muhafaza sonunda 3,11 N, hekzanal-I uygulaması yapılan çilek meyvelerinde sertlik değeri 3,31 N, hekzanal-II uygulaması muhafaza sonunda meyvelerin sertlik değeri ise 3,26 N olarak belirlenmiştir. Hekzanal uygulamasının muhafaza süresince uygulama dozlarının sertlik değeri üzerine istatistiki olarak aynı istatistiki grupta yer aldığı belirlenmiştir.

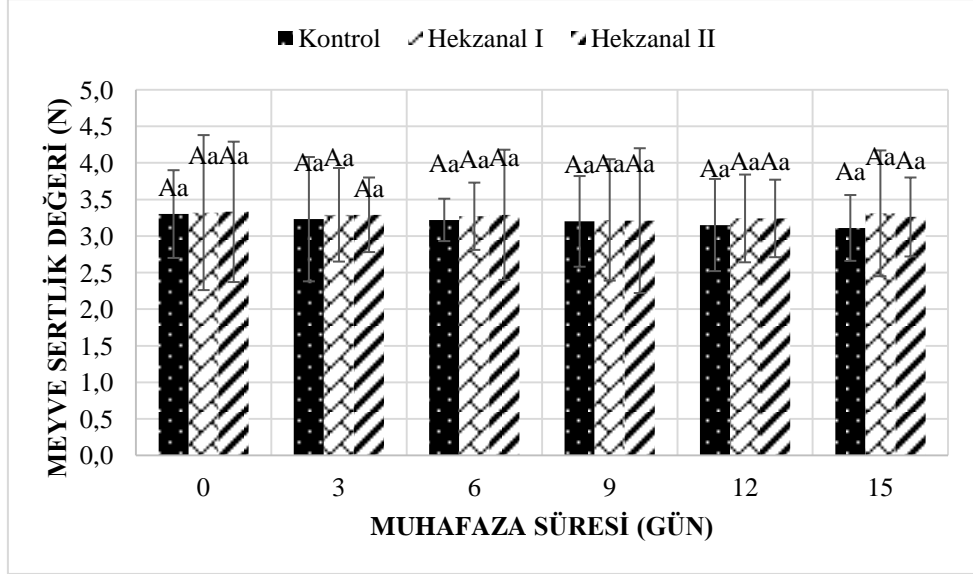
Padmanabhan, vd., (2019), Cheema, vd., (2018); tarafından yapılan çalışmada hasat öncesi hekzanal sprey uygulanan ürünlerde gelişmiş depolama ve kontrole kıyasla sertlikte bir artış gösterdiği bildirilmiştir.

Hutchinson (2019), tarafından yapılan Kenya’da yetişen muz meyvelerindeki çalışmasında hasat öncesi sprej veya hasat sonrası daldırma olarak hekzanal ile muamele edilmiş meyvelerin, sırasıyla tekli ve çiftli sprejlerde 9. ve 12. güne kadar kabuk sertliklerini koruduğu bulunmuştur. Solunum hızı, etilen üretimi ve meyve yumuşaması, hekzanal muameleyle önemli ölçüde geciktirilmiştir. Meyve sertliği, kontrol grubuna kıyasla depolama boyunca önemli ölçüde yüksek olduğunu ve hekzanal uygulamasının meyve sertliğini daha iyi koruduğunu belirlemişlerdir.

Benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında, hasat öncesi sprej uygulaması yapılan ‘Fortuna’ çilek meyveleri de benzer sonuçlar göstermekte olup sertliğin korunduğu gözlenmiştir.

Padmanabhan ve Paliyath (2019), tarafından yapılan çalışmada hekzanal formülasyonu ile hasat öncesi sprej uygulaması yapılan ‘Honeycrisp’ elmalarının sertliğinin önemli ölçüde arttığını ve 150 günlük depolamada bile sertliklerinde belirgin bir artış olduğu ve farkın belirgin olduğu belirtilmiştir.

Padmanabhan, vd., (2019), tarafından yapılan hasat öncesi iki doz uygulanan (%1, %2) hekzanal çalışmasında, sertlik 4 °C’de muhafaza edilen yabancı meyvesini meyvesi 21 °C’de muhafaza edilene göre daha iyi koruduğu belirtilmiştir. Genel olarak düşük doz ve yüksek doz uygulama püskürtülen meyveler kontrole kıyasla sertlikte bir artış gösterdiği belirtilmiştir.



Şekil 4.4. Çilek meyvesine hekzanal sprey uygulamasının muhafaza süresi boyunca meyve sertlik (tekstüre) değişimine olan etkisi

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

### 4.3 Titre Edilebilir Asitlik Miktarı (TA)

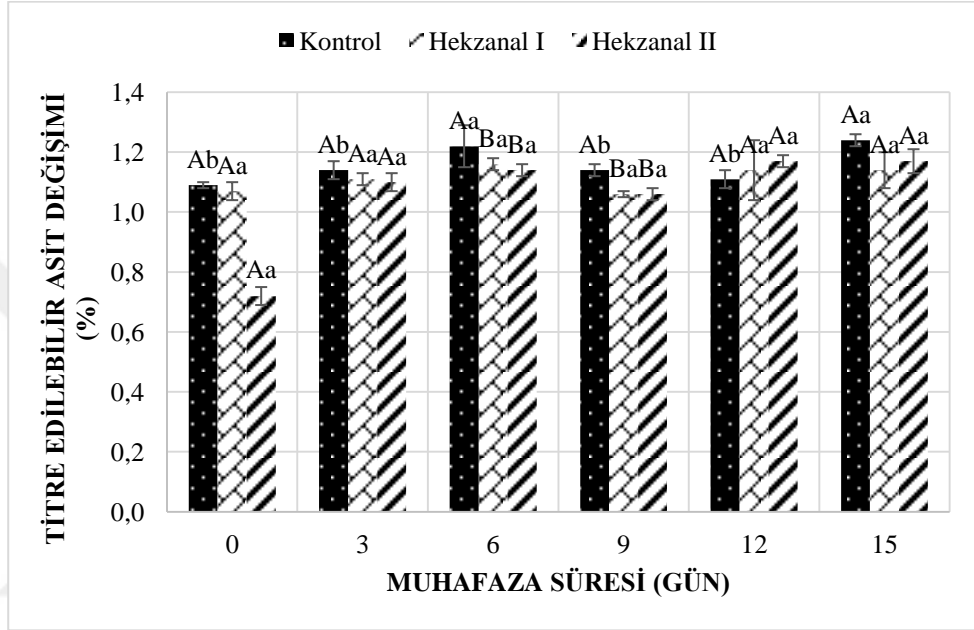
'Fortuna' meyvelerinin muhafaza başlangıç titre edilebilir asitlik (TA) değeri 0,72-1,09 aralığında iken muhafaza sonunda kontrol grubu meyvelerinde 1,24, hekzanal-I uygulaması yapılan çilek meyvelerinde TA miktarı 1,14, hekzanal-II de ise TA miktarı hafif artış göstererek 1,17'ye ulaşmıştır.

Fortuna çilek çeşidinin hekzanal sprey uygulamasından sonra hasat edilen meyvelerde depolama süresi boyunca titre edilebilir asitlik miktarındaki değişim, faktör ortalamaları dikkate alındığında, hekzanal sprey uygulaması yapılan meyvelerde kontrol grubuna göre istatistiki olarak 6 ve 9. günlerde farklı istatistiki grupta yer almıştır.

Yapılan analizlere göre kontrol değerleri ve hasat öncesi hekzanal sprey uygulanan örneklerin TA değerinde kayda değer bir farklılık tespit edilmemiştir. Grafikte (Şekil 4.5) görüldüğü gibi kontrol meyveleri ve uygulanan hekzanal sprey dozları

(hekzanal-I, hekzanal-II) arasındaki fark minimum düzeyde olup günler arasındaki artış ve azalıştaki değişim en az seviyede gerçekleşmiştir.

Kumar, vd., (2018), tarafından yapılan hasat öncesi hekzanal sprej çalışmasında titre edilebilir asitlikte artış olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu varılan sonuçlar değerlerimizle paralel doğrultuda olmuştur.



Şekil 4.5. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca TA olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

#### 4.4 Renk Analizi

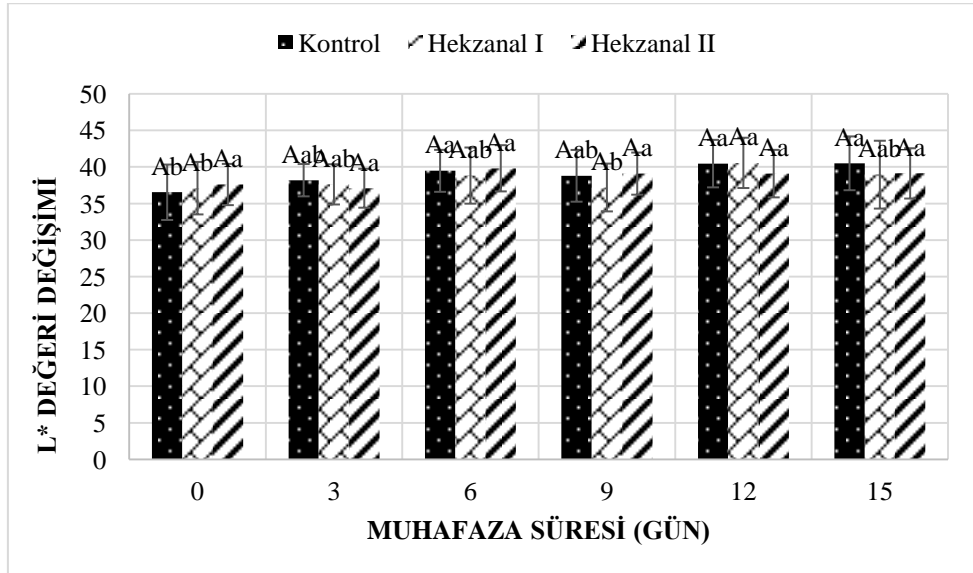
Hekzanal sprej uygulaması yapılan Fortuna çilek meyvelerinin başlangıç  $L^*$  (parlaklık) değerindeki değişimler Şekil 4.6'da verilmiştir. Fortuna çilek meyvelerinin ilk gün  $L$  (parlaklık) değeri 36,54-37,60 aralığında olduğu ve muhafaza sonunda ise tüm uygulamalarda  $L$  (parlaklık) değeri hafif artış göstererek 38,95-40,50 aralığına yükseldiği belirlenmiştir.  $L$  (parlaklık) değerinin muhafaza süresince tüm uygulamalarda istatistik olarak aynı grupta olduğunu belirlenmiştir

Hesaplamalar doğrultusundan kontrol meyvesinde ilk gün değeri 36,54 iken, düşük doz hekzanal-I uygulaması yapılan meyvelerde L\* değeri 37,10, yüksek doz hekzanal-II sprej uygulaması yapılan meyvelerde L\* değeri ise 37,60 olarak saptanırken, buna ek olarak renk değerleri ölçüm sonuçlarının farklı olduğunu belirtse de bu farklılık istatistiki olarak anlamlı bir farklılık olmamıştır.

15 günlük depolama boyunca meydana gelen değişim Şekil 4.6'da verilmiştir. Uygulama yapılan çilek meyvesi ve kontrol grubu çilek meyvesi arasında kayda değer bir farklılık gözlemlenmemiştir.

Padmanabhan ve Paliyath (2019), yaptıkları çalışmada kontrol ve hekzanal daldırma uygulaması yapılan domates meyvelerinin, bir ila üç haftalık depolama sırasında işlem görmüş ve işlem görmemiş meyveler arasında parlaklıkta (L\* değeri) önemli bir fark görülmediğini tespit etmişlerdir.

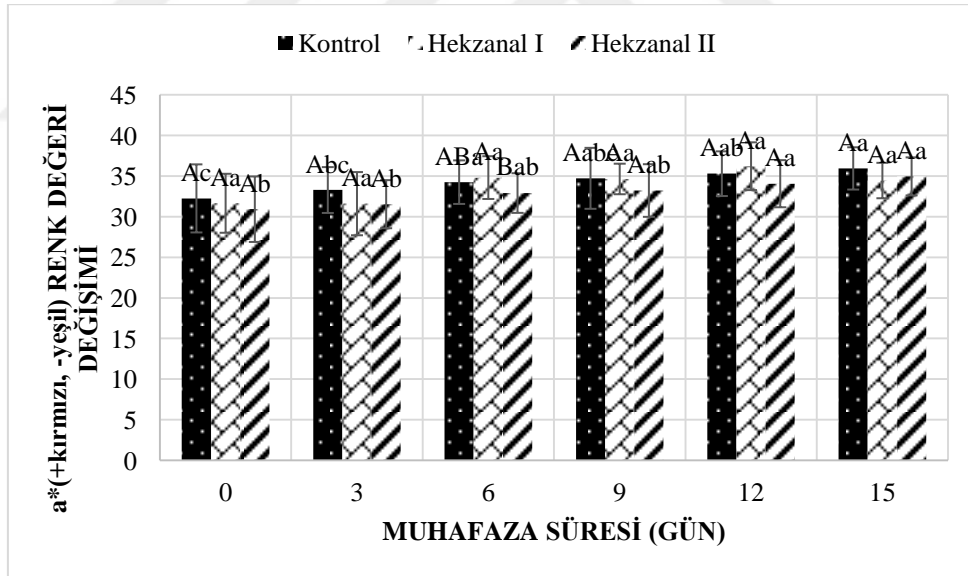
Padmanabhan ve Paliyath (2019), yaptıkları çalışmada işlem görmemiş Honeycrisp elmalarının ve hekzanal uygulamasına tabi tutulan elmalar arasında renk değerleri açısından önemli farkların olmadığı sonucuna varmışlardır.



Şekil 4.6. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca L\* değerine olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

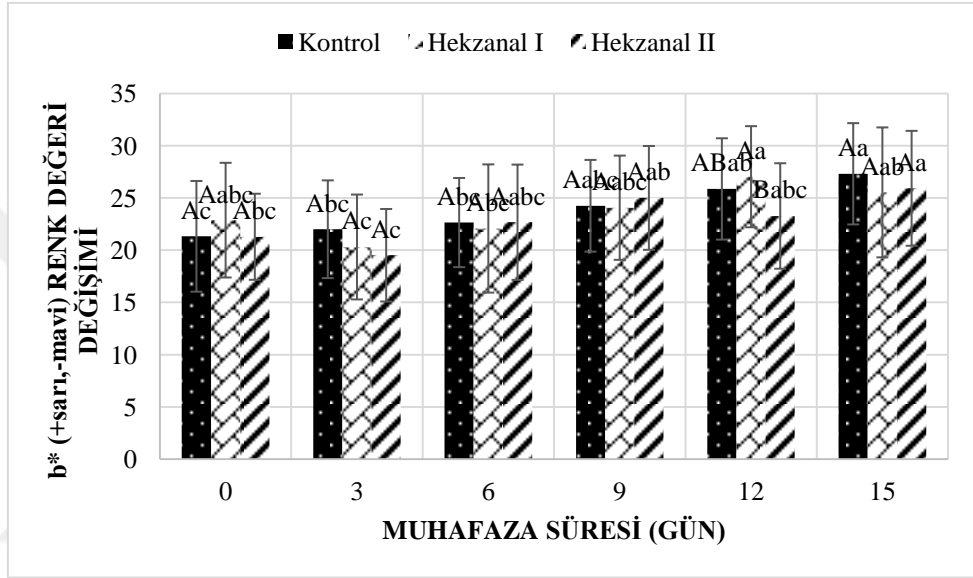
Hasat öncesi hekzanal sprej uygulaması yapılan Fortuna çilek örneklerinin a\* (+kırmızı, -yeşil) renk değerlerinde muhafaza süresi boyunca meydana gelen değişiklikler Şekil 4.7’de verilmiştir. Grafikte de görüleceği üzere kontrol meyveleri muhafaza başlangıcı a\* (+kırmızı, -yeşil) renk değerleri 32,25 iken muhafaza sonunda 35,94 olarak belirlenmiştir. Hekzanal-I sprej uygulanan çilek meyveleri muhafaza başlangıcı a\* (+kırmızı, -yeşil) renk değerleri 31,65 iken muhafaza sonunda 34,45 ulaşmıştır. Hekzanal-II uygulaması yapılan çilek örnekleri a\* (+kırmızı, -yeşil) başlangıç değerleri 30,92, ve 15. gün a\* (+kırmızı, -yeşil) renk değerleri 34,96 olmuştur. Çilek örnekleri a\* (+kırmızı, -yeşil), değerinde 15 gün depolama boyunca hafif artış göstermiştir. Muhafaza sonunda özellikle meyvenin kendine has kırmızı parlak rengini koruduğu görülmektedir.



Şekil 4.7. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca a\* (+kırmızı, -yeşil) değerine olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

'Fortuna' çilek çeşidinde hasat öncesi hekzanal sprey uygulaması ile çilek meyvesi b\* (+sarı,-mavi) renk değerine olan etkisi değerlendirilmiştir ve sonuçlar Şekil 4.8'de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi, 'Fortuna' çilek çeşidi hekzanal sprey uygulanan meyvelerin başlangıç b\* (+sarı,-mavi) renk değeri 21,28-22,87 aralığında ve muhafaza sonunda ise hafif yükseliş göstererek 25,53-27,31 olarak ölçülmüştür ve tüm uygulamaların muhafaza başında ve muhafazanın sonunda b\* (+sarı,-mavi) değeri istatistiki olarak aynı grupta olduğu belirlenmiştir.



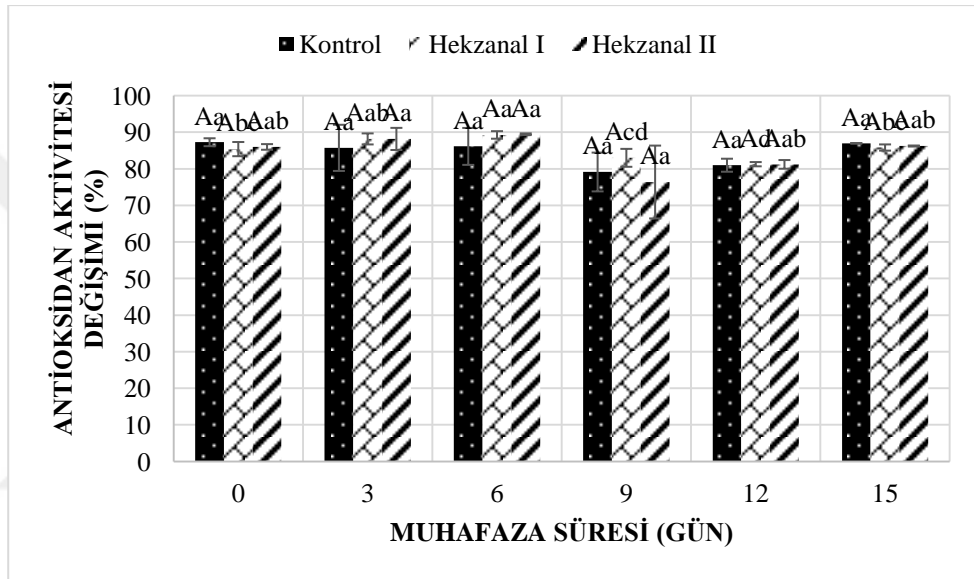
Şekil 4.8. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca b\*(+sarı,-mavi) değerine olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

#### 4.5 Antioksidan Analizi (DPPH)

Bitkilerin dokularında antioksidan kapasitesinden sorumlu kimyasallar fenoller, antosiyaninler ve diğer flavonoidlerdir. Siyah, koyu kırmızı ve mavi renkli meyvelerin antioksidan değerinin diğer meyvelere kıyasla çok daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Berk ve Tuna, 2017). Bu sebeple kırmızı renkli çilek meyvesinin antioksidan değerinin yüksek olduğu bildirilmiştir. Renk değişiminin derecesi örneklerin antioksidan özellikleri ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Albayrak, vd.,

2010). Antioksidan analizinde DPPH (2,2-difenil- 1-pikrilhidralaz) radikalinin Fortuna çeşidi çilek meyvesinin suyuna ait özütlerine davranışı incelenmiştir. Hasat öncesi hekzanal sprey formülasyonu ve çilek meyvelerinin antioksidan aktiviteye ilişkin değerleri Şekil 4.9’da verilmiştir. Çilek meyvesinin kontrol numuneleri %87,28 ile %79,14 arasında değişim gösterip, hekzanal-I uygulanan meyvelerde %89,27-81,27, hekzanal-II uygulanan çilek örnekleri %89,47 ile %76,40 arası değişim göstermiştir. Verilere bakarak en yüksek antioksidan aktivite kapasitesi %89,47 hekzanal-II uygulaması olduğu görülmüştür.



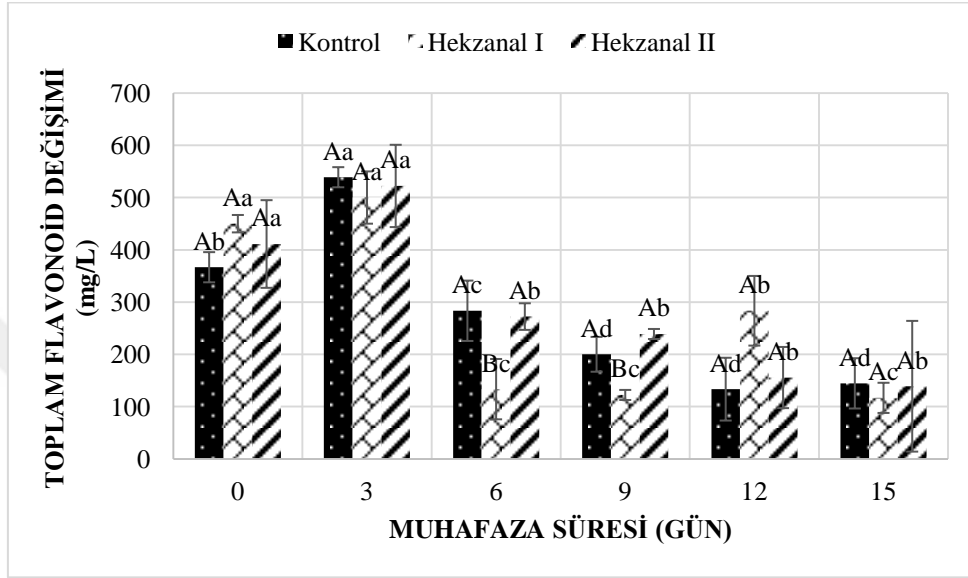
Şekil 4.9. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca antioksidan aktivitesine olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

#### 4.6 Toplam Flavonoid Analizi

Çilek meyvesine uygulanan toplam flavanoid analizi sonucunda elde edilen veriler hesaplanmıştır. Hesaplanan sonuçlar için ortaya çıkan veriler Şekil 4.10’da verilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi kontrol grubu örnekleri muhafaza başlangıcında toplam flavonoid miktarı 366,67 mg/L iken muhafaza sonunda 144,44 mg/L değerleri arasında muhafaza süresi boyunca düşüş meydana gelmiştir. Hasat öncesi

hekzanal-I sprey uygulanan çilek meyve örnekleri 0-15 gün arası depolamada 450 ile 116,67 mg/L arasında bir değişim göstermiştir. Hekzanal-II sprey uygulaması ise yine 411,11 mg/L den 138,89 mg/L arasında olmuştur. Hekzanal sprey uygulanmış ve uygulamaya tabi tutulmayan meyveler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.



Şekil 4.10. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca toplam flavonoid değerlerine olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

#### 4.7 Toplam Fenolik Madde Analizi

Fenolik bileşikler aromatik halkaya bağlı olup bir veya daha fazla hidroksil grubu içermektedir. Üzüksü meyvelerin yapılarında bol miktarda fenolik bileşik bulunmakta ve bu özellik meyveleri besleyiciliğini arttırdığı için tercih edilmektedir. Yapılan in-vivo ve in-vitro çalışmalar ile içeriklerindeki biyoaktif bileşenlerin insan sağlığı yönünden birçok olumlu etkisi olduğu bilinmektedir. Filiz ve Seydim (2014), aralarında çileğinde kurutulduğu meyveler (elma, ayva, şeftali, portakal, greyfurt, kivi, muz, karpuz, kavun, çilek, domates) üzerinde yaptıkları çalışmada, toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan kapasitelerinin tespitine yönelik bir

araştırma ile incelenen örneklerin TEAC (Trolox equivalent antioxidant activity/troloks eşdeğer antioksidan kapasite) ve ORAC (The oxygen radical absorbing capacity/oksijen radikal absorbans kapasitesi) değerleri arasında en yüksek değerlerin çilekten elde edildiğini belirtmişlerdir.

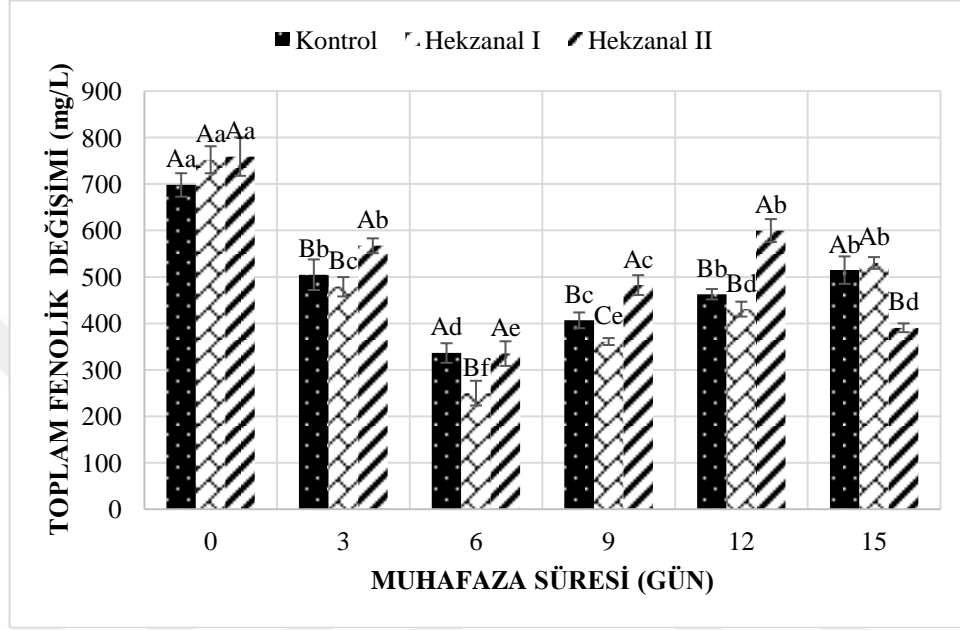
Fortuna cinsi çilek meyvesi hoş tadı, kokusu, canlı renkleri; içerdği fenolikler ve antioksidan bakımından zengin olması sebebiyle çokça tercih edilen önemli besin kaynaklarındanndır.

Çilekteki fenolik madde miktarı belirlemek amacı ile hasattan sonra 15 günlük muhafaza süresi boyunca 3'er gün aralıklarla ölçülmüştür. Yapılan hekzanal sprej uygulamasının fenolik madde miktarı üzerine olan etkisi incelendiğinde çilek meyvelerinde ölçülen toplam fenolik madde miktarı muhafaza sonunda düşüş eğiliminde olmuştur (Şekil 4.11). Hekzanal sprej uygulanan meyvelerin muhafaza başlangıcında kontrol grubu çilek meyvelerinde fenolik madde miktarı 697,84 mg/L iken muhafaza sonunda 514,51 mg/L düşmüş, hekzanal-I uygulanan meyvelerin başlangıç değeri 752,16 mg/L iken muhafaza sonunda 529,94 mg/L' ye düşmüş, hekzanal-II sprej uygulaması yapılan meyvelerde 758,95 mg/L olan değeri muhafaza sonunda 390,43 mg/L düşmüştür. Muhafaza sonunda hekzanal-II sprej uygulamasının diğer uygulamalardan farklı bir istatistiki grupta yer aldığı belirlenmiştir. Hekzanal-I uygulanan meyvelerin toplam fenolik madde miktarının muhafaza sonunda diğer uygulamalardan yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.11).

Sharma, vd., (2010), yaptıkları çalışma ile tatlı kiraza hasat öncesi hekzanal sprej uygulamasında 30 günlük depolama süresi boyunca meyvelerdeki fenolik bileşiklere yaptıkları analiz sonucunda çok hafif bir artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Çalışma ile kontrol meyveleri ve %2 hekzanal sprej uygulanmış tatlı kirazların fenolik içeriklerinin sırasıyla 0.8 mg/g taze ağırlık ve 0.6 mg/g taze ağırlık olduğunu bildirmiştir. Hasattan sonraki 2. günde ise fenolik bileşiklerde sırasıyla 1.1 mg/g taze ağırlığa ve 1.2 mg/g taze ağırlığa değişim gösterdiği belirtilmiştir. Sonraki depolama günlerinde sonuçların benzer kaldığını açıklamışlardır. Tatlı kirazlarda belirlenen toplam fenolik miktarının hasat zamanında 0.6 mg/g taze ağırlık ile 0.8 mg/g taze ağırlık aralığında olduğunu belirtmişler ve önceki çalışmaların, tatlı kirazlardaki

toplam fenolikler için benzer (Gao ve Mazza, 1995) sonuçlar gösterdiği görülmektedir.

Misran, vd., (2015), çilek çeşitlerine uyguladıkları çalışmada çeşitler arası fenolik değerde çok fazla bir fark görülmediğini belirtmişlerdir.



Şekil 4.11. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca toplam fenolik değerlerine olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

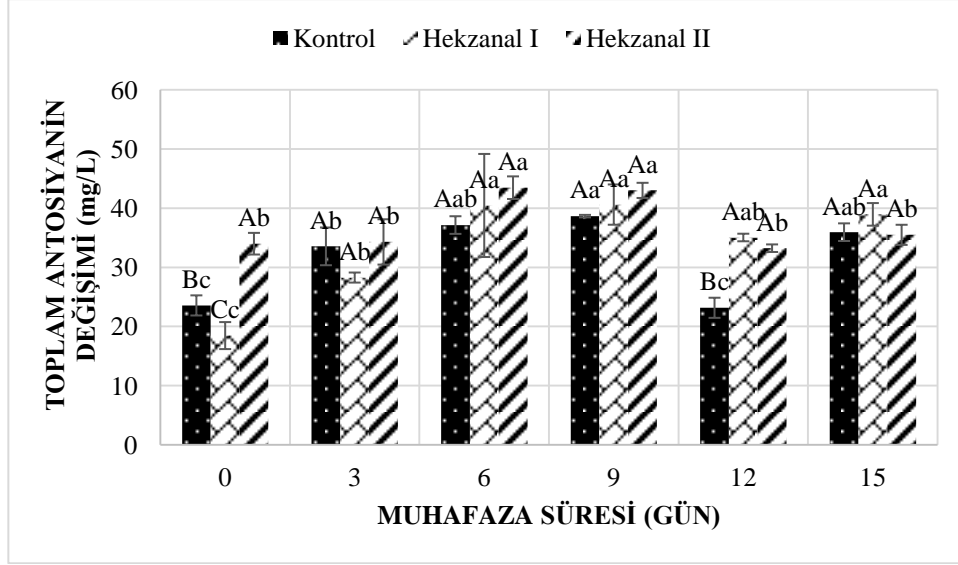
#### 4.8 Antosiyanin Miktarı

Flavonoidler arasında en belirgin olanı antosiyaninlerdir. Birçok meyve, sebze, tahıl taneleri ve çiçeklerde görülen kırmızı, mor ve mavi tonlardan sorumlu evrensel bitki renklendiricileri, bugüne kadar tanımlandığı gibi 600'den fazla moleküler yapı ile temsil edilen antosiyaninler, ürüne canlı renkler katma yeteneklerinden dolayı gıda renklendirme endüstrisinin özel ilgi alanıdır. Şimdi, yiyeceklerin sağlığı geliştiren niteliklerini de artırmaları çok muhtemel görünmektedir (Konczak ve Zhang, 2004). Antosiyaninler, renkli meyvelerde ve çiçeklerde yaygın olarak dağılan temsili bitki

pigmentleridir. Ayrıca antioksidan aktiviteler de sergilerler ve bu nedenle kalp hastalığı, kanser ve enflamatuvar hastalığın önlenmesine katkıda bulunabilir. Meyvelerin bol miktarda antosiyanin pigmentleri içerdiği bilinmektedir ve bu nedenle dünya çapında bir ilaç veya sağlıklı gıda/diyet takviyesi kaynağı olarak meyveler kullanılmaktadır (Nakajima, vd., 2004).

Fortuna çilek meyve çeşitlerine yapılan hekzanal sprey uygulamasının toplam antosiyanin madde miktarı üzerine olan etkisi incelendiğinde çilek meyveleri muhafaza süresince ölçülen toplam antosiyanin madde miktarı muhafaza süresince artış muhafaza sonuna doğru ise azalma eğiliminde olmuştur. Ancak bu değerlerin muhafaza başlangıcında tüm uygulamalarda farklı bir istatistiki grupta yer aldığı muhafaza sonunda da aynı istatistiki grupta yer aldığı belirlenmiştir (Şekil 4.12).

Fortuna hekzanal sprey uygulanan meyvelerin toplam antosiyanin madde miktarı muhafaza başlangıcında kontrol grubunda 23,55 mg/L olan toplam antosiyanin madde miktarı muhafaza sonunda 35,93 mg/L yükselmiş hekzanal-I sprey uygulanan meyvelerin başlangıç değeri 18,45 mg/L'den muhafaza sonunda 38,94 mg/L'ye ve hekzanal-II sprey uygulaması yapılan meyvelerde toplam antosiyanin madde miktarı muhafaza başında 33,98 iken muhafaza sonunda 35,48 mg/L'ye yükselmiştir. Muhafaza sonunda değerlerin aynı istatistiki grupta yer aldığı belirlenmiştir. Genel olarak bakıldığında değerler birbirine yakın olup (Şekil 4.13) uygulamalar arasında kayda değer bir farklılık gözlenmemiştir. Bu da daha önce yapılan çalışma; hasat öncesi hekzanal sprey uygulanan tatlı kiraz meyvelerinin (Sharma, vd., 2010) antosiyanin değerlerindeki sonuçlarla benzerlik göstermektedir. 30 günlük depolama boyunca tatlı kiraz meyvelerinin antosiyanin değerlerinin korunduğunu ve herhangi bir artış olmadığını belirtmişlerdir.



Şekil 4.12. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca toplam antosiyanin değerlerine olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

#### 4.9 Şeker (Sakaroz, Glikoz, Fruktoz) Miktarı

Çilek meyvelerinde şeker türevlerinden en fazla glikoz takip eden sırayla fruktoz ve sakaroz rastlanmaktadır. Çilekte çeşitlere göre % 6,12–11,00 arasında değişen suda çözünür kuru maddelerin büyük bir kısmını şeker oluşturmaktadır. Şekerler, suda eriyen karbonhidratlardır ve tür, çeşit, iklim koşulları, kültürel işlemlere bağlı olarak miktarları ve formları farklılık göstermektedir. Çilekte baskın şeker türevleri monosakkaritler bazında glikoz ve fruktoz, disakkarit olarak ise sakarozdur. Taze ağırlığın % 3,78–7,68'i glikoz, % 2,09–3,22'si fruktoz ve % 0,42-1,56'sı sakarozdur (Whiting, 1970; Çay, 2018). Bu değerler çilek çeşitlerine göre ve yetiştiriciliğe bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Hasat öncesi hekzanal sprey uygulanmış ve kontrol grubu 'Fortuna' çilek çeşidi meyvesinden şeker analizinden elde edilen Şekil 4.13, Şekil 4.14 ve Şekil 4.15'da belirtilmiştir. Kontrol grubu çilek meyvelerinde ilk gün yapılan analiz değerinin hesaplanması sonucunda 'Fortuna' çilek meyve çeşitlerine yapılan hekzanal sprey

uygulamasının toplam glikoz miktarı üzerine olan etkisi incelendiğinde çilek meyvelerinde toplam glikoz miktarı kontrol ve hekzanal-I sprej uygulamaları yapılan meyveler muhafazanın 6. gününe kadar düşüş eğiliminde olmuştur. Ancak bu değerler muhafaza başlangıcında ve sonunda farklı bir istatistiki grupta yer aldığı belirlenmiştir. Fortuna hekzanal sprej uygulanan meyvelerin toplam glikoz miktarı muhafaza başlangıcında kontrol uygulamalarında 26989,43 mg/L olan toplam glikoz miktarı muhafaza sonunda 22838,29 mg/L' ye düşmüşken hekzanal-I sprej uygulamasında başlangıç değeri 30827,43 mg/L iken muhafaza sonunda 25135,86 mg/L' ye düşmüş ve hekzanal-II sprej uygulaması yapılan meyvelerde 21893,86 mg/L olan toplam glikoz miktarı muhafaza sonunda 23968 mg/L' ye yükselmiştir. Muhafaza sonunda değerlerin farklı istatistiki grupta yer aldığı belirlenmiştir Bu sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde sonuç anlamlı bulunmuştur.

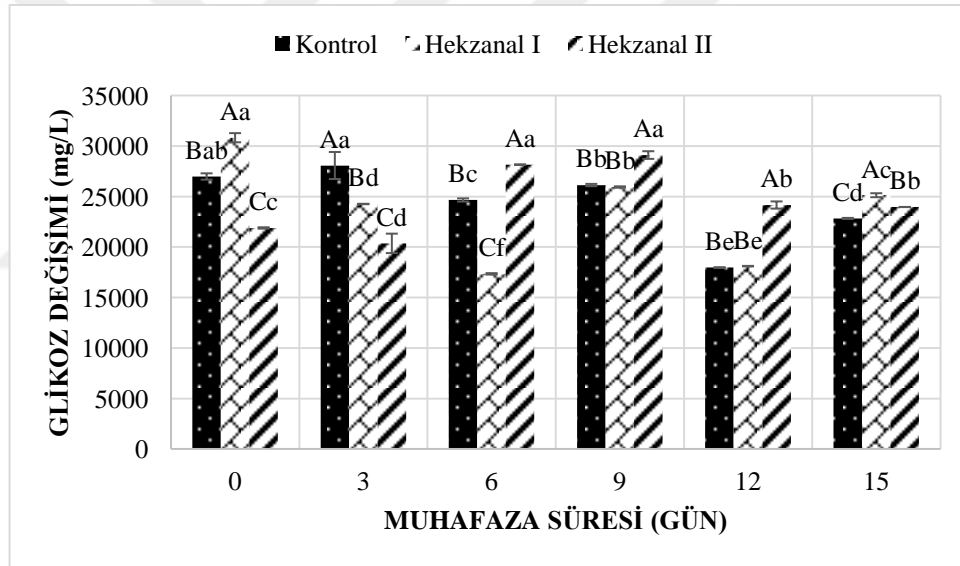
Sakaroz değerlerinde ilk gün kontrol meyvelerinde 4641,29 mg/L olarak bulunan değer depolamanın son günü 921,29 mg/L bulunmuştur. Hekzanal-I sprej uygulanan örneklerde başlangıç değeri 2920,32 mg/L iken muhafaza sonunda 11,94 mg/L' ye düştüğü ve hekzanal-II sprej uygulaması yapılan meyvelerde ise 3404,68 mg/L olan sakaroz miktarı muhafaza sonunda ise tespit edilememiştir. Hekzanal sprej uygulanan 'Fortuna' çilek meyvelerinin sakaroz değerlerinde de orantılı bir azalma söz konusu olmuştur. Grafiklere bakıldığında en fazla düşüş gösteren şekerin sakaroz olduğu gözlenmektedir. Bunun sebebi solunumda kullanılan şeker miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Fruktoz değerlerinde ise ilk gün kontrol meyveleri 32211,71 mg/L bulunurken son gün 30912,29 mg/L olarak bulunmuştur. Hekzanal-I sprej uygulanan çilek meyvelerinde ilk gün fruktoz değeri 35791,29 mg/L bulunup 15. gün 33326,29 mg/L olarak hesaplanmış hekzanal-II uygulanan meyvelerde ise ilk gün 25879,71 mg/L bulunup son gün 31946,71 mg/L olarak çıkmıştır. Tüm uygulamaların muhafaza başlangıcında ve sonunda farklı istatistiki grupta yer aldığı belirlenmiştir

Toplam şeker miktarındaki değişimler muhafazanın tüm günlerinde ve uygulamalar arasında istatistiki açıdan büyük oranda anlamlı olduğu ( $p < 0,05$ ) görülmektedir. Şekerde (glikoz, fruktoz, sakaroz) meydana gelen azalmanın meyvedeki olgunlaşma ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

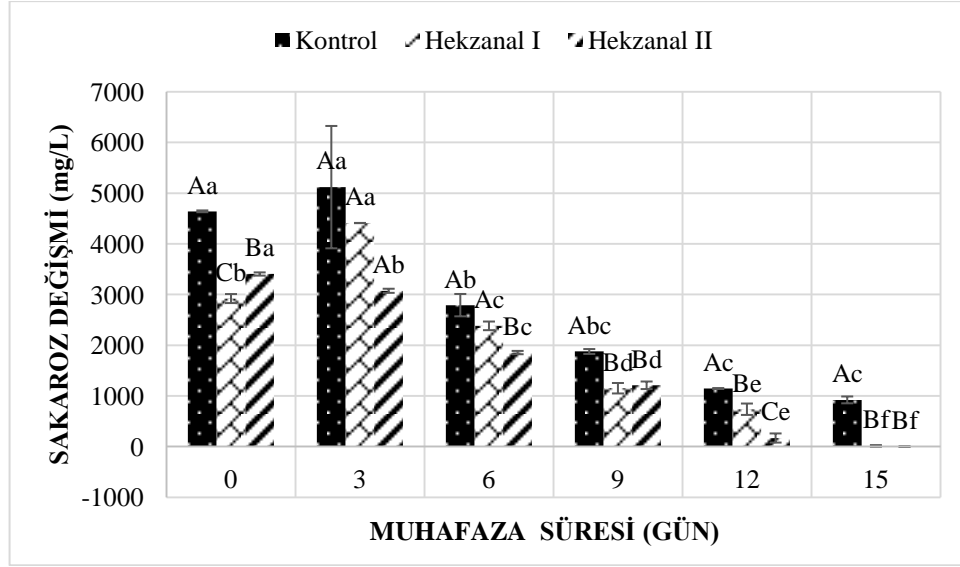
Jincy, vd.,(2017) mango meyvesine yaptıkları çalışmada çözünür şeker içeriğinin olgunlaşma süreci ile arttığını, hekzanal ile muamele edilmiş meyvelerde ise azalan şeker içeriğinin, kontrol meyvesine göre gecikmiş olgunlaşmayı gösterdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca anatomik kanıtların, hekzanal ile muamele edilmiş meyvenin nişasta granüllerini artırdığını ve dolayısıyla olgunlaşma sürecini geciktirdiğini bununla birlikte doğrular nitelikte olduğuna varmışlardır.

Oke, vd., (2018) şaraplık üzümlere yaptıkları çalışmada muhafaza boyunca kontrol meyvelerinin şeker içeriğinin, hekzanal uygulanmış meyvelerden daha yüksek olduğunu ve hekzanal uygulamasının olgunlaşma süresini yavaşlattığını açıklamışlardır. Uygulama görmüş meyvelerin şeker içeriğinin muhafaza süresi boyunca optimum seviyeye çıktığı sonra azalmaya başladığı sonucuna varılmıştır.



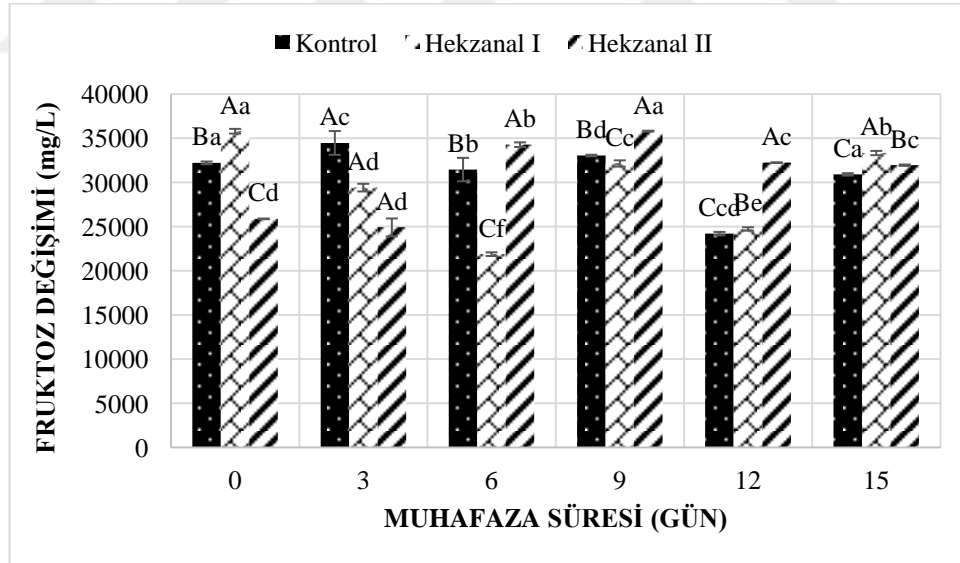
Şekil 4.13. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca glikoz değerine olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).



Şekil 4.14. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca sakaroz değerine olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).



Şekil 4.15. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca fruktoz değerine olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

#### 4.10 Mikrobiyolojik Değerler

Meyveler hasattan sonra gerçekleşen toplama, ürünün taşınması, paketlenme ve muhafaza sırasında maruz kaldığı hava sıcaklığı, nem ve su teması ile mezofolik mikroorganizmalar ve koliform bakteriler ile kontamine olabilmektedir. Ürünün olgunlaşmaya başlaması da mikrobiyolojik olayların gerçekleşmesini hızlandırmaktadır. Bozulma aşaması gösteren meyvelerle temas halinde olan numunelerde bu olayın meydana gelmesinde daha hızlı bozulmaya yol açmaktadır. Özellikle çilek meyvesi oldukça çabuk bozulur ve ortam sıcaklığında saklama sırasında mantar ve bakteriyel patojen saldırılarına karşı hassastır. *Botrytis cinerea*'nın neden olduğu gri küf çürümesi, çilek meyvesinin depolama ömrünü sınırlayan başlıca hasat sonrası hastalıklardan biridir (Jin, vd., 2017)

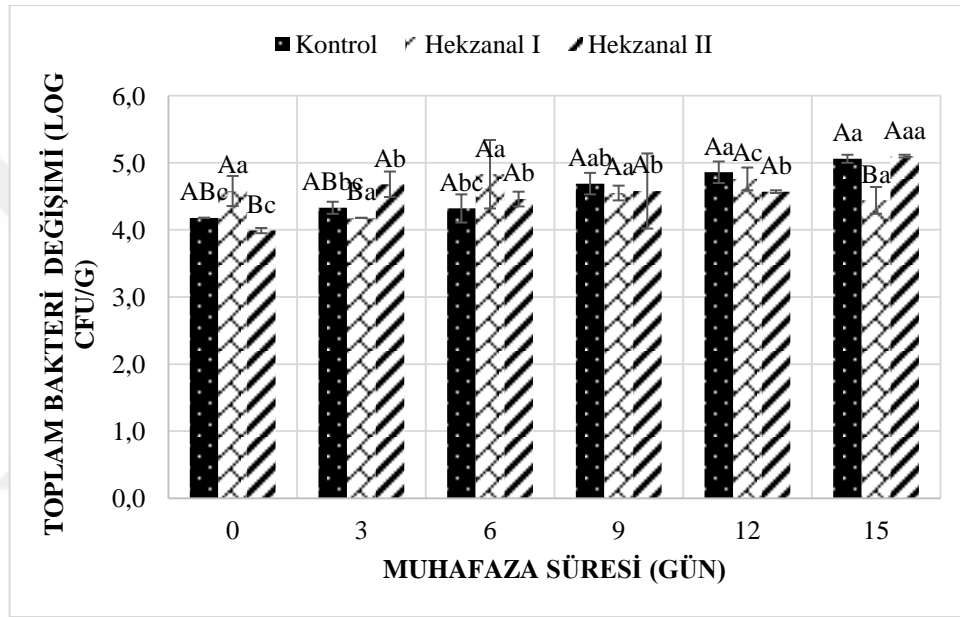
Çilek meyvelerine uygulanan hasat öncesi hekzanal sprey uygulamasında 15 günlük depolama boyunca belirli aralıklarla toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı ve toplam maya küf bakılmış sonuçlar istatistiki olarak değerlendirilmiş ve logkob/g olarak belirlenmiştir.

Benzer şekilde Lanciotti, vd., (2003), dilimlenmiş elmaya farklı hekzanal, (E) -2-heksenal, heksil asetat ve bunların karışım konsantrasyonlarını uygulamış ve aşıladıkları *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* ve *Listeria monocytogenes* gibi patojenik türlere verdikleri sonuçları gözlemlemişler. 20 °C'de inkübasyona bırakılan numunelere yapılan çalışmalar sonucunda, sıradan bir atmosfer paketlenme numunelerinden hekzanal, en yüksek engelleyici etkilere sahip olan uçucu molekül olduğu ve test edilen moleküller arasında, (E) -2-hekzenal ve hekzanal patojenik türlere karşı en aktif moleküller olduğu sonucuna varılmıştır.

##### 4.10.1 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı

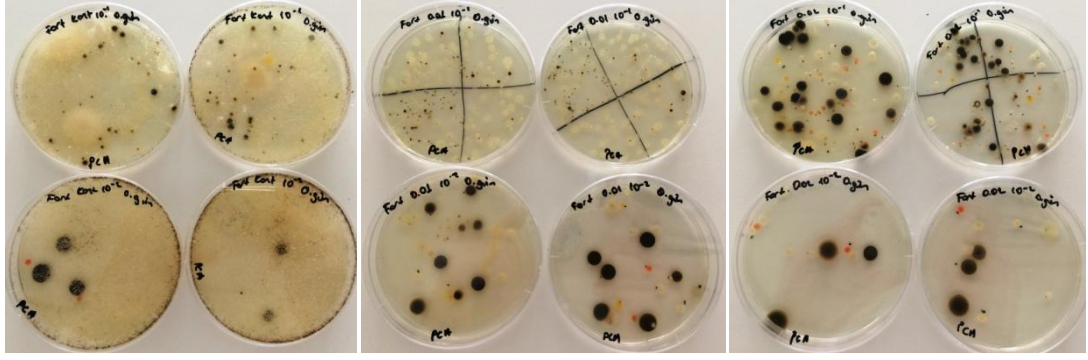
Hasat öncesi sprey uygulaması bakteriyel gelişme üzerinde engelleyici etkiye sebep olmuş ve hücre duvarını koruyarak ürünün muhafazasına neden olmuştur. İlk gün kontrol grubu değerleri 4,18 log.kob/g sonucunu vermiş, hekzanal-I uygulaması 4,58 log.kob/g iken, hekzanal-II sprey uygulaması yapılan numuneler 3,99 log.kob/g

değerlerini vermiştir. 15 günlük depolama süresi boyunca mezofilik aerobik bakterilerin tüm uygulamalarda artış gösterdiği görülmektedir (Şekil 4.17). Genel olarak bakıldığında hekzanal sprej uygulanan meyvelerin kontrol grubuna göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. 15. günden sonra sonuçlar 5 logkob/g'ın üzerine çıktığı için tüketime uygun görülmemektedir. Hasat öncesi hekzanal-I sprej uygulaması meyveleri iyi koruduğu belirlenmiştir. Muhafaza sonunda hekzanal-I uygulamasının toplam aerobik bakteri üzerine etkisi istatistiki olarak diğer uygulamalardan farklı grupta yer almıştır.

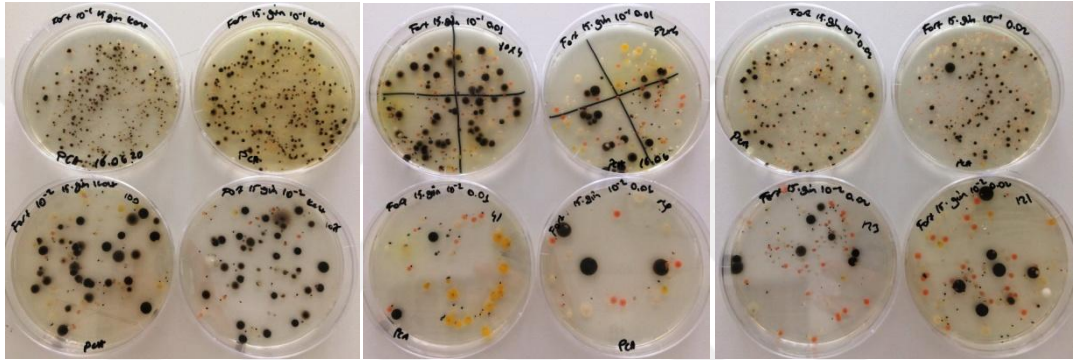


Şekil 4.16. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca toplam bakteriyel (log.cfu/g) olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).



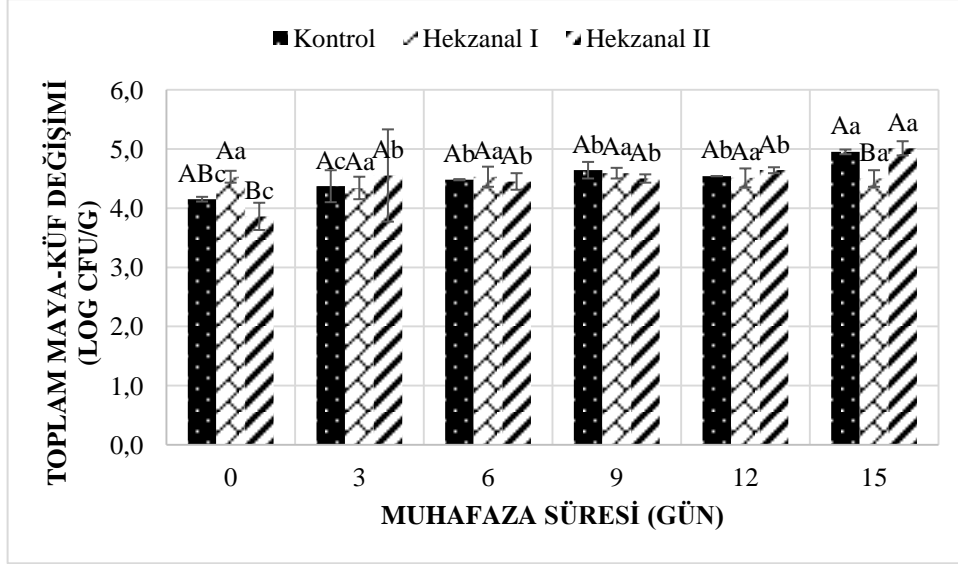
Şekil 4.17. Kontrol, heksanal-I ve heksanal-II sprej uygulamasının 'Fortuna' çilek çeşidinin 0. gün toplam bakterisi (logkob/g) üzerine etkisi



Şekil 4.18. Kontrol, heksanal-I ve heksanal-II sprej uygulamasının 'Fortuna' çilek çeşidinin 15. gün toplam bakterisi (logkob/g) üzerine etkisi

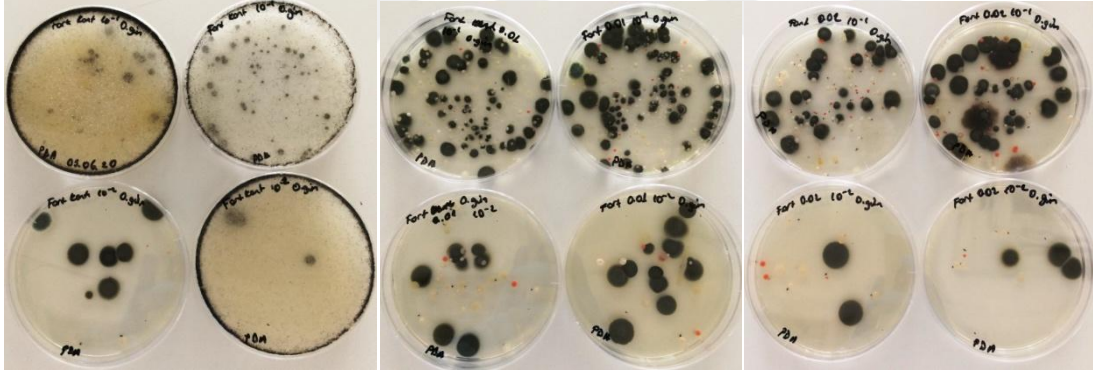
#### 4.10.2 Toplam Maya- Küf Sayımı

Yapmış olduğumuz hasat öncesi heksanal sprej çalışmasında meyvedeki maya ve küf oluşumunu incelemek amacıyla maya-küf sayımı yapılmıştır. Çilek meyveleri 15 günlük depolama süresi boyunca incelenmiş ve meyvelerdeki maya-küf miktarı log.kob/g cinsinden ifade edilmiş ve sonuçlar Şekil 4.19'da gösterilmiştir. İlk gün değerlerinde kontrol grubunda sonuç 4,15 logkob/g değerini verirken, heksanal-I sprej uygulamasında 4,53 logkob/g ve heksanal-II uygulamasında ise değer 3,86 log.kob/g olmuştur. Sonuçlar incelendiğinde kontrol örneklerinde doğrusal bir artış olurken, heksanal-I sprej uygulamasında dalgalanmalar meydana gelmiştir. Muhafaza sonunda uygulamalar arası sonuçlar istatistiki olarak değerlendirildiğinde heksanal-I sprej uygulamasının daha etkili olduğu ve istatistiki olarak diğer uygulamalardan farklı grupta yer almıştır.

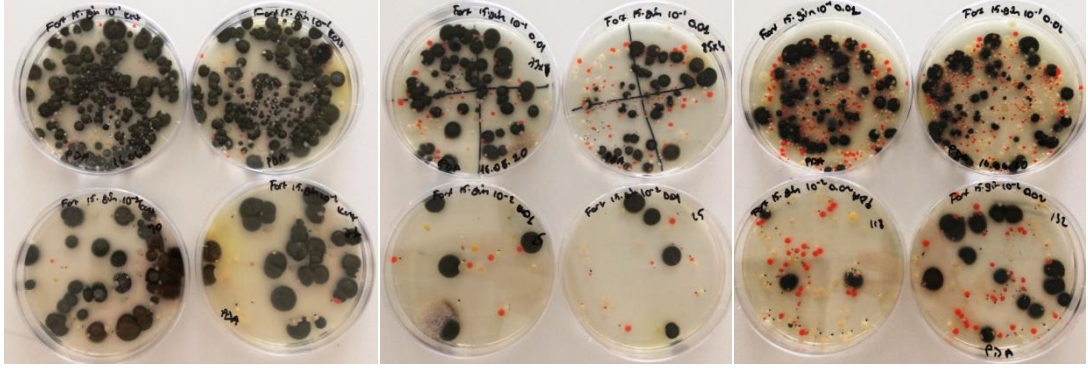


Şekil 4.19. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca toplam maya-küfe (logcfu/g) olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).



Şekil 4.20. Kontrol, hekzanal-I ve hekzanal-II spray uygulamasının 'Fortuna' çilek çeşidinin 0. gün toplam maya-küf (logkob/g) üzerine etkisi

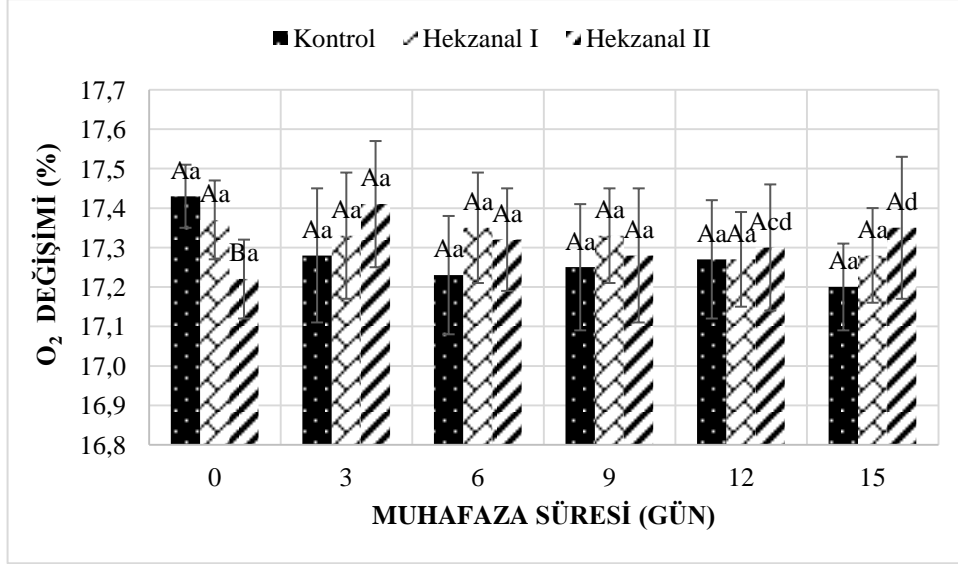


Şekil 4.21. Kontrol, hekzanal-I ve hekzanal-II sprej uygulamasının 'Fortuna' çilek çeşidinin 15. gün toplam maya-küf (logkob/g) üzerine etkisi

#### 4.11 Modifiye Atmosfer Poşetleri İçerisindeki Gaz Bileşimi

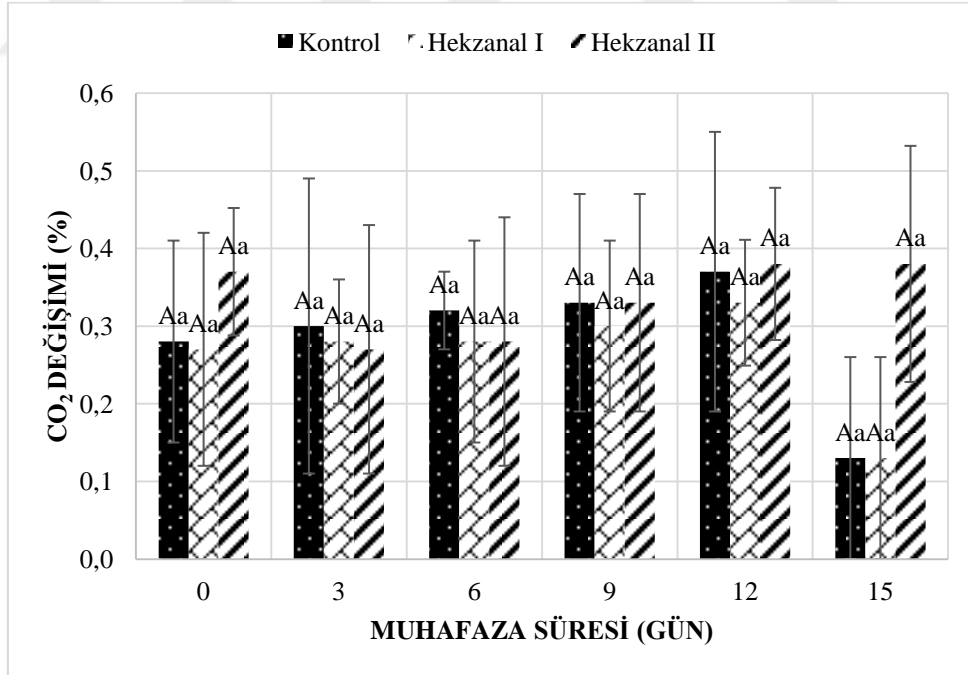
Çalışmamızda Fortuna çilek çeşidi meyvelerinin muhafazasında kullanılan MAP poşetleri içerisine belirli gramlarda numuneler konularak  $O_2/CO_2$  (%) gaz değişimleri PBI dansensor cihazı ile ölçümü yapılmış ve örneklerin solunumları kontrol edilmiştir. Depolama süresi boyunca hesaplanan  $O_2/CO_2$  gaz bileşimi ölçümleri Şekil 4.23 ve Şekil 4.24'de gösterilmiştir.

Muhafaza süresi boyunca kontrol numuneleri  $O_2$  ölçümü ilk ve son gün sırasıyla %17,43 – 17,20 iken, hekzanal-I uygulanan çilek numunelerinde ilk ve son gün değerleri %17,37 – 17,28 değerlerini, hekzanal-II uygulanan numuneler ise %17,22 – 17,35 sonuçlarını vermiştir. Aynı şekilde  $CO_2$  sonuçlarında ise kontrol meyveleri ilk gün ve son gün sırasıyla %0,28 – 0,40 değerlerini, hekzanal-I uygulanan meyveler %0,27 – 0,40 değerlerini vermiş, hekzanal-II uygulanan meyveler ise %0,37 – 0,38 sonuçlarını vermiştir. Genel olarak bakıldığında MAP içerisindeki gaz bileşiminden ulaşılan verilerde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.



Şekil 4.22. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca O<sub>2</sub> değerine olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).



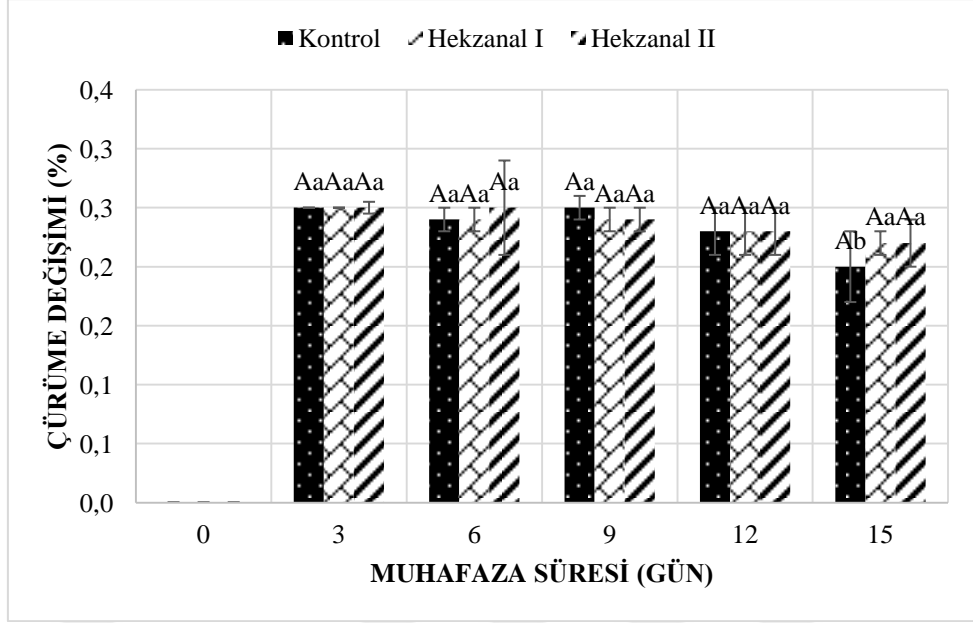
Şekil 4.23. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca CO<sub>2</sub> değerine olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

#### 4.12 Çürüme Miktarı

Çilek meyvelerine hasat sonrası meydana gelebilecek çürüme, maya - küflenme ve bakteriyel gelişmeyi engellemek için hasat öncesi hekzanal sprey uygulaması yapılmış ve MAP ile paketlenip meyveler soğuk havada (2 °C) muhafaza edilmiştir. Fortuna hekzanal sprey uygulaması yapılan çilek meyvelerinde muhafazanın son günü çürüme kaybı miktarı kontrol grubu meyvelerinde %0,20 iken hekzanal-I uygulaması ve hekzanal-II uygulaması yapılan meyvelerde 0,22 olarak belirlenmiştir. Fortuna hekzanal sprey uygulaması dozlarının meyvelerin % çürüme kaybı değerleri üzerine etkisi incelendiğinde meyvelerde çürüme miktarı ortalamaları istatistik olarak aynı grupta yer almıştır. Çürüme oranı değerlendirmesinde meyveler çürük ve sağlam olarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar Şekil 4.25’de belirtilmiştir. Elde edilen sonuçlar %25 in üzerine çıkmayıp 12. güne kadar ürünlerin renk ve tatları başarılı bir şekilde muhafaza edilmiştir. 15. gün meyvelerinin tat ve görünüş olarak değerlendirildiğinde sağlık için uygun olmadığı gözlemlenmiştir. Kontrol grubu çilek meyveleri ve hasat öncesi hekzanal sprey uygulanan çilek meyveleri arasında renk ve tat açısından karşılaştırıldığında gözle görülür bir fark tespit edilmemiştir. Fakat son gün kontrol meyveleri, kendilerini salmasına normal çilek kırmızısı renginden daha farklı bir renk göstermesine karşın hekzanal sprey uygulanan meyveler kontrol meyvelerine kıyasla daha iyi görüntüye sahip olmuştur.

Genel olarak hasat sonrası fungal çürümelerin (*Botrytis cinerae* ve *Penicillium spp*) önlenmesi ve kalite unsurlarının korunması yönünden %10 CO<sub>2</sub> değeri önerilmektedir. Bu konsantrasyonun daha fazla olması halinde ilk olarak aroma kaybının yaşanabileceği belirtilmiştir (Hardenburg vd., 1954; Ertan vd., 1990).



Şekil 4.24. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca çürüme miktarına olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

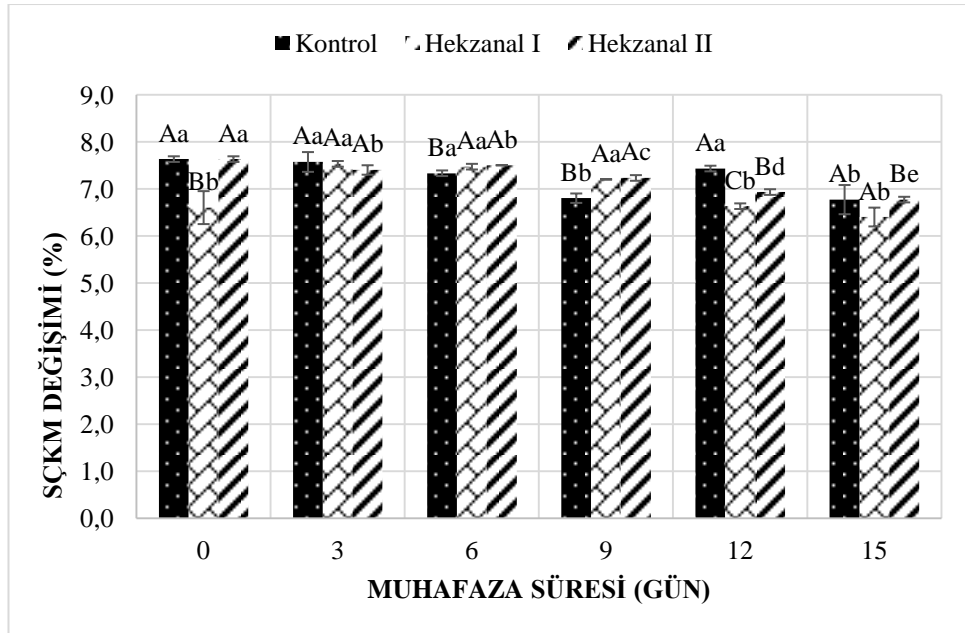
#### 4.13 Suda Çözünabilir Toplam Kuru Madde Miktarının (SÇKM) Belirlenmesi

Fortuna çilek meyvesinin suyunda kalite parametrelerinden biri olan suda çözünabilir toplam kuru madde miktarı Şekil 4.25’de, verilmiştir. Fortuna çilek meyvesinin meyve sularında kontrol grubu meyvelerde ilk gün SÇKM değeri %7,63 15. gün %6,77 bulunmuştur. Hekzanal-I sprey uygulanan çilek meyvelerinin suyunda ölçülen SÇKM değeri %7,53-6,40 değerleri arasında değişim göstermiştir. Hekzanal-II sprey uygulanan örneklerde ise ilk gün %7,63 değerini, son gün ise %6,77 değerlerini vermiştir. Suda çözünabilir toplam kuru madde miktarı istatistiki açıdan incelendiğinde muhafaza başlangıcı ile muhafaza sonunda uygulamaların farklı istatistiki grupta olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Elde edilen verilerden suda çözünabilir toplam kuru madde miktarının azalma eğiliminde olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan çalışma sonuçlarına çileklerde kabul edilebilir bir lezzet için SÇKM değerinin en az %7 civarında olması gerektiğini vurgulamışlardır (Mitcham, vd., 1996). Nogay (2017) ise yaptığı gübre çalışmalarında SÇKM değerleri üzerinde

etkisinin çok belirgin olmadığını ve değerler arasındaki değişimin asıl nedeninin çeşitler arası farklılıktan ve aylara göre sıcaklık artışından kaynaklandığını belirtmiştir. Bu çalışmalara bakıldığında elde ettiğimiz verilerle paralel doğrultuda olduğu kanısına varılmıştır.

Benzer şekilde Gill, vd., (2016), guava (Allahabad Safeda) uyguladıkları hasat öncesi hekzanal sprey uygulaması ile en yüksek ortalama suda çözünür toplam kuru madde (SÇKM) içeriği sırasıyla %10,49 ile %0,015 hekzanal uygulaması ve %10,34 ile %0,02 hekzanal uygulaması olduğu belirtilmiştir. Kontrol numunelerinde ise 14 güne kadar SÇKM değeri %10,90'a kadar yükseldiğini ardından depolama boyunca keskin bir düşüş kaydettiğini bildirmişlerdir.

Depolama sırasında meydana gelen SÇKM içeriğindeki artış nişastanın şekere hidrolizinden kaynaklanabilmektedir. Nişasta hidrolizinin tamamlanmasından sonra, şeker içeriğinde daha fazla artış olmamakta ve ardından şekerler solunum sırasında metabolize edildiğinden SÇKM içeriğinde azalma meydana gelmektedir (Gill, vd., 2016).



Şekil 4.25. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca SÇKM değerine olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

#### 4.14 pH Değeri (%)

Fortuna cinsi çilek meyvesinin uygulama görmüş ve uygulama görmemiş numunelerin suyundan alınan örneklerin pH değerlerine ait değişim grafiği Şekil 4.27'de verilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde Hasat öncesi hekzanal sprey uygulanmış ve hekzanal sprey uygulanmamış (kontrol) örneklerin pH düzeyi üzerinde farklı etkiler yaptığı tespit edilmiştir.

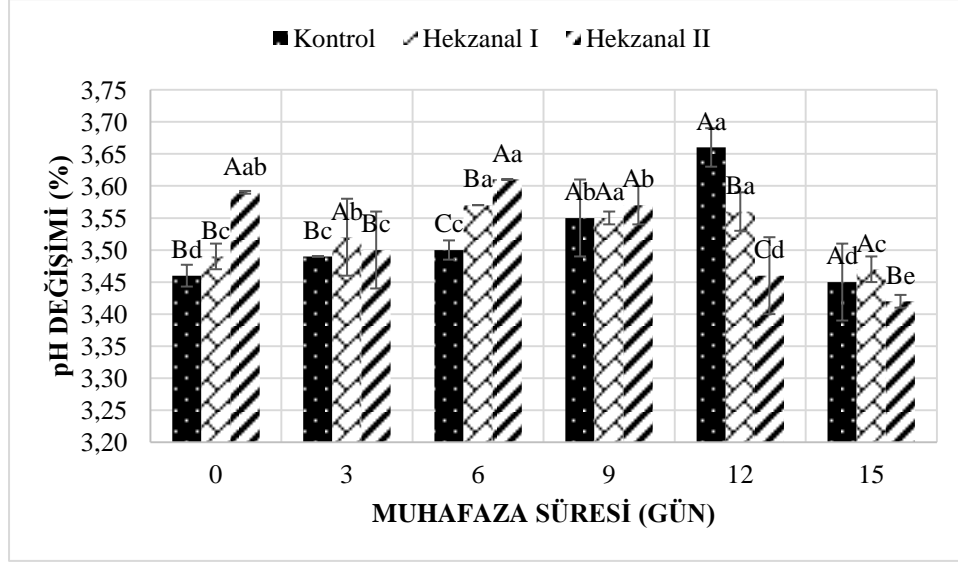
Hasat öncesi uygulama görmeyen kontrol meyvelerinin pH değerleri incelendiğinde, ilk gün 3,46, 12. gün 3,66 değerine kadar artış göstermiş ve 15. gün 3,45 değerine düşmüştür. Hasat öncesi hekzanal-I sprey uygulanan numunelerin pH değerinde ise 3,49-3,57 değerleri arasında değişim göstermiş ve hekzanal-II sprey uygulanan numunelerde ise pH değeri 3,42-3,61 değerleri arasında depolama boyunca dalgalanmalar yaşandığı gözlenmiştir. 15 günlük depolama boyunca çilek numunelerinden elde edilen pH değerlerindeki değişimler istatistiksel açıdan incelendiğinde anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Gündüz (2003) Amik Ovası koşullarında bazı çilek çeşitlerine yaptığı çalışmada mart, nisan, mayıs, haziran aylarında yaptığı ölçümlerde pH değerlerinin 3,20-3,87 arasında değiştiğini gözlemlemiştir.

Kafkas, vd., (2007), Adana şartlarında çilek meyvesine yaptığı uygulamada pH değerlerinin 3,29-3,43 arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir.

Kaymak (2020) çilek meyvelerine uyguladığı çalışmada mart, nisan ve mayıs ayında ölçtüğü pH değerleri 3,96-4,00 arasında değişmiştir.

Yapılan çalışmalar dikkate alındığında, çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz pH verileri ile paralel doğrultuda olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.26. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca pH değerine olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

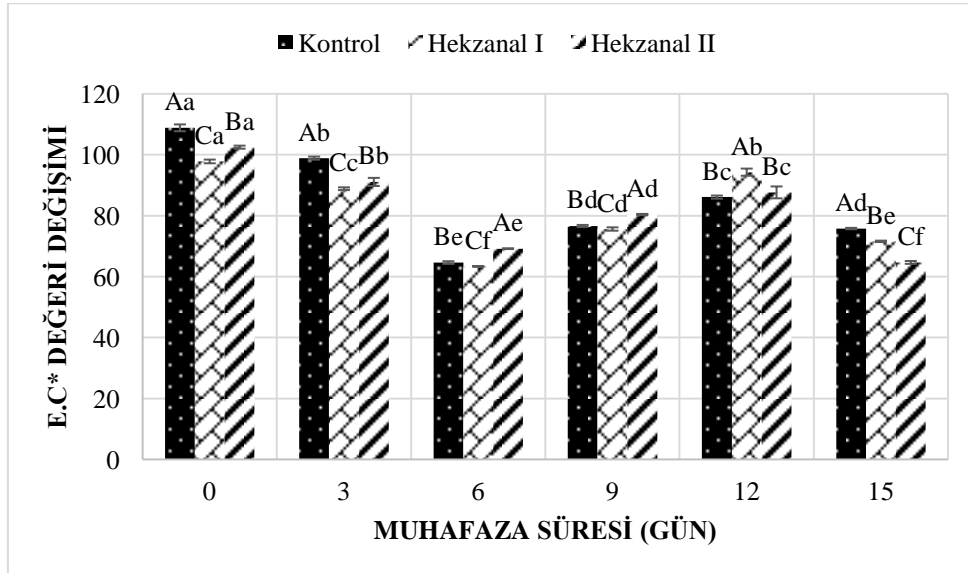
#### 4.15 Elektriksel İletkenlik Değeri

Elektriksel iletkenlik, zar geçirgenliğinin bir göstergesidir. Düşük EC (elektriksel iletkenlik), iyon sızıntısındaki azalmayı gösterir ve bunun nedeni de şunlar olabilir: uygulama görmüş çilek meyvesindeki zar hasarında azalma. EC'de bir azalma ve hekzanal ile muamele edilmiş meyvede gözlemlenen ağırlık kaybı, PLD inhibisyonu aracılığıyla hekzanal uygulamasının aracılık ettiği zar koruyucu özelliklerine bağlanabilir. Membran akışkanlığının kaybı ve membran öz yapıların ayrışması, olgunlaşma ve yaşlanma sırasında meydana gelen genel değişikliklerdir. Daha iyi membran koruması, su kaybını, dehidrasyonu ve çözünen madde sızıntısını azaltabilir, bu da yaşlanmanın gecikmesine ve ürünün hasat sonrası ömrünün uzamasına neden olur (Padmanabhan ve Paliyath, 2018).

Fortuna çilek meyvelerine yapılan uygulamalar sonunda değerlendirilen EC sonucunda dalgalanmalar görülmektedir ve ölçülen değerler azalma yönünde olmuştur. İlk gün kontrol meyvelerinde ölçülen EC değeri 108,85 gösterirken bu

değer son gün 75,78 olmuştur. Hekzanal-I sprej uygulanan çilek meyvelerinde ise depolamanın ilk günü EC değeri 97,82 ve son gün 71,59 ölçülmüş olup hekzanal-II sprej uygulanan çileklerde ilk gün 102,50 ölçülen değer depolamanın 15. günü 64,66 ölçülmüştür. Muhafaza sonunda hücre zarı hasarının tüm uygulamalarda düştüğü ve muhafaza sonunda tüm uygulamaların farklı istatistikî grupta yer aldığı belirlenmiştir. Sonuçlar istatistikî olarak değerlendirildiğinde elektriksel iletkenlik değeri anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Padmanabhan ve Paliyath (2018) dolmalık bibere yaptıkları çalışmada 21 günlük depolama süresince kontrollerde 21 günlük depolama süresince EC değerleri yükselmiş ve bu değerler hekzanal buharla muamele edilmiş meyvelerde 1. günden 21. güne kadar EC değerlerinden daha yüksek çıktığını belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmanın bu sonuçlarla örtüşmemekte olup, sonuçların aksine EC değerinde ilk depolama gününden son depolama gününe kadar azalma tespit edilmiştir. Bunun da nedeninin depolama süresince zar geçirgenliğinde bozulmanın artmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hekzanal uygulama ile bağlantılı olarak meyvede fark edilen olumlu etkilerin çoğu, hekzanalın PLD önleyici özelliklerine bağlanabilir (Padmanabhan ve Paliyath 2018).

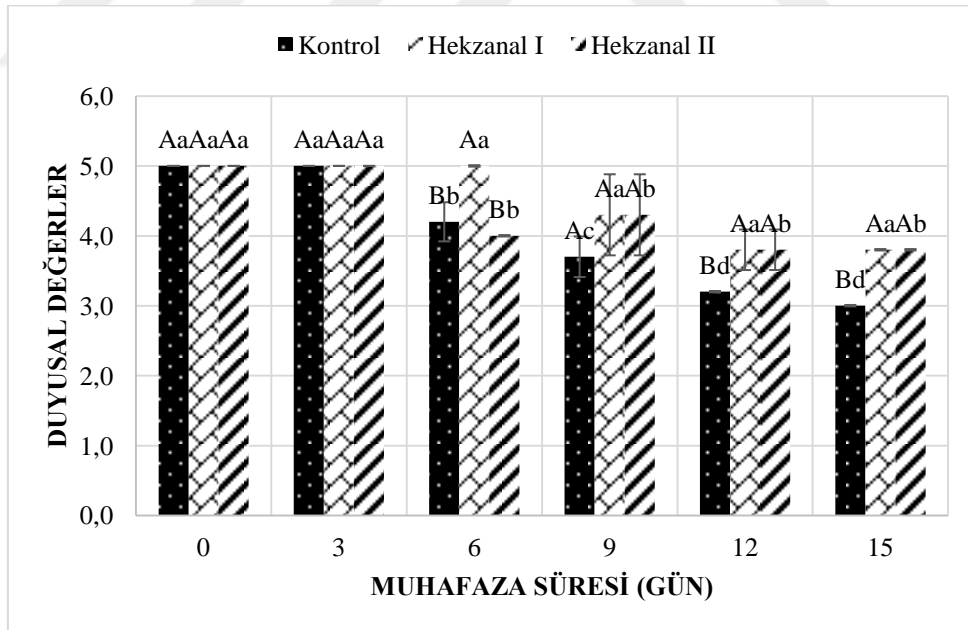


Şekil 4.27. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca E.C\* değerine olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

#### 4.16 Duyusal Değerlendirme

'Fortuna' çilek çeşidine uygulanan hasat öncesi hekzanal sprey uygulaması ile çilek meyvesi duyusal kalitesine olan etkisi değerlendirilmiştir ve sonuçlar Şekil 4.28'de verilmiştir. Buna göre, hekzanal sprey uygulaması duyusal kalite bakımından kontrol uygulamalarında muhafaza başlangıcında en yüksek duyusal kalite puanı olan 5 puan alırken iken muhafaza sonunda ise 3 orta düzeye olarak belirlenmiş, hekzanal-I ve hekzanal-II sprey uygulaması yapılan örneklerde başlangıç duyusal puanlama değeri 5 iken muhafaza sonunda 3,8 puanla iyi seviye olan 4' e yakın bir puan almıştır. Tüm uygulamaların muhafaza başlangıcında aynı istatistiki grupta yer aldığı belirlenirken muhafaza sonunda hekzanal uygulama dozları aynı istatistiki grupta yer aldığı kontrol grubu ise onlardan farklı bir istatistik grupta yer aldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.28. Çilek meyvesine hekzanal uygulamasının muhafaza süresi boyunca duyusal değerlere olan etkileri

Not: Aynı gruplar arasında farklı büyük harfle gösterilen uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Aynı gruplar arasında farklı küçük harflerle gösterilen örneklerin muhafaza süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).



## 5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çilek meyvesi içerdiği antosiyaninler, flavonoidler bakımından çok zengin bir yapıya sahip olup içeriğindeki lif sayesinde doyurucu bir etkiye sahiptir. Yapılan diyetlerde tercih edilen önemli bir besin kaynağıdır. Fruktoz içeriği ise sindirimi yavaşlatarak kan şekeri seviyesini düzenlemede katkıda bulunur. Tarihte pek çok şifa kaynağı olarak kullanılan çilek çok değerli bir besin kaynağıdır ve birçok gıda ve bakım ürünlerinde kullanılmaktadır. Çilek gerek kurutarak gerekse yaş halde tercih edilen önemli bir meyvedir.

Yaptığımız çalışma, çilek meyvesi yetiştiriciliğinde pestisit kullanımını azaltma amaçlı ve raf ömrünü uzatmaya yönelik olmuştur.

Bu amaçla, derim öncesi %0,01 hekzanal ve %0,02 hekzanal sprey uygulanan ve % 0 (kontrol) grubu 'Fortuna' çilek çeşidi meyve örnekleri hasat edildikten sonra MAP'da 2°C'de ve %90±5 bağıl nem içeren soğuk hava deposunda 15 gün süresince muhafaza edilmiştir.

Muhafaza başlangıcından itibaren 3'er gün aralıklarla hekzanal sprey uygulaması yapılan meyveler ile kontrol grubu meyvelerinde meydana gelen ağırlık kaybı, meyve sertliği, TA, renk (L\*, a\*, b\*) değeri, SÇKM, pH, toplam fenolik madde miktarı, MAP içerisindeki gaz bileşimi (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>), çürüme miktarı, elektriksel iletkenlik, şeker (fruktoz, sakaroz, glikoz) miktarı, toplam antioksidan (DPPH) aktivite miktarı, toplam flavonoid madde miktarı, antosiyanin madde miktarı, mikrobiyal (toplam bakteri, toplam maya-küf) yük miktarı ve duyu kalite analiz yapılarak belirlenmiştir.

Bulgularımıza göre, derim öncesi hekzanal sprey uygulaması yapılan düşük dozlu (hekzanal-I) ve yüksek dozlu (hekzanal-II) uygulamalar ile kontrol örnekleri kıyaslandığında ağırlık kaybı kontrol grubu meyvelerinde uygulama yapılan meyvelerden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Diğer bir parametre olan çürüme miktarı üzerine uygulama yapılan ve kontrol meyveleri arasında önemli bir fark olmamıştır.

Meyve sertliği kalite parametreleri arasında en önemlilerinden biri olan ve gıdanın ağızda sıkıştırılması ile meydana gelen deformasyonu temsil etmektedir. Çalışmamızda hekzanal sprey uygulamasına tabi tutulan ‘Fortuna’ çilek çeşidi meyvelerinin sertlik analizi yapılmış ve hekzanal uygulaması yapılan çilek meyveleri ve kontrol meyveleri sertlik sonuçları değerlendirildiğinde elde edilen veriler doğrultusunda kontrol grubunun muhafaza süresince daha düşük sertlik değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu verilere dayanarak hekzanal sprey uygulamasının meyvelerin olgunlaşmasını yavaşlatan bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılabilir.

‘Fortuna’ çilek çeşidi meyvelerinde hasattan hemen sonra ölçülen renk (L, a\* ve b\*) değerleri incelendiğinde, parlaklığı nitelendiren L değerleri arasında depolama boyunca anlamlı bir farklılık olmamıştır. a\* (+ kırmızı,- yeşil,) renk değeri en yüksek kontrol grubu meyvelerde gözlenmiş olup hekzanal sprey uygulaması yapılan meyvelerde ise en düşük +a\* değeri hekzanal-II sprey uygulanan çilek meyvelerinde görülmüştür. Çilek +a\* renk değerinin düşük olması yaşlanmanın yavaşladığını ve olgunlaşmanın geciktiğini göstermektedir.

Muhafaza süresince üçer gün aralıklarla MAP içerisinde muhafaza edilen çilek meyvelerinin bulunduğu MAP içerisindeki gaz bileşiminin CO<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub> (%) oranında muhafaza sonunda hekzanal-II sprey grubunda hafif bir yükseliş olmuştur.

Muhafaza periyodu boyunca ‘Fortuna’ çilek çeşidi meyve suyu pH değişiminde önce artış sonra düşüş olurken, titre edilebilir asit miktarında ise hafif derecede artış meydana gelmiştir. Titre edilebilir asit miktarı muhafaza süresince kontrol grubunda %1,09-1,24 arası, hekzanal-I spreyi uygulaması yapılan çileklerde %1,07-1,14 arasında değişmiş ve hekzanal-II sprey uygulaması yapılan meyvelerde ise %0,72-1,17 arasında ölçülmüştür. Suda çözünür toplam kuru madde miktarı kontrol ve derim öncesi hekzanal sprey uygulaması yapılan meyvelerde muhafaza sonunda düşüş meydana gelmiştir. Toplam kuru madde miktarındaki azalışların solunumda kullanılan şeker miktarından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Muhafaza sonunda ilek meyvesi elektriksel iletkenlik değeri en yüksek kontrol grubu meyvelerinde iken onu hekzanal-I spre y uygulamasında ve en düşük elektriksel iletkenlik değerleri ise hekzanal-II spre y uygulananlarda ölçülmüştür.

Meyvelerde en baskın şekerler glikoz, sakaroz ve fruktozdur. Muhafaza süresi boyunca 'Fortuna' ilek çeşidi meyvelerinde meydana gelen şeker değişimleri sakarozda azalma olarak görülürken, glikoz ve fruktozda ise dalgalanmalar şeklinde olmuştur. şeker miktarındaki azalmanın sebebi enzimatik olmayan esmerleşmeden kaynaklı olabilir. şeker miktarındaki azalmanın bir diğer nedeni de solunumdan kaynaklı olabilmektedir. ilek meyveleri antioksidan madde miktarı bakımından değişim incelendiğinde muhafaza sonunda sonuçlar karşılaştırıldığında kontrol meyveleri ve hekzanal spre y uygulanan ilekler arasında fark yüksek düzeyde olmadığı gözlemlenmiştir.

Flavonoid madde antioksidanlar arasında en değerlilerden olup insan sağlığı için önemli bir yere sahiptir ve ilek meyvesinde çokça mevcuttur. Çalışmamızdaki kullanılan ilek meyvelerine yapılan ilk günkü analiz sonuçlarında derim öncesi hekzanal spre y uygulanan meyvelerin flavonoid değerleri daha yüksek bulunmuştur. Muhafaza sırasında ilek meyveleri arasında en yüksek flavonoid miktarına depolamanın 3. günü ile kontrol meyvelerinde iken onu hekzanal-II spre y uygulanan ilek meyveleri takip etmiştir. Meyveler fenolik maddeleri içermesiyle doğal antioksidanlar olarak kabul edilir. Fenolik maddeler fitokimyasal bileşikler olup, meyve ve sebzelerin renk ve lezzet oluşumunda önemli rol oynadıkları ayrıca fenollerin bitki sağlığına koruyucu etkileri olduğu bilinmektedir. Yani fenollerce zengin olan bileşiklerin patojenlere daha dirençli olduğu söylenebilir. Dokudaki etilen sentezini de kontrol edip yapıdaki fenollerin azalması olgunlaşmayı hızlandırmaktadır. Derim ncesi hekzanal spre y uygulanmış örnekler ve kontrol grubu örneklerinin toplam fenolik madde miktarında en yüksek 758,95 mg/L ile hekzanal-II uygulamasının ilk gün ölümüyle elde edilmiş olup ikinci sırada 752,16 mg/L ile hekzanal-I spre y uygulanan ilek örneklerinde belirlenmiştir. Hekzanal-I spre y uygulanan ilek meyvelerinden elde edilen toplam fenolik madde muhafaza sonunda diğer uygulamalardan daha yüksek bulunmuştur.

Yaptığımız derim öncesi hekzanal sprey çalışmasının 15 günlük muhafaza süresi boyunca yapılan toplam maya-küf ve toplam bakteri miktarında meydana gelen değişim incelendiğinde muhafaza süresince artış göstermiş olup hekzanal-I uygulaması yapılan örneklerde bu artışın daha düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Özellikle muhafaza sonunda hekzanal-I sprey uygulanan; örneklerdeki maya- küf ve bakteri gelişimini diğer uygulamalara göre daha fazla sınırlandırmıştır. Bu çalışmada, hekzanal uygulamasının PLD aktivitesini baskılayabileceğini ve böylece gelişmiş zar stabilitesine ve dolayısıyla çilek meyvesinin uzun ömürlülüğüne yol açabileceği hipotezi test edilmiştir. Bu amaca ulaşmak için hekzanal sprey uygulamasının çilek meyvelerinin raf ömrüne etkisini belirlemek amacı ile meyvelerde ağırlık kaybı, meyve eti sertliği, TA, renk analizi ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), SÇKM, pH, toplam fenolik madde miktarı, MAP içerisindeki gaz bileşimi ( $CO_2$ ,  $O_2$ ), çürüme miktarı, elektriksel iletkenlik, şeker (fruktoz, sakaroz, glikoz) miktarının belirlenmesi, toplam antioksidan (DPPH) analizi, toplam flavonoid analizi, antosiyanin miktarı, mikrobiyolojik (toplam bakteri, toplam maya-küf) yük miktarı belirlenmiştir.

Analizlerin sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde derim öncesi hekzanal sprey uygulamasının, bazı kalite parametrelerine olumlu katkıları bulunurken, özellikler hekzanal-I sprey uygulamasının mikrobiyal yük artışını diğer uygulamalara göre daha fazla baskı altına aldığı söylenebilir.

Son zamanlarda tüketicilerin kimyasal uygulama yapılmayan ve en az işleme tabii tutulan ürünleri tercih etmeleri, meyve-sebzelerin organik kökenli bileşenler ile korunarak raf ömrünün uzatılması bilinçli tüketiciler için tercih edilebilirliği yüksek bir uygulama olma konusunda aday olduğu ve güvenle alınabileceği konusunda umut vaat eden bir çalışma olmuştur. Hekzanal uygulamasının hasat sonrası teknolojisi meyve ve sebzelerin korunması alanında yaygın olarak uygulanma potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir. Özellikle raf ömrü kısa olan çilek meyvesi için daha kapsamlı ve geniş çalışmalar uygulayarak daha iyi sonuçlar elde edileceği ve tarım ile uğraşan çiftçiler ve ekonomi için yararlı bir uygulama olacağı sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKÇA

- Akalın, A. C., & Anlı, R. E., Nar Şaraplarında Antioksidan Fenolik Bileşiklerin Belirlenmesi. (Doctoral Dissertation, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı): Doktora Tezi, Ankara, 2011.
- Albayrak, S., Sağdıç, O., & Aksoy, A., Bitkisel Ürünlerin Ve Gıdaların Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, Erciyes, 26(4), 401-409, 2010.
- An, X., Li, Z., Zude-Sasse, M., Tchienbou-Magaia, F., & Yang, Y., Characterization of textural failure mechanics of strawberry fruit, Journal of Food Engineering, 282, 110016, 2020.
- Anonim., Türk Standartları Enstitüsü Mikrobiyoloji-Maya Ve Küf Sayımında Genel Kurallar, 25°C 'da Koloni Sayım Tekniği. Ts 6580-Iso 7954., Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1989.
- Anonim., Aerobic Plate Count., Bacteriological Analytical Manual (Bam), Chapter 3, 2001.
- Anonim., Çilek Fidesi Çeşitleri, Yaltır, 2020.
- Anonim., Türk Standartları Enstitüsü, Mikrobiyoloji - Gıda Ve Hayvan Yemleri, Mikroorganizmaların Sayımı İçin Yatay Yöntem, 30°C'da Koloni Sayım Tekniği, Ts 7703 En Iso 4833., Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2004.
- Ashitha, G. N., Sunny, A. C., & Nisha, R., Effect Of Pre-Harvest And Post-Harvest Hexanal Treatments On Fruits And Vegetables: A Review, Agricultural Reviews, 41(2), 124-131, 2020.
- Bao, R., Fan, A., Hu, X., Liao, X., & Chen, F., Effects Of High Pressure Processing On The Quality Of Pickled Radish During Refrigerated Storage. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 38, 206-212, 2016.
- Bilaloğlu, G. V., & Harmandar, M., Flavonoidler, Aktif Yayınevi, İstanbul, 334, 354, 1999.
- Bozdoğan, A., Eker, T., Konuşkan, D., Öz, A. T., Kafkas, E., Effects of the storage of Turkish Gemlik olives under CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub> on the phenolic compounds and fatty acid compositions of olive oils, Journal of Food Measurement and Characterization, 13(1), 187-195, 2019.
- Cheema, A., Padmanabhan, P., Jayasankar, S., Theo, B., & Gopinadhan, Improving Quality Of Greenhouse Tomato (Solanum Lycopersicum L.) Bypre- And Postharvest

- Applications Of Hexanal-Containing Formulations, *Postharvest Biology And Technology*, 95, 13-19, 2014.
- Coşkun, F., *Gıdalarda Bulunan Doğal Koruyucular*, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, 2006.
- Çay, S., *Çilek Yetiştiriciliğinde Leonardit Kullanımı Ve Farklı Map Uygulamalarının Muhafaza Kalitesine Etkileri*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye: Doktora Tezi, 2018.
- Debysingh, N., Wickham, L. D., Mohammed, M., Legall, G., Paliyath, G., & Subramanian, J., Effects Of Pre- And Post-Harvest Treatments With Hexanal Formulations On Time To Ripening And Shelf Life Of Papaya (*Carica Papaya L.*) Fruits, *Tropical Agriculture*, 95(1), 36-42, 2018.
- Dek, M. S., Padmanabhan, P., Subramanian, J., & Paliyatha G., Inhibition Of Tomato Fruit Ripening By 1-Mcp, Wortmannin And Hexanal Is Associated With A Decrease In Transcript Levels Of Phospholipase D And Other Ripening Related Genes, *Postharvest Biology And Technology*, 140, 50-59, 2018.
- Demircan, V., Dalgıç, A., Gülsever, T., & Kadakoglu, B., Economic Analysis Of Greenhouse Strawberry Production: A Case Study Of Aydın Province, Turkey, *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering In Agriculture And Rural Development*, 19(3), 133-140, 2019.
- Demircan, V., Dalgıç, A., Gülsever, T., & Kadakoğlu, B., Economic Analysis Of Greenhouse Strawberry Production: A Case Study Of Aydın Province, *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering In Agriculture And Rural Development*, Turkey, 16(3), 2019.
- Dünya'da Çilek Meyvesi Üretimi Erişim adresi: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, Erişim tarihi: 19.11.2020.
- Ertan, Ü., Özelkök, S., Celikel, F., & Kepenek, K., The Effects Of Precooling And Increased Atmospheric Concentrations Of Co2 On Fruit Quality And Postharvest Life Of Strawberries, Turkey, *Yalova, Bahce*, 19(1-2), 59-76 1990.
- Ertürk, Y. E., Geçer, M. K., & Karadaş, K., Türkiye'de Çilek Üretimi Ve Pazarlaması, *Bahçe* 46 (Özel Sayı 1), 13-20, 2017.
- Gao, L., & Mazza, G., Characterization, Quantitation, And Distribution Of Anthocyanins And Colorless Phenolics In Sweet Cherries, *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 43(2), 343-346, 1995.

- Gill, K. S., Effect Of Hexanal Compositions On Guava Fruits, Postharvest Biology And Nanotechnology, Hindistan, John Wiley & Sons, 287-293, 2018.
- Gill, K. S., Dhaliwal, H. S., Mahajan, B. V., Paliyath, G., & Boora, R. S., Enhancing Postharvest Shelf Life And Quality Of Guava (*Psidium Guajava* L.) Cv. Allahabad Safeda By Pre-Harvest Application Of Hexanal Containing Aqueous Formulation, Postharvest Biology And Technology, 112, 224-232, 2016.
- Görgüç, A., Yıldırım, A., Konuk Takma, D., & Erten, E. S., Aydın İlinde Yetiştirilen Ticari Çilek Çeşitlerinin Fiziksel, Kimyasal, Biyoaktif Ve Aroma Özellikleri, Harran Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(2), 131-141, 2019.
- Gursoy, N., Sarikurkcu, C., Cengiz, M., & Solak, M. H., Antioxidant Activities, Metal Contents, Total Phenolics And Flavonoids Of Seven Morchella Species, Food And Chemical Toxicology, 47(9), 2381-2388, 2009.
- Gündüz, K., Özdemir, E., Amik Ovası Koşullarında Açıkta Ve Yüksek Tünel Altında Yetiştirilen Bazı Çilek Çeşitlerinde Çiçeklenme, Derim Süresi Ve Verimlerin Aylık Dağılımının Belirlenmesi, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Hatay, 8(1-2), 9-17, 2003.
- Hardenburg, R. E., Watada, A. E., & Wang, C. Y., The Commercial Storage Of Fruits, Vegetables, And Florist And Nursery Stocks (No. 66), Us Department Of Agriculture: Agricultural Research Service, 1954.
- Hewajulige, I., Wilson, S., Hutchinson, M., Hexanal Compositions for Enhancing Shelf-life and Quality in Papaya, Postharvest Biology And Nanotechnology, Hindistan, John Wiley & Sons, 119-214, 2018.
- Huang, D., Ou, B., & Prior, R. L., The Chemistry Behind Antioxidant Capacity Assays, Journal Of Agricultural And Food Chemistry, 53(6), 1841-1856, 2005.
- Hutchinson, M., Application Of Hexanal- Containing Compositions And Its Effect On Shelf- Life And Quality Of Banana Varieties In Kenya, Postharvest Biology And Nanotechnology, Hindistan, John Wiley & Sons, 191-198, 2018.
- Jin, P., Wang, H., Zhang, Y., Huang, Y., Wang, L., & Zheng, Y., Uv-C Enhances Resistance Against Gray Mold Decay Caused By *Botrytis Cinerea* In Strawberry Fruit, Scientia Horticulturae, 225, 106-111, 2017.
- Jincy, M., Djanaguiramana, M. Jeyakumar, P., Subramanian, K.S., Jayasankar, S., Paliyath, G., Inhibition of phospholipase D enzyme activity through hexanal leads to delayed

- mango (*Mangifera indica* L.) fruit ripening through changes in oxidants and antioxidant enzymes activity, *Scientia Horticulturae*, 218, 316–325, 2017.
- Kafkas, E., Koşar, M., Paydaş, S., Kafkas, S., & Başer, K. H., Quality Characteristics Of Strawberry Genotypes At Different Maturation Stages, 100(3), *Food Chemistry*, 1229–1236, 2007.
- Kaur, S., Arora, N. K., Gill, K. B., Sharma, S., & Gill, M. I., Hexanal Formulation Reduces Rachis Browning And Postharvest Losses In Table Grapes Cv. 'Flame Seedless', *Scientia Horticulturae*, 248, 265-273, 2019.
- Kaymak, M. C., Rubygem Çilek Çeşidinde Bor Ve Bal Arısı Kullanımının Bozuk Şekilli Meyve Oluşumu İle Meyve Verim Ve Kalitesi Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 117, 2020.
- Kingwascharapong, P., Arisa, K., Karnjanapratum, S., Tanaka, F., & Tanaka, F., Effect Of Gelatin-Based Coating Containing Frog Skin Oil On The Quality Of Persimmon And Its Characteristics, *Scientia Horticulturae*, 108864, 260, 2020.
- Koley, T. K., Khan, Z., Oulkar, D., Singh, B. K., Maurya, A., Sing, B., & Banerjee, K., High Resolution Lc-MS Characterization Of Phenolic Compounds And The Evaluation Of Antioxidant Properties Of A Tropical Purple Radish Genotype, *Arabian Journal Of Chemistry*, 13(1), 1355-1366, 2020.
- Konczak, I., & Zhang, W., Anthocyanins—More Than Nature's Colours. *Journal Of Biomedicine And Biotechnology*, 2004(5), 239, 2004.
- Kumar, S. K., Kayal, W. E., Sullivan, A. J., & Paliyath, G., Pre-Harvest Application Of Hexanal Formulation Enhances Shelf Life And Quality Of 'Fantasia' Nectarines By Regulating Membrane And Cell Wall Catabolism-Associated Genes, *Scientia Horticulturae*, 229, 117-124, 2018.
- Kuru Berk, B., Selma, & Koçoğlu, T., Frenk Üzümünün (*Ribes Sp.*) Biyolojik Aktivitesi Ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri, *Bahçe*, 46(Özel Sayı 1), 113-118, 2017.
- Lakhanpal, P., & Rai, K. D., Quercetin: A Versatile Flavonoid, *Internet Journal Of Medical Update*, 2, 22-37, 2007.
- Lanciotti, R., Belletti, N., Patrignani, F., Gianotti, A., Gardini, F., & Guerzoni, M. E., Application Of Hexanal, (E)-2-Hexenal, And Hexyl Acetate To Improve The Safety Of Fresh-Sliced Apples, *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 51(10), 2958-2963, 2003.

- Lila, M. A., Anthocyanins And Human Health: An In Vitro Investigative Approach, *Jurnal Of Biyomedicine And Biyotechnology*, 2004(5), 306, 2004.
- McGuire, R.G., Reporting of Objektive Color Measurements, *Hortscience*, 27, 1254-1255, 1992.
- Miron, D., & Schaffer, A.A., Sucrose Phosphate Synthase, Sucrose Synthase, And Invertase Activities In Developing Fruit Of *Lycopersicon Esculentum* Mill. And The Sucrose Accumulating *Lycopersicon Hirsutum* Humb. And Bonpl, *Plant Physiology*, 95(2), 623-627, 1991.
- Misran, A., Padmanabhan, P., Sullivan, J. A., Khanizadeh, S., & Paliyath, G., Composition Of Phenolics And Volatiles In Strawberry Cultivars And Influence Of Preharvest Hexanal Treatment On Their Profiles, *Canadian Journal Of Plant Science*, 95(1), 115-126, 2015.
- Mitcham, E. J., Crisosto, C. H., & Kader, A.A., *Strawberry: Recommendations For Maintaining Postharvest Quality*, Post-Harvest Technology Center, University Of California, Ca, Usa, 2015.
- Mwatawala, M. W., Baltazari, A., Msogoya, T. J., Mtui, H. D., Samwel, J., & Chove, L., Reduction Of Preharvest And Postharvest Losses Of Sweet Orange (*Citrus Sinensis* L. Osberck) Using Hexanal In Eastern Tanzania, *Postharvest Biology And Nanotechnology*, Hindistan, John Wiley & Sons, 255-264, 2018.
- Nacar, Ç., *Çilek Yetiştiriciliği*, T.C. Gıda, Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Ve Politikalar Genel Müdürlüğü Alata Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu, Erdemli-Mersin, 2012.
- Nakajima, J. I., Tanaka, I., Seo, S., Yamazaki, M., & Saito, K., Lc/Pda/Esı-Ms Profiling And Radical Scavenging Activity Of Anthocyanins In Various Berries, *Journal Of Biomedicine And Biotechnology*, 2004(5), 241, 2004.
- Noğay, G., Bazı Çilek Çeşitlerinde Kalsiyum Ve Bor Uygulamalarının Verim Ve Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Adana, 85, 2017.
- Okan, O. T. (2016). Doğu Karadeniz Bölgesinde Yetişen Doğal Ve Kültür Maviyemiş Meyve Ve Yapraklarının Fenolik Bileşik, Şeker, Antioksidan Tayini Ve Maviyemiş Meyve Suyunun Besinsel Değeri. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Türkiye: Doktora Tezi.

- Oke, M., Padmanabhan, P., & Paliyath, G., Effect Of Hexanal Composition Treatment On Wine Grape Quality, *Postharvest Biology And Nanotechnology*, Hindistan, John Wiley & Sons, 215-223, 2018.
- Özkaya, O., Yavuz, N., Dündar, Ö., Özkaya, A., Paydaş, S. K., Demircioğlu, H., & Sarıdaş, M. A., Çilekte Yapraktan Kalsiyum ve Bor Uygulamalarının Raf Ömrü Süresince Meyve Kalite Ve Biyokimyasal Değişimleri Üzerine Etkileri, *Bahçe* 46 (Özel Sayı 1), 297-302, 2017.
- Paliyath, G., & Padmanabhan, P., Preharvest And Postharvest Technologies Based On Hexanal: An Overview, *Postharvest Biology And Nanotechnology*, Hindistan, John Wiley & Sons, 89-101, 2018.
- Padmanabhan, P., & Paliyath, G., Benefits Of Application Of Hexanal Compositions On Apples, *Postharvest Biology And Nanotechnology*, Hindistan, John Wiley & Sons, 225-230, 2018.
- Padmanabhan, P., & Paliyath, G., Effect Of Hexanal Vapor Treatments On Delay Of Flower Senescence, *Postharvest Biology And Nanotechnology*, Hindistan, John Wiley & Sons, 295-300, 2018.
- Padmanabhan, P., & Paliyath, G., Hexanal Effects On Greenhouse Vegetables, *Postharvest Biology And Nanotechnology*, Hindistan, John Wiley & Sons, 243-253, 2018.
- Padmanabhan, P., & Paliyath, G., Improving Shelf- Life And Quality Of Sweet Cherry (*Prunus Avium L.*) By Preharvest Application Of Hexanal Compositions, *Postharvest Biology And Nanotechnology*, Hindistan, John Wiley & Sons, 237-242, 2018.
- Padmanabhan, P., Krishnaraj, T., Sullivan, A., & Paliyath, G., Preharvest Spray Application Of Blueberry Fruits With Hexanal Formulations Improves Fruit Shelf- Life And Quality, *Postharvest Biology And Nanotechnology*, Hindistan, John Wiley & Sons, 231-236, 2018.
- Paliyath, G., & Padmanabhan, P., Preharvest And Postharvest Technologies Based On Hexanal: An Overview, *Postharvest Biology And Nanotechnology*, Hindistan, John Wiley & Sons, 89-101, 2018.
- Paliyath, G., Murr, D.P., Compositions For The Preservation Of Fruits And Vegetables, US patent # 7, 198-811, 2007.
- Paliyath, G., Murr, D.P., Yada, R.Y., Pinhero, R.G., Inhibition Of Phospholipase D.US patent # 6, 514-914., 2003.

- Pombo, M.A., Rosli, H.G., Martínez, G.A., & Civello, P.M., Uv-C Treatment Affects The Expression And Activity Of Defense Genes In Strawberry Fruit (*Fragaria × Ananassa*, Duch.), *Postharvest Biology And Technology*, 59(1), 94-102, 2011.
- Raghvendra, S.V., Shakya, A., Hedayatullah, M.D., Arya, G.S., Mishra, A., Gupta, A.D., & Patel, D., Chemical And Potential Aspects Of Anthocyanins-A Water-Soluble Vacuolar Flavonoid Pigments: A Review, *International Journal Of Pharmaceutical Sciences Review And Research*, 6(1), 28-33, 2011.
- Secer, A., Öztornacı, B., & Emeksiz, F., Evaluation Of Effectiveness Of Strawberry Marketing Organization In Mersin/Turkey. *Adyutayam Dergisi*, 7(1), 73-83, 2019.
- Sekar, C., Subramanian, K. S., Janavi, G. J., & Subramanian, J., Economic Impact Of Hexanal- Based Nanotechnology On Mango Value Chain In Tamil Nadu State, *Postharvest Biology And Nanotechnology*, Hindistan, John Wiley & Sons, 327-364, 2018.
- Selçuk, N., & Erkan, M., Impact Of Passive Modified Atmosphere Packaging On Physicochemical Properties, Bioactive Compounds, And Quality Attributes Of Sweet Pomegranates, *Turkish Journal Of Agriculture And Forestry*, 40(4), 475-488, 2016.
- Shahidi, F., & Naczk, M., *Food Phenolics: Sources, Chemistry, Effects, Applications*, Technomic Publishing Company, Lancaster, Pa: Technomic Publishing Co Inc., 1995.
- Shahidi, F., & Naczk, M., *Phenolics In Food And Nutraceuticals*. Crc Pres., Boca Raton, FL, 2004.
- Sharma, M., Jacob, J.K., Subramanian, J., & Paliyath, G., Hexanal And 1-Mcp Treatments For Enhancing The Shelf Life And Quality Of Sweet Cherry (*Prunus Avium L.*), *Scientia Horticulturae*, 125(3), 239-247, 2010.
- Singleton, V.L., & Rossi, J.A., Colorimetry Of Total Phenolics With Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents, *American Journal Of Enology And Viticulture*, 16(3), 144-158, 1965.
- Tungmunnithum, D., Thongboonyou, A., Pholboon, A., & Yangsabai, A., Flavonoids And Other Phenolic Compounds From Medicinal Plants For Pharmaceutical And Medical Aspects: An Overview, *Medicines*, 5(3), 93, 2018.
- Ulukanlı, Z., & Karadağ, E., Bacteriological And Fungal Evaluation Of Some Aromatic And Taste Giving Herbs From Iğdir Region In Eastern Anatolia Of Turkey, *African Journal Of Microbiology Research*, 4(22), 2397-2401, 2010.

- Vázquez-Celestino, D., Ramos-Sotelo, H., Rivera-Pastrana, D.M., Vázquez-Barrios, M.E., & Mercado-Silva, E.M., Effects Of Waxing, Microperforated Polyethylene Bag, 1-Methylcyclopropene And Nitric Oxide On Firmness And Shrivell And Weight Loss Of 'Manila' mango Fruit During Ripening, *Postharvest Biology And Technology*, 111, 398-405, 2016.
- Voss, D.H., Relating Colorimeter Measurement Of Plant Color To The Royal Horticultural Society Colour Chart, *Hortscience*, 27(12), 1256-1260, 1992.
- Wang, H., Chen, Y., Lin, H., Lin, M., Chen, Y., & Lin, Y., 1-Methylcyclopropene Containing-Papers Suppress The Disassembly Of Cell Wall Polysaccharides In Anxi Persimmon Fruit During Storage, *International Journal Of Biological Macromolecules*, 151, 723-729, 2020.
- Wang, Y., Li, W., Chang, H., Zhou, J., Luo, Y., Zhang, K., & Wang, B., SRNAome and transcriptome analysis provide insight into strawberry fruit ripening, *Genomics*, 112(3), 2369-2378, 2020.
- Wei, Y., Shao, X., Wei, Y., Xu, F., & Wang, H., Effect Of Preharvest Application Of Tea Tree Oil On Strawberry Fruit Quality Parameters And Possible Disease Resistance Mechanisms, *Scientia Horticulturae*, 241, 18-28, 2018.
- Wrolstad, R.E., Color And Pigment Analyses In Fruit Products, *Agricultural Experimental Station Oregon State University, Corvallis: Station Bulletin*, 624, 1976.
- Wrolstad, R. E., Anthocyanin Pigments Bioactivity And Coloring Properties, *Journal Of Food Science*, 69(5), C419-C425, 2004.
- Yağcı, C., Toker, M.C., & Toker, G., Bitki Doku Kültürü Yoluyla Üretilen Flavonoidler, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 1(1), 47-58, 2008.

## ÖZGEÇMİŞ

**1. Adı Soyadı** : Hayrunnisa YURDAKUL

**2. Ünvanı** : Gıda Mühendisi

**3. Öğrenim Durumu** : Lisans

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Bitirme Yılı
Lisans	Gıda Mühendisliği	Mustafa Kemal Üniversitesi	2013-2018
Yüksek Lisans	Gıda Mühendisliği	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	2019-Halen

### 5. Projeler:

Proje	Proje Numarası	Görev Unvanı	Yıl
TÜBİTAK	120O183	Bursiyer	2020-2021



OSMANIYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

OSMANIYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI BAŐKANLIĐI'NA

Tarih: 14/06/2022

Tez BaŐlıĐı / Konusu: DERİM ÖNCESİ HEKZANAL UYGULAMASININ  LEK RAF ÖMRÜ VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Yukarıda baŐlıĐı/konusu belirlenen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b)  zet ve Abstract, c) Giriş, d) Ana bölümler ve e) Sonuç, f) Kaynakça kısımlarından oluşan toplam 86 sayfalık kısmına ilişkin, 14/06/22 tarihinde Őahsım/tez danıŐmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme tiplerinden biri uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 19 'dur.

**Filtreleme Tip 1 (maksimum %30)**

1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,  
2- Kaynakça hariç,  
3- Alıntılar dahil,  
4- 5 kelimedenden daha az örtüŐme içeren metin kısımları hariç.

**Filtreleme Tip 2 (maksimum %10)**

1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,  
2- Kaynakça hariç,  
3- Alıntılar hariç,  
4- 5 Kelimedenden daha az örtüŐme içeren metin kısımları hariç.

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez  alıŐması Orjinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Tarih ve İmza

**Adı Soyadı:** Hayrunnisa YURDAKUL

**ÖĞrenci No:**

**Anabilim Dalı:** GIDA MÜHENDİSLİĞİ

**Programı:**

**Statüsü:**  Y.Lisans  Doktora

**DANIŞMAN ONAYI**

UYGUNDUR.

**RAPORU DÜZENLEYEN**

(Unvan, Ad Soyad, İmza)

(Unvan, Ad Soyad, İmza)