

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAHÇE BİTKİLERİ YETİŞTİRME VE ISLAHI**  
**ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HIYAR (*Cucumis sativus* L.)’DA HASAT SONRASI FARKLI  
KALSİYUM UYGULAMALARI İLE YENİLEBİLİR KİTOSAN  
KAPLAMASININ DEPOLAMA SÜRESİ VE MEYVE  
KALİTESİNE ETKİSİ**

**VEDAT YILMAZ**

**KOCAELİ 2019**

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAHÇE BİTKİLERİ YETİŞTİRME VE ISLAHI**  
**ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HIYAR (Cucumis sativus L.)'DA HASAT SONRASI FARKLI**  
**KALSİYUM UYGULAMALARI İLE YENİLEBİLİR KİTOSAN**  
**KAPLAMASININ DEPOLAMA SÜRESİ VE MEYVE**  
**KALİTESİNE ETKİSİ**

**VEDAT YILMAZ**

**Prof.Dr.Rezzan KASIM**  
Danışman, Kocaeli Üniversitesi  
**Doç.Dr.Aysun ÇAVUŞOĞLU**  
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi  
**Dr.Öğr.Üyesi Hakan BAŞAK**  
Jüri Üyesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi


Tezin Savunulduğu Tarih: 18.11.2019

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Hindistan veya Burma kökenli olan hıyar meyvesi, ülkemizde yaygın olarak üretilmekte ve tüketilmektedir. Hıyar meyvesinin su içeriği oldukça yüksek olduğundan hasat sonrası yaşam süresi kısa olup, bu dönemde kalite kayıplarının azaltılarak muhafaza süresinin uzatılması önem arz etmektedir. Dolayısı ile hasat sonrası yapılacak olan uygulamalar da önemlidir. Bu çalışmamız ile hıyar meyvesinin kalitesinin korunarak, depolama süresinin uzatılmasına yönelik olarak farklı kalsiyum bileşikleri ve kitosan kaplamanın etkileri araştırılmıştır.

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca her daim ilgi ve desteğini esirgemeyen, eğitimim boyunca hem akademik hem de hayata dair tecrübelerini aktararak yol gösteren tez danışmanım sayın Prof. Dr. Rezzan Kasım hocama ve bu yolda bir diğer destekçim olan sayın Doç. Dr. Mehmet Ufuk Kasım hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmamın yürütülmesi esnasında laboratuvar çalışmalarımda yardımcı olan yüksek lisans öğrencisi arkadaşlarım Gülfem HANGİŞİ, Kübra YAŞAR, Ali AVCI, Yağmur OLĞAÇ, Özlem MERCAN ve hıyar meyvelerinin temin edildiği üreticimiz Musa NACAĞ ve değerli ailesine sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca yüksek lisans eğitimim boyunca destek olan arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Eğitimim boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen *aileme* de sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışmamı destekleyen Kocaeli Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimine (Proje No: 2019/014) teşekkür ederim.

Eylül 2019

Vedat YILMAZ

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR .....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	iv
TABLolar DİZİNİ .....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	vi
ÖZET .....	vii
ABSTRACT .....	viii
GİRİŞ .....	1
1. KAYNAK ÖZETLERİ .....	6
2. MATERYAL VE YÖNTEM .....	19
2.1. Materyal .....	19
2.1.1. Bitkisel materyal .....	19
2.1.2. Kalsiyum ve kitosan uygulamaları .....	20
2.1.3. Ambalajlama ve depolama .....	21
2.2 Yöntem .....	22
2.2.1. Kalsiyum miktarının belirlenmesi .....	22
2.2.2. Meyve eti sertliği .....	22
2.2.3. Ağırlık kaybı .....	23
2.2.4. Meyve kabuk rengi .....	23
2.2.5. Klorofil SPAD ölçümleri .....	24
2.2.6. Suda çözünür toplam kurumadde miktarı .....	24
2.2.7. Titre edilebilir asit miktarı .....	24
2.2.8. Tat puanları .....	25
2.2.9. Elektrolit sızıntısı .....	25
2.2.10. Enfeksiyon oranı .....	25
2.2.11. Deneme deseni .....	25
3. BULGULAR .....	26
3.1. Kalsiyum Değişimi .....	26
3.2. Meyve Eti Sertliği .....	27
3.3. Ağırlık Kaybı .....	28
3.4. Meyve Kabuk Rengi .....	30
3.4.1. $L^*$ değeri değişim oranı .....	30
3.4.2. $a^*$ değeri değişim oranı .....	31
3.4.3. $b^*$ değeri değişim oranı .....	32
3.4.4. Hue ( $h^\circ$ ) açısı değişim oranı .....	34
3.4.5. Sarılık indeksi (SI) değişim oranı .....	35
3.9. Meyve Kabuğundaki Klorofil SPAD Miktarı .....	36
3.10. Suda Çözünür Kurumadde (SÇKM) Miktarı (%) .....	38
3.11. Titre Edilebilir Asit (TEA) Miktarı .....	39
3.12. Tat Puanları .....	40
3.13. Elektrolit Sızıntısı (ES) .....	42
3.14. Enfeksiyon Oranı .....	43
4. TARTIŞMA .....	46

5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	54
KAYNAKLAR.....	55
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER.....	61
ÖZGEÇMİŞ.....	62



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Araştırmada kullanılan hıyar meyvelerinin temin edildiği sera .....	19
Şekil 2.2.	Araştırmada kullanılan PTK 40 F1 hıyar meyveleri .....	20
Şekil 2.3.	Hıyar meyvelerinin farklı kalsiyum tuzları ve kitosan içeren çözeltiye daldırılması.....	20
Şekil 2.4.	Denemede kullanılan hıyar meyvelerinin paketlenmesi .....	22
Şekil 2.5.	Hıyar meyvelerinde sertlik ölçümü .....	23
Şekil 3.1.	Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinde meyve suyundaki kalsiyum miktarındaki değişim miktarı (ppm) .....	27
Şekil 3.2.	Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinde meyve eti sertliği değişimi (N) .....	28
Şekil 3.3.	Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinde ağırlık kaybının değişimi (%).....	29
Şekil 3.4.	Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin $L^*$ renk değeri değişimi .....	31
Şekil 3.5.	Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin $a^*$ renk değeri değişimi.....	32
Şekil 3.6.	Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin $b^*$ renk değeri değişimi (%).....	33
Şekil 3.7.	Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin hue açısı değerindeki değişimler .....	35
Şekil 3.8.	Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin kabuk renginde sarılık değerindeki değişimler (%) .....	36
Şekil 3.9.	Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin kabukdaki klorofil miktarı değişimleri .....	37
Şekil 3.10.	Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin SÇKM miktarındaki değişimler .....	39
Şekil 3.11.	Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinde muhafaza süresince TEA miktarında oluşan değişimler (%) .....	40
Şekil 3.12.	Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin tat puanlarında oluşan değişimler.....	42
Şekil 3.13.	Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin elektrolit sızıntısı miktarında oluşan değişimler (%) .....	43
Şekil 3.14.	Depolamanın onuncu gününde kalsiyum klorür uygulamasına ait meyveler.....	45
Şekil 3.15.	Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerindeki enfeksiyon oranının değişimi .....	45

## TABLULAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Araştırmada hıyar meyvelerine depolama öncesi yapılan uygulamalar .....	21
Tablo 3.1. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinde meyve suyundaki miktarları (ppm).....	26
Tablo 3.2. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinde meyve eti sertliği değişimi (N) .....	28
Tablo 3.3. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinde oluşan ağırlık kayıpları(%).....	29
Tablo 3.4. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin L* değeri değişim oranları (%) .....	30
Tablo 3.5. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin a* renk değeri değişim oranları (%) .....	32
Tablo 3.6. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin b* renk değeri değişim oranları (%).....	33
Tablo 3.7. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin hue açısı değişim oranları (%).....	34
Tablo 3.8. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin Sİ değeri değişim oranları (%).....	36
Tablo 3.9. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin kabuğundaki klorofil-SPAD ölçümleri.....	37
Tablo 3.10. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinde SÇKM miktarları .....	38
Tablo 3.11. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin TEA miktarları (%).....	40
Tablo 3.12. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin depolama süresince tat puanları .....	41
Tablo 3.13. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin elektrolit sızıntısı miktarları (%) .....	43
Tablo 3.14. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerindeki enfeksiyon oranı (%).....	44

## SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	:Santigrat Derece
Ca	:Kalsiyum
Cm	:Santimetre
CO <sub>2</sub>	:Karbondioksit
G	:Gram
Kg	:Kilogram
Mg	:Miligram
N	:Newton
Ppm	:Milyonda Bir

### Kısaltmalar

MAP	:Modifiye Atmosferde Paketleme
ON	:Oransal Nem
PG	:Poligalakturonaz
PME	:Pektin metil esteraz
POD	:Peroksidaz
PPO	:Polifenol oksidaz
PVC	:Polivinilklorür
SÇKM	:Suda Çözünür Kuru Madde
TEA	:Titre edilebilir Asitlik
USDA	:United States Department of Apriculture (Bileşik Devletleri Tarım Bakanlığı)



## HIYAR (*Cucumis sativus* L)'DA HASAT SONRASI FARKLI KALSİYUM UYGULAMALARI İLE YENİLEBİLİR KİTOSAN KAPLAMASININ DEPOLAMA SÜRESİ VE MEYVE KALİTESİNE ETKİSİ

### ÖZET

Bu çalışmada hıyar meyvelerine hasattan sonra farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu ile oluşturulan kaplama uygulamasının hıyarın hasat sonrası kalitesi ve depolama süresi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, depolama öncesi hıyar meyvelerine %2, 4 ve 6 dozlarında kalsiyum klorür ( $\text{CaCl}_2$ ) ve %1,0 kitosan; %2, 4 ve 6 dozlarında kalsiyum propiyonat ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{CaO}_4$ ) ve %1,0 kitosan; ile %2, 4 ve 6 dozlarında kalsiyum laktat ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{CaO}_6$ ) ve %1,0 kitosan uygulamaları yapılmıştır. Uygulamaların ardından hıyar meyveleri kurutularak, plastik kapaklı kutular içerisine yerleştirilmiş ve  $7\pm 1^\circ\text{C}$  sıcaklık ve %90-95 oransal nemde 20 gün süreyle depolanmıştır. Depolama süresince, beş günlük aralıklarla depodan alınan örneklerde kalsiyum değişimi, meyve eti sertliği (N), ağırlık kaybı (%), meyve kabuk rengi ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , hue açısı, sarılık indeksi), klorofil SPAD miktarı, suda çözünür toplam kurumadde (SÇKM) miktarı, titre edilebilir asit miktarı (%), tad kalitesi, elektrolit sızıntısı (%), enfeksiyon oranı ölçüm(%), gözlem ve analizler yapılmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde, kalsiyum klorür, kalsiyum propiyonat ve kalsiyum laktat uygulamaları arasında, meyve eti sertliği ve yeşil rengin korunmasında, SÇKM miktarının artmasında ve enfeksiyonun geciktirilmesinde kalsiyum laktat uygulamasının özellikle %2 dozunun daha etkili olduğu belirlenmiştir. KT ve CaP4 uygulamaları ağırlık kaybının azaltılması açısından başarılı olurken, klorofil miktarının korunmasında ise CaL4 ve CaL6 uygulamalarının etkili olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, CaK4 ve CaK6 uygulamalarının hücre duvarında zarar oluşturarak, elektrolit sızıntısının artmasına neden olduğu dolayısıyla hıyar meyvelerinin depolama süresinin kısılmasına yol açtığı görülmüştür. Sonuç olarak, kalsiyum laktat ve kitosan kombinasyonlarının hıyar meyvesinin biyokimyasal özelliklerinin korunmasında kalsiyum klorür ve kalsiyum propiyonat uygulamalarından daha etkili olduğu bulunmuştur. Özellikle % 2 kalsiyum laktat ve kitosan kombinasyonunun bu açıdan öne çıkan uygulama olduğu saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Cucumis sativus* L, Depolama, Hasat Sonrası, Kalsiyum, Kitosan.

**THE EFFECTS OF POSTHARVEST EDIBLE CHITOSAN COATING TREATMENTS WITH DIFFERENT CALCIUM COMPOUND COMBINATION ON FRUIT QUALITY AND STORAGE DURATION OF *Cucumis sativus L.***

**ABSTRACT**

In this study, it was aimed to determine the effects of postharvest coating applications with different calcium compounds and chitosan combination on postharvest quality and storage time of cucumber fruits. Accordingly, pre-storage cucumber fruits were treated with 2, 4 and 6% doses of calcium chloride (CaCl<sub>2</sub>) and 1.0% chitosan; 2, 4 and 6% doses of calcium propionate (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>CaO<sub>4</sub>) and 1.0% chitosan; 2, 4 and 6% doses of calcium lactate (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>CaO<sub>6</sub>) and 1.0% chitosan. After the applications, the cucumber fruits were dried and placed in plastic lid boxes and stored at a temperature of 7 ± 1°C and 90-95% relative humidity for 20 days. During storage, calcium exchange, fruit firmness (N), weight loss (%), fruit skin color (*L\**, *a\**, *b\**, hue angle, yellowing index), chlorophyll SPAD content, total soluble solids (TSS), titratable acid content (%), taste quality, electrolyte leakage (%), infection rate measurement(%), observation and analysis were performed at five days intervals. According to the results of the study, when calcium chloride, calcium propionate, and calcium lactate applications were compared, it was determined that a 2% dose of calcium lactate application was more effective in preserving fruit firmness and green color, increasing the amount of TSS and also delaying infection. While KT and CaP4 applications were successful in reducing weight loss, it was found that CaL4 and CaL6 applications were effective in maintaining chlorophyll content. In the study, it was observed that CaK4 and CaK6 applications caused damage to the cell wall and increased electrolyte leakage, thus shortening the storage time of cucumber fruits. As a result, it was found that calcium lactate and chitosan combinations were more effective than calcium chloride and calcium propionate applications in preserving the biochemical properties of cucumber. Especially the combination of 2% calcium lactate and 1% chitosan was found to be the most prominent application in this respect.

**Keywords:** *Cucumis sativus L.*, Storage ,Postharvest, Calcium, Chitosan.

## GİRİŞ

Hıyar (*Cucumis sativus* L.), Hindistan veya Burma kökenli bir bitki olup, vejetatif özellikleri ve meyve karakterleri bakımından oldukça fazla çeşitliliğe sahip bir türdür. İlk kez 3000 yıl önce kültüre alınmıştır. Hindistan'dan hızlı bir şekilde Çin'e ve oradan da Eski Yunan ve Romalılara kadar yayılmıştır. Örtü altındaki yetiştiriciliğine ilk olarak yetiştirilmeye başlanması ise 13 yy da İngilterede başlamıştır. Hıyar, oldukça önemli bir familya olan ve 90 cins ile 750 tür içeren *Cucurbitaceae* familyasına ait bir türdür. Bu familya içerisindeki *Cucumis* cinsi karpuz (*Citrullus vulgaris* L.), kavun (*Cucumis melo* L.), kabak (*C. cucurbita* L.) ve hıyarı (*C. sativus* L.)' da içeren 40 türe sahiptir (Anonim, 2018).

Dünya'da hıyar üretim alanı 2.144.672 ha olup, bu alanda 80.616.692 ton üretim yapılmaktadır. Dünya hıyar üretiminde, Asya kıtası birinci sırada yer alırken (63.5 milyon ton), bunu Avrupa (6 milyon ton), Amerika (2 milyon ton) Afrika (1 milyon ton) ve Okyanusya (20 bin ton) kıtaları izlemektedir. Türkiye dünya hıyar üretiminde Çin (54 milyon ton) ve İran (2.4 milyon ton)'dan sonra üçüncü (1.8 milyon ton) sırada yer almaktadır (FAOSTAT, 2017). Ülkemiz örtüaltı sebze üretiminde ise hıyar (1.848.273 ton) domatesten (12.150.000 ton) sonra ikinci sırada yer almaktadır (TÜİK, 2018).

Hıyar meyvesinin 100 g'ında 96.73 g su, 12 Kcal Enerji, 0,6 g protein, 0,2 g yağ, 2,2 g karbonhidrat, 0,7 g lif ve 1,38 g toplam şeker bulunmaktadır. Hıyar meyvesi özellikle potasyum bakımından oldukça zengin (136 mg/100g) olmakla birlikte, fosfor (21 mg/100g), kalsiyum (14 mg/100g) ve magnezyum (12 mg/100g) mineralleri bakımından da önemli bir kaynaktır. Ayrıca C vitamini (3,2 mg/100g), A vitamini (72 IU), K vitamini (7,2 µg/100 g) ve folik asit (14 µg/100g) içeriği de yüksektir (USDA, 2016) . Hıyar meyveleri su miktarının yüksek olması nedeniyle diüretik etki göstererek vücuttaki atık maddelerin ve kimyasal toksinlerin; ayrıca artrit hastalığı olan insanlarda vücuttaki ürik asidin atılmasını sağlamaktadır. Meyve kabuğunun lif miktarı ile birlikte meyvenin potasyum ve magnezyum miktarı yüksek

olduğundan kan basıncını düzenlemekte; damarları rahatlatarak kan dolaşımını da kolaylaştırmaktadır (Anonim, 2018).

Hıyar meyvelerinin hasat sonrası ömrü, su içeriğinin yüksek olması nedeniyle su kaybına bağlı olarak oluşan büzülme, yumuşama ve kabuk renginin sararması dolayısıyla az olup, genel olarak raf ömrü 2-3 gün ile sınırlıdır. Hasat sonrası yapılan uygulamaların temel hedeflerinden birisi yaşlanma belirtilerini geciktirerek, ürünün hasat sonrası ömrünün uzatılmasıdır. Hıyar (*Cucumis sativus* L.) meyvesinin yaşlanma belirtileri ambalajlama ve soğukta muhafaza ile azaltılabilmekle birlikte, hıyar üşüme zararına duyarlı bir tür olduğundan 7-10°C'nin altındaki sıcaklıklarda uzun süre saklanamamakta, bu sıcaklıklarda ise hem ağırlık kaybı hem de yaşlanmaya bağlı yumuşama nedeniyle raf ömrü azalmaktadır (Funamoto ve diğ., 2002).

Değişik meyve ve sebzelerde hasat sonrası yaşlanmaya bağlı olarak oluşan, doku yumuşaması hasat öncesi ve sonrası kalsiyum uygulamaları ile geciktirilmeye çalışılmaktadır. Kalsiyum bitkilerin topraktan aldıkları elementler içerisinde azot ve potasyumdan sonra en fazla kullanılan üçüncü element olup, bitkide yoğun olarak hücre çeperinin oluşturulmasında (Olle ve Bender,2009) ve yapısının düzenlenmesinde kullanılmaktadır (Bolat ve Kara., 2017).

Kalsiyum bitki hücre fizyolojisinde önemli bir yere sahiptir. Kalsiyumun hormonlara, biyotik ve abiyotik stres sinyallerine ve ayrıca çeşitli gelişimsel süreçlere verilen tepkilere aracılık eden önemli bir hücre içi haberci olduğu bildirilmiştir (Reddy ve Reddy, 2004). Kalsiyum bitki hücre duvarının orta lamelinde bulunan bitişik poligalakturonat zincirlerindeki çapraz-bağlanmayan karboksil gruplarının adhezyon ve kohezyonuna katkıda bulunmak suretiyle hücre duvarı yapısında çok önemli bir rol oynamakta, böylece meyve dokularının sertliğinin artmasına yol açmaktadır (Koushes Saba ve diğ., 2016). Ayrıca, hücre çeperinin kalsiyum içeriğinin arttırılması bakteri ve mantarların çıkardıkları enzimler ile bitkilerin hücre duvarına zarar vermelerini önlemektedir. Ek olarak, kalsiyum, hücre

duvarının esnemesi ve genişlemesini sağlayarak büyüme noktalarının kırılmasını azaltmaktadır (Kahraman ,2012)

Bunun yanısıra kalsiyum, bitkide protein oluşumunda ve karbonhidratların transferinde rol almaktadır (Bolat ve Kara ,2017). Yine bitkinin metabolik faaliyetlerinde rol alan çeşitli enzimatik ve hormonal süreçlerde özellikle enzim aktivitesini arttırmakta (Kahraman ,2012) ve bir kofaktör olarak da enzim aktivitesine önemli katkılar sağlamaktadır (Olle ve Bender 2009). Bush ve ark., (1986) kalsiyumun enzim sentezi ve taşınması ile ilgili süreçlerde doğrudan etkili olduğunu belirtmişlerdir. Bitki dokularında kalsiyum yeterli oranda bulunduğunda, hücreden dışarıya madde çıkışını önleyerek bitkilerin donma-çözülme stresine ve hastalıklara karşı dayanımını arttırmaktadır. (Bolat ve Kara ,2017)

Kalsiyum hücre duvarlarındaki pektik asitle etkileşime girerek kalsiyum pektat oluşturmakta ve bu nedenle hücre duvarının yapısını korumada önemli bir rol oynamaktadır. Dolayısıyla kalsiyum taze meyve ve sebzelerin kalitesini arttırmakta ve depolama süresini uzatmaktadır (Bhat ve diğ. 2012). Kullanılan kalsiyum tuzlarının türüne ve konsantrasyonuna bağlı olarak, hasat sonrası kalsiyum uygulamaları, hasat öncesi uygulamalar ile karşılaştırıldığında meyve ve sebzelere zarar vermeden, meyvenin kalsiyum içeriğini önemli oranda arttırmaktadır (Mahmud ve diğ., 2008; Gill ve diğ., 2017).

Yenilebilir kaplamalar taze meyve ve sebzelerin su kaybını, ürünün yüzeyindeki mikrobiyal gelişmeleri azaltmakta, biyokimyasal değişimleri yavaşlatmakta, ve oksidasyonları geciktirmekte, ürünün rengini ve tat kalitesini korumakta dolayısıyla meyve ve sebzelerin dayanımını arttırarak ürünün görsel ve duyu özelliklerini iyileştirmektedir. (Al-Juhaimi ve diğ., 2012). Kitosan aynı zamanda meyve içerisindeki iç atmosferi değiştirmesinden dolayı olgunlaşmayı da geciktirmektedir (Rabea ve diğ., 2003). Kitosan, rastgele dağılmış b-(1-4)-bağlı D-glukozamin ve N-asetil-D-glukozamin birimlerinden oluşan doğrusal bir polisakarittir. Kitosan bazlı yenilebilir kaplama, doğal kaynaklardan, kitinin deasetilasyonu ile üretilmekte ve meyvelerde çürümeyi önleme ve raf ömrünü uzatma amacıyla kullanılmaktadır. Kitosan ve türevlerinin çok çeşitli mantarların büyümesini engellediği gösterilmiştir.

Ayrıca bazı patojenlerin neden olduğu enfeksiyonlara karşı bitki ve meyvelerdeki savunma mekanizmalarını da tetikleyebilmektedir (Arrebola, 2015).

Kitin, doğada en fazla bulunan yenilebilir polimer selülozdan sonra ikinci sırada yer almaktadır. Kitin çoğunlukla deniz yosunları, tek hüceliler, yumuşakcalar, eklembacaklılar, mantarlar, bakteriler, böcekler ve bazı bitkilerde bulunmakla birlikte en çok yengeç, karides, istakoz ve kerevitte bulunmaktadır. Kabuklu deniz ürünlerinden elde edilen kitosan bir biyopolimer olup, biyopolimerlerin farklı özelliklerinden dolayı farklı kullanım alanları bulunmakta, bunlar; stabilizatör, jelleştirici, bağlayıcı, dağıtıcı olarak farklı alanlarda kullanılmaktadır. Kitosan, araştırmacılar tarafından son 60 yıldır ilginç bir üretim materyali olması sebebiyle incelenmektedir. Kitosanın kitine göre çok fazla avantajı olması sebebiyle başta ziraat, gıda, kozmetik, tıp, tekstil ve kağıt gibi farklı endüstri alanlarında kullanımı bulunmaktadır. ( Kuzgun ve İnanlı ,2013)

Bitki patojenlerini kontrol etmek için doğal bileşiklerin kullanılması, mantar öldürücülerin kullanımında azalmaya neden olmaktadır. Kitosanın etkisi patojenik mikroorganizmaların kontrol altına alınmasının yanı sıra, bitkinin savunma mekanizmasının harekete geçirilmesi gibi çift yönlü olup, etkisinin bitki-patojen interaksyonunda güvenilir, toksik olmayan bir materyal olduğu gösterilmiştir (Finidokht ve diğ., 2013). Hasat sonrasında etkili olan mantarları kontrol etmek için kullanılan kimyasallara karşı alternatif olarak kullanılan kitosan ve benzeri biyoaktif maddelere olan ilgi bu soruna çözüm getirmek için kullanımı ve araştırmalar daha fazla ilgi görmektedir. Hasat sonrasında çürümelere neden olarak ürün kaybında etkili olan *Botrytis cinerea* , *Fusarium oxysporum* , *Rhizoctonia solani* gibi mantarlar üzerinde etkili olduğu belirtilmektedir (Rabea ve diğ., 2003).

Kitosanın mantarlara karşı engelleyici dozu hedef organizmaya göre değişmekle birlikte %0.0018 ile %1.0 arasında değişmektedir. Kitosanın mantarlar üzerindeki etkinliği üzerinde büyüme ortamının pH'ı ve kitosanın polimerizasyon derecesi gibi faktörler etkilidir. Toprakta var olan fitopatolojik mantarlar üzerinde de kitosanın inhibe edici özelliği bulunmaktadır. Kitosanın mısır ve yer fıstığında görülen *Aspergillus flavus* mantarını tamamen inhibe ettiği belirlenmiştir. Modifiye edilmiş

kitosan et suyunda bulunan mantarlara karşı uygulandığında, *Saprolegnia parasitica* 'ya karşı antifungal etki gösterdiği tespit edilmiştir (Rabea ve diğ., 2003).

Yapılan bu tez çalışmasının amacı, hıyar meyvelerinde hasat sonrası kalitenin korunmasında farklı dozlarda farklı kalsiyum tuzları içeren kitosan kaplama uygulamasının etkilerinin belirlenmesidir.



## 1. KAYNAK ÖZETLERİ

Hıyar meyvelerinin su içeriği oldukça yüksek olduğundan hasattan sonra hızlı kalite kaybına uğramakta, bu nedenle de raf ömrü azalmaktadır. Hasattan sonra meyvelerin kalitesinin korunmasında en önemli yöntem soğukta muhafaza olmakla birlikte, hıyar meyveleri üşüme zararına duyarlı olduğundan 7°C'nin altında depolanmamakta, 7-10°C sıcaklıklarda ise hızla su kaybetmekte ve yaşlanmaktadır. Bu nedenle hıyar muhafazasında su kaybının ve meyve yumuşamasının önlenmesi önemli bir konudur. Su kaybının önlenmesinde yüzey kaplamaları önemli iken, meyve eti sertliğinin korunmasında ise kalsiyum tuzlarının etkinliği araştırılmaktadır.

Kalsiyum uygulamalarının farklı şekilde kesilmiş havuçların depolama kalitesi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, havuç rendeleri, çubukları ve dilimleri yalnızca CaCl<sub>2</sub> veya klorlu çözeltilerine daldırılarak, 0, 5 veya 10°C'de depolanmıştır. Çalışmada, % 0,5'lik veya % 1'lik bir CaCl<sub>2</sub> uygulamasının, bütün sıcaklıklarda sertliğin artmasını ve havuç rendelerinde mikrobiyal bozulmanın azalmasını sağladığı, doku pH'sının kontrole göre azalmasına yol açtığı, Ca içeriğini çubuklarda ve dilimlerde çok az buna karşın rendelerde büyük ölçüde arttırdığı ancak çubuk veya dilimlerin depolama kalitesini etkilemediği saptanmıştır (İzumi ve Watada, 1994).

Taze kesilmiş kantalop tipi kavunların raf ömrünün ve kalitesinin korunmasında kalsiyum klorür (CaCl<sub>2</sub>) ve kalsiyum laktatın etkinliğinin araştırıldığı çalışmada, taze kesilmiş kavun küpleri, 1 dakika süreyle 25°C sıcaklıktaki CaCl<sub>2</sub> (%2,5) çözeltisine ya da 25° ve 60°C sıcaklıktaki kalsiyum laktat (%2,5) çözeltisine daldırılmıştır. Çalışmada her iki kalsiyum tuzunun, 12 günlük soğuk depolama boyunca kavun küplerinin sertliğini koruduğu belirlenmiştir. Ayrıca denemede CaCl<sub>2</sub>'ün meyve parçalarına istenmeyen acı tat verdiği buna karşın kalsiyum laktatın meyve küplerinin tadı üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi bulunmadığı da tespit edilmiştir (Luna-Guzmán ve Barrett, 2000).



Kalsiyum propiyonat, kalsiyum klorür ve kalsiyum amino asit şelat çözeltisine daldırma uygulamalarının taze kesilmiş honeydew kavun parçalarının raf ömrü üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, taze kesilmiş honeydew kavunu parçaları, 40 mM konsantrasyonlarında kalsiyum (Ca) propiyonat, Ca amino asit şelat formülasyonu (Ca şelat), kalsiyum klorür (CaCl<sub>2</sub>) içeren veya içermeyen 1.9 mM hipokloröz asit (ClO) çözeltisine 30 saniye boyunca daldırıldıktan sonra 10°C sıcaklıkta 7 gün boyunca incelenmiştir. Araştırmada, uygulama yapılmamış kavun parçalarının depolama süresince solunum hızı ve etilen üretim oranının en yüksek olduğu, bunu ClO, ClO/CaCl<sub>2</sub> veya ClO/Ca şelatı ve ClO/Ca propiyonat uygulamalarının izlediği belirlenmiştir. Ayrıca, kalsiyum tuzu ve şelatı uygulamalarının doku Ca içeriğini iki katından daha fazla arttırdığı ve depolanma sırasında kavun sertliğinde, yüzey renginde ve doku saydamlığının gelişmesinde oluşan değişiklikleri önlediği de belirlenmiştir. Denemede, tek başına ClO uygulamasının, doku saydamlığı oluşumunu arttırdığı, fakat yüzey mikrobiyal gelişimini de önlediği bulunmuştur. Bunlara ek olarak, mikrobiyal gelişmenin, uygulama yapılmamış kavun örneklerinde, ClO/Ca propiyonat uygulanmış örneklerle göre daha yüksek olduğu; uçucu bileşik artışına bağlı toplam kalitenin depolama boyunca arttığı ve ClO/Ca propiyonat uygulanmış kavunlarda diğer uygulama yapılmış ve yapılmamış örneklere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Saftner ve diğ., 2003).

Kalsiyum uygulama sıcaklığının depolama süresince taze kesilmiş kavunlar üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, kalsiyum çözeltisine 4°C sıcaklıkta daldırılmış meyvelerin, solunum hızının ve nem kaybının ortam sıcaklığında uygulanmış meyvelerden daha düşük olduğu saptanmıştır. Denemede, kalsiyum uygulamasının her iki sıcaklıkta da lipaz aktivitesini düşürdüğü ancak etkinin, lipaz aktivitesinin tespit edilemeyeceği düşük sıcaklıkta uygulama yapılan taze kesilmiş meyvelerde ve 24 saat depolamadan sonra daha belirgin olduğu bulunmuştur. Çalışmada, kalsiyumun, muhtemelen gelişmiş kovalent çapraz bağlanma yoluyla düşük sıcaklıklarda doku bileşenlerine sertlik sağlama kabiliyetinin; 4°C'de ilave kalsiyum ile pulverize edilmiş kavunlarda, ortam sıcaklığında benzer şartlar altında karıştırılan meyvelerden daha yüksek değerler olduğunu gösteren viskozite ölçümleriyle belirlenmiştir (Lamiranka ve Watsan, 2004).

Kalsiyuma daldırma ve kitosan kaplamaların çileklerin (*Fragaria x ananassa*) meyvelerinin hasat sonrası ömrüne etkisinin incelendiği araştırmada, çilekler (*Fragaria x ananassa* Duch.) 'e %1 kalsiyum glukonata daldırılmış, %1,5 kitosan ile kaplanmış veya %1,5 kitosan+%1 kalsiyum glukonat içeren bir kaplama formülasyonu ile kaplanarak, 20°C'de 4 gün muhafaza edilmiştir. Çalışmada, kalsiyum uygulamaları, yüzey hasarının azaltılmasında ve kontrol ile karşılaştırıldığında hem mantari çürümelerin hem de meyve eti sertliği kaybının geciktirilmesinde etkili bulunmuştur. Bunların yanısıra % 1,5 kitosan ile kaplanmış meyvelerde hiçbir mantari çürüklük belirtisi görülmemiş ve bu uygulama meyve ağırlığı kaybını da azaltmış; ayrıca, kitosan kaplamalar, meyve eti sertliğinin korunması olarak görülen, çileklerin olgunlaşmasını belirgin bir şekilde yavaşlatmış ve dış renk değişimini geciktirmiştir. Ek olarak, kaplamalar, titre edilebilir asit miktarını ve pH'yı da etkilemiştir. Sonuçta, kaplama formülasyonuna kalsiyum glukonat ilavesi meyvenin raf ömrünü uzatmamakla birlikte çilek meyvesinin kalsiyum içeriği yalnız kalsiyum uygulananlardan daha fazla olmuş ve böylelikle çileklerin besin değerlerinde artış meydana gelmiştir (Hernández-Muñoz ve diğ., 2006).

Dilimlenmiş hıyar meyvelerinin raf ömrünün arttırılmasında modifiye atmosfer paket (MAP) ve kalsiyum laktat uygulamasının etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla hıyar (*Cucumis sativus* L. 'Beith Alpha') meyveleri soyulup, dilimlenmiş ve ardından MAP koşullarında 4°C'de 7-10 gün süreyle depolanmıştır. Çalışmada, MAP uygulamasından olumlu sonuçlar alındıktan sonra, hıyar dilimleri %5 kalsiyum laktat, %5 kalsiyum laktat+%5 askorbik asite veya sadece suya daldırıldıktan sonra aynı sıcaklıkta depolanmıştır. Araştırmada, dilimlenmiş hıyar meyvelerinde kalite kayıplarına yol açan en önemli faktörlerden birinin olan ağırlık kaybı ya da su kaybı olduğu ve su kaybını önlemenin en iyi yolunun MAP olduğu; MAP'ın, dilimlenmiş salatalıkların raf ömrünü 4°C'de 2-5 veya 7 gün arasında uzattığı belirlenmiştir. Ayrıca, hıyar meyvelerinde dilimlenmiş hıyar meyvelerinde kalite kaybına neden olan bir diğer önemli faktörün yumuşama olduğu ve yumuşamanın kalsiyum uygulamaları ile geciktirilebileceği ve kalsiyum laktatın, MAP koşulları altında 5 gün süren hıyar meyvesinin raf ömrünü 9 güne kadar arttırdığı da tespit edilmiştir (Ergün ve Ergün 2007).

Kalsiyum laktatın 4°C'de 3 hafta boyunca depolanan taze kesilmiş “Flor de Invierno” armutlarının yapı (strüktür), doku (tekstür), pektinmetilesteraz aktivitesi ve poligalakturonaz aktivitesi üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada, kalsiyum laktatın, hücre duvarlarında ve hücreden hücreye temaslarda fibrillar dolguyu koruyarak meyvenin yapısını güçlendirdiğini dolayısıyla pektinmetilesteraz ve poligalakturonaz aktivitelerinin artışı önlediğini göstermiştir (Alandes ve diğ., 2009).

Taze kesilmiş elmalarda kalsiyum tuzlarının duyusal kalite üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, 1°C'de 5 gün depolanan elmalarda, ticari bir ürün olan Natureseal (AgriCoat, Great Shefford, Birleşik Krallık, kontrol) ile sitrik asit (%1, ağırlık/hacim) eklenmiş 2 farklı Ca tuzunun (% 1 (a/h) kalsiyum propiyonat ve % 1 (a/h) CaCl<sub>2</sub>) 'Golden Delicious' elma dilimleri üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Taze kesilmiş meyve ürünlerinde kesim yüzeyindeki doku yumuşaması ve oksidatif kararma, raf ömrünü kısıtlayabilen önemli problemler olup, minimum işlenmiş meyvelerin raf ömrünü uzatmak özellikle sertlik kaybını azaltmak için kararma önleyici bileşikler ve kalsiyum tuzlarının soğutma ile kombinasyonu gibi farklı teknikler geliştirilmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlar Natureseal'in taze kesilmiş elmaların rengini ve sertliğini korumada oldukça etkili olduğunu göstermekle birlikte %2 CaCl<sub>2</sub>+sitrik asit (SA) kombinasyonunun aynı ürünü 5 gün boyunca korumak için iyi bir yöntem olabileceği de belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca, Ca propiyonat+SA uygulanmasının da meyvelerin sertliğini kabul edilebilir ölçülerde korumasına karşın meyvelerde kararmanın daha yüksek olduğu ve bazen kararmaya kötü tad oluşumunun da eşlik ettiği ifade edilmiştir (Giacalone ve Chiabrando, 2013).

Kitosan ve kalsiyum klorürün Siah Mashhad kiraz çeşidinin kalite özellikleri ile çürüklük gelişimi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, %0, %0.5 ve %1 dozlarında kitosan, %0, %1 ve %2 konsantrasyonlarında kalsiyum klorür kullanılmış ve denemeler 40 ve 60 gün süreyle yapılmıştır. Araştırma sonuçları, tek başına % 0.5 kitosan uygulamasının, SÇKM miktarını, organik asit, pH ve meyve ağırlığını stabil hale getirdiğini, ayrıca ayrışma indeksinin ve meyve çürümesini azalttığını göstermiştir. 20 günlük depolama süresinde CaCl<sub>2</sub> organik asitleri, meyve ağırlığını ve ayrışma indeksini stabil hale getirmiş, pH ve meyve çürümesini azaltırken SÇKM miktarının arttırmıştır (Finidokht ve diğ., 2013).

Bir diğ er ç alışmada, hasat sonrası kalsiyum uygulamasının şeftali (*Prunus persica* L. Batsch, cv. ‘Andross’) meyvelerinde doku kalsiyum konsantrasyonu, kalite özellikleri, meyve eti kararması ve hücre duvarı fiziko kimyasal yönleri üzerindeki etkisi hasattan sonra ve 4 hafta soğuk depolamadan sonra belirlenmiştir. Bu amaçla meyveler deiyonize suya veya iki kalsiyum konsantrasyonunda (62.5 ve 187.5 mM Ca) farklı kalsiyum kaynaklarına (kalsiyum klorür, kalsiyum laktat ve kalsiyum propiyonat) daldırılmıştır. Araştırmada kalsiyuma daldırmadan 1 gün sonra şeftali meyve kabuğundaki kalsiyum içeriğinin 2,7 kat arttığ ına karş ın, meyve etindeki kalsiyumun % 74'e yükseldiğ i tespit edilmiştir. Ç alışmada 62,5 mM dozundaki Ca tuzları uygulamasının, depolama sırasında doku sertliğ ini koruyan daha yüksek kalsiyum klorür konsantrasyonları kadar etkili olduğ u, buna karş ılık, yüksek konsantrasyonlarda (187,5 mM Ca) kalsiyum laktat ve kalsiyum propiyonat uygulamalarının, meyve yüzeyinde kabuk renk bozulması ve yüzeysel ç ukurlaş ma olarak ifade edilen toksisite semptomlarına, ek kimyasal değ iş ikliklere ve doku sertliğ inin azalmasına neden olduğ u da belirlenmiştir. Bunlara ilaveten hasat sonrası kalsiyum uygulamalarının, 4 haftalık soğuk depolamanın ardından meyve eti kararması olarak ifade edilen üşüme zararının yoğ unluğ unu azalttığ ı da bulunmuştur (Manganaris ve diğ ., 2013).

Yapılan araştırmada, kalsiyum klorür ( $\text{CaCl}_2$ ) ve kalsiyum laktat uygulamaların taze kesilmiş ‘Kent’ ve ‘Tommy Atkins’ mangolarının dokusal ve duyuş al kalitesinin korunmasına etkisi ve tüketiciler tarafından tercih edilen uygulamaların belirlenmesi amaçlanmış olup, mango küplerine (1,5x1,5x1,5 cm) farklı  $\text{CaCl}_2$  ve kalsiyum laktat konsantrasyonları (0 M, 0,068 M, 0,136 M, 0,204 M) ve farklı daldırma süreleri (0, 1, 2,5 , 5 dakika) uygulanmıştır. Araştırmada, 5°C'de depolama sırasında Tommy Atkins mango küplerinin daha turuncu renk aldığ ı aynı zamanda da Kent mango küplerinden daha fazla kararma gösterdiğ i belirlenmiştir. Ayrıca, depolama sırasında meyve eti sertliğ i,  $\text{CaCl}_2$  uygulanmış mango küplerinde, kalsiyum laktat uygulananlardan daha iyi korunduğ undan, analizler daha çok  $\text{CaCl}_2$  uygulanmış meyve küplerinde yapılmıştır. Ç alışmada, Tommy Atkins mango küplerinin meyve eti sertliğ i, Kent çeş idinden daha olmasına karş ın; SÇKM miktarı, titre edilebilir asitlik (TA) ve SÇKM/TA , taze kesilmiş Kent mango küplerinde daha yüksek bulunmuştur. Ek olarak,  $\text{CaCl}_2$  uygulamasının, taze kesilmiş mangolarda, depolama

sırasında yumuşamayı geciktirdiği ve bu gecikmenin daha yüksek kalsiyum konsantrasyonlarında daha fazla olduğu bulunmuştur. Bunun yanısıra 10°C'deki 0,136 M CaCl<sub>2</sub>'e Tommy Atkins mangolarının 2.5 dakika ve Kent mangolarının 1 dk daldırılması, 5°C'de depolama sırasında sertliği muhafaza etmede etkili olmuş ve ayrıca tüketiciler tarafından beğenilmiştir (Ngamchuachit ve diğ., 2014).

Kitosan veya kalsiyum klorür uygulamalarının "Holland" papaya meyvesinin hasat sonrası kalitesi ve raf ömrü üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, %1,0 , %1,5 , %2,0 ve %2,5 olmak üzere dört farklı dozda kitosan ile kaplama veya %1.0, %1.5, %2,0 ve %2,5 konsantrasyonlarındaki kalsiyum klorür çözeltisine daldırılan papaya meyveleri 27°C sıcaklık ve % 80 O.N.'de depolanmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar, konsantrasyon farkı olmaksızın kitosan kaplanan meyvelerin ağırlık kaybının altı günlük depolamadan sonra benzer şekilde değiştiğini, buna karşılık % 2,5 kitosan ile kaplamanın meyve eti sertliğini önemli oranda arttırdığını, kırmızı renk oluşumunu geciktirdiğini ve raf ömrünü uzattığını göstermiştir (Chutichudet ve Chutichudet, 2014).

Kitosan ve kalsiyum klorür ile bunların kombinasyonlarının, 7 ° C'de hasat sonrası taze kesilmiş honeydew kavunlarının kalite kaybının önlenmesi üzerindeki etkileri incelendiği çalışmada, yapılan uygulamaların ağırlık kaybını geciktirdiği, meyve eti sertliğini arttırdığı, renk değişimlerini geciktirdiği ve mikrobiyal büyümeyi orta derecede engellediği bulunmuştur. Araştırmada, kitosan ve kalsiyum klorür kombinasyonunun, ağırlık kaybını %40 azaltması, meyve eti sertliğini %45 (3.70 N) oranında arttırması, toplam renk farkını azaltması ve depolamanın 13. gününde mezofilik ve psikotropik gelişimini 0,5 log CFU/g'den daha fazla engellemesi nedeniyle en iyi uygulama olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda kalsiyum klorür ve kitosan kombinasyonunun yenilebilir kaplama olarak uygulanmasının, taze kesilmiş honeydew kavununun raf ömrünü uzattığı ifade edilmiştir (Chong ve diğ., 2015).

Yeşil sarı dönemde hasat edilen, taze kesilmiş kantalop (*Cucumis melo L. cv. Gal 152, Galia tipi*) kavunları üzerine, yenilebilir kitosan (2000-4000 ppm), karboksimetil selüloz (CMC, 1500-3000 ppm), CaCl<sub>2</sub> (500-1000 ppm) uygulamaları ile polipropilen ve streç film ile sarmanın meyve kalitesi ve depolanabilirliği üzerine

etkisi, 2.5°C sıcaklık ve %95 oransal nemde (ON) 8 gün süreyle depolama süresince araştırılmıştır. Çalışma sonucunda; 2000 ppm kitosan, 1500 ppm CMC ve 500 ppm CaCl<sub>2</sub>'ye daldırma uygulamalarının taze-kesilmiş kantaloop kavununun tekstür kayıplarının azaltılması, genel görünüşün korunması, toplam şeker içeriğinin korunması ve kesim yüzeyinde renk bozulmasının önlenmesinde en etkili uygulamalar olduğu belirlenmiştir. Bu uygulamaların yüksek dozlarının daha az etkili olduğu bulunmuştur. Taze kesilmiş kantaloopların polipropilen film ile sarılması, kaliteyi (Tekstür ve toplam şeker) korumuş, ayrıca, streç film ile sarılanlarla karşılaştırıldığında mikrobiyal yükünün de daha az olduğu, buna karşın, 500 ppm CaCl<sub>2</sub> veya 2000 ppm kitosan uygulanmış ve polipropilen film ile sarma uygulamalarının tekstür kayıplarını geciktirdiği, renk bozulmasının etkisini azalttığı, mikroorganizma sayısının en düşük olduğu ve 8 günlük depolama süresi boyunca iyi görüldüğü de tespit edilmiştir. Bununla birlikte 1500 ppm CMC uygulanan ve polipropilen film ile sarılan hıyarların 6 gün süreyle kaliteli olarak saklanabildiği de saptanmıştır (Haffez ve diğ., 2016).

Minimal işlenmiş muz kalitesinin korunmasında, kalsiyum propiyonat ve kitosan kombinasyonunun uygunluğunun araştırıldığı çalışmada, kalsiyum propiyonat ile birlikte kitosan (CaP + Kit) uygulanmasının, 5 günlük soğuk depolama süresince kontrol uygulamasındaki muz dilimleri ile karşılaştırıldığında kararmayı, polifenol oksidaz (PPO), peroksidaz (POD), poligalakturonaz (PG) ve pektin metil esteraz (PME) aktivitesi ile mikrobiyal gelişmeyi azaltırken; sertliği, askorbik asit (AA) içeriğini, toplam antioksidan aktiviteyi (TAA) ve toplam fenolik madde miktarını koruduğu bulunmuştur (Mirshekari ve diğ., 2017).

Diğer bir araştırma, Etmany guava çeşidi meyvelerinin soğuk depolama koşullarında meyve kalite özelliklerinin ve pazarlanabilirliğinin korunması amacıyla yenilebilir kaplama kitosanın tek başına veya kalsiyum glukonat ile birlikte etkinliğini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada Guava meyveleri rastgele altı gruba ayrılarak: musluk suyu (kontrol); % 1 kitosan; % 2 kitosan; % 2 kalsiyum glukonat; % 1 kitosan +% 2 kalsiyum glukonat ve % 2 kitosan +% 2 kalsiyum glukonat çözeltilerine 5 dakika süreyle daldırıldıktan sonra, 21 gün süreyle 8±1°C'de ve % 85-90 oransal nem içeren odada depolanmıştır. Çalışma sonuçları, tüm yenilebilir kaplama uygulamalarının soğuk depolama sürecince, kaplanmamış

örnekler (kontrol) ile karşılaştırıldığında guava meyvelerinin hasat sonrası ömrünü uzatmanın yanı sıra meyve kalitesi özelliklerini korumak için etkili teknik olduğunu göstermiştir. Ayrıca %2 kitosan kaplama ve %2 kalsiyum glukonat içeren yenilebilir kaplama uygulamasının meyvelerin depo ömrünü arttırdığı, ağırlık kaybı ve çürümeleri azaltarak meyvelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bozulma oranını düşürdüğü, meyve eti sertliğini ve askorbik asit miktarını koruduğu, ve uzun süreli depolama sırasında guava meyvelerinin dış renk, SÇKM ve titre edilebilir asitlik miktarındaki değişimleri kontrol grubuna göre geciktirdiği tespit edilmiştir (Fekry, 2018).

Manyok nişastası ve kitosan bazlı yenilebilir kaplamaların kullanımının mangoda hasat sonrası raf ömrü üzerindeki etkisinin değerlendirildiği çalışmada, Tommy Atkins mango çeşidi meyveleri, dokuz farklı kaplama formülasyonu ile kaplanarak, 25°C'de depolanmıştır. Çalışmanın sonuçları, kitosanın ağırlık kaybı (%) ve  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , kroma, renk tonu, kabuk rengi, doku, aroma üzerinde önemli oranda etkili olduğunu; %0,5 kitosan ve %0,5 manyok nişastası içeren formülasyonun, CO<sub>2</sub> üretim oranını azaltarak, mangonun solunum hızını önemli oranda azalttığını ve meyvenin uygun bir şekilde olgunlaşmasını bozmadan, raf ömrünü kontrole göre 3 gün arttırdığını göstermiştir (Camatari ve diğ., 2018).

Kitosan ve CaCl<sub>2</sub>'nin hasat sonrası tek başına ve kombinasyon halinde uygulanmasının, guava (Hisar Surkha) meyvelerinin fizikokimyasal özellikleri üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, meyvelere 5 dakika boyunca farklı konsantrasyonlarda kitosan (% 0,5-3,0) ve CaCl<sub>2</sub> (%1,0-3,0) uygulanmış ve kalite ile ilgili parametreler incelenerek en iyi kitosan konsantrasyonu %1,5 olarak belirlenmiştir. Ardından, Guava meyvelerine 5 dakika süreyle farklı CaCl<sub>2</sub> konsantrasyonları (%1,0-3,0) ile seçilen kitosan konsantrasyonunun kombinasyonu uygulanarak, oda sıcaklığında (18°C) depolanmıştır. Meyvelere tek başına kitosan ve CaCl<sub>2</sub> veya bunların kombinasyon halinde ön-uygulanması, depolama süresince fizyolojik ağırlık kaybı ile SÇKM miktarındaki azalmayı geciktirmiş ve meyve eti sertliği, asitlik, askorbik asit, şekerler, fenoller ve toplam antioksidan aktivitenin daha fazla alıkonması sağlamıştır. Araştırma sonucunda CaCl<sub>2</sub> (%1.5)+kitosan(%1.5) uygulamasının Guava meyvelerindeki fiziko-kimyasal değişimlerin modüle

edilmesinde ve depolama sırasında guava kalitesinin arttırılmasında en etkili uygulama olduğu belirlenmiştir (Chawla ve diğ., 2018).

Bir başka çalışmada ise , kitosan kaplama ve kalsiyum klorür uygulamalarının çilek (*Fragaria×ananassa*) meyvesinin hasat sonrası kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla Prarajathan No. 50, 70 ve 72 çeşitlerinin meyveleri, yüksek moleküler ağırlıklı kitosan (% 0,25 ve % 0,5), yengeç (% 0,5 ve % 1) ve karides (% 0,5 ve % 1)'ten ekstrakte edilen düşük moleküler ağırlıklı kitosan veya kalsiyum klorür (% 2 ve %4 )'e daldırılmış, ardından oda sıcaklığında 5 dakika kurutulup, tepsilere konulduktan sonra PVC ile sarılmış ve 2°C'de 16 gün depolanmıştır. Kitosan ve kalsiyum klorür ile kaplanmış meyvelerin, fiziko-kimyasal özelliklerinde az oranda değişim gözlenirken, meyve eti sertliği, titre edilebilir asitlik, SÇKM miktarı, SÇKM miktarının titre edilebilir asitliğe oranı ve kabuk renginde önemli bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir. No. 50 ve No. 70 çeşitlerinde depolamadan 4 gün sonra ve No. 72 çeşidinde 8 gün sonra fungal gelişim gözlenmiş ancak kontrol meyvelerine göre daha düşük oranda olmuştur (Chaiprasart ve diğ., 2006).

Biyobozunur kaplamanın plastik menteşeli kutulara paketlenmiş ve 10°C'de depolanan Camarosa organik çilek çeşidi hasat sonrası ömrü üzerine etkilerinin belirlenmesini amaçlayan çalışmada, kaplama materyali olarak, %2 manyok (cassava) nişastası, %1 kitosan; ve %2 oranında manyok nişastası+%1 kitosan kullanılmıştır. Çalışmada, incelenen uygulamalar organik çileklerin hasat sonrası kalitesini olumlu yönde etkilemiş, manyok nişastası+kitosan kaplama, meyve kütle kaybının %6'dan daha az olmasına, maya ve psikrofilik mikroorganizma sayılarının azaltılmasına ve duyu analizlere göre de en iyi görünüme yol açarak en iyi sonuçları vermiştir (Campos ve diğ., 2011).

Kalsiyum askorbat ve kalsiyum laktatın taze kesilmiş domates ve hıyar meyvelerinin mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyu kaliteleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılan çalışmada meyve parçaları, % 1,5-2,5 dozlarındaki kalsiyum askorbat ve kalsiyum laktat çözeltilerine, 150 ppm klor çözeltisine ve damıtılmış suya (kontrol) 2 dakika süreyle daldırılmıştır. Uygulama yapılan örnekler, steril yeniden kapatılabilir 50 mikron kalınlığında polietilen torbaya konularak beş gün boyunca 7-10°C sıcaklıkta depolanmıştır. Çalışma sonucunda, %1,5



konsantrasyonundaki kalsiyum askorbat ve kalsiyum laktatın, her iki taze kesilmiş üründe koliform ve aerobik bakteri yükünü önemli ölçüde azalttığı, buna karşın maya ve küf popülasyonunu etkilemedi bulunmuştur. Buna ek olarak taze kesilmiş ürünlerin beş günlük depolanması sırasında fizikokimyasal ve duyu özelliklerinin olumsuz yönde etkilenmediği de saptanmıştır (Valida ve Acedo Jr., 2015).

Taze kesilmiş muzların yumuşamasının ve kararmasının geciktirilmesi amacıyla yapılan çalışmada, kalsiyum klorür ve kalsiyum laktat olmak üzere iki kalsiyum tuzu ile pektin, aljinat, karboksimetilselüloz, karragenan ve kitosan yenilebilir kaplamalarının etkileri 5°C sıcaklıkta 5 gün depolama süresince araştırılmıştır. % 1 (a/h) kalsiyum klorür, % 0,50 (a/h) askorbik asit ve % 0,75 (a/h) sistein içeren çözeltiye daldırma uygulaması muz dilimlerinin yumuşaması ve kararmasının geciktirilmesinde en etkili uygulama olmuştur. Bu uygulama aynı zamanda maya büyümesini de engellemiştir. Duyusal analize göre, yapılan uygulama muz dilimlerinin yenilebilir raf ömrü 5°C'de beş gün ile en uzun olmuştur. Karajenan çözeltisinin, 5°C'de beş gün boyunca taze kesilmiş muzun sertliğinin ve renginin korunmasında, incelenen kaplamalar arasında en iyisi olduğu da tespit edilmiştir (Bico ve diğ., 2010).

Kitosan ve kalsiyum klorürün ayrı ayrı veya birlikte (engel teknolojisi) uygulanmasının, mango raf ömrünün (*Mangifera indica*) arttırılmasındaki etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, olun olarak toplanan ve uygulama yapılan meyveler, 15±1°C'de ve % 85 ON' de saklanmıştır. Araştırmada, kitosan ve kalsiyum klorürün ayrı ayrı uygulandığı meyvelerin raf ömrü 60 gün olarak belirlenirken, her ikisinin birlikte uygulandığı meyvelerin raf ömrü 65 gün olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda kalsiyum klorürün, kitosan ile birlikte uygulandığında çok daha etkili olduğu bulunmuş olup, kontrol grubundaki meyvelerde 7 gün sonra çürümenin başladığı da tespit edilmiştir (Chauhan ve diğ., 2014).

Farklı kalsiyum formlarının, özellikle kalsiyum çözeltisine hasat sonrası daldırma uygulamasının brokoli mikro yeşilliklerinin raf ömrü ve hasat sonrası kalitesine etkisinin araştırıldığı çalışmada elde edilen sonuçlara göre, brokoliye yalnızca hasat öncesi sprey uygulaması, hem 20 mmol L<sup>-1</sup> kalsiyum laktat (Ca laktat) hem de

kalsiyum amino asit (Ca AA) şelatı, 5°C'de 21 gün depolama sırasında sadece su kontrolü ile karşılaştırıldığında brokoli mikro-yeşilliklerinin kalitesini önemli ölçüde arttırmış ve mikrobiyal popülasyonları inhibe etmiş olmasına karşın, etkisi 10 mmol.L<sup>-1</sup> CaCl<sub>2</sub>'den daha az olmuştur. Hasat öncesi yalnızca su püskürtülen mikro-yeşillikler, hasattan hemen sonra 100 ul L. L<sup>-1</sup> klor içeren 0, 25 , 50 veya 100 mmol.L<sup>-1</sup> Ca laktat çözeltisine daldırılmıştır. 5°C'de 14 gün boyunca depolama süresince 50 mmol.L<sup>-1</sup> Ca laktat çözeltisine daldırılan örneklerin toplam kalitesi en yüksek ve doku elektrolit sızıntısı en düşük bulunmuştur. Hasat öncesi 10 mmol.L<sup>-1</sup> CaCl<sub>2</sub> püskürtülüp, hasat sonrası 50 mmol.L<sup>-1</sup> Ca laktata daldırılan örneklerin hasat sonrası kalitesi yalnızca hasat öncesi veya yalnızca hasat sonrası uygulananlardan daha iyi olmuştur. Bununla birlikte, hasat sonrası daldırma olmadan hasat öncesi 10 mmol.L<sup>-1</sup> CaCl<sub>2</sub> püskürtme uygulaması genel olarak en iyi görsel kalite ve en uzun depolama ömrü ile sonuçlanmıştır. Elde edilen veriler göre hasat öncesi ve sonrası kalsiyum işlemlerinin mikro yeşillerin kalitesinin korunmasında ve raf ömrünün uzamasında olumlu etkisi olduğunu göstermiştir (Kou ve diğ., 2015).

Pink Lady çeşidine ait elma meyvelerinin hasat sonrası kalitesi üzerine kalsiyum klorür ve kalsiyum oksit (%2 ve %4) çözeltilerinin etkilerinin belirlenmesi amacı yapılan çalışmada meyveler 6 ay 0°C ve %90 ON içeren ortamda depolanmıştır. Araştırmada, %2'lik CaO uygulamalarının hemen hemen tüm kalite kriterleri üzerine en olumlu sonuçları verdiği görülürken, bunu sırasıyla, %4'lük ve %2'lik CaCl<sub>2</sub> uygulamalarının takip ettiği belirlenmiştir. Ayrıca CaO uygulamasının %4'lük dozunun , aşındırıcı etkisi nedeniyle kalite üzerinde olumsuz etkide bulunduğu da belirlenmiştir (Ekinci ve Sakaldaş, 2016).

Farklı kalsiyum laktat konsantrasyonlarının, elma meyvesinin hasat sonrası raf ömrüne etkisini belirlemek amacıyla yapılmış olan bir çalışmada elma meyveleri %1, %2 ve %3 kalsiyum laktat (CaLa) çözeltilerine ve saf suya (kontrol) 5 dakika süreyle daldırılmış, ardından kurutulularak, oda sıcaklığında 3 ay muhafaza edilerek raf ömrü belirlenmiştir. Araştırmada depolama süresince SÇKM; 12,13'den 14,31°Briks'e, pH; 4,05'den 5,21'e, bozulma oranı sıfırdan 44,14'e yükseldiği, en yüksek pH'nın kontrol grubunda (4,47), en düşük pH'nın ise %2 CaLa (4,30) uygulamasında olduğu bulunmuştur. Bunlara ek olarak, %2 CaLa uygulamasının meyvenin fizikokimyasal

niteliklerinin korunmasında en iyi uygulama olduğu, bu uygulamayı %1 CaLa ve %3 CaLa uygulamalarının izlediği tespit edilmiştir (Rehman ve diğ., 2017).

Bazı kalsiyum tuzlarının taze erik meyvelerinin hasat sonrası depolama ömrü üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, üç eşit gruba ayrılan taze erik meyveleri 30 dakika boyunca %1 (a/h) T1 (kalsiyum klorür), T2 (kalsiyum laktat) ve T3 (kalsiyum glukonat) çözeltilerine batırılmış ve 32 gün boyunca soğuk depolama koşullarında ( $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ), T0 (kontrol) ile karşılaştırılmıştır. Çalışma, kalsiyum tuzları uygulanan erik meyvelerinin fiziko-kimyasal ve duyusal niteliklerini önemli ölçüde arttırdığını ortaya koymuştur. Araştırmada, uygulama yapılmamış eriklerde çürümeden sorumlu *Mucor spp.* ve *Penicillium spp.*'in oluştuğu fakat uygulama yapılanlarda görülmediği, ve ayrıca kalsiyum laktat uygulanmış örneklerin, kalsiyum klorür ve kalsiyum glukonat uygulanmış eriklere kıyasla fizikokimyasal ve duyusal analizler bakımından daha kabul edilebilir düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Durrani ve diğ., 2018).

Kitosan kaplama ve sıcak suya daldırma uygulamasının depolama süresince taze kesilmiş yeşil fasulyenin fiziko-kimyasal ve duyusal özelliklerinin belirlenmesi, renk bozulmasının önlenmesi, kalitesinin ve depolama süresi ile raf ömrünün arttırılması üzerindeki etkilerini belirlemek için yapılan çalışmada, taze kesilmiş yeşil fasulyeler %0,5-1,5 dozlarında kitosanla kaplanmış ve  $45^{\circ}\text{C}$  suya 15 dakika,  $55^{\circ}\text{C}$ 'deki suya 1 dakika daldırıldıktan sonra,  $4^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ve %85-90 oransal nemde 28 gün boyunca depolanmıştır. Çalışmada, %1,5 kitosan kaplanmış fasulyelerin çürüme oranı %19,66 olan kontrol grubu ile karşılaştırıldığında en düşük (% 4,66) iken sıcak su uygulanmış olanların ki en yüksek (% 25,5-48) bulunmuştur. Araştırmada %1,5 kitosan kaplamanın, yeşil fasulye baklalarının duyusal özelliklerini (renk, kabuk kaybı, liflilik, doku ve lezzet) koruduğu ve kalitesini iyileştirdiği, ek olarak, diğer uygulamalarla karşılaştırıldığında ağırlık kaybını, titre edilebilir asitliği, peroksidaz ve polifenol oksidaz aktivitelerini de azalttığı tespit edilmiştir. Bunların yanısıra %1,5 kitosan uygulanıp, 28 gün boyunca depolanan taze kesilmiş fasulyelerde fenolikler ve toplam çözülebilir katı madde içeriği, protein ve indirgen şeker içeriği de artmıştır (ElSayed ve diğ., 2019).

Kalsiyum klorür uygulamalarının papaya meyvelerinin oda sıcaklığında depolanması sırasında kalsiyum içeriği, antraknoz şiddeti ve antioksidan aktivite üzerine etkisinin incelendiği araştırma sonuçlarına göre, yüksek konsantrasyonda yapılan kalsiyum uygulamaları, (%1,5 ve %2 a/h), meyve kabuğu ve posa dokularında kalsiyum miktarını arttırmış, meyve eti sertliğini korumuş ve antraknoz onanını ve şiddetini azaltmıştır. Ayrıca çalışmada, kalsiyum uygulanmış meyvelerde sızıntı miktarının, kontrol ile kıyaslandığında %1,5 ve %2 kalsiyum uygulamalarında daha düşük olduğu bulunmuş olup mikroskopik sonuçlar da pulp hücre duvarı kalınlığının 6 günlük depolamadan sonra, kontrole göre %2 kalsiyum uygulamasında daha kalın olduğunu göstererek, bu sonucu doğrulamıştır. Bu sonuçlara ek olarak, kalsiyum uygulanmış meyvelerin toplam antioksidan aktivitesi ve depolama sırasında toplam fenolik bileşik miktarıda yüksek bulunmuştur (Madani ve diğ., 2016).

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1 .Bitkisel materyal

Bu çalışmada bitkisel materyali Antalya'nın Serik ilçesine bağlı Çandır köyünde yetiştirilen PTK 40 F1 badem-silor tipi hıyar çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan hıyar (*Cucumis sativus* L.cv. Silor) meyveleri hasat edildikten sonra 24 saat içerisinde Kocaeli Üniversitesi Arslanbey Meslek Yüksekokulu Soğuk hava depolarına getirilmiştir.



Şekil 2.1. Araştırmada kullanılan hıyar meyvelerinin temin edildiği sera

Soğutma işleminin ardından hıyar meyveleri incelenerek, standart dışı boyutta olan, şekil bozukluğu bulunan, ezilmiş ya da hasat sırasında yara almış olan meyveler ayıklanmış ve bu meyveler deneme dışı bırakılmıştır. Çalışmada kullanılan PTK 40 hıyar çeşidi 10-12 cm uzunluğunda olup erkenci bir çeşittir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Araştırmada kullanılan PTK 40 F1 hıyar meyveleri

### 2.1.2. Kalsiyum ve kitosan uygulamaları

Çalışmada kalsiyum ve kitosan aynı çözelti içerisinde uygulanmıştır. Bu amaçla öncelikle %2, 4 ve 6 dozlarında kalsiyum klorür ( $\text{CaCl}_2$ ), %2, 4 ve 6 dozlarında kalsiyum propiyonat ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{CaO}_4$ ) ile %2, 4 ve 6 dozlarında kalsiyum laktat ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{CaO}_6$ ) çözeltileri hazırlanmış olup ardından her çözeltiliye, %0,5 oranında asetik asit ve %1,0 oranında kitosan ilave edilmiştir. Yapılan uygulamaların detayları Tablo 2.1’de verilmiştir. Çözeltinin homojenliğini sağlamak amacı ile sıcaklığı  $60^\circ\text{C}$ ’ye kadar ısıtıldıktan sonra  $25^\circ\text{C}$ ’ye kadar soğutulmuş, ardından her uygulama grubundaki hıyar meyvelerine hazırlanan çözeltilere 5 dakika boyunca daldırma işlemi yapılmıştır (Şekil 2.3). Daldırma işleminden sonra hıyar meyveleri kurumaya bırakılmıştır. Meyveler kuruduktan sonra ise paketlenmiştir.



Şekil 2.3. Hıyar meyvelerinin farklı kalsiyum tuzları ve kitosan içeren çözeltiliye daldırılması

Tablo 2.1.Araştırmada hıyar meyvelerine depolama öncesi yapılan uygulamalar

<b>Kısaltma</b>	<b>Yapılan uygulama</b>
<b>KK</b>	: Meyveler herhangi bir çözeltiliye daldırılmaksızın, doğrudan ambalajlanarak, depolanmıştır.
<b>SK</b>	: <i>Meyveler su içerisine 5 d süreyle daldırıldıktan sonra, çıkarılıp, kurutulduktan sonra paketlenmiştir.</i>
<b>KT</b>	: Meyveler %1 kitosan+%0.5 asetik asit içeren çözelti içerisine daldırılıp, 5 d bekletildikten sonra çıkarılmış, kurutulmuş ve paketlenmiştir.
<b>CaP2</b>	: <i>Meyveler %2 kalsiyum propiyonat + %1 kitosan + %0.5 asetik asit içeren çözelti içerisine daldırılıp, 5 d bekletildikten sonra çıkarılmış, kurutulmuş ve paketlenmiştir.</i>
<b>CaP4</b>	: Meyveler %4 kalsiyum propiyonat + %1 kitosan + %0.5 asetik asit içeren çözelti içerisine daldırılıp, 5 d bekletildikten sonra çıkarılmış, kurutulmuş ve paketlenmiştir.
<b>CaP6</b>	: <i>Meyveler %6 kalsiyum propiyonat + %1 kitosan + %0.5 asetik asit içeren çözelti içerisine daldırılıp, 5 d bekletildikten sonra çıkarılmış, kurutulmuş ve paketlenmiştir.</i>
<b>CaL2</b>	: Meyveler %2 kalsiyum laktat + %1 kitosan + %0.5 asetik asit içeren çözelti içerisine daldırılıp, 5 d bekletildikten sonra çıkarılmış, kurutulmuş ve paketlenmiştir.
<b>CaL4</b>	: <i>Meyveler %4 kalsiyum laktat + %1 kitosan + %0.5 asetik asit içeren çözelti içerisine daldırılıp, 5 d bekletildikten sonra çıkarılmış, kurutulmuş ve paketlenmiştir.</i>
<b>CaL6</b>	: Meyveler %6 kalsiyum laktat + %1 kitosan+%0.5 asetik asit içeren çözelti içerisine daldırılıp, 5 d bekletildikten sonra çıkarılmış, kurutulmuş ve paketlenmiştir.
<b>CaK2</b>	: <i>Meyveler %2 kalsiyum klorür + %1 kitosan + %0.5 asetik asit içeren çözelti içerisine daldırılıp, 5 d bekletildikten sonra çıkarılmış, kurutulmuş ve paketlenmiştir.</i>
<b>CaK4</b>	: Meyveler %4 kalsiyum klorür + %1 kitosan + %0.5 asetik asit içeren çözelti içerisine daldırılıp, 5 d bekletildikten sonra çıkarılmış, kurutulmuş ve paketlenmiştir.
<b>CaK6</b>	: <i>Meyveler %6 kalsiyum klorür + %1 kitosan + %0.5 asetik asit içeren çözelti içerisine daldırılıp, 5 d bekletildikten sonra çıkarılmış, kurutulmuş ve paketlenmiştir.</i>

### 2.1.3. Ambalajlama ve depolama

Uygulamaları takiben hıyar meyveleri  $7\pm 1^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ve %90-95 oransal nem içeren soğuk odada 20 gün süreyle depolanmıştır. Hıyar meyvelerinin su içeriğinin yüksek olması nedeniyle, su kayıplarının önlenmesi için meyveler polivinilklorür (PVC) kapaklı kutular içine yerleştirilmiş olup kutularda CO<sub>2</sub> gazı birikiminin önlenmesi amacıyla, kapakların üzerine eşit boyutlarda delikler açılmıştır (Şekil 2.3).



Şekil 2.4. Denemede kullanılan hıyar meyvelerinin paketlenmesi

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Kalsiyum miktarının belirlenmesi

Hıyar meyvelerinde bulunan kalsiyum miktarının belirlenmesi için her bir hıyar meyvesin ortasından bir bütün halinde 5 mm kalınlığında kesilerek alınmıştır. Daha sonra örneklerin suyu çıkartıldıktan sonra (LAQUAtwin CA-11) ile meyvede bulunan kalsiyum miktarı ppm olarak ölçülmüştür.

### 2.2.2. Meyve eti sertliği

Her bir tekerrürden alınan 3 meyvenin çiçek sap kısmı, orta kısım ve uç kısım olmak üzere üç farklı noktadan, Shimadzu EZ-LX marka tekstür analiz cihazı ile 6 mm çaplı iğne (piercing) ucu kullanılarak ölçülmüş olup Newton (N) olarak ifade edilmiştir. Tekstür cihazının probu meyve eti içine 15 mm girecek şekilde ayarlanmıştır (Şekil 2.4).





Şekil 2.5. Hıyar meyvelerinde sertlik ölçümü

### 2.2.3. Ağırlık kaybı

Araştırmada ağırlık kayıplarının ölçülmesi için her uygulamada 3 paket örnek ayrılmış ve depolama süresince bu örnekler kullanılmıştır. Ağırlık kaybı ölçümleri deneme başlangıcında ve her analiz döneminde yapılmış ve ağırlık kayıpları başlangıç değerine oranlanmak suretiyle, aşağıdaki formüle göre hesaplanarak, (%) olarak ifade edilmiştir(Kasım ve Kasım ,2016)

A.K.(%)=((başlangıç ağırlığı-analiz dönemindeki ağırlık) x 100)/başlangıç ağırlığı

(2.1)

### 2.2.4. Meyve kabuk rengi

Hıyar meyvelerinin kabuk renginin belirlenmesinde, Minolta CR 400 Chroma portatif renk ölçer (Minolta Co., Osaka, Japan)'den faydalanılmıştır. Cihazda ışık kaynağı olarak D65 aydınlatması kullanılmış olup, ölçüm başlangıcında cihaz beyaz standart kalibrasyon plakası ( $L^*=97,52$ ;  $a^*=-5,06$ ;  $b^*=3,57$ ) ile kalibre edilmiştir (McGuire, 1992; Lancaster ve diğ., 1997). Ayrıca elde edilen veriler kullanılarak; hue açısı,  $a < 0$  ve  $b > 0$  olduğundan  $h^\circ = 90 + (-1 \times (\tan^{-1} a^*/b^*))$  formülüne göre (Kasım ve Kasım, 2016); ve sarılık indeksi ise  $S\bar{I} = 142.86 b^*/L^*$  (Hirschler, 2012) formülüne göre hesaplanmıştır. Ölçümler her bir meyvede 3 farklı noktadan olmak üzere bir

tekerrür için 12 ölçüm yapılmıştır. Ölçülen renk değerlerinden, başlangıca göre değişim oranları (%) olarak hesaplanmıştır.

#### **2.2.5. Klorofil SPAD ölçümleri**

Klorofil SPAD ölçümleri, hıyar meyvelerinin yalnızca kabuk kısmı kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla her tekerrürde yer alan 4 adet hıyar meyvesinden, meyve kabuğu okuma yapılabilmesi için ince şeritler halinde çıkarılmıştır. Her bir şeridin baş, orta ve son kısmı olmak üzere üç farklı noktasından klorofil miktarı SPAD-502 Plus (Konica Minolta, Inc. Osaka, Japan) klorofil ölçer yardımı ile ölçülmüştür.

#### **2.2.6. Suda çözünür toplam kurumadde miktarı**

Meyvelerin suda çözünür kuru madde miktarının belirlenmesi için önce meyveler parçalandıktan sonra suları sıkılmış daha sonra tülbent ile süzülükten sonra Atago Pal-3 marka dijital refraktometreyle ölçülerek sonuçlar (%) olarak verilmiştir.

#### **2.2.7. Titre edilebilir asit miktarı**

Meyvelerin titre edilebilir asitlik miktarının belirlenmesi için meyveler parçalandıktan sonra suları çıkartılmış ardından filtre kağıdı kullanılarak süzölmüştür. Elde edilen meyve suyundan 10 mL alınarak üzerine 20 mL saf su ilave edilmiş ve pH değeri 8.1 oluncaya kadar 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir. Titrasyon sonucunda harcanan NaOH miktarı belirlenip aşağıdaki formüle yerleştirilerek titre edilebilir asit miktarı malik asit cinsinden (%) olarak hesaplanmıştır. pH ölçümleri için Hanna HI 2211 pH metre ve otomatik dijital büret kullanılmıştır(Karaçalı,2014).

$$TEA = \frac{(S \times N \times F \times E)}{C} \times 100 \quad (2.2)$$

Formülde;

TEA: Malik asit miktarı , g/100 mL meyve suyu

S: Kullanılan sodyum hidroksit miktarı, mL

N: Kullanılan sodyum hidroksitin normalitesi

F: Kullanılan sodyum hidroksit faktörü

C: Alınan örnek miktarı, mL

E: İlgili asidin equivalent değeri ( Sitrik asit 0,064)

### **2.2.8. Tat puanları**

Yapılan uygulamaların tat üzerine olan etkisi belirlenmesi için oluşturulan panelistler tarafından 1-5 skalası kullanılarak, meyvelerin tat ve görsel kalite açısından puanlanmıştır. Sklada kullanılan puanlar ise; 1: çok kötü, 2: kötü, 3: orta, 4: iyi ve 5: çok iyi'yi ifade etmektedir.

### **2.2.9. Elektrolit sızıntısı**

Elektrolit sızıntısı için hıyar meyvelerinden 5 mm kalınlığında diskler kesildi ve orta kısımlarından ikiye bölündü, bu örnekler 2-3 kez saf su ile yıkanmıştır.. Daha sonra 50 ml saf su ilave edilerek 2 saat süre ile oda sıcaklığında bekletilip, 2 saat sonunda Elektriki iletkenliği ölçülmüştür. Ardından dondurulup çözülen ve sıcaklığı 18°C'ye gelen örneklerde tekrar Elektriki iletkenlik değeri EC olarak ölçülmüştür. Hıyar meyvelerinden elektrolit sızıntısı miktarı, başlangıç EC değerleri ile son EC değerlerinin oranlaması yoluyla belirlenmiş ve (%) olarak ifade edilmiştir (Kasım ve Kasım, 2016).

### **2.2.10. Enfeksiyon oranı**

Enfeksiyon oranı; her tekerrürdeki meyveler incelenerek, enfeksiyonlu olanlar, toplam meyve miktarına oranlanarak (%) olarak hesaplanmıştır. Enfeksiyon şiddeti ise her tekerrürdeki enfeksiyonlu meyvelerde, enfeksiyonun meyveye yayılış durumuna göre 0-5 skalası (0; Enfeksiyon yok, 1; meyvenin %20'si, 2; meyvenin %40'ı, 3; meyvenin %60'ı, 4; meyvenin %80'i, 5; meyvenin tamamına enfeksiyonun yayılması) kullanılarak enfeksiyonun şiddeti belirlenmiştir.

### **2.2.11. Deneme deseni**

Deneme tesadüf parselleri deneme deseninde göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş, yürütülmüş ve değerlendirilmiştir. Her tekerrürde 4 meyve (1 paket) kullanılmıştır. Ağırlık kaybı için ayrı örnekler kullanılmış ve ölçümler hep aynı örneklerde depo içerisinde yapılmıştır. Deneme sonuçlarının değerlendirilmesi için SPSS 16 programı ile varyans analizi yapılmış, ortalamalara arasındaki farklılıkları karşılaştırmak için de Duncan karşılaştırma testine kullanılmıştır

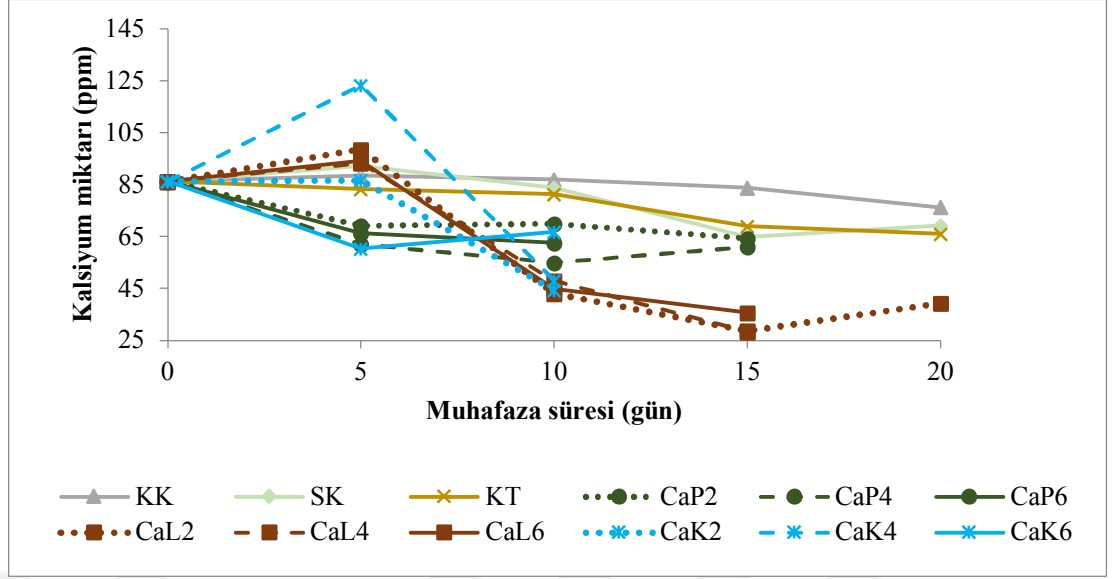
### 3. BULGULAR

#### 3.1.Kalsiyum Değişimi

Depolama süresinde uygulamaların meyvelerin kalsiyum içeriği üzerine olan etkisi Tablo 3.1. ve Şekil 3.1.'de gösterilmiştir. Deneme başlangıcında meyvelerde 86.33 ppm olan kalsiyum miktarı, denemenin beşinci gününde KT, CaP2, CaP4, CaP6, CaK6 uygulamalarında azalma gösterirken diğer uygulamalarda artmıştır. En fazla artış %42,85 ile CaK4 (123,33 ppm) uygulamasında elde edilmiş olup, bu uygulama ile diğer uygulamalar arasındaki farklılık  $p<0,05$  düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Kalsiyum miktarı, KK (87,00 ppm) uygulamasında depolamanın 10. gününde de başlangıca göre yüksek bulunurken, SK (83,67 ppm) ve KT (81,33 ppm) uygulamalarında başlangıca yakın oranda korunduğu, diğer tüm kalsiyum uygulanan meyvelerde ise başlangıç konsantrasyonunun oldukça altına düştüğü belirlenmiştir. Depolamanın 15. ve 20. gününde ise depoda kalan uygulama gruplarında sırasıyla 28,33-83,67 ppm ve 39,31-76,33 ppm arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Tablo 3.1. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinde meyve suyundaki miktarları (ppm)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)				
	0	5	10	15	20
<i>KK</i>	86,33a	88,67cd	87,00a	83,67a	76,33a
<i>SK</i>	86,33a	92,33bc	83,67a	65,00b	69,33a
<i>KT</i>	86,33a	83,33d	81,33a	69,00b	66,00a
<i>CaP2</i>	86,33a	69,33e	70,00b	64,33b	--
<i>CaP4</i>	86,33a	62,00ef	55,00cd	61,00b	--
<i>CaP6</i>	86,33a	66,33ef	62,67bc	--	--
<i>CaL2</i>	86,33a	98,67b	43,00e	28,67c	39,33b
<i>CaL4</i>	86,33a	93,33bc	48,00de	28,33c	--
<i>CaL6</i>	86,33a	94,33bc	44,67e	35,67c	--
<i>CaK2</i>	86,33a	86,67cd	44,33e	--	--
<i>CaK4</i>	86,33a	123,33a	48,00de	--	--
<i>CaK6</i>	86,33a	60,33f	66,67b	--	--



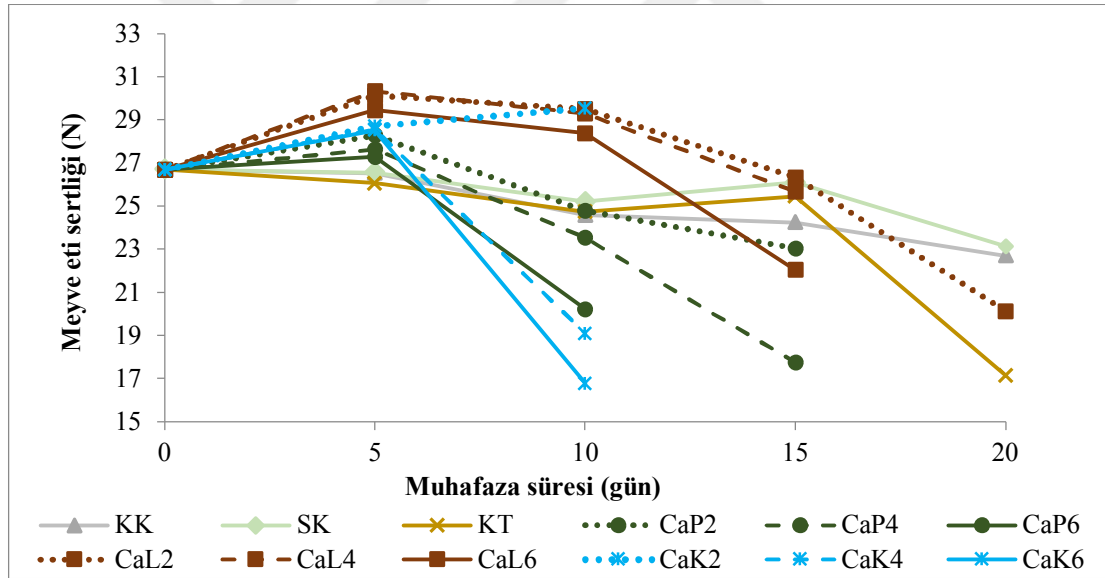
Şekil 3.1. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinde meyve suyundaki kalsiyum miktarındaki değişim miktarı (ppm)

### 3.2. Meyve Eti Sertliği

Muhafaza süresince meyve eti sertliğinde meydana gelen değişimler Tablo 3.2 ve Şekil 3.2 de verilmiştir. Kalsiyum propiyonat, kalsiyum laktat ve kalsiyum klorür uygulamalarının depolamanın beşinci gününde meyve eti sertliğini başlangıca göre artırdığı gözlemlenirken depolamanın devam eden günlerinde ise düşmeye başladığı tespit edilmiştir. Muhafazanın beşinci gününde en yüksek meyve eti sertliği değerleri genel olarak kalsiyum laktat uygulanan hıyar meyvelerinde bulunmuş olup, bu dönemde en yüksek değer 30,34 N ile CaL4 uygulamasında ölçülürken bu uygulamayı 30,14 N ile CaL2 ve 29,49 N ile CaL6 uygulamaları takip etmiştir. Bu üç uygulama arasındaki farklılık istatistik olarak ( $p>0,05$ ) önemsiz olmakla birlikte CaL4 ve CaL2 uygulamaları ile diğer kalsiyum uygulamaları, kitosan ve kontrol grupları arasındaki farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir. Depolamanın 10. gününde de benzer değişimler olmakla birlikte, bu süreçte CaK2 (29,55 N) uygulamasındaki örneklerin meyve eti sertliği değerlerinin de kalsiyum laktat uygulamalarına benzer şekilde diğer uygulamalardan önemli oranda yüksek olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın son gününde ise KK, SK, KT ve CaL2 uygulamalarına ait örnekler kalmış olup, bu grupların meyve eti sertliği değerleri ise sırasıyla 23,14N, 22,69N, 20,14N ve 17,14N olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3.2. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinde meyve eti sertliği değişimi (N)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)				
	0	5	10	15	20
<i>KK</i>	26,70a	26,52 de	24,58b	24,23abc	22,69a
<i>SK</i>	26,70a	26,55 de	25,20b	26,09a	23,14a
<i>KT</i>	26,70a	26,07 e	24,74b	25,45ab	17,14b
<i>CaP2</i>	26,70a	28,29 bc	24,79b	23,05bc	--
<i>CaP4</i>	26,70a	27,64 cd	23,54b	17,76d	--
<i>CaP6</i>	26,70a	27,30 cde	20,22c	--	--
<i>CaL2</i>	26,70a	30,14a	29,50a	26,35a	20,14ab
<i>CaL4</i>	26,70a	30,34a	29,30a	25,69ab	--
<i>CaL6</i>	26,70a	29,46ab	28,38a	22,06c	--
<i>CaK2</i>	26,70a	28,72bc	29,55a	--	--
<i>CaK4</i>	26,70a	28,56bc	19,10c	--	--
<i>CaK6</i>	26,70a	28,52bc	16,77d	--	--



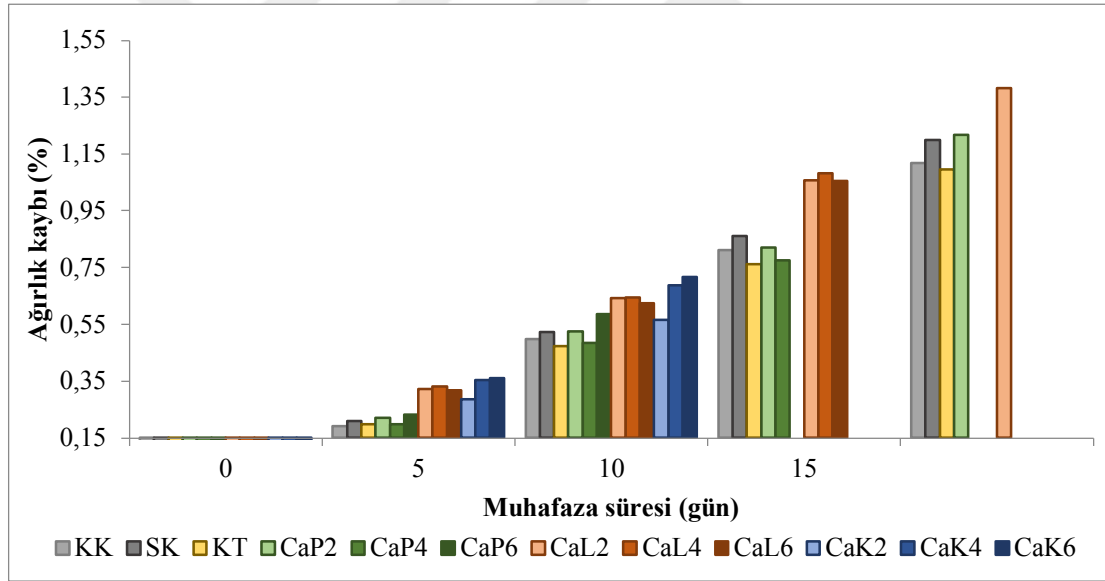
Şekil 3.2. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinde meyve eti sertliği değişimi (N)

### 3.3. Ağırlık Kaybı

Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin ağırlık kayıpları Tablo 3.3 ve Şekil 3.3'de verilmiştir. Buna göre, genel olarak ağırlık kayıplarının tüm uygulamalarda depolama süresi boyunca arttığı belirlenmiştir. Ağırlık kaybında oluşan bu farklılık uygulama ve zaman bakımından istatistikî ( $p < 0.05$ ) olarak önemli bulunmuştur. Muhafazanın 5. gününde en fazla ağırlık kaybı

Tablo 3.3. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinde oluşan ağırlık kayıpları(%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)				
	0	5	10	15	20
<i>KK</i>	0	0,19 d	0,50 ef	0,81 b	1,12 b
<i>SK</i>	0	0,21 d	0,52 def	0,86 b	1,20 b
<i>KT</i>	0	0,20 d	0,47 f	0,76 b	1,10 b
<i>CaP2</i>	0	0,22 d	0,53 def	0,82 b	--
<i>CaP4</i>	0	0,20 d	0,48 ef	0,77 b	--
<i>CaP6</i>	0	0,23 d	0,59 cd	--	--
<i>CaL2</i>	0	0,32 abc	0,64 abc	1,06 a	1,38 a
<i>CaL4</i>	0	0,33 ab	0,64 abc	1,08 a	--
<i>CaL6</i>	0	0,32 bc	0,62 bc	1,06 a	--
<i>CaK2</i>	0	0,29 c	0,57 cde	--	--
<i>CaK4</i>	0	0,35 ab	0,69 ab	--	--
<i>CaK6</i>	0	0,36 a	0,72 a	--	--



Şekil 3.3. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinde ağırlık kaybının değişimi (%)

%0,36 ile CaK6 uygulamasında tespit edilmiş olup, depolamanın 10. gününde de 5. günde olduğu gibi en fazla ağırlık kaybı %0,72 ile CaK6 uygulamasında ölçülmüştür. Muhafazanın 15. gününde ise KK, SK, KT, CaP2 ve CaP4 uygulamalarındaki ağırlık kayıpları düşük düzeyde olurken, en fazla ağırlık kaybı %1,08 ile CaL4 uygulamasında gerçekleşmiş olup bu uygulamayı CaL2 ve CaL6 uygulamaları takip etmiştir. Ayrıca KK, SK, KT, CaP2 ve CaP4 uygulamaları ile CaL2,4 ve 6 uygulamaları arasındaki farklılık da istatistiki düzeyde önemli bulunmuştur.

Depolamanın 20 gününde ise KK, SK, KT ve CaL2 uygulamaları dışındaki uygulamalar deneme dışı kalmış olup, bu dönemde En fazla ağırlık kaybı CaL2 uygulamasında tespit edilmiştir.

### 3.4. Meyve Kabuk Rengi

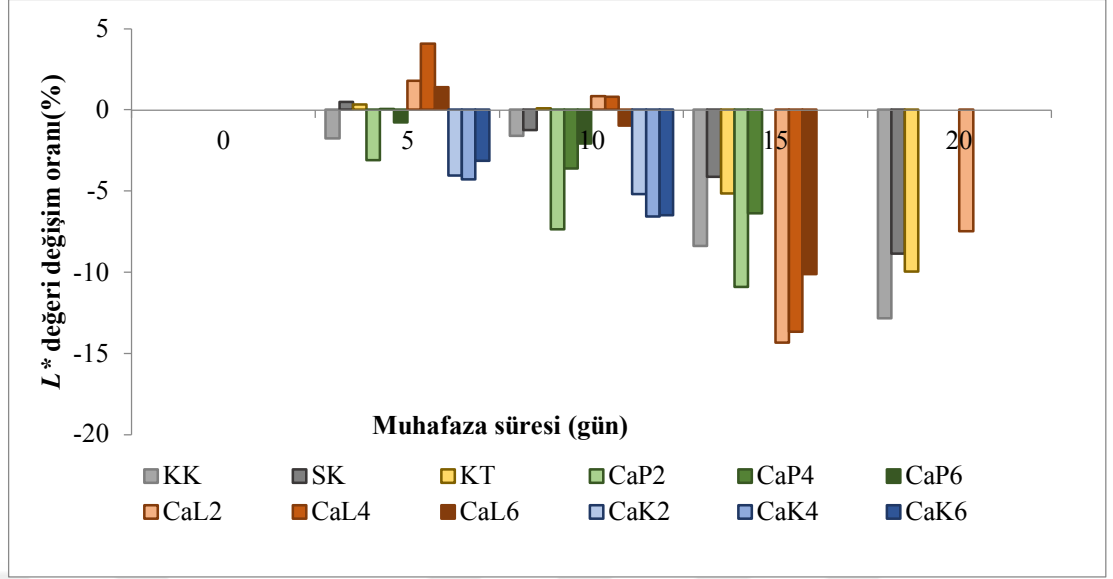
#### 3.4.1. $L^*$ değeri değişim oranı

Araştırmada, hıyar meyvelerinin depolama süresi boyunca renk  $L^*$  değeri genel olarak tüm uygulamalarda başlangıç değerine göre artış göstermiştir (Tablo 3.4 ve Şekil 3.4). Bununla birlikte muhafazanın beşinci gününde  $L^*$  değeri; SK, KT, CaP4, CaL4 ve CaL6 uygulamalarında azalma gösterirken, diğer uygulamalarda artmış, bununla birlikte en fazla artış %-4,29 ile CaK4 uygulamasında elde edilirken, en fazla azalma ise CaP4 (%0,04) uygulamasında bulunmuştur. Buna karşılık uygulamalar arasında istatistiki düzeyde ( $p < 0,05$ ) anlamlı bir farklılığın oluşmadığı görülmüştür (Tablo 3.4). Depolamanın onuncu gününde ise  $L^*$  değeri KT, CaL2 ve CaL4 uygulamaları dışında artış göstermiş, en fazla artışın ise %-7,34 değeri ile CaP2 uygulamasında olduğu tespit edilmiştir. Bu dönemden muhafaza süresi sonuna kadar ise tüm uygulamalarda  $L^*$  değerinin arttığı, buna karşın uygulamalar arasındaki farklılığın ise istatistiki olarak  $p < 0,05$  düzeyinde önemsiz olduğu; dolayısıyla uygulamalar ve zaman arasında oluşan değişimlerin tesadüften ileri geldiği belirlenmiştir.

Tablo 3. 4. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin  $L^*$  değeri değişim oranları (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)				
	0	5	10	15	20
<b>KK</b>	0	-1,74 ab	-1,60 ab	-8,39 abc	-12,86a
<b>SK</b>	0	0,51 ab	-1,23 ab	-4,12 a	-8,85a
<b>KT</b>	0	0,35 ab	0,09 ab	-5,16 ab	-9,97a
<b>CaP2</b>	0	-3,10 ab	-7,34 b	-10,90 abc	--
<b>CaP4</b>	0	0,04 ab	-3,61 ab	-6,38 abc	--
<b>CaP6</b>	0	-0,79 ab	-2,08 ab	--	--
<b>CaL2</b>	0	1,78 ab	0,84 a	-14,32 c	-7,47a
<b>CaL4</b>	0	4,07 a	0,83 a	-13,66b c	--
<b>CaL6</b>	0	1,40 ab	-0,97 ab	-10,12 abc	--
<b>CaK2</b>	0	-4,06 b	-5,19 ab	--	--
<b>CaK4</b>	0	-4,29 b	-6,56 ab	--	--
<b>CaK6</b>	0	-3,15 b	-6,48 ab	--	--





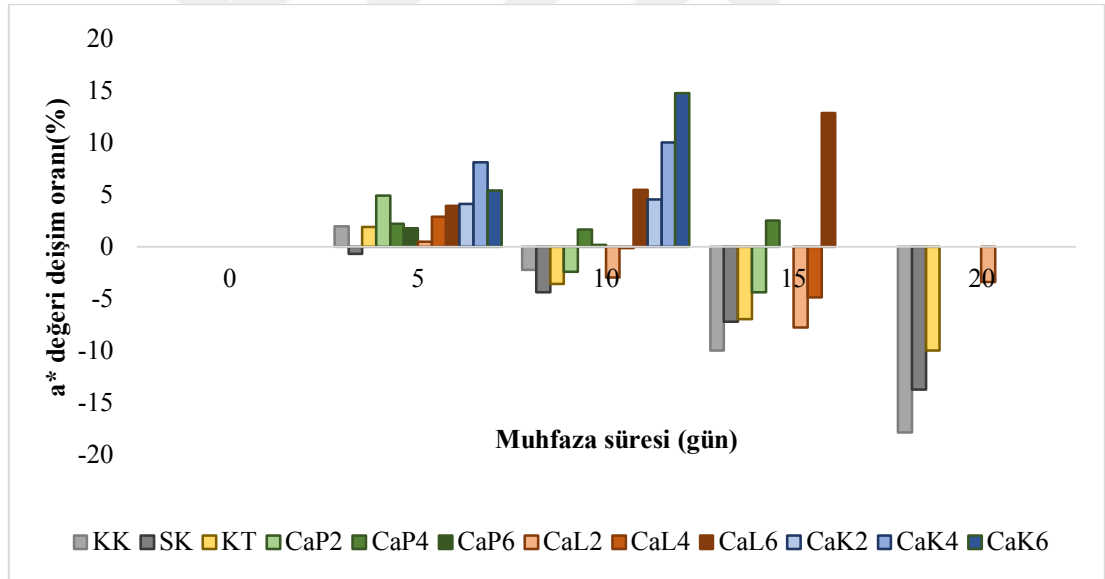
Şekil 3.4. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin  $L^*$  renk değeri değişimi

### 3.4.2. $a^*$ değeri değişim oranı

$a^*$  renk değişim oranlarının verildiği Tablo 3.5 ve Şekil 3.5 incelendiğinde depolamanın beşinci gününde SK uygulamasında  $a^*$  renk değerinin artmasına karşılık, diğer uygulamalarda azalma gösterdiği, en fazla azalmanın %8,13 değeriyle CaK4 uygulamasında ölçüldüğü bu uygulamayı %5,43 ile CaK6 ve %4,91 ile CaP2 uygulamalarının takip ettiği, bu uygulamalar arasındaki farklılığın ise istatistiki olarak  $p < 0,05$  önem düzeyinde önemsiz olduğu bulunmuştur. Depolamanın onuncu gününde ise CaP4, CaP6, CaL6, CaK2, CaK4 ve CaK6 uygulamalarındaki meyvelerin  $a$  renk değerlerinde azalma görülürken, diğer uygulamalarda artışlar meydana gelmiş olup, bu dönemde CaK6 ve CaK4 uygulamaları ile diğer uygulamalar arasında oluşan farklılık ise istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Depolama süresi sonunda ise renk  $a^*$  değerinde en fazla artış KK uygulamasında, en az artış ise CaL2 uygulamalarında görülürken, CaL2 ile diğer uygulamalar arasındaki farklılık da istatistiki olarak  $p < 0,05$  düzeyinde önemli olmuştur.

Tablo 3. 5. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin a\* renk değeri değişim oranları (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)				
	0	5	10	15	20
<i>KK</i>	0	1,96bcd	-2,21def	-10,00d	-17,83c
<i>SK</i>	0	-0,68d	-4,40f	-7,21cd	-13,70bc
<i>KT</i>	0	1,89bcd	-3,59ef	-6,96cd	-9,94b
<i>CaP2</i>	0	4,91ab	-2,39def	-4,37c	--
<i>CaP4</i>	0	2,21bcd	1,64cd	2,52b	--
<i>CaP6</i>	0	1,77bcd	0,19de	--	--
<i>CaL2</i>	0	0,47cd	-2,93ef	-7,78cd	-3,41a
<i>CaL4</i>	0	2,90bcd	-0,11def	-4,87cd	--
<i>CaL6</i>	0	3,93abc	5,44c	12,88a	--
<i>CaK2</i>	0	4,14abc	4,58c	--	--
<i>CaK4</i>	0	8,13a	10,00b	--	--
<i>CaK6</i>	0	5,43ab	14,7a	--	--



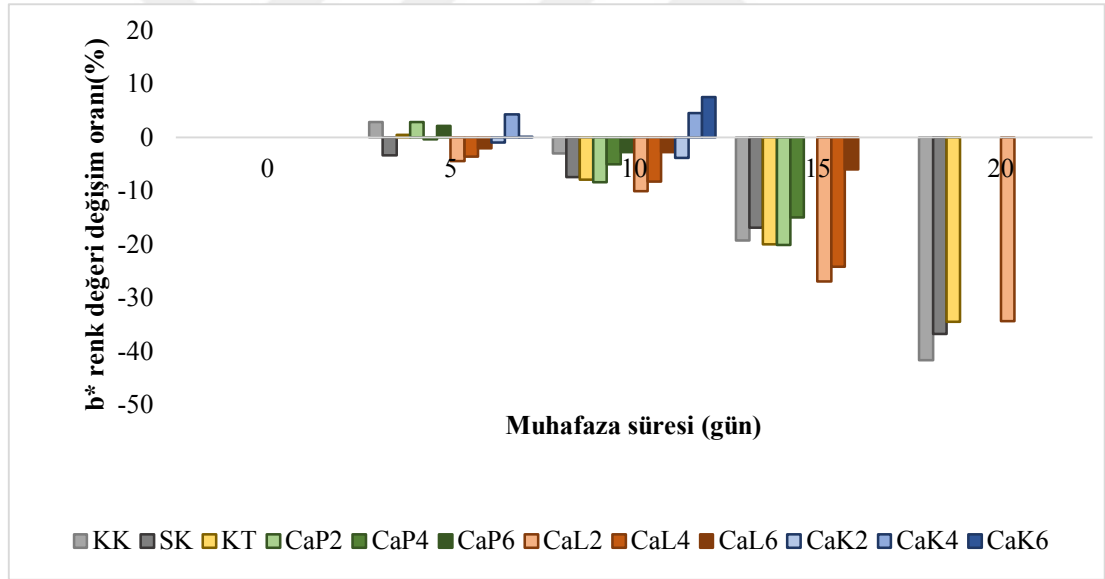
Şekil 3.5. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin a\* renk değeri değişimi

### 3.4.3. b\* değeri değişim oranı

Denemede, farklı kalsiyum bileşikleri ve kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin muhafaza süresince b\* renk değeri değişim oranları Tablo 3.6 ve Şekil 3.6.'da verilmiştir. Değişim incelendiğinde KK, KT, CaP2, CaP6, CaK4 ve CaK6 uygulamaları dışındakilerde b\* değerinin arttığı, bu uygulamalarda ise azaldığı

Tablo 3.6. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin *b\** renk değeri değişim oranları (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)				
	0	5	10	15	20
<i>KK</i>	0	2,85ab	-2,98b	-19,24bc	-41,59a
<i>SK</i>	0	-3,34cd	-7,37bc	-16,88b	-36,76a
<i>KT</i>	0	0,48abcd	-7,95bc	-20,02bc	-34,43a
<i>CaP2</i>	0	2,91ab	-8,33bc	-20,11bc	--
<i>CaP4</i>	0	-0,34abcd	-5,05bc	-15,01b	--
<i>CaP6</i>	0	2,18abc	-2,81b	--	--
<i>CaL2</i>	0	-4,46d	-10,09c	-26,97d	-34,31a
<i>CaL4</i>	0	-3,62cd	-8,23bc	-24,14cd	--
<i>CaL6</i>	0	-2,00bcd	-2,73b	-5,93a	--
<i>CaK2</i>	0	-0,99abcd	-3,87b	--	--
<i>CaK4</i>	0	4,31a	4,56a	--	--
<i>CaK6</i>	0	0,17abcd	7,56a	--	--



Şekil 3.6. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin *b\** renk değeri değişimi (%)

gözlemlenmiştir. Muhafazanın beşinci gününde *b\** renk değerinde en fazla azalma %4,31 ile CaK4 uygulamasında hesaplanırken, en fazla artış ise %4,46 ile CaL2 uygulamasında belirlenmiş olup, bu iki uygulama arasındaki farklılık istatistiki açıdan ( $p < 0,05$ ) önemli bulunmuştur. Depolamanın onuncu gününde ise CaK4 ve CaK6 dışındaki tüm uygulamalarda *b\** değeri arttığı ve bu iki uygulama ile diğer uygulamalar arasındaki farklılığın da  $p < 0,05$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Depolamanın 15 ve 20. günlerinde ise kalan uygulamalardaki *b\** renk değişimi

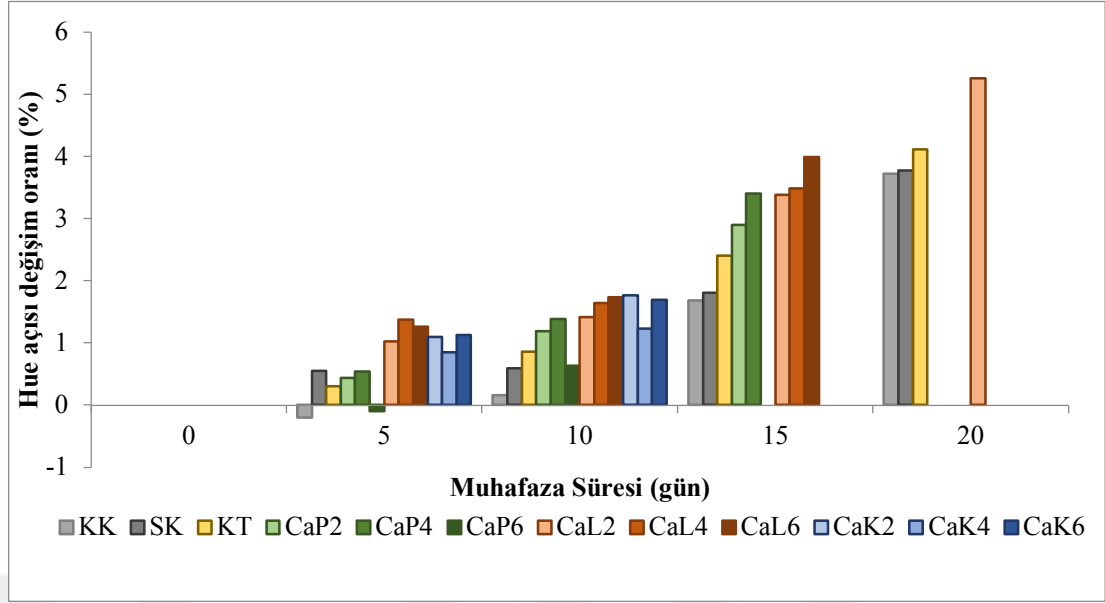
oranlarının oldukça arttığı, bununla birlikte 15. günde en düşük değerin %-5,93 ile CaL6; en yüksek değerin ise %-26,97 ile CaL2 uygulamasından elde edildiği ve bu uygulamalar arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunduğu, yirminci günde ise artışların devam etmesine karşılık istatistiki düzeyde önemli olmadığı saptanmıştır.

#### 3.4.4. Hue (h°) açısı değişim oranı

Araştırmada, muhafazanın beşinci gününde hıyar meyvelerinin hue açısı renk değerinde KK ve CaP6 uygulamaları dışında azalmış olup, başlangıca göre en fazla h° açısı değişimi CaL4 uygulamasında %1,37 ile gerçekleşmiştir. Bu uygulamayı CaL6 ve CaK6 uygulamaları takip etmiştir. Bu uygulamalar ile CaL2, CaK2 ve CaK4 uygulamaları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz olurken, diğer uygulamalarla aralarındaki farklılığın p<0,05 düzeyinde anlamlı olduğu bulunmuştur. Depolama süresi ilerledikçe tüm uygulamalardaki hıyar meyvelerinin h° açısı azalmaya devam etmiştir. Onbeşinci günde başlangıca göre azalma en fazla azalmanın CaL6 uygulamasında (%3,99) olduğu, buna karşılık yirminci günde ise h° açısı miktarındaki azalmanın CaL2 uygulamasında daha yüksek (%5,25) olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.7. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin hue açısı değişim oranları (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)				
	0	5	10	15	20
<i>KK</i>	0	-0,20d	0,16d	1,68e	3,72b
<i>SK</i>	0	0,55bc	0,59cd	1,81de	3,77b
<i>KT</i>	0	0,30cd	0,86bc	2,40cd	4,11b
<i>CaP2</i>	0	0,44c	1,19abc	2,90bc	--
<i>CaP4</i>	0	0,54bc	1,38ab	3,40ab	--
<i>CaP6</i>	0	-0,10d	0,63cd	--	--
<i>CaL2</i>	0	1,02ab	1,41ab	3,38ab	5,25a
<i>CaL4</i>	0	1,37a	1,64a	3,48ab	--
<i>CaL6</i>	0	1,26a	1,73a	3,99a	--
<i>CaK2</i>	0	1,09ab	1,76a	--	--
<i>CaK4</i>	0	0,85abc	1,23abc	--	--
<i>CaK6</i>	0	1,13a	1,69a	--	--



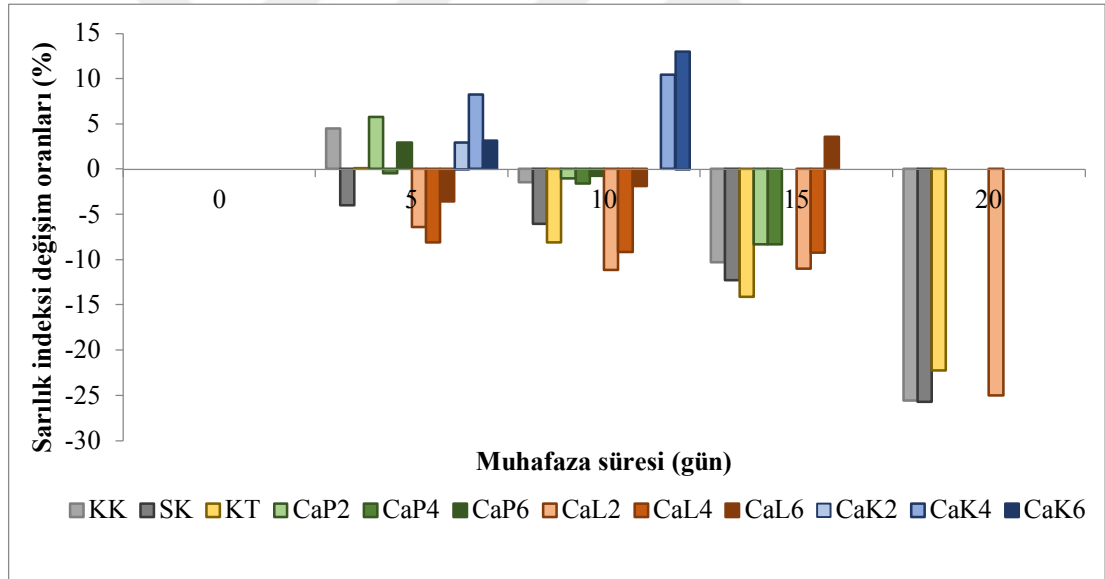
Şekil 3.7. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin hue açısı değerindeki değişimler

#### 3.4.5. Sarılık indeksi (Sİ) değişim oranı

Denemede, hıyar meyvelerinin Sİ değerlerinde meydana gelen değişimler Tablo 3.8 ve Şekil 3.8'de verilmiştir. Buna göre, depolamanın beşinci gününde SK, CaP4, CaL2, CaL4 ve CaL6 uygulamalarında Sİ değerlerinin arttığı, diğer uygulamalarda ise azaldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte Sİ değerlerindeki en fazla azalma %8,21 ile CaK4 uygulamasında en fazla artış ise %-8,09 ile CaL4 uygulamasında elde edilmiş olup, bu iki uygulama arasındaki farklılığın ise istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Muhafazanın 10. gününde ise beşinci güne benzer şekilde tüm kalsiyum klorür uygulamalarındaki meyvelerde sararma daha az olurken, diğer uygulamalardaki meyvelerde artmaya devam ettiği, ayrıca CaK4 ve CaK6 uygulamaları ile diğer uygulamalar arasındaki farklılığında istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur. Araştırmada, depolamanın süresinin ilerlemesi ile birlikte Sİ tüm uygulama gruplarındaki meyvelerde sararmanın arttığı gözlenmiş olup, yirminci günde en yüksek Sİ değişim oranı %-25,70 ile SK uygulamasında ölçülmüştür.

Tablo 3.8. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin Sİ değeri değişim oranları (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)				
	0	5	10	15	20
<i>KK</i>	0	4,49ab	-1,49bc	-10,27b	-25,55a
<i>SK</i>	0	-3,99de	-6,06bcd	-12,28b	-25,70a
<i>KT</i>	0	0,13bcd	-8,08cd	-14,10b	-22,23a
<i>CaP2</i>	0	5,73ab	-1,00bc	-8,33b	
<i>CaP4</i>	0	-0,46bcd	-1,60bc	-8,34b	
<i>CaP6</i>	0	2,94abc	-0,74bc		
<i>CaL2</i>	0	-6,38de	-11,15d	-11,04b	-25,00a
<i>CaL4</i>	0	-8,09e	-9,18cd	-9,26b	
<i>CaL6</i>	0	-3,57cde	-1,90bc	3,60a	
<i>CaK2</i>	0	2,95abc	1,23b		
<i>CaK4</i>	0	8,21a	10,41a		
<i>CaK6</i>	0	3,17abc	13,03a		



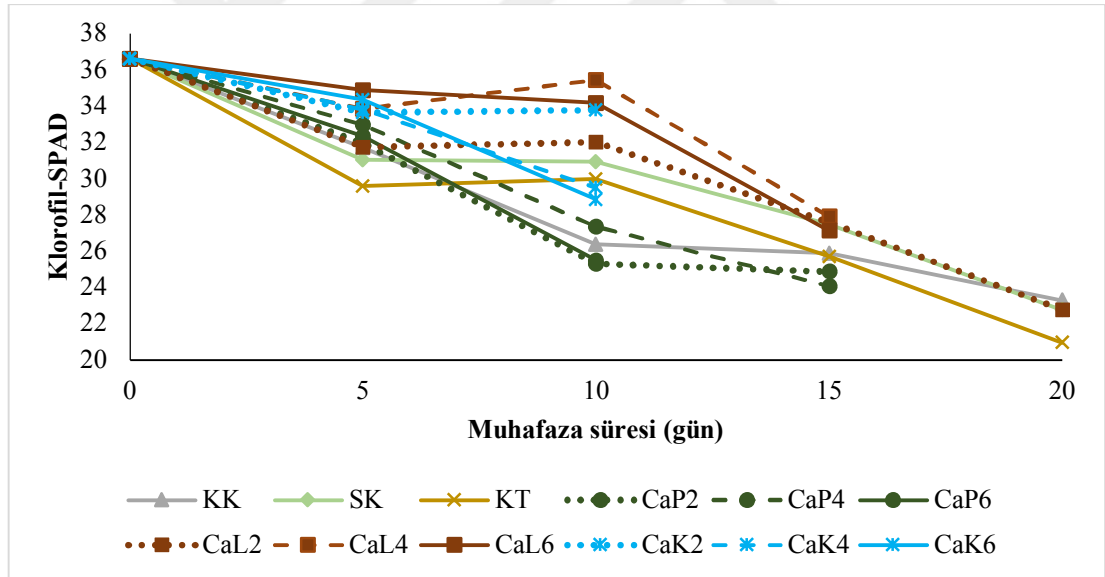
Şekil 3.8. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin kabuk renginde sarılık değerindeki değişimler (%)

### 3.9. Meyve Kabuğundaki Klorofil SPAD Miktarı

Meyve kabuğundan ölçülen klorofil-SPAD verileri incelendiğinde genel olarak klorofil miktarının depolama süresince tüm uygulamalarda düzenli olarak azaldığı görülmektedir (Şekil 3.9). Bununla birlikte, muhafazanın beşinci gününde en az azalma 34.88 ile CaL6 uygulamasında ölçülürken, en fazla azalma ise 29,59

Tablo 3. 9. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin kabuğundaki klorofil-SPAD ölçümleri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)				
	0	5	10	15	20
<i>KK</i>	36,61a	31,69abc	26,37ef	25,88abc	23,28a
<i>SK</i>	36,61a	31,02bc	30,93abcdef	27,47a	22,75a
<i>KT</i>	36,61a	29,59c	29,97bcdef	25,68abc	20,95a
<i>CaP2</i>	36,61a	31,96abc	25,29 f	24,87bc	--
<i>CaP4</i>	36,61a	32,96abc	27,34 def	24,07c	--
<i>CaP6</i>	36,61a	32,35abc	25,48 f		--
<i>CaL2</i>	36,61a	31,74abc	32,03 abcd	27,55a	22,76a
<i>CaL4</i>	36,61a	33,87ab	35,46a	27,91a	--
<i>CaL6</i>	36,61a	34,88a	34,17ab	27,13ab	--
<i>CaK2</i>	36,61a	33,64ab	33,78abc	--	--
<i>CaK4</i>	36,61a	33,82ab	29,49 bcdef	--	--
<i>CaK6</i>	36,61a	34,34ab	28,85cdef	--	--



Şekil 3.9. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin kabukdaki klorofil miktarı değişimleri

değeriyle KT uygulamasında tespit edilmiş olup, bu uygulamalar arasındaki farklılığın da istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur (Tablo 3.9). Araştırmada depolamanın onuncu gününde de benzer bir değişim elde edilmiş, her iki dönemde de genel olarak kalsiyum laktat ve kalsiyum klorür uygulamaları yapılmış hıyar meyvelerinin klorofil miktarının, kalsiyum propiyonat, KK, SK ve KT uygulamalarına göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Klorofil miktarı depolamanın

son gününe kadar depoda kalan uygulama gruplarında azalmaya devam etmiş olup, depolama süresi sonunda 20,95-23,28 arasında değişmiştir.

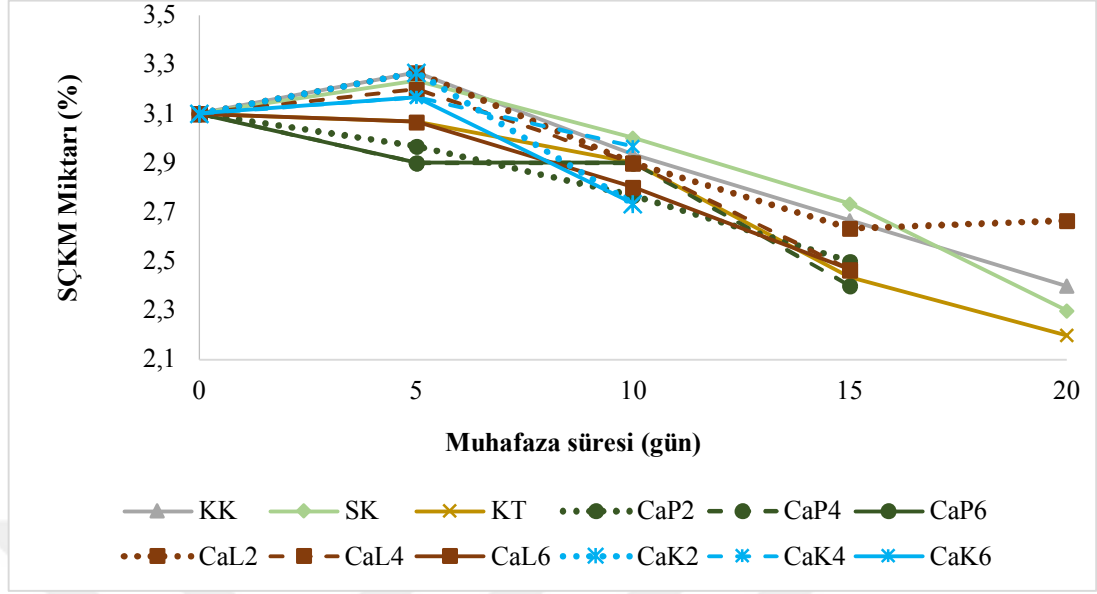
### 3.10. Suda Çözünür Kurumadde (SÇKM) Miktarı (%)

Araştırmada, yapılan uygulamaların muhafaza süresi boyunca SÇKM miktarı üzerine olan etkileri Tablo 3.10 ve Şekil 3.10'de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde depolama başlangıcında %3.10 olan SÇKM miktarı, depolamanın beşinci gününde KK (%3,27), CaL2 (%3,27), CaK2 (%3,27), SK (%3,23), CaL4 (%3,20), CaK4 (%3,17) ve CaK6 (%3,17) uygulamalarında artış gösterirken; KT (%3,07), CaL6 (%3,07), CaP2 (%2,97), CaP4 (%2,90) ve CaP6 (%2,90) azalmıştır. Bununla birlikte yapılan uygulamalar arasında istatistiki düzeyde önemli bir farklılığın olmadığı bulunmuştur. Muhafazanın onuncu gününde ise SÇKM miktarı tüm uygulamalarda azalmakla birlikte en az azalmanın SK (%3,0) olduğu bulunmuştur. Denemede SÇKM miktarı muhafazanın on beş ve yirincinci gününde de tüm uygulamalarda azalmaya devam etmiş ancak yine uygulamalar arasında önemli bir farklılık saptanmamıştır.

Tablo 3. 10. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinde SÇKM miktarları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)				
	0	5	10	15	20
<b>KK</b>	3,10a	3,27a	2,93a	2,67ab	2,40b
<b>SK</b>	3,10a	3,23ab	3,00 a	2,73a	2,30bc
<b>KT</b>	3,10a	3,07 ab	2,90 a	2,43b	2,20c
<b>CaP2</b>	3,10a	2,97 ab	2,77 a	2,50ab	--
<b>CaP4</b>	3,10a	2,90a	2,90 a	2,40b	--
<b>CaP6</b>	3,10a	2,90 ab	2,90 a	--	--
<b>CaL2</b>	3,10a	3,27a	2,90 a	2,63ab	2,67a
<b>CaL4</b>	3,10a	3,20 ab	2,90 a	2,47ab	--
<b>CaL6</b>	3,10a	3,07 ab	2,80 a	2,47ab	--
<b>CaK2</b>	3,10a	3,27a	2,73 a	--	--
<b>CaK4</b>	3,10a	3,17 ab	2,97 a	--	--
<b>CaK6</b>	3,10a	3,17 ab	2,73 a	--	--





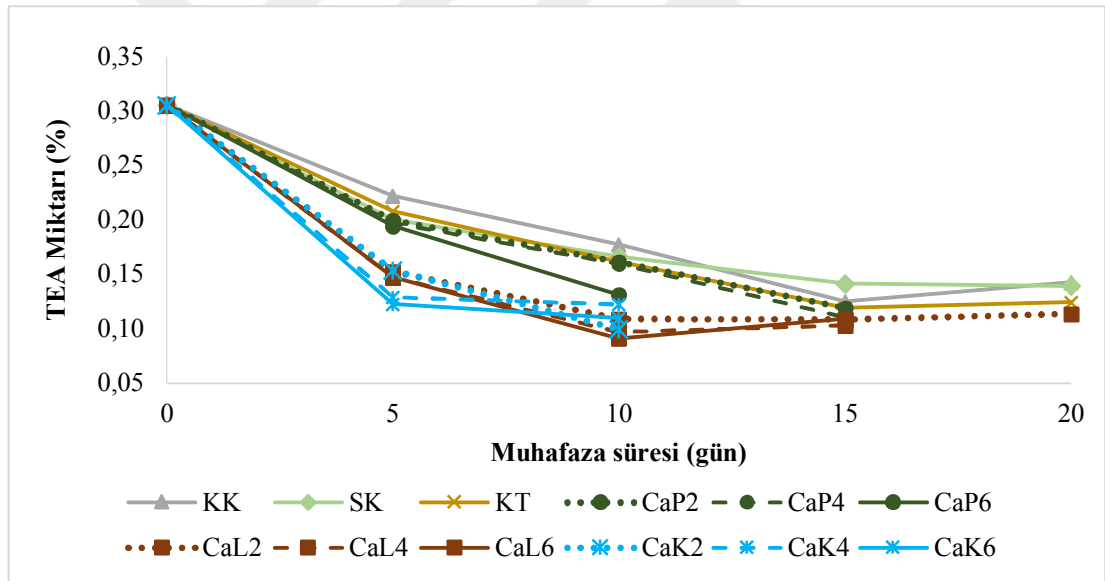
Şekil 3. 10. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin SÇKM miktarındaki değişimler

### 3.11. Titre Edilebilir Asit (TEA) Miktarı

Araştırmada TEA miktarı tüm uygulamalarda muhafaza süresince azalmıştır (Şekil 3.11). Bu azalma muhafazanın beşinci gününde en fazla CaK6 (%0,12) uygulamasında ölçülürken, en az azalma %0,22 ile kontrol uygulamasında tespit edilmiş olup, elde edilen bu farklılık istatistiksel olarak da  $p < 0,05$  düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Tablo 3.11). Muhafazanın onuncu gününde de TEA miktarı benzer değişim elde edilmiş, bu süreçte en düşük TEA miktarı CaL6 (%0,09) uygulamasında bulunmuş, yine uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar oluşmuştur. Araştırmada TEA miktarı depolamanın 15 ve 20. Günlerinde de azalma eğilimini sürdürmüş, depolamanın sonunda başlangıç değerinin yaklaşık 1/3 ve 1/2'sine kadar azalma göstererek %0,11-%0,14 arasında değişmiştir.

Tablo 3. 11. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin TEA miktarları (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)				
	0	5	10	15	20
<i>KK</i>	0,31a	0,22a	0,18a	0,13ab	0,14a
<i>SK</i>	0,31a	0,20b	0,17a	0,14a	0,14a
<i>KT</i>	0,31a	0,21b	0,16a	0,12ab	0,12ab
<i>CaP2</i>	0,31a	0,20b	0,16a	0,12ab	--
<i>CaP4</i>	0,31a	0,20b	0,16a	0,11b	--
<i>CaP6</i>	0,31a	0,19b	0,13b	--	--
<i>CaL2</i>	0,31a	0,15c	0,11bc	0,11b	0,11b
<i>CaL4</i>	0,31a	0,15c	0,10c	0,10b	--
<i>CaL6</i>	0,31a	0,15c	0,09c	0,11b	--
<i>CaK2</i>	0,31a	0,15c	0,10c	--	--
<i>CaK4</i>	0,31a	0,13d	0,12b	--	--
<i>CaK6</i>	0,31a	0,12d	0,11bc	--	--



Şekil 3.11. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinde muhafaza süresince TEA miktarında oluşan değişimler (%)

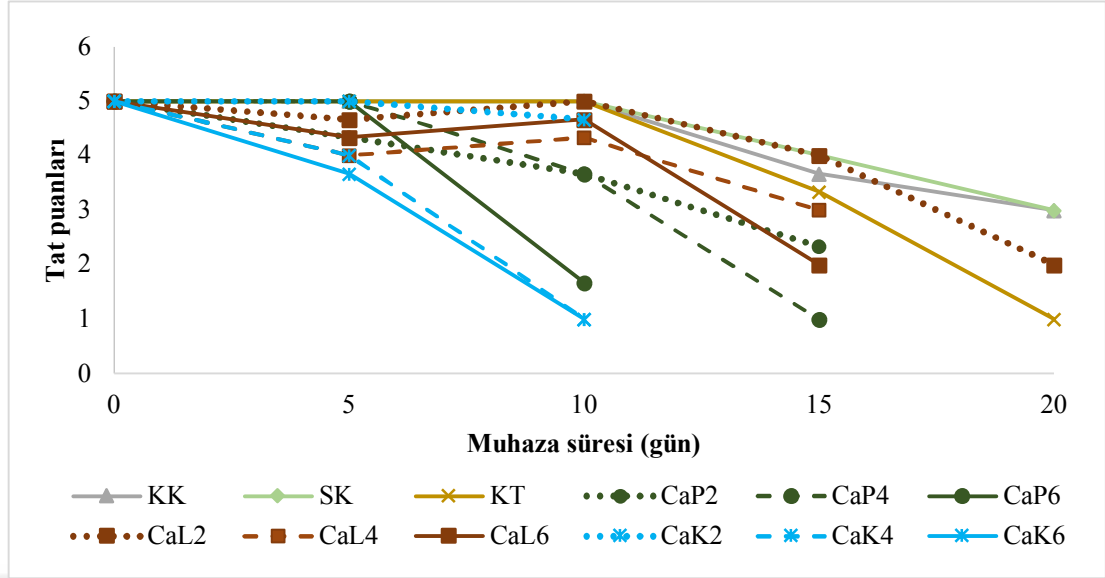
### 3.12. Tat Puanları

Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanan hıyar meyvelerinin tat puanları Tablo 3.12’de ve uygulamaların meyvelerin tadında oluşturduğu değişimler Şekil 3.12’de gösterilmiştir. Buna göre depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte meyve tadında düşüşler olmakla birlikte, KK, SK, KT uygulamalarındaki meyvelerin tat kalitelerini muhafazanın 10. gününe kadar

korudukları, bu dönemden sonra ise tat kalitelerinin azaldığı belirlenmiştir. Depolamanın 5. Gününde KK, SK, KT, CaP4 ve CaP6 uygulamalarındaki meyvelerin tat kalitesi başlangıç değerini korurken, diğer uygulamalarda azalmalar olduğu en fazla azalmanın ise 3.7 değeriyle CaK6 uygulamasında olduğu ve bu farklılığın istatistiki olarak da önemli olduğu belirlenmiştir. Depolamanın onuncu gününde CaP6, CaK4 ve CaK6 uygulamalarının tat puanları diğer uygulamalara göre önemli oranda azalmıştır ( $p<0.05$ ). Depolamanın yirminci gününde bütün uygulamaların tadım puanları azalmıştır.

Tablo 3.12.Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin depolama süresince tat puanları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)				
	0	5	10	15	20
<b>KK</b>	5a	5a	5a	3,7ab	3a
<b>SK</b>	5a	5a	5a	4a	3a
<b>KT</b>	5a	5a	5a	3,3bc	1a
<b>CaP2</b>	5a	4,3abc	3,7b	2,3d	--
<b>CaP4</b>	5a	5a	3,7b	1e	--
<b>CaP6</b>	5a	5a	1,7c	--	--
<b>CaL2</b>	5a	4,7ab	5a	4a	2a
<b>CaL4</b>	5a	4bc	4,3ab	3c	--
<b>CaL6</b>	5a	4,3abc	4,7a	2d	--
<b>CaK2</b>	5a	5a	4,7a	--	--
<b>CaK4</b>	5a	4bc	1c	--	--
<b>CaK6</b>	5a	3,7c	1c	--	--



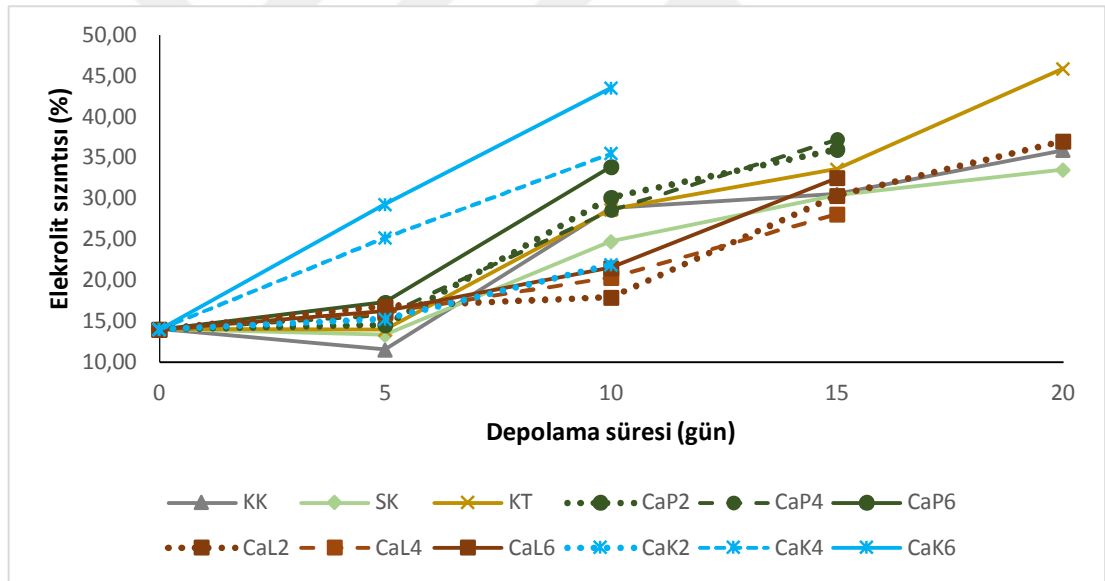
Şekil 3.12. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin tat puanlarında oluşan değişimler

### 3.13. Elektrolit Sızıntısı (ES)

Denemede depolama başlangıcında %14 olan ES miktarı muhafazanın beşinci gününde, KK, SK ve KT dışındaki tüm uygulamalarda artmıştır. Bu dönemde en yüksek ES miktarı CaK6 (%29.30) uygulamasında elde edilirken, bu uygulamayı CaK4 (%25.96) uygulaması izlemiştir, en az ES ise KK (%11.53) uygulamasında ölçülmüştür (Tablo 3.13) olup, bu üç uygulama arasındaki farklılık istatistiksel düzeyde önemli bulunmuştur. Depolamanın onuncu gününde ise ES miktarı tüm uygulamalarda artmıştır (Şekil 3.13); en fazla artış yine CaK6 uygulamasında iken, en az artış CaL2 uygulamasında ölçülmüştür ve ayrıca bu iki uygulama arasındaki farklılığın  $p < 0.05$  düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. ES miktarı muhafazanın 15 ve 20. Günlerinde de kalan tüm uygulamalarda artmıştır.

Tablo 3.13. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin elektrolit sızıntısı miktarları (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)				
	0	5	10	15	20
<i>KK</i>	14a	11,53 e	28,85bcd	30,56ab	35,94b
<i>SK</i>	14a	13,33de	24,77cde	30,39ab	33,57b
<i>KT</i>	14a	13,95cde	28,68bcd	33,61ab	45,94a
<i>CaP2</i>	14a	14,57cde	30,16bc	36,04ab	--
<i>CaP4</i>	14a	15,76cd	28,56bcd	37,25a	--
<i>CaP6</i>	14a	17,29c	33,94b	--	--
<i>CaL2</i>	14a	16,87c	17,97e	30,40ab	37,05b
<i>CaL4</i>	14a	16,03cd	20,36e	28,14b	---
<i>CaL6</i>	14a	16,24cd	21,53e	32,59ab	--
<i>CaK2</i>	14a	15,29cd	21,93de	--	--
<i>CaK4</i>	14a	25,26b	35,54b	--	--
<i>CaK6</i>	14a	29,30a	43,59a	--	--



Şekil 3.13. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerinin elektrolit sızıntısı miktarında oluşan değişimler (%)

### 3.14. Enfeksiyon Oranı

Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerindeki enfeksiyon oranı Tablo 3.14 ve Şekil 3.15'te verilmiştir. Buna göre muhafaza süresinin ilk 10 gününde SK, KT, CaL2, CaL4 ve CaL6 uygulamalarında hiç enfeksiyon oluşmazken, diğer uygulamalarda enfeksiyon oranı %0,02 (KT) -

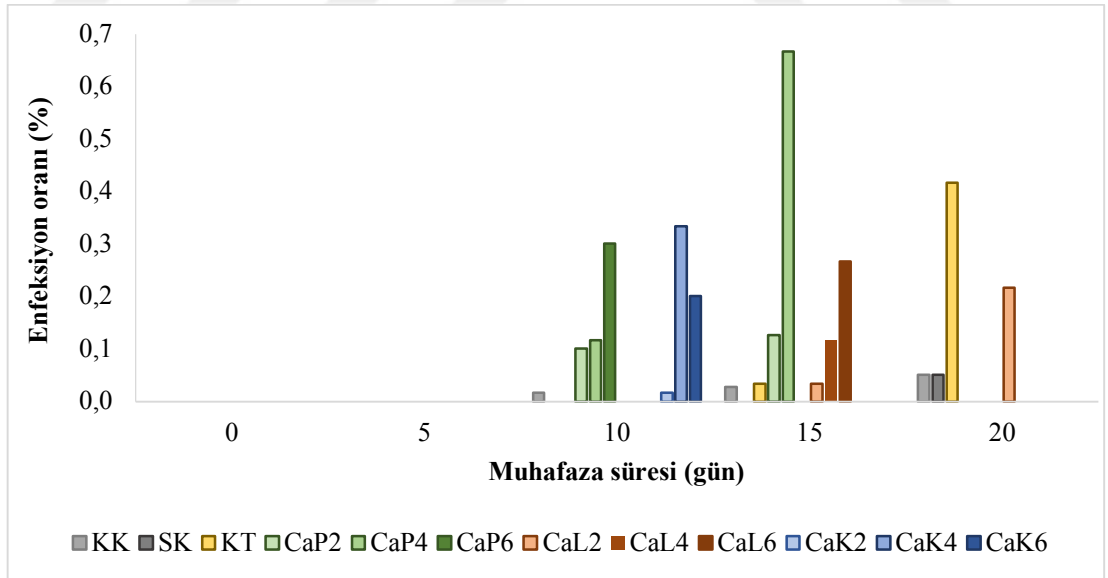
%0,33 (CaK4) arasında değişmiştir (şekil 3.15). Denemenin onbeşinci gününde ise SK uygulamasında hala enfeksiyon görülmezken kalan tüm uygulamalarda enfeksiyon oranının artış gösterdiği, en fazla enfeksiyon oranının CaP4 (%0.67) uygulamasında en az enfeksiyonun ise %0.05 ile K, KT ve CaL2 uygulamalarında olduğu tespit edilmiş olup, CaP4 ve CaL6 uygulamaları ile diğer uygulamalar arasındaki farklılığın da istatistiki düzeyde önemli olduğu saptanmıştır. Muhafaza süresinin sonunda kalan uygulamalar içerisinde en fazla enfeksiyon KT (%0.42) uygulamasında elde edilirken, en düşük enfeksiyon SK (%0.05) uygulamasında bulunmuştur.

Tablo 3.14. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerindeki enfeksiyon oranı (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)				
	0	5	10	15	20
<i>KK</i>	--	--	0,02e	0,05c	0,07c
<i>SK</i>	--	--	--	--	0,05c
<i>KT</i>	--	--	--	0,05c	0,42a
<i>CaP2</i>	--	--	0,10cd	0,13c	--
<i>CaP4</i>	--	--	0,12c	0,67a	--
<i>CaP6</i>	--	--	0,30a	--	--
<i>CaL2</i>	--	--	--	0,05c	0,22b
<i>CaL4</i>	--	--	--	0,12c	--
<i>CaL6</i>	--	--	--	0,27b	--
<i>CaK2</i>	--	--	0,05de	--	--
<i>CaK4</i>	--	--	0,33a	--	--
<i>CaK6</i>	--	--	0,20b	--	--



Şekil 3.14. Depolamanın onuncu gününde kalsiyum klorür uygulamasına ait meyveler



Şekil 3.15. Farklı kalsiyum bileşikleri ile kitosan kombinasyonu uygulanmış hıyar meyvelerindeki enfeksiyon oranının değişimi

#### 4. TARTIŞMA

Kalsiyum (Ca) hücre fizyolojisinde önemli role sahip bir besin elementidir. Ca'nın hormonlara, biyotik ve abiyotik stres sinyallerine ve ayrıca çeşitli gelişimsel süreçlere tepki oluşturulmasına aracılık eden önemli bir hücre içi haberci olduğu bildirilmiştir (Reddy ve Reddy, 2004). Kalsiyum, bitki hücre duvarının orta lamelinde bulunan bağlı poligalakturonaz zincirleri üzerine serbest karboksil gruplarının çapraz bağlanmasına yol açarak, hücre-hücre adhezyon ve kohezyonuna katkıda bulunduğundan, hücre duvarının yapısında önemli bir rol oynamakta, bu da meyve dokularının sertliğinin artmasına neden olmaktadır (Burns and Pressey, 1987). Kalsiyum hücrenin donma ve çözülme gibi stres faktörlerine karşı dayanımını da etkilemektedir (Bolat ve Kara ,2017). Bu nedenle hücrede bulunan kalsiyum miktarının artırılması önem taşımaktadır. Dolayısıyla yapılan bu çalışmada hıyar meyvelerine farklı kalsiyum bileşikleri uygulanarak, meyvelerin kalsiyum miktarının artırılması, bu suretle de depolama süresinin ve kalitesinin artırılması hedeflenmiştir. Denemede, hıyar meyvelerine %2, 4, ve 6 dozlarında kalsiyum propiyonat, kalsiyum laktat ve kalsiyum klorür, %1 lik kitosan ile birlikte kombine edilerek uygulanmış, depolamanın beşinci gününde kalsiyum propiyonatın tüm dozları ile kalsiyum klorürün iki dozu (CaK2 ve CaK6) uygulanan meyvelerin kalsiyum miktarı depolama başlangıcındaki miktarın altına düşerken, kalsiyum laktat uygulamasının tüm dozları ile kalsiyum klorür uygulamasının bir dozunda (CaK4: 123,33 ppm) başlangıç düzeyinin üzerine çıkmıştır. Bununla birlikte depolamanın ilerleyen dönemlerinde meyvelerdeki kalsiyum miktarının tüm kalsiyum uygulanan meyvelerde kontrol grupları ve kitosan uygulamasının altında kaldığı tespit edilmiştir. Depolamanın onuncu gününden itibaren tüm kalsiyum bileşikleri uygulanmış örneklerin kalsiyum içeriğinde meydana gelen azalmanın, uygulanan dozların meyve kabuğuna zarar vermiş olabileceği izlenimini uyandırmıştır.

Meyve eti sertliğinin muhafazanın ilerleyen sürecinde bitki hücre duvarında bulunan Ca-pektat moleküllerinin parçalanmasından dolayı azalması beklenmektedir (Karaçalı, 2014). Bununla birlikte kalsiyum uygulamaları ile meyve kalsiyum



miktarının arttırılabildiği ve etilen üretiminin geciktirildiği dolayısıyla yumuşama ve renk değişiminin de geciktiği belirtilmiştir..

Ayrıca, yüksek kalsiyum uygulamalarının meyve kalitesinin korunmasında yardımcı olduğu ifade edilmiştir (Saba ve diğ., 2016). Yapılan çalışmada da CaL2 ve CaL4 başta olmak üzere tüm kalsiyum ve kitosan kombinasyonları meyve eti sertliğini başlangıca göre arttırmıştır. Depolamanın ilerleyen sürecinde ise beklendiği gibi meyve eti sertliğinde azalma başlamakla birlikte, muhafazanın onuncu gününde CaL2, CaL4, CaL6 ve CaK2 uygulamalarında meyve eti sertliği başlangıç değerinin üzerinde kalmıştır. Dolayısı ile ilk on günlük depolama sürecinde meyve eti sertliği üzerinde en etkili uygulamalar kalsiyum laktat uygulamaları olurken, bunu bunu kalsiyum klorür ve kalsiyum propiyonat uygulamaları takip etmiştir. Meyve eti sertliğindeki azalmanın hızlı olduğu uygulamaların depolama süresinin de, sertliğin yavaş şekilde azaldığı uygulamalara göre kısaldığı tespit edilmiştir. Kalsiyum klorür ve kalsiyum laktat uygulamalarının taze kesilmiş kavunlarda (Luna-Guzmán ve Barrett 2000, Chong ve diğ., 2015), kalsiyum klorürün havuçta (İzumi ve Watada 1994), kalsiyum propiyonat ve kitosan kombinasyonunun taze kesilmiş muzda (Mirshekari ve diğ., 2017) meyve eti sertliğini koruduğunu belirtmektedirler. Yaptığımız çalışmada da kalsiyum klorür uygulamalarının ilk on günde ve kalsiyum laktat ve kalsiyum propiyonat (CaP4 dışında) uygulamalarının ise on beş gün süresince sertliği koruduğu görülmüştür. Mahajan ve Dhatt (2004), kalsiyum klorür uygulaması ile sertlik/tazeliğin korunmasının kalsiyumun hücresel organizasyonun korunması ve enzim aktivitesinin düzenlenmesi yoluyla yaşlanmayı geciktirmesi nedeniyle oluştuğunu belirtmişlerdir. Ancak, mevcut çalışmada, kalsiyum klorür uygulamasına ait meyvelerin en fazla on gün depolanabildiği, bu süreçten sonra yenilebilir özelliğini kaybettiği tespit edilmiş olup bu durumun kalsiyum klorür uygulamasının meyve kabuğuna zarar vermesi nedeniyle enfeksiyon hızının artması sonucu oluştuğu düşünülmüştür. Denemede %1 kitosan (KT) uygulamasının da sertliğin korunmasında etkili olduğu görülmüştür. Buna karşın Chong ve diğ. (2015) taze kesilmiş kavunlarda %1'lik kitosan uygulamasının başlangıçtan itibaren depolama süresi sonuna kadar meyve eti sertliğini azalttığını tespit ederken, Chutichudet ve Chutichudet (2014), %2,5'lik kitosan kaplamasının papaya meyvelerinin meyve eti sertliğini önemli oranda arttırdığını bulmuşlardır. Yapılan

çalışmalardaki bu farklı sonuçların bulunmasının uygulama yapılan meyvenin ve kitosan kaplama oranının farklı olmasından kaynaklandığı sanılmaktadır.

Meyve sebzelerin depolanmasında en önemli amaçlardan biri de düşük muhafaza sıcaklıkları ile solunum hızının azaltılması dolayısıyla metabolizma hızının ve ağırlık kaybının başlangıca göre değişim miktarının azaltılmasıdır. Muhafaza süresince ağırlık kaybı ne kadar azaltılabilirse, ürünün depolama süresi de o oranda uzatılabilmektedir. Ağırlık kaybının azaltılmasında hasat sonrası değişik uygulamalar yapılmakta olup, yüzey kaplama da bu uygulamalardan birisidir. Yapılan çalışmada farklı kalsiyum bileşikleri ve kitosan kombinasyonu ile ürün yüzeyinin kaplanmasının ağırlık kaybı üzerindeki etkileri de incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre depolama süresinde ağırlık kayıpları artmakla birlikte en fazla %1.38'e ulaştığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte bu maksimum değer bile ürünün görsel kalitesini etkilemediği söylenebilir. Çünkü Nunes and Emond (2007), meyve ve sebzelerin çoğunun kalitesinin ağırlık kaybı ile hızlı bir şekilde azalmasına karşılık, genel olarak, bahçe bitkileri ürünlerinde satış için kabul edilemez sınırın %3,0-%10,0'luk bir ağırlık kaybına denk geldiğini belirtmişlerdir. Dolayısıyla yapılan denemede, hiçbir uygulamada meyvelerin ağırlık kayıpları bu sınırlara ulaşmamıştır. Ayrıca çalışmamızda muhafaza süresince en az ağırlık kaybının KT uygulamasında olduğu, bu uygulamayı CaP2 ve CaP4 uygulamalarının izlediği bulunmuştur. Mahajan ve Dhatt (2004), armutlarla yaptıkları çalışmada, %4 kalsiyum klorür uygulamasının, kontrole göre ağırlık kaybını azalttığını ve 75 günlük muhafaza süresince %3'lük bir ağırlık kaybının oluştuğunu ifade etmişlerdir. Mevcut çalışmada ise tüm uygulamalarda ağırlık kayıpları %3'ün altında kalmakla birlikte, ağırlık kaybının azaltılmasında kalsiyum propiyonat ve kitosan kombinasyonunun, kalsiyum klorür ile kitosan kombinasyonundan daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Naveena ve Immanuel (2017), kalsiyum klorüre 5 ve 10 dakika süreyle daldırılmış hıyar meyvelerinin depolamanın 16. gününde ağırlık kayıplarının sırasıyla %10,37 ve %10,01 olduğunu belirtmişlerdir. Oysa çalışmamızda ağırlık kayıpları tüm uygulamalarda hiçbir zaman bu düzeylere ulaşmamış, bunun nedeninin ise farklı kalsiyum tuzları ile kitosan kombinasyonu sonucu oluşturulan kaplamanın su kaybını engellemesi olduğu düşünülmüştür. Chong ve diğ. (2015) yapmış oldukları çalışmada taze kesilmiş kavunlara kalsiyum klorür, kitosan ve sodyum karbonatın tek başına uygulanmasının ağırlık kaybını artırdığını buna karşılık, kitosan ve kalsiyum

kombinasyonunun ise ağırlık kaybını azalttığını bulmuşlardır. Yapmış olduğumuz çalışmada ise hem kitosanın tek başına hem de kalsiyum propiyonat ile kombinasyonunun ağırlık kaybının azaltılmasında daha etkili olduğu saptanmıştır. Çalışmamıza benzer şekilde ElSayed ve diğ. (2019)'da yeşil fasulyede yapmış oldukları çalışmalarında %1,5 kitosan uygulamasının muhafaza süresi boyunca ağırlık kaybını azalttığını bildirmişlerdir. Yine El-Badawy (2012), farklı oranlardaki kalsiyum klorür ve kitosan kombinasyonlarının şeftali üzerindeki etkilerini incelediği çalışmada, %1 kitosan+%4 kalsiyum klorür uygulamasının ağırlık kaybının azaltılması açısından iyi uygulama olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmamızda ise kalsiyum klorür ile kitosan kombinasyonu uygulanan meyvelerde ağırlık kayıpları az olmakla birlikte, kalsiyum propiyonat ve kitosan kombinasyonu daha etkili bulunmuştur.

Renk, taze meyve ve sebzelerin en önemli kalite bileşenlerinden birisi olup, meyvenin olgunlaşması, doku, renk, lezzet ve aromadaki değişimlerle ilgili de bilgi vermekte (Pék ve diğ. 2010 ), bu nedenle renk yani ürünlerin görsel kalitesi, tüketici açısından en önemli duyuşsal kalite özelliği olarak karşımıza çıkmaktadır (Costa et al.2011; Grossman and Wisenblit 1999). Görsel kalitenin, taze meyve ve sebzelerin boyutu, şekli, dokusu, kütlesi, parlaklığı, rengi gibi bir çok özellik hakkında da bilgi verdiği kabul edilmektedir (Leon et al.2006, Nisha ve diğ.2011, Pereira ve diğ.2009). Renk, duyuşsal, besin içeriği ve görsel veya görsel olmayan bozulmalar gibi diğer kalite nitelikleri ile de ilişkilendirilebilmekte ve bunların hemen kontrol edilmesine yardımcı olmaktadır. (Francis 1995). CIELAB koordinatları ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) ürün yüzeyinden doğrudan okuma yoluyla elde edilmekte,  $a^*$  ve  $b^*$  olmak üzere iki renk alanı ile psikometrik parlaklık indeksi olan  $L^*$  değerleri ölçülmektedir. Bu ölçümlerde  $a^*$  parametresi kırmızımsı renkler için pozitif, yeşilimsi olanlar için negatif değerler alırken;  $b^*$  değeri sarımsı renkler için pozitif, mavimsi olanlar için negatif değerler almaktadır.  $L^*$  değeri ise siyah ve beyaz arasında, her rengin gri tonlamasına eşdeğer olarak kabul edilebilen yaklaşık bir parlaklık ölçümüdür (Granato ve Masson 2010, Pathare ve diğ., 2013).  $L^*$  değerleri 0-100 arasında değişmekte olup,  $L^*$  değerinin sıfıra doğru yaklaşması, parlaklığın azaldığını; 100'e doğru artması ise parlaklığın arttığını göstermektedir. Araştırmamızda  $L^*$  değeri muhafaza süresince genel olarak tüm uygulamalarda artmış olup, bu da depolama süresince bütün uygulamalardaki hıyar meyvelerinin parlaklığının arttığını

göstermektedir. Bununla birlikte kalsiyum propiyonat uygulamalarındaki meyvelerin parlaklığı diğer uygulamalardan daha yüksek iken, kalsiyum klorür uygulamasının iki dozunda (CaK4 ve CaK6) ise en düşük olduğu görülmüştür. Araştırmada ölçülen  $a^*$  renk değeri verileri de depolama süresince, CaK4, CaK6 ve CaL6 uygulamalarında yeşil rengin azaldığını, diğer uygulamalarda ise arttığını göstermiştir. Denememizde;  $b^*$  renk değerleri tüm uygulamalarda artış gösterirken, en az artış KK, SK ve KT uygulamalarında elde edilmiş olup CaK4 ve CaK6 uygulamalarında ise depolama başlangıcına göre az oranda azalma göstermiştir. Dolayısıyla genel olarak denememizde kalsiyum klorürün yüksek dozlarının hıyar meyve kabuğunda oluşturduğu zararın, meyvelerin rengini de etkilediği görülmüştür. Rengin nitel özelliği olarak kabul edilen hue açısı ( $h^\circ$ ), renklerin geleneksel olarak kırmızımsı, yeşilimsi vb. olarak tanımlandığı bir özellik olup, aynı parlaklıktaki belirli bir rengin, referans olarak kabul edilen gri renkten farkını tanımlamak için kullanılmaktadır. Hue açısı renk değeri, farklı dalga boylarında, absorbanstaki farklılıkları da ifade etmektedir. Hue açısının yüksek olması, örneklerdeki sarı rengin azlığını ifade etmekte,  $0^\circ$  veya  $360^\circ$ lik açı; kırmızı tonu,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  ve  $270^\circ$  açıları ise sırasıyla sarı, yeşil ve mavi tonları temsil etmektedir (Barreiro ve diğ. 1997; Lopez ve diğ. 1997). Araştırmamızda hue açısı değerlerinin tüm uygulamalarda depolama süresince azaldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte en yüksek hue açısı değerleri KT uygulamasında elde edilmiş olup, bunu CaP6, KK, SK ve CaL2 uygulamaları izlemiştir, diğer uygulamalarda ise hue açısı daha az olmuştur. Bu nedenle kitosan kaplamanın yeşil rengin korunmasında en etkili uygulama olduğu, kalsiyum uygulamaları arasında ise kalsiyum propiyonatın %6'lık ve kalsiyum laktatın %2'lik dozlarının bu anlamda diğer kalsiyum uygulamalarında daha iyi oldukları tespit edilmiştir. Sararma, ürünün ışık, kimyasal maddelere maruz kalma ve değişik hasat sonrası işlemlerin sonucu renk değişimi ve genel ürünün bozulması ile ilişkilidir. Sarılık indeksi de esas olarak bu bozulma türlerini tek bir değerle ölçmek için kullanılmaktadır. Sarılık indeksi (SI), ürünün sarılık derecesini göstermektedir (Rhim ve diğ. 1999). Denememizde muhafaza süresince sarılık indeksi değerleri tüm uygulamalarda artış gösterirken, CaK4 ve CaK6 uygulamalarında  $b^*$  renk değerlerine benzer şekilde azalma göstermiştir.

Meyve kabuğunda bulunan klorofil-SPAD miktarı başlangıçta yüksek iken depolamanın ilerleyen sürecinde azalmıştır. Limantara ve diğ., (2015), klorofil SPAD ölçümleri ile in vitro klorofil miktarı arasında kuvvetli ilişki ( $R^2 \sim 0.9$ ) olduğunu bulmuşlardır. Bu nedenle yapılan SPAD ölçümlerine göre meyve kabuğunun klorofil miktarının da azaldığı söylenebilir. Bununla birlikte klorofil miktarındaki en fazla azalma CaP2 uygulamasında elde edilirken, bunu KK ve CaP4 uygulamaları izlemiş, CaL6 ve CaL4 uygulamalarındaki meyvelerin klorofil miktarının yüksek oranda korunduğu tespit edilmiştir. Muhafazanın başlangıcında yüksek olan kabuktaki klorofil miktarı depolama süresinin sonuna doğru yaşlanmayla birlikte klorofilin parçalanmasına bağlı olarak düştüğü görülmüştür. Buna karşın, kalsiyum laktat uygulamalarının klorofilin parçalanma hızını diğer uygulamalara göre yavaşlattığı tespit edilmiştir.

Araştırmamızda suda çözünen kurumadde (SÇKM) miktarı depolama süresinde tüm uygulamalarda yaşlanmaya bağlı olarak azalmıştır. Ancak KK, SK ve CaK4 uygulamalarında SÇKM miktarındaki azalmanın diğer uygulama gruplarına göre yavaş olduğu görülmektedir. Rehman ve diğ., (2017) kalsiyum laktat uygulamasının elmada depolama süresinde SÇKM de artırdığını bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada da depolamanın beşinci gününde CaL2 ve CaL4 uygulamalarında benzer bir artış elde edilmekle birlikte muhafazanın ilerleyen döneminde SÇKM miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Elde edilen bu farklı sonuç; elma meyvesinin klimakterik olması dolayısıyla kalsiyum laktat uygulamasının nişasta parçalanmasını hızlandırmak suretiyle SÇKM miktarında artışa neden olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Çünkü hıyar meyvesi klimakterik olmadığından yaşlanmaya bağlı olarak SÇKM miktarı azalmaktadır.

Araştırmada, hıyar meyvelerinin titre edilebilir asit (TEA) miktarı, depolamanın onuncu gününe kadar hızla azaldıktan sonra yirminci güne kadar daha stabil bir eğim göstermiştir. Bununla birlikte kalsiyum klorür uygulanmış örneklerin TEA miktarının diğer uygulamalardan daha az olduğu; KK, KT, SK, CaP2 ve CaP4 uygulamalarında ise diğer uygulamalardan daha yüksek olduğu görülmüştür. Meyve ve sebzelerde önemli kalite kriterlerinden biri de ürünün tadı, lezzeti ve aromasıdır. Hıyar meyvesi ortalama olarak otuz adet uçucu bileşik içermekte olup, bunlar arasında alifatik alkoller ve karbonlu bileşikler bol miktarda bulunmaktadır. Taze

hıyar meyvesinin tadı linoleik ve linolenik asidin enzimatik parçalanmasının bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Husain, 2010). Yapılan çalışmada depolama süresince tat puanları azalmakla birlikte, KK, SK, KT ve CaL2 uygulamalarında muhafazanın 15. gününe kadar tadın yüksek oranda korunduğu, CaP6, CaK4 ve CaK6 uygulamalarında ise onuncu gününde kabul edilemez düzeylere düştüğü tespit edilmiştir.

Hasat sonrası yapılan uygulamalar meyve ve sebzelerde hücre duvarında zararlanmaya neden olabilmekte, bu zararlanmanın miktarı ise en iyi elektrolit sızıntısı ile belirlenmektedir (Kasım ve Kasım 2016). Elektrolit sızıntısı, hücre zarlarının yarı geçirgenliği kaybını değerlendirmek için kullanılan iyi bir gösterge olmasının yanısıra membran zararlanması için de bir indeks olarak kabul edilmektedir. Elektrolit sızıntısının derecesi, meyve dokusunun bütünlüğüne bağlı olup, olgunlaşma sonunda veya meyveler düşük sıcaklıklar gibi ağır stres koşullarına maruz kaldığında elektrolit sızıntısında artış beklenmelidir (Bagheri ve diğ., 2015).

Yaptığımız çalışmada CaK4 ve CaK6 uygulamalarındaki hıyar meyvelerinin elektrolit sızıntısı oldukça yüksek olmuştur. Dolayısıyla bu dozların meyve kabuğuna zarar vermiş olduğu görülmektedir. Çünkü elektrolit sızıntısı miktarları muhafazanın beşinci gününde kontrol (KK) grubunun CaK4 uygulamasında 2 katına, CaK6 uygulamasında 2.5 katına çıkmıştır. Bu da kalsiyum klorür uygulanmış hıyar meyvelerinin ancak 10 gün depolanabilmesine neden olmuştur. Benzer etki CaP6 uygulamasında da olmuş ve bu grupta ancak 10 gün depolanabilmiştir. Bununla birlikte kalsiyum laktat uygulamasının diğer kalsiyum tuzlarına göre hücreye daha az zarar verdiği söylenebilir, örneğin, CaL2 uygulamasına ait meyvelerden elektrolit sızıntısı muhafazanın 15. gününe kadar kontrol grubundan düşük olmuştur. Kou ve diğ., (2015) brokolide yaptıkları çalışmalarında kalsiyum laktat uygulamasının kaliteyi artırırken elektrolit sızıntısını da azalttığını belirtmişlerdir. Bu sonuç ise bizim yapmış olduğumuz çalışmayı doğrular niteliktedir. Kalsiyum laktat uygulamaları içerisinde ise %2 kalsiyum laktat uygulamasında elektrolit sızıntısındaki artış diğerlerine göre daha yavaştır.

Hıyar meyvesi olgunlaşmadan yenilen bir meyve türü olması ayrıca su içeriğinin ve solunum hızının da yüksek olması nedeniyle hasat sonrası enfeksiyonlara karşı

oldukça duyarlı bir meyvesi yenilen sebze türüdür. Dolayısıyla hasat sonrası yapılan uygulamaların bir kısmı da enfeksiyon oranının azaltılmasına yöneliktir. Kalsiyumun bitki hücresinin duvarlarında orta lamelinin ana maddesi olması nedeniyle hücre duvarında kalsiyum miktarının artırılmasının Ca-pektatın oluşumunu ve birikmesini hızlandırarak hücre duvarının orta lamelinin kalınlaşması sağladığı, bunun da hücre duvarının sertliğini artırarak ürünlerin bozulma oranını düşürdüğü ifade edilmiştir. Bu nedenle dışsal kalsiyum uygulanan meyve ve sebzelerin bozulmalara karşı daha az duyarlı olduğu da belirtilmiştir (Sohail ve diğ., 2015). Çalışmamızda SK, KT, CaL2, CaL4 ve CaL6 uygulamalarında depolamanın onuncu gününe kadar hiç enfeksiyon görülmezken, diğer uygulamalarda %0,02-0,33 oranında enfeksiyon olduğu görülmüştür. SK uygulamasında on beşinci günde de enfeksiyona rastlanmamıştır. Muhafaza süresince en yüksek enfeksiyon oranı (%0,67) ise CaP4 uygulamasında depolamanın on beşinci gününde tespit edilmiştir. Dolayısıyla kalsiyum propiyonat ve kalsiyum klorür uygulamaları enfeksiyonun önlenmesinde etkisiz olurken, kalsiyum laktat uygulaması onuncu güne kadar etkili olduktan sonra etkisini kaybetmiştir. Suya daldırıldıktan sonra depolanan meyvelerde ise enfeksiyon ancak yirminci günde ortaya çıkmıştır. Meyve suyundan ölçülen kalsiyum miktarları incelendiğinde muhafazanın beşinci gününde KT, CaP2, CaP4, CaP6 ve CaK6 uygulamaları dışındaki uygulamalarda başlangıç değerinin üzerine çıkmış, bu uygulamalarda da 60,33-83,33 ppm arasında değişmiş ve bu dönemde de hiçbir uygulama grubunda enfeksiyon rastlanmamıştır. Depolamanın onuncu gününde tüm uygulamalardaki meyvelerde kalsiyum miktarı azalmış ancak bu dönemde sırasıyla 83,67 , 81,33 , 43,0 , 48,0 ve 44,67 ppm Ca içeriğine sahip SK, KT, CaL2, CaL4 ve CaL6 uygulamalarında yine enfeksiyona rastlanmamıştır. Dolayısıyla elde edilen bu sonuç, meyvenin kalsiyum içeriği ile enfeksiyon oranının bir bağlantısı olmadığı izlenimini uyandırmıştır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile farklı kalsiyum tuzları ve kitosan kombinasyonu uygulamalarının hıyar meyvelerinin depolama kalitesi ve süresine olan etkileri araştırılmıştır. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, yapılan uygulamalar içerisinde meyve eti sertliğinin korunması açısından kalsiyum laktat uygulamaları öne çıkmış, bunlar içerisinde de CaL2 uygulaması en iyi sonucu vermiştir. CaL2 uygulaması ayrıca yeşil rengin korunmasında sağlarken, bu gruptaki meyvelerin SÇKM miktarı da diğer uygulamalara göre yüksek bulunmuştur. Araştırmada KT ve CaP4 uygulamaları ağırlık kaybının azaltılmasında başarılı olurken, CaP4 uygulaması klorofilin hızlı parçalanmasına neden olmuştur. Denemede en fazla ağırlık kaybı CaK6 uygulamasında elde edilmiş olup kalsiyum klorürün %4 ve %6'lık dozları yeşil rengin ve parlaklığın azalmasına da neden olmuştur. Denemede klorofil miktarının korunması açısından CaL4 ve CaL6 uygulamaları da başarılı bulunmuş olup, ayrıca CaL2 ve CaL4 uygulamaları SÇKM miktarını arttırmıştır. Ayrıca CaL2 uygulamasındaki meyvelerin tat puanları da yüksek bulunmuş, CaL2, CaL4 ve CaL6 uygulamalarında muhafazanın onuncu gününe kadar enfeksiyon da oluşmamıştır. Çalışmada, CaK4 ve CaK6 uygulamalarının elektrolit sızıntısını arttırdığı dolayısıyla hücre zarında hasar oluşturduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak yapılan çalışmada kalsiyum laktat ve kitosan kombinasyonun ürünün biyokimyasal kalitesinin korunmasında kalsiyum propiyonat ve kalsiyum klorür ile kitosan kombinasyonlarından daha iyi sonuç verdiği, özellikle %2 kalsiyum laktat ve kitosan kombinasyonunun bu açıdan başarılı olduğu ortaya çıkmıştır. Özellikle kalsiyum klorürün %4 ve %6'lık dozlarının üründe hasar oluşturarak kalitesini düşürdüğü tespit edilmiştir. Dolayısıyla çalışma sonucunda %2 kalsiyum laktat ve kitosan kombinasyonu önerilmekle birlikte, kitosanın %1'lik dozunun dikkate alınması gerektiği, ayrıca kalsiyum laktatın daha düşük dozları ile kitosan kombinasyonun da denenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.



## KAYNAKLAR

Alandes L., Pérez-Munuera I., Llorca, E., Quiles, A. Hernando I., Use of calcium lactate to improve structure of “Flor de Invierno” fresh-cut pears, *Postharvest Biology and Technology*, 2009,**53**, 145–151.

Al-Juhaimi F., Ghafoor K., Babiker E.E., Effect of Gum Arabic Edible Coating on Weight Loss, Firmness and Sensory Characteristics of Cucumber (*Cucumis sativus L.*) fruit during storage, *Pak. J. Bot.*,2012, **44**(4): 1439-1444.

Anonim. Nutritional Recommendations for Cucumber in Open Fields, Tunnels and Greenhouses.<http://www.haifa-group.com/files/Guides/Cucumber.pdf> adresinden alınmıştır. (Ziyaret tarihi:07.01.2018)

Arrebola E., Advances in Postharvest Diseases Management in Fruits ,In: *Postharvest Biology and Technology of Horticultural Crops*,2015,**7**, 244-282.

Bagheri M., Esna-Ashari M, Ershadi A. . Effect of Postharvest Calcium Chloride Treatment on The Storage Life and Quality of Persimmon Fruits (*Diospyros kaki Thunb.*) cv. ‘Karaj’. *International Journal of Horticultural Science and Technology* ,2015, **2**(1) ,15-26.

Barreiro J., Milano M., & Sandoval A. (1997). Kinetics of colour change of double concentrated tomato paste during thermal treatment. *Journal of Food Engineering*, **33**(3–4), 359–371.

Bhat MY, Ahsan H, Banday FA, Dar MA, Wani AI and Hassan GI , Effect of Harvest Dates, Pre Harvest Calcium Sprays And Storage Period On Physico-Chemical Characteristics of Pear cv.Bartlett. *J Agric Res Dev*,2012, **2**, 101-106.

Bico S.L.S, De Jesus Raposo M.F., De Morais R.M.S.C., De Morais A.M.M.B., Chemical Dips And Edible Coatings To Retard Softening And Browning Of Fresh-Cut Banana, *International Journal of Postharvest Technology and Innovation*, 2010,**2**(1) ,13-24.

Bolat İ.,Kara Ö.,Bitki Besin Elementleri: Kaynakları, İşlevleri, Eksik Ve Fazlalıkları *Bartın Orman Fakultesi Dergisi*, 2017,**19**(1), 218-228.

Burns J. ve Pressey R. , Ca<sup>2+</sup> in Cell Walls of Ripening Tomato and Peach. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*,1987, **112**, 782–787.

Bush ,D.S., Cornejo,M.J., Chun-N. H. and RUSSELL L. J., Ca<sup>2+</sup> -Stimulated Secretion of  $\alpha$ -Amylase During Development in Barley Aleurone Protoplasts American Society of Plants biologists, 1986, **82**, 566-574.

Camatari F.O.S. Santana L.C.L.A., Carnellosi M.A.G., Alewandre A.P.S., Nunes M.L., Goulart M.O.F., Naraini, N. da Silva, M.A.A.P., Impact of edible coatings based on cassava starch and chitosan on the post-harvest shelf life of mango (*Mangifera indica*) 'Tommy Atkins' fruits, *Food Sci. Technol, Campinas*, 2018, **38**( 1) , 86-95.

Campos R.P., Kwiatkowski A., Clemente E., Post-harvest conservation of organic strawberries coated with cassava starch and chitosan, *Rev. Ceres (Impr.)*, 2011,**58** (5),554-560.

Chaiprasart P., Hansawasdi C. and Pipattanawong N., The Effect of Chitosan Coating and Calcium Chloride Treatment on Postharvest Qualities of Strawberry Fruit (*Fragaria × ananassa*). *Acta Horti.*,2006, **708**, 337-342.

Chauhan, S. Gupta, K.C. Agrawal, M. , Efficacy of Chitosan and Calcium chloride on Post harvest storage period of Mango with the application of hurdle technology, *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* ,2014, **3**(5) , 731-740.

Chawla S., Devi R., Jain, V. ,Changes in physicochemical characteristics of guava fruits due to chitosan and calcium chloride treatments during storage, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*; 2018,**7**(3) , 1035-1044.

Chong J.X., Lai S., Yang, H. , Chitosan combined with calcium chloride impacts fresh-cut honeydew melon by stabilising nanostructures of sodium-carbonate-soluble pectin. *Food Control*, 2015,**53**,195-205.

Chutichudet B. Chutichudet P. , Effects of Chitosan or Calcium Chloride on External Postharvest Qualities and Shelf-Life of 'Holland' Papaya Fruit, *Journal of Agricultural Science* ,2014, **6**(1) , 160-177.

Costa C., Antonucci F., Pallottino F., Aguzzi J., Sun D., Menesatti P. , Shape Analysis Of Agricultural Products: A Review Of Recent Research Advances And Potential Application To Computer Vision. *Food and Bioprocess Technology*,2011 **4**(5) , 673–692.

Durrani Y.,Khan, R.A., Ali S.A., Hashmi M.S., Muhammad A., Shahid M., Ahmed T., 2018. Comparative Study Of Selected Calcium Salts Impacts On Enhancement Of Postharvest Storage Life Of Fresh Plum Fruits, *Fresenius Environmental Bulletin*,, 2018, **27**(1) , 46-53.

Ekinci N., Sakaldaş M. Hasat Sonrası Yapılan Kalsiyum Klorür ve Kalsiyum Oksit Uygulamalarının Pink Lady Elma Çeşidinin Muhafaza Kalitesi Üzerine Etkileri, *ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.)* 2016, **4** (2) , 21–28.

El-Badawy H.E.M., Effect of Chitosan and Calcium Chloride Spraying on Fruits Quality of Florida Prince Peach Under Cold Storage, *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*,2012, **8**(2) , 272-281.

ElSayed A.I., Mohamed A.H., Odero D.C., Gomaa A.M. , Biochemical Effects of Chitosan Coating and Hot Water Dipping on Green Bean Decay During Cold Storage. *Journal of Applied Sciences*, 2019,**19**, 101-108.

Ergün M. , Ergün N. , Dilimlenmiş Hiyarin Raf Ömrünün Modifiye Atmosfer Paketlemesi ve Kalsiyum Laktat Uygulaması ile Uzatılması, *KSU Journal of Science and Engineering*, 2007, **10**(2),94-99.

FAOSTAT,Cucumber.www.fao.org: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> adresinden alınmıştır.(Ziyaret tarihi:08.02.2018).

Fekry O.M., Effect Of Edible Coating Chitosan And Calcium Gluconate On Maintaining Fruit Quality And Marketability Of Guava (*Psidium Guajava*) Fruits During Storage, *Middle East Journal of Applied Sciences*, 2018,**8** (04): 1046-1060.

Finidokht S.R., Asghari M.R.,Shirzad H., Effect Of Chitosan And Calcium Chloride To Reduce Postharvest Rot And Different Quality Attributes Onsiah Mashhad Sweetcherry, *Journal of Horticulture Science (Agricultural Sciences and Technology)*,2013, **26**(4):378-384.

Francis F. J. , Quality As Influenced By Color, *Food Quality and Preference*, 1995,**6**(3), 149–155.

Funamoto Y.,Yamauchi N.,Shigenaga T. and M. Shigyo. , Effects Of Heat Treatment On Chlorophyll Degrading Enzymes In Stored Broccoli (*Brassica Oleracea L.*). *Postharvest Biol. Technol.*,2002, 24, 163-170.

Giacalone G., Chiabrando V., 2013. Effect Of Different Treatments With Calcium Salts On Sensory Quality Of Fresh-Cut Apple, *Journal of Food and Nutrition Research* ,2013, **52**(2), 79–86.

Gill P.P.S., Jawandha S.K., Sangwan A.K., Singh N.P. , Kaur N., Postharvest calcium treatments extend the storage life of pear fruits under low temperature storage , *Vegetos-An International Journal of Plant Research*, 2017,**30**,180-184.

Granato D., Masson, M. L. Instrumental Color And Sensory Acceptance Of Soy-Based Emulsions: *A Response Surface Approach*. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*,2010, **30**(4), 1090–1096.

Grossman R. L., & Wisenblit, J. Z. , What We Know About Consumers' Color Choices. *Journal Of Marketing Practice: Applied Marketing Science*, 1999,**5**(3), 78–88.

Hafeez M.M., Ragab M.E. El-Yazied A.A., Emam M.S. , Effect of Chitosan, Carboxy Methyl Cellulose and Calcium Chloride Treatments on Quality and Storability of Fresh Cut Cantaloupe. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 2016, **6** (01) , 249-268.

Hernández-Muñoz, P. Almenar, E. Ocio, M.J., Gavara, R., Effect Of Calcium Dips And Chitosan Coatings On Postharvest Life Of Strawberries (*Fragaria X Ananassa*), *Postharvest Biology and Technology*, 2006, **39**(3): 247-253.

Hirschler R., Whiteness, Yellowness, and Browning in Food Colorimetry. *Color in Food: Technological and Psychophysical Aspects*, 2012, 93-104.

Husain Q., Chemistry and Biochemistry of Some Vegetable Flavors. *Handbook of Fruit and Vegetable* 2010,**32**,575-627.

Izumi H., Watada A.E., Calcium Treatments Affect Storage Quality of Shredded Carrots, *Journal of Food Science* ,1994, **59**(1),106 – 109.

Kahraman M.R., Bitki Besleme , 1rd ed. ,Gübretaş ,Ankara , 2012.

Karaçalı İ., Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması , İzmir ,2014.

Kasım M., Kasım R., Taze Kesilmiş Ispanaklarda Farklı Dalga Boyundaki Ultraviyole Işıklarının Hasat Sonrası Kaliteye Etkisi. *YYÜ Tar.Bil.Dergisi*, **26**(3), 348-359, 2016.

Kou L., Yang T. Liu X., Lou Y., Effects of Pre-and Postharvest Calcium Treatments on Shelf Life and Postharvest Quality of Broccoli Microgreens, *HortScience: A publication of the American Society for Horticultural* ,2015,**50**(12),1801-1808.

Koushesh Saba, M., Arzani, K., Barzegar M., Impact of Postharvest Calcium Treatments on Storage Life, *Biochemical Attributes and Chilling Injury of Apricot. J. Agr. Sci. Tech.* ,2016, 18, 1355-1366.

Kuzgun ,N.K., İnanlı A.G., Kitosan Üretimi ve Özellikleri İle Kitosanın Kullanım Alanları , *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*,2013, **6** (2), 16-21.

Lamiranka O., Watsan M.A., Effect of Calcium Treatment Temperature on Fresh-cut Cantaloupe Melon during Storage, *Journal of Food Science*, 2004, **69**(6), 468-472.

Lancaster JE., Lister CE., Reay PF., Triggs, CM., Pigment bileşiminin çok çeşitli meyve ve sebzelerde ten rengine etkisi. *Amerikan Bahçe Bitkileri Bilimi Derneği* ,1997, **122** (4), 594-598.

Leon K., Mery D., Pedreschi F., Leon J. , Color Measurement İn L\* a\* b\* Units From RGB Digital Images, *Food Research International*, 2006,**39**(10), 1084–1091.

Limantara L., Dettling M., Indrawati R., Brotosudarmo T.H.P. , Analysis on the chlorophyll content of commercial green leafy vegetables, *Proc Chem*,2015,**14**, 225-23.

Lopez A., Pique M., Boatella J., Romero A., Ferran A., & Garcia, J. (1997). Influence drying conditions on the hazelnut quality. III. Browning. *Drying Technology*, **15**(3–4), 989–1002.

Luna-Guzmán I., Barrett D.M., 2000. Comparison Of Calcium Chloride And Calcium Lactate Effectiveness İn Maintaining Shelf Stability And Quality Of Fresh-Cut Cantaloupes, *Postharvest Biology and Technology*, **19** (2000) 61–72.

Madani B., Mirshekari A., Yahia E.M., Effect Of Calcium Chloride Treatments On Calcium Content, Anthracnose Severity And Antioxidant Activity İn Papaya Fruit During Ambient Storage, *J Sci Food Agric* ,2016, **96**, 2963–2968.

Mahajan B.V.C., Dhatt A.S., Studies On Postharvest Calcium Chloride Application On Storage Behaviour And Quality Of Asian Pear During Cold Storage, *Journal of Food, Agriculture & Environment* 2004,**2** (3-4) , 157-159.

Mahmud TMM, Al Eryani-Raqeeb A, Syed Omar SR, Mohamed Zaki AR and Abdul-Rahman AE., Effects Of Different Concentrations And Applications Of Calcium On Storage Life And Physicochemical Characteristics Of Papaya (*Carica Papaya L.*). *Am J Agric Biol Sci* ,2008,**3**, 526-53.

Manganaris G., Vasilakakis M., Diamantidis G., Mignani I., The Effect Of Postharvest Calcium Application On Tissue Calcium Concentration, Quality Attributes, Incidence Of Flesh Browning And Cell Wall Physicochemical Aspects Of Peach Fruits, *Food Chemistry* 2013,**100**(4),1385-1392.

Mcguire R. G., Reporting Of Objective Color Measurements. *U.S. Department Of Agriculture-Agricultural Research Service, Subtropical Horticulture Research Station*, 1992,**27**(12),1254-1255.

Mirshekari A., Madani B., Golding J.B., Suitability Of Combination Of Calcium Propionate And Chitosan For Preserving Minimally Processed Banana Quality, *Journal of the Science of Food and Agriculture* ,2017,**97**(11),3706-3711.

Naveena B., Immanuel G., Effect Of Calcium Chloride, Sodium Chloride And Lime Juice On Physico-Chemical Properties Of Cucumber, *International Journal of Agricultural Science and Research* ,2017, **7**(4) , 765-77.

Ngamchuachit P., Sivertsen H.K., Mitcham E.J., Barrett D.M., Effectiveness of Calcium Chloride and Calcium Lactate on Maintenance of Textural and Sensory Qualities of Fresh-Cut Mangos, *Journal of Food Science*, 2014,**79**(5) 1-9.

Nisha P., Singhal R. S., Pandit A. B. , Kinetic Modelling Of Colour Degradation In Tomato Puree (*Lycopersicon Esculentum L.*). *Food and Bioprocess Technology*, 2011, **4**, 781–787.

Nunes C.N., Emond J.P., Relationship between weight loss and visual quality of Fruits and Vegetables, *Proc.Fla.State Hort.Soc.*, 2007, **120**,235-245.

Olle M., Bender I., Causes And Control Of Calcium Deficiency Disorders, In Vegetables: A Review, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 2009,**84**(6), 577-584.

Pathare P.B., Opara U.L., Al-Julanda Al-Said, F. , Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review, *Food Bioprocess Technol*,2013 ,**6**,36–60.

Pék Z., Helyes L., Lugasi A. , Color Changes And Antioxidant Content Of Vine And Postharvest-Ripened Tomato Fruits. *HortScience*, 2010,**45**(3), 466–468.

Pereira A. C., Reis M. S., Saraiva P. M. , Quality Control Of Food Products Using Image Analysis And Multivariate Statistical Tools. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 2009,**48**(2), 988–998.

Rabea E.I., Badawy M.E.T., Stevens C.V., Smagghe G., Steurbaut, W. , Chitosan As Antimicrobial Agent: *Applications and Mode of Action. Biomacromolecules*,2003, **4**(6), 1457-1465.

Reddy V. S., Reddy A. S. N., Proteomics of Calcium-signaling Components in Plants, *Phytochem.*, 2004,**65**, 1745–76.

Rehman A.U., Ali A. Khan, A. Qayum, A. Rahman, Z. Waqas, H., Rehman, Z.U., Effect Of Calcium Lactate Concentrations On Post-Harvest Storage Life Of Apple Fruit , *Pure Appl. Biol.*,2017, **6**(4),1340-1344,

Rhim J.,Wu, Y., Weller C., Schnepf M., Physical characteristics of a composite film of soy protein isolate and propyleneglycol alginate, *Journal of Food Science*, 1999 **64**(1), 149–152.

Saba M.K., Arzani, K , Barzegar, M., Impact of Postharvest Calcium Treatments on Storage Life, *Biochemical Attributes and Chilling Injury of Apricot, J. Agr. Sci. Tech.*, 2016, **18**, 1355-1366.

Saftner, R.A. Bai, J. Abbott, J.A. Lee, Y.S. Sanitary Dips With Calcium Propionate, Calcium Chloride, Or A Calcium Amino Acid Chelate Maintain Quality And Shelf Stability Of Fresh-Cut Honeydew Chunks, *Postharvest Biology and Technology* 2003,**29**, 257-269.

Sohail M., Ayub M., Khalil S. A., Zeb A., Ullah F., Afridi S. R., Ullah R., Effect Of Calcium Chloride Treatment On Post Harvest Quality Of Peach Fruit During Cold Storage, *International Food Research Journal*,2015,**22**(6), 2225-2229.

TÜİK *Örtüaltı, hıyar üretimi.*  
[http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do?araType=vt&metod=search:](http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do?araType=vt&metod=search)  
<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> adresinden alınmıştır.( Ziyaret tarihi:03.01.2019).

USDA. (2016). *Cucumber, peeled, raw*. National Nutrient Database for Standart Reference, Release 28, Basic Report 11206 (Ziyaret tarihi:03.02.2018).

Valida, A.D. Acedo Jr. A.L. , Effects of calcium ascorbate and calcium lactate on the microbiological, physicochemical and sensory qualities of freshcut tomato and cucumber, *Acta Hortic.*,2015, **1088**, 405-408.

## KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Taşdemir M., Şahi, T., **Yılmaz V.**, Azdemir F., Hangişi G., Kasım M.U., Kasım R., *Effects of Preharvest Calcium Applications on Fruit Quality during Postharvest Storage. IV. International Agriculture Congress (Poster Presentation)*. 5-8 July 2018, Kapadokya, Nevşehir, 2018.

Kasım M.U., Yaşar K., Şahin T., **Yılmaz V.**, Kasım R., *The Effect of Washing with Ozonated Water on Postharvest Quality of Garden Cress . IV. International Agriculture Congress (Poster Presentation)*, 5-8 July 2018, Kapadokya, Nevşehir, 2018.

Başak H., Özcan S., **Yılmaz V.**, Manisa İli Demirci İlçesinde Organik Tarım Hakkında Üreticilerin Bilgi Düzeylerinin ve Beklentilerinin Belirlenmesi, *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences* (Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi) 2015,2(4): 324-331.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1994 yılında Manisa Demirci ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Manisa Demircide tamamladı. 2013 yılında Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünü kazandı.2017 yılında lisans eğitimini tamamladı. . Aynı yıl Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkiler Yetiştirme ve Islahı Ana Bilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı.

