



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KİTOSAN KAPLANMIŞ ÇİLEĞİN
MİKROBİYOLOJİK KALİTESİ VE RAF ÖMRÜNÜN
ARAŞTIRILMASI**

GAMZE ÜTÜK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2016

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KİTOSAN KAPLANMIŞ ÇİLEĞİN
MİKROBİYOLOJİK KALİTESİ VE RAF ÖMRÜNÜN
ARAŞTIRILMASI

GAMZE ÜTÜK

Bu tez Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

YÜKSEK LİSANS

derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2016

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Gamze ÜTÜK tarafından hazırlanan “Kitosan Kaplanmış Çileğin Mikrobiyolojik Kalitesi ve Raf Ömrünün Araştırılması” adlı bu tez, jürimiz tarafından 03/02 /2016 tarihinde oy birliği / oy çokluğu ile Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Özlem TURGAY (DANIŞMAN)

.....

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, KSÜ

Prof. Dr. Mürüvvet ILGIN (ÜYE)

.....

Bahçe bitkileri Anabilim Dalı, KSÜ

Yard. Doç. Dr. Bahri ÖZSİSLİ (ÜYE)

.....

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, KSÜ

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

Doç. Dr. Mustafa ŞEKKELİ

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Gamze ÜTÜK

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

**KİTOSAN KAPLANMIŞ ÇİLEĞİN MİKROBİYOLOJİK KALİTESİ VE RAF
ÖMRÜNÜN ARAŞTIRILMASI
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

Gamze ÜTÜK

ÖZET

Çilek, non-klimakterik özellik gösteren, hasat sonrası taşıma ve depolamada çabuk bozulabilen bir meyve türüdür. Bunun yanı sıra çilek ihtiva ettiği ellajik asit nedeniyle insan sağlığı açısından oldukça önemli bir meyvedir. Raf ömrünün kısa olması nedeniyle dünyada ve ülkemizde raf ömrünü artırmak için değişik teknolojiler uygulanmaktadır. Bu amaçla uygulanan yöntemlerden biriside yenilebilir film kaplama yöntemidir. Bu çalışmada; çileklerin doğal polisakkarit olan kitosana değişik konsantrasyonlarda daldırılarak kaplanması sonucu, raf ömrü üzerine etkisi araştırılmıştır. Çilek örnekleri bu amaçla, %0,5'lik, %1'lik ve %2'lik asetik asit, laktik asit, propiyonik asit ile çözündürülerek elde edilen konsantrasyonlardaki kitosan solüsyonunda bekletilmiştir. Ardından +4 °C'de 7 gün süre ile muhafaza edilmiştir. Muhafaza süresince mikrobiyolojik analiz olarak toplam aerobik-mezofilik bakteri ve küf-maya sayımı yapılmıştır. Bunun yanı sıra titre edilebilir asitlik, ağırlık kaybı, pH, toplam çözünür kuru madde, nem tayini ve kül tayini rutin olarak yapılmıştır. Titre edilebilir asit miktarının maksimum olduğu değer (%0,8207) kontrol grubunda, minimum olduğu değer ise (%0,3971) CH-LA%2'lik uygulama grubunda saptanmıştır. Maksimum pH değeri (3,7850) CH-LA %1'lik ve CH-PA %1'lik uygulamada, minimum pH değeri ise (3,4167) CH-LA%0,5'lik uygulamada tespit edilmiştir. Maksimum SÇKM değeri (%11,8000) kontrol grubunda, minimum SÇKM değeri de (%6,4000) CH-AA%2'lik uygulama grubunda tespit edilmiştir. Muhafaza sonunda gerçekleşen ağırlık kaybı yüzde olarak en düşük (%11,22) CH-LA %0,5'lik uygulamada, en fazla ise (%18,43) ile kontrol grubunda gerçekleşmiştir. Muhafazanın 3.gününde yapılan kül tayininde, en yüksek kül miktarı (%0,5046) CH-PA%0,5'lik uygulamada, en düşük ise (%0,2167) CH-LA%0,5'lik uygulama da saptanmıştır. Yine aynı gün yapılan nem tayininde, nem içeriği en yüksek olduğu değer (%95,8621) CH-PA%2'lik uygulama da ve en düşük olduğu değer (%82,7576) CH-LA%2'lik uygulamada tespit edilmiştir. Toplam aerobik-mezofilik bakteri yükü maksimum olduğu

değer (4,0135 logkob/g) kontrol grubunun son gününde ulaşılmıştır. Minimum değer ise (2,7130 logkob/g) CH-AA%2'lik uygulamada saptanmıştır. Maya-küf sayım sonuçlarında en yüksek değer (3,8265 logkob/g) kontrol grubu örneklerinde, en düşük değer de (2,9645 logkob/g) CH-AA%2'lik uygulamada saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kitosan, ilek, Raf mr, Mikrobiyolojik Kalite

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Őubat/2016

Danışman: Prof. Dr. zlem TURGAY

Sayfa Sayısı: 47

INVESTIGATION OF CHITOSAN COATING ON MICROBIOLOGICAL QUALITY AND SHELF LIFE OF STRAWBERRIES

(M.Sc. THESIS)

Gamze ÜTÜK

ABSTRACT

Strawberry that demonstrates non-climatic feature, can easily spoil afterwards harvest in transportation and storage. In addition to this, strawberry is quite important fruit regarding to contain ellagic acid. Various technologies are both applied in our country and in the world in order to increase the shelf life because of being short shelf life. One of the methods that are applied with this goal is edible covering method, too. In this study; after strawberries are covered by plunging into natural polysaccharide chitosan in different concentrations, strawberries impacts on shelf life is investigated. Strawberry patterns are hold by solving with 0,5%, 1% and 2% of acetic acid, lactic acid propionic acid obtaining in concentration in chitosan solution. The samples were stored +4°C along 7 days. During storage total aerobic mesophilic bacterium and yeast-molds counting have been done as microbiological analysis. In addition to this, titratable acidity, weight loss, pH, soluble solids, moisture content, ash content were analyzed. If quantity of titratable acidity of maximum value (0.8207%) in control group, in minimum value was (0.3971%) in CH-LA 2%, they were determined in, CH-LA 2% of application group. Maximum pH in CH-LA 1% of maximum value (3.7850) and CH-PA 1% of application, minimum pH(3.4167) value was determined in CH-LA 0.5% of application. Maximum value of soluble solids (11.8000%) in control group, minimum value of soluble solids were also (6.4000%) in CH-AA 2% of application group have been determined. Afterwards storage, occurring weight loss as minimum percent (11.22%) application in CH-LA 0.5% of maximum value (18.43%) was carried out in control group. On third day of storage the higher ash content was (0.5046%) in CH-PA 0.5% of application, the lower one was (0.2167%) in CH-LA 0.5% of application. In applying moisture, determination maximum value including moisture contents (95.8621%) in CH-PA 2% of application and minimum value (82.7576%) in CH-LA 2% of application has been determined. Total aerobic-mesophilic bacterium count maximum value (4.0135 log cfu/g) has been attained on the latest day of control group.

Minimum count was determined (2.7130 log cfu/g) in CH-AA 2% of application. In yeast-mold counting results, maximum value (3.8265 log cfu/g) in control group's patterns, minimum count value (2.9645 log cfu/g) has been determined in CH-AA 2% of application.

Key words: Chitosan, strawberry, shelf life, microbiologic quality

Kahramanmaraş Sutcu Imam University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Food Engineering Department February /2016

Supervisor : Prof. Dr. Özlem TURGAY

Page Numbers: 47

TEŞEKKÜR

Öncelikle tezimin tüm aşamaları boyunca katkılarını esirgemeyen, değerli hocam Prof. Dr. Özlem TURGAY'a yürekten teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuar çalışmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen Filiz DOĞAN'a ve maddi manevi her türlü desteklerinden dolayı sevgili kardeşlerim Adalet ÜTÜK, Yunus ÜTÜK'e teşekkür ederim.

Kahramanmaraş'a geldiğimde bana kapılarını açan, en güzel şekilde misafir eden değerli arkadaşlarım Nur AKÇAKOYUN'a ve Ayşe Nur DEMİRCİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans dönemi boyunca gösterdikleri sabır, anlayış, maddi ve manevi destek ile her zaman yanımda olan aileme ve bu dünyadaki en büyük manevi gücüm Oya ÜTÜK ve Adnan ÜTÜK'e gönülden teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ixx
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çilek Meyvesinin Genel Kalite Özellikleri.....	3
1.2. Gıda Teknolojisinde Katkı Maddelerinin Kullanımı	4
1.2.1. Katkı maddelerinin tanımı ve sınıflandırılması.....	4
1.2.2. Koruyucu katkı maddeleri.....	5
1.2.3. Kitin, kitosan ve türevleri.....	6
1.2.3.1. Kitin, kitosan ve türevlerinin tanımı elde edilmesi ve özellikleri.....	6
1.2.3.2. Kitosanın antimikrobiyal özellikleri	14
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	15
3. MATERYAL VE METOT	19
3.1. Materyal	19
3.1.1. Çilek.....	19
3.1.2. Kitosan	19
3.1.3. Kullanılan çözeltiler, besiyerleri, kimyasal maddeler	19
3.2. Metot	19
3.2.1. Çilek meyvelerinin ve kitosan solüsyonun hazırlanması.....	19
3.2.2. Çileklerin kaplanması	20
3.2.3. Çilek meyvelerinin laboratuvar analizleri.....	20
3.2.3.1. pH analizi.....	20
3.2.3.2. Suda çözünür kuru madde (SÇKM).....	21
3.2.3.3. Titre edilebilir asit miktarı.....	21
3.2.3.4. Ağırlık kaybı	22
3.2.3.5. Nem tayini	22
3.2.3.6. Kül tayini	23
3.2.3.7. Mikrobiyolojik analizler	23
3.2.3.7.1. Çileklerin mikrobiyolojik analize hazırlanması.....	23
3.2.3.7.2. Toplam aerobik-mezofilik bakteri sayısının saptanması.....	23
3.2.3.7.3. Küf-maya sayısının saptanması	24

	Sayfa No
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	25
4.1. Çilek Örneklerinin Muhafazası Sırasındaki pH Değişiklikleri.....	25
4.2. Çilek Örneklerinin Muhafazası Sırasında Meydana Gelen Suda Çözünür Kuru Maddedeki Değişimler.....	26
4.3. Çilek Örneklerinin Muhafazası Sırasında Meydana Gelen Titre Edilebilir Asit Miktarındaki Değişimler	28
4.4. Çilek Örneklerinin Muhafazası Sırasında Meydana Gelen Ağırlık Kaybı	30
4.5. Çileklerin Muhafazasındaki %Nem Miktarı	32
4.6. Çileklerin Muhafazasındaki % Kül Miktarı	33
4.7. Çilek Örneklerinin Muhafazası Sırasında Toplam Aerobik-Mezofilik Bakteri Sayısında Meydana Gelen Değişimler.....	34
4.8. Çilek Örneklerinin Muhafazası Sırasında Maya-Küf Sayısında Meydana Gelen Değişimler	35
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	38
KAYNAKLAR	40
ÖZGEÇMİŞ	47

ÇİZELGELER LİSTESİ

	Sayfa No
Çizelge 1.1. 100 g Çilek Meyvesinde Bulunan Maddeler ve Miktarları.....	3
Çizelge 1.2. Kitin ve Kitosan kaynakları.....	7
Çizelge 1.3. Kitosanın Teknik Üretim Koşulları	11
Çizelge 1.5. Kitosanın gıda sanayinde farklı kullanım alanları	12
Çizelge 2.1. Dünyada çilek üretiminde ilk dörtte yer alan ülkeler	15
Çizelge 4.1. Çilek örneklerinin muhafaza sırasındaki pH değişikliği.....	26
Çizelge 4.2. Çilek örneklerinin muhafaza sırasındaki SÇKM değişikliği.....	28
Çizelge 4.3. Çilek örneklerinin muhafaza sırasındaki titre edilebilir asit miktarındaki değişiklik.....	29
Çizelge 4.4. Çilek örneklerinin muhafazası sırasında meydana gelen ağırlık kaybı	31
Çizelge 4.5. Çilek örneklerinin muhafazadaki % nem miktarı.....	32
Çizelge 4.6. Çileklerde kül miktarı	33
Çizelge 4.7. Çilek örneklerinin değişik depolama günlerinde toplam aerobik-mezofilik bakteri sayısı.....	35
Çizelge 4.8. Çilek Örneklerinin Muhafazası Sırasında Küf-Maya Sayısında Meydana Gelen Değişimler	37

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Kitinin Yapısı	6
Şekil 1.2. Deniz hayvanı kabukları ve mantarlardan kitin eldesi	8
Şekil 1.3. Kitosanın yapısı	9
Şekil 1.4. Kabuk artıklarından kitin, kitosan ve onların monomer ve oligomerlerinin elde edilmesi	10
Şekil 3.1. Çilek örneklerinin kitosan ile kaplandıktan sonra kurutma aşaması.....	20
Şekil 3.2. pH metre ile ölçüme hazırlanmış çilek örnekleri	21
Şekil 3.3. Çilek örneklerinin refraktometre ile ölçümü.....	21
Şekil 3.4. Çilek örneklerinin titrasyona hazırlık aşaması.....	22
Şekil 3.5. Titrasyon aşaması	22

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

SÇKM	: Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde
TA	: Titre Edilebilir Asitlik
CH	: Kitosan
AA	: Asetik Asit
LA	: Laktik Asit
PA	: Propiyonik Asit
KDa	: Kilodalton
°C	: Santigrat Derece
g	: Gram
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
GKM	: Gıda Katkı Maddeleri
EC	: Avrupa Komisyonu
GRAS	: Generally Recognized as Safe (Genel Olarak Güvenli Kabul Edilen)
IU	: International Unit
NaOH	: Sodyum Hidroksit
HCl	: Hidroklorik Asit
CMC	: Karboksi Metil Selüloz
HPMC	: Hidroksipropil Metil Selüloz
LiCl	: Lityum Klorür
DMAc	: Dimetilasetamid
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
H ₂ O ₂	: Hidrojen Peroksit
CaCl ₂	: Kalsiyum Klorür
PVDC	: Poliviniliden Klorür
DD	: Deasetilasyon Derecesi
VE	: dl-a-tocopheryl acetate
GC	: Gluconal® CAL
Kob	: Koloni Oluşturan Birim
Log	: Logaritma
d	: Dakika

1. GİRİŞ

Dünya nüfusu her geçen gün artmakta ve bu nüfusun beslenme ihtiyacını karşılamak amacıyla tarımsal üretimin değeri de açığa çıkmaktadır. Bu beslenme ihtiyacının giderilmesi için tarımsal alanların korunması gerekmektedir (Berk, 2012). Dünyada ticari olarak yetiştiriciliği yapılan çilekler, botanik olarak sınıflandırıldıklarında *Rosales* takımı, *Fragaria* cinsi içinde yer alırlar (Hancock ve Luby, 1993).

Kendilerine özgü hoş koku ve zengin vitamin içerikleri nedeniyle en çok tercih edilen meyveler arasında yer alan çilekler, dünyanın hemen hemen her yerinde (Kuzey Kutbundan Tropiklere kadar) yetiştiriciliği yapılmaktadır (Özuygur, 2005). Dünyada çilek yetiştiriciliği yıldan yıla artış göstermektedir. FAO'nun 2013 verilerine göre, Çin 2 997 504 ton, Amerika Birleşik Devletleri 1 360 869 ton, Meksika 379 464 ton, Türkiye 372 498 ton ve İspanya 312 500 ton çilek üretimi yapılmıştır. (Anonim, 2013a)

Ülkemizde de çilek üretimi de her geçen yıl artış göstermektedir. TÜİK'in verilerine göre 2014 yılında ülkemizde 376 070 ton çilek üretimi yapılmıştır. Üretimde ilk sırayı 132 556 ton Mersin almakta olup onu 62 859 ton ile Aydın ili izlemektedir (Anonim, 2014).

Meyve ve sebzelerin solunum hızları ile muhafaza ömürleri arasında yakın bir bağ vardır. Ürünün solunum hızı ne kadar yüksekse depolanma ömrü o kadar kısalmaktadır (Cemeroğlu ve ark.,2001). Diğer gıdalardan farklı olarak taze meyve ve sebzeler hasattan sonra ürün gelişimini tamamlarken, etilen üretimi ve solunum gibi devam eden metabolik olaylar, ürünlerin olgunlaşma hızını arttırarak bozulmasına ve raf ömrünün azalmasına neden olmaktadır (Sharma ve ark., 2009; Mastromatteove ark., 2010;). Çileklerde en çok karşılaşılan ana sorun meyvelerin deriminde ve derim sonrasında yapısal zararlanmaya duyarlı olmasıdır. Yapısal zararlanmaya hassasiyetin derecesi hücre duvar kalınlığı, hücre içeriği ve orta lamel bağlarıyla ilgilidir (Suutarinen ve ark., 1998).Çilekler son derece hassas meyveler olup derim ve transferinde büyük özen gösterilmelidir. Çilekler derim sonrasında su kaybedince meyvelerin yüzeyindeki parlaklık kaybolarak matlaşma gözlemlenmektedir. Bu yüzden gerek transferde gerekse muhafazada, sıcaklık 0 °C ile +2 °C, bağıl nem %90-95 arasında olmalıdır (Cemeroğlu ve ark., 2001).

Çilek, mekanik hasara, fiziksel bozunmaya, su kaybına ve çürümeye karşı, oldukça dayanıksız olması nedeniyle tüm bu etmenlerden kolaylıkla etkilenen bir meyvedir (Pérez ve ark., 1999).Önemli kalite bozukluklarından biri olan küflerin gelişimi taze çileklerin çürümmesine neden olurlar. Taze çileklerin raf ömrünü diğer iç ve dış faktörlerde etkiler. Çilekler yüksek su içeriğine sahip olmasıyla birlikte, hasatla birlikte ortama hızla su bırakarak dehidratasyonu gerçekleştirirler. Çilek ve çevresindeki hava arasındaki buhar basıncı farkı sıcaklık ve bağıl nem kontrolü yapılarak su kaybı oranı kontrol edilir. Çileklerin solunum oranının yüksek olması meydana gelen ısı, su ve daha fazla su kaybını hızlandırır (Knee, 2002). Hancock (1999), yüksek CO₂konsantrasyonunun (%15-20) solunum hızı ve küf gelişimini azalttığını, ürün raf ömrünü arttırmak için yüksek CO₂ (%15-20) ve düşük O₂ (%5-10) de kontrollü atmosfer de depolanması gerektiğini bildirmiştir.

Günümüzde gıda sektöründe enzimatik ve mikrobiyal bozulmanın geciktirilmesi ile gıda güvenliğinin sağlanması için değişik saklama ve ambalaj yöntemleri kullanılmaktadır (Dursun ve Erkan, 2009). Raf ömrünün artırılması için de birçok muhafaza yöntemleri uygulanmakta ve bu yöntemlerin uygulamasıyla çileğin ekstra korunması sağlanabilmektedir. Taze meyve ve sebzelerde patojenik mikroorganizmaların gelişimini azaltmak ve raf ömrünü artırmak için çeşitli koruma teknikleri (soğukta muhafaza, kontrollü ve modifiye atmosferde) kullanılmaktadır. Gıdalarda mikrobiyal gelişmeyi önleyebilmek ya da kalite kayıplarını azaltarak raf ömrünü artırmak için kaplama uygulamaları, özellikle antimikrobiyal ambalajlama sistemlerinden yararlanılması gün geçtikçe artmaya başlamıştır. Literatürde, doğal polimerlerden ya da bu polimerlerin farklı oranlarda karıştırılmasıyla üretilen, antimikrobiyal özellik kazandırılmış kaplamaların kullanılması ile ilgili yapılmış pek çok araştırma bulunmaktadır (Ayana ve Turhan, 2010). Özellikle mikrobiyal bozulmanın önlenmesi için kullanılan düşük sıcaklık ve modifiye atmosfer paketleme yönteminin yeterli düzeyde etkili olmaması nedeniyle bu uygulamaların yerini alabilecek yeni ve ilerlemiş endüstriyel metotların geliştirilmesi kaçınılmaz bir durum haline gelmiştir. Gıda ürünlerdeki meydana gelen bozulmaları önlemek ve patojen mikroorganizmaları engellemek için geliştirilen bu yöntemlerden bir tanesi de yenilebilir film veya kaplamalardan faydalanmaktır (Duran, 2013).

Bu çalışmamızda, yenilebilir film kaplaması olan kitosanın farklı konsantrasyonlarda hazırlanan solüsyonlarına daldırılmış çilek örneklerinin mikrobiyolojik kalitesi ve raf ömrü üzerine etkileri araştırılmıştır.

1.1. Çilek Meyvesinin Genel Kalite Özellikleri

Dünyada ve ülkemizde ticari olarak yetiştiriciliği yapılan çilekler, botanik olarak sınıflandırıldıklarında *Rosales* familyası, *Fragaria* cinsi içinde yer alırlar (Hancock and Luby, 1993). Her yaştaki insanlar tarafından beğeniyle tüketilebilen bir meyve olmakla birlikte, her mevsim değişik tüketim imkânlarına (reçel, pasta, marmelat, meyve suyu gibi) sahip olup, yatırımların kısa zamanda geriye dönmesi nedeniyle küçük aile işletmeciliğine de uygundur. Çilek yetiştiriciliğinin önem kazanmasında diğer bir faktör ise, çileğin insan sağlığı ve beslenmesi açısından sağladığı faydalardır. Özellikle C vitamini bakımından oldukça zengin olan bu meyvenin 100 gramında 100 mg'a kadar çıkabilen C vitamini ihtiva etmektedir (Türemiş ve ark., 2000).

Çizelge 1.1. 100 g Çilek Meyvesinde Bulunan Maddeler ve Miktarları (Kılıçel, 2005).

100 g çileğin besin maddesi içeriği	
Su	%89.9
Enerji	37 cal
Protein	0.7 g
Yağ	0.5 g
Karbonhidrat (lifli)	1.3 g
Karbonhidrat (toplam)	8.4 g
Kül	0.5 g
Ca	21 mg
P	21 mg
Fe	1 mg
Na	1 mg
K	164 mg
Vitamin A	60 IU
Thiamine	0.03 mg
Riboflavin	0.07 mg
Niasin	0.6 mg
Vitamin C	59 mg

Maas ve ark. (1996), 100 g taze çilek meyvesinin bileşiminde 92 g su, 0.6 g protein, 0.4 g yağ, 7.0 g karbonhidrat, 0.5 g lif, 0.4 g kül, 166 mg K ile iz miktarlarda P, Ca, Mg, Fe, Na, Mn ve Cu olduğunu; ayrıca 57 mg C vitamini ile 522 mg aminoasit ihtiva ettiklerini bildirmişlerdir. Araştırmacılar çilek meyvesinde kolesterol olmadığını belirtmişlerdir. Çileğin sindirimi kolaylaştırılmasında etkili bir role sahip olduğunu, selüloz bakımından da zengin olduğunu bildirmişlerdir. Günümüzde çileğin ellajik asit içeriğinin yüksek olması nedeniyle kanseri önleyici özelliğe sahip olduğu da bilinmektedir. Ayrıca 100 g çilek meyvesi 40-45 kalori vermekte, önemli miktarda salisilik asit, A, B vitaminleri, kalsiyum, demir, fosfor gibi mineral maddeler ile çok az miktarda brom, silisyum, iyot, ve kükürt de ihtiva etmektedir (Türemiş ve ark., 2000). Hakala ve ark. (2003), çeşit, gübreleme, bölge ve hava koşulları, örnekleme zamanı ve olgunluk derecesinin çileklerin besin maddesi içeriğini önemli derecede etkilediğini bildirmişlerdir. Ayrıca çileğin insan sağlığı açısından belirtilen özelliklere sahip olmaları nedeniyle milyonlarca insanın diyet programlarında yer aldığını belirtmişlerdir.

Törrönen ve Maatta (2002), çileklerde fenolik bileşiklerin %44'ünü antosiyaninlerin oluşturduğunu saptamışlardır. Lopes da Silva ve ark. (2007) ise çileklerde toplam antosiyaninlerin %95'den daha fazlasının üç bileşikten (pelargonidin 3-glukosid, pelargonidin 3-rutinosid, cyanidin 3-glukosid) oluştuğu ve %75-90'ının ise pelargonidin 3 glukosid olduğunu belirtmiştir. Kankonen ve ark. (2001) da, çilek ve ahududunun her ikisinin de antosiyaninin önderliğinde toplam fenoliklerce zengin olduğunu bildirmiştir.

Fenolik maddelerin antiviral etki de gösterdikleri, örneğin çilek tanenlerinin *Polio*, *Enterik* ve *Herpes* virüslerini, kuersetinin ise *Herpes simplex* tip 1, *Polio* tip1 ve *Parainfluenza* tip 3 virüslerini inaktive ettikleri belirtilmiştir. (Shahidi ve Nacz, 1995)

1.2. Gıda Teknolojisinde Katkı Maddelerinin Kullanımı

1.2.1. Katkı maddelerinin tanımı ve sınıflandırılması

Gıda katkı maddeleri Türk Gıda Kodeksi Mevzuatı'nda "besleyici değeri olsun veya olmasın, tek başına gıda olarak tüketilmeyen ve gıdanın karakteristik bileşeni olarak kullanılmayan, teknolojik bir amaç doğrultusunda üretim, muamele, işleme, hazırlama, ambalajlama, taşıma veya depolama aşamalarında gıdaya ilave edilmesi

sonucu kendisinin ya da yan ürünlerinin, doğrudan ya da dolaylı olarak o gıdanın bileşeni olması beklenen maddeleri,” olarak ifade edilmektedir (Anonim, 2013b)

Avrupa Birliği'nin (EC) No: 1333/2008 direktifine göre gıda katkı maddeleri “tek başına bir gıda maddesi olarak tüketilmeyen ve gıdanın karakteristik bir bileşeni olmayan, besleyici değeri olsun veya olmasın, imalat, işleme, hazırlama, uygulama, paketlenme, ambalajlama, nakliye, muhafaza ve depolama aşamalarında, gıdalara teknolojik amaçla katılan ya da bu gıdaların içinde veya yan ürünlerinde doğrudan veya dolaylı olarak bir bileşeni haline gelen veya bunların karakteristiklerini değiştiren maddeler” olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2008).

Gıda katkı maddeleri kullanım amaçlarına göre; renklendiriciler, koruyucular, anti-oksidantlar, emülgatörler, emülsifiye edici tuzlar, kalınlaştırıcılar, jelleştiriciler, stabilizatörler, lezzet artırıcılar, asitlendiriciler, asit düzenleyiciler, topaklanmayı önleyiciler, modifiye edilmiş nişastalar, tatlandırıcılar, kabartıcılar, köpürme önleyicileri, parlaticılar, un düzenleyici ajanlar, sıkılaştırıcılar, nemlendiriciler, enzimler, hacim artırıcılar, itici gazlar ve paketlenme gazları olarak sınıflandırılmaktadır (Anonim, 2008).

1.2.2. Koruyucu katkı maddeleri

Koruyucular mikrobiyal gelişmeyi önlemek ve bozulmayı geciktirmek için gıdalara katılır. Geçmişten günümüze doğal koruyucular olarak kabul edilen şeker, tuz, asitler ve tütsü gıdaları korumak için kullanılmıştır. Antimikrobiyal maddeler olarak da adlandırılan bu bileşikler, gıdalarda istenmeyen, ancak herhangi bir nedenle bulunabilen bakteri, küf ve mayaları, patojen olan veya olmayan her türlü mikroorganizmayı ortamdan yok etmek, çoğalma veya faaliyetlerini önlemek için gıdalara katılarak kullanılmaktadır. Yüksek oranda tuz ve şeker ilavesiyle gıdalarda bulunan ve mikroorganizmalar için gerekli olan su oranı düşürülür ve böylece mikrobiyal gelişme engellenir. Gıdalara asit eklenince pH düşer ve mikroorganizmanın optimum geliştiği pH'nın altına düşünce gelişmesi engellenmiş olur (Baker ve ark.,1988).

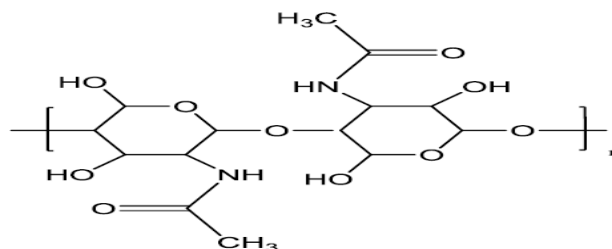
1.2.3. Kitin, kitosan ve türevleri

1.2.3.1. Kitin, kitosan ve türevlerinin tanımı elde edilmesi ve özellikleri

Kitin ilk olarak; 1811 yılında “Braconnot” tarafından mantarın yapısında, “Odier” tarafından 1823’te böceklerin kabuklarında keşfedilmiştir. Kitosan ise, 1859 yılında “Rauget” tarafından kitinin potasyum hidroksitte kaynatılması esnasında keşfedilmiş, 1894 yılında bu materyal “Hoppe-Seyler” tarafından kitosan olarak tanımlanmıştır (Jollès ve Muzzarelli, 1999; Khor, 2001).

Kitinin yapısındaki nitrojenin varlığını 1843 yılında “Payen”, kitinin hidroliz ürünü olan glukozamin ve asetik asiti ise 1876 yılında “Ledderhose” tanımlamıştır. Araştırmalarda konu olarak kitin ve kitosan seçilmeye 20. yüzyılın ilk yarısından itibaren başlanmış, 1950’lerde ise bu materyallerin X-ışınları ile analiz çalışmaları hız kazanmıştır. Kitosan hakkındaki ilk kitap 1951 yılında, kitinin bulunmasından tam 140 yıl sonra yayınlanmıştır. Kitosanın kırmızı kan hücrelerine bağlanma yeteneği ve kan durdurmadaki etkinlikleri 1960’lı yılların başlarında araştırılmıştır. Son otuz yılda kitosan su arıtma/saflaştırma sistemlerinde suların toksik maddelerden özellikle yağ, boya ve diğer potansiyel kirlilik yaratan maddelerin arındırılması amacıyla kullanılmaktadır. Günümüzde ise, diyet desteği, kilo kontrolü, fotoğrafçılık, kozmetik, medikal ve tıbbi alanda yaygın olarak tercih edilmektedir (Jollès ve Muzzarelli, 1999; Khor, 2001).

Doğada selülozdan sonra en bol bulunan ikinci biyopolimer olan kitin, doğal polisakkarittir (Shahidi ve ark., 1999). Yüksek kitin içeriğinden dolayı kabuklu canlılardan krill, yengeç, karides ve ıstakoz kabukları kitin ve kitosan üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır (Khor, 2001). Kitinin yapısı Şekil 1.1’de verilmiştir.



Şekil 1.1. Kitinin Yapısı (Akay, 2014)

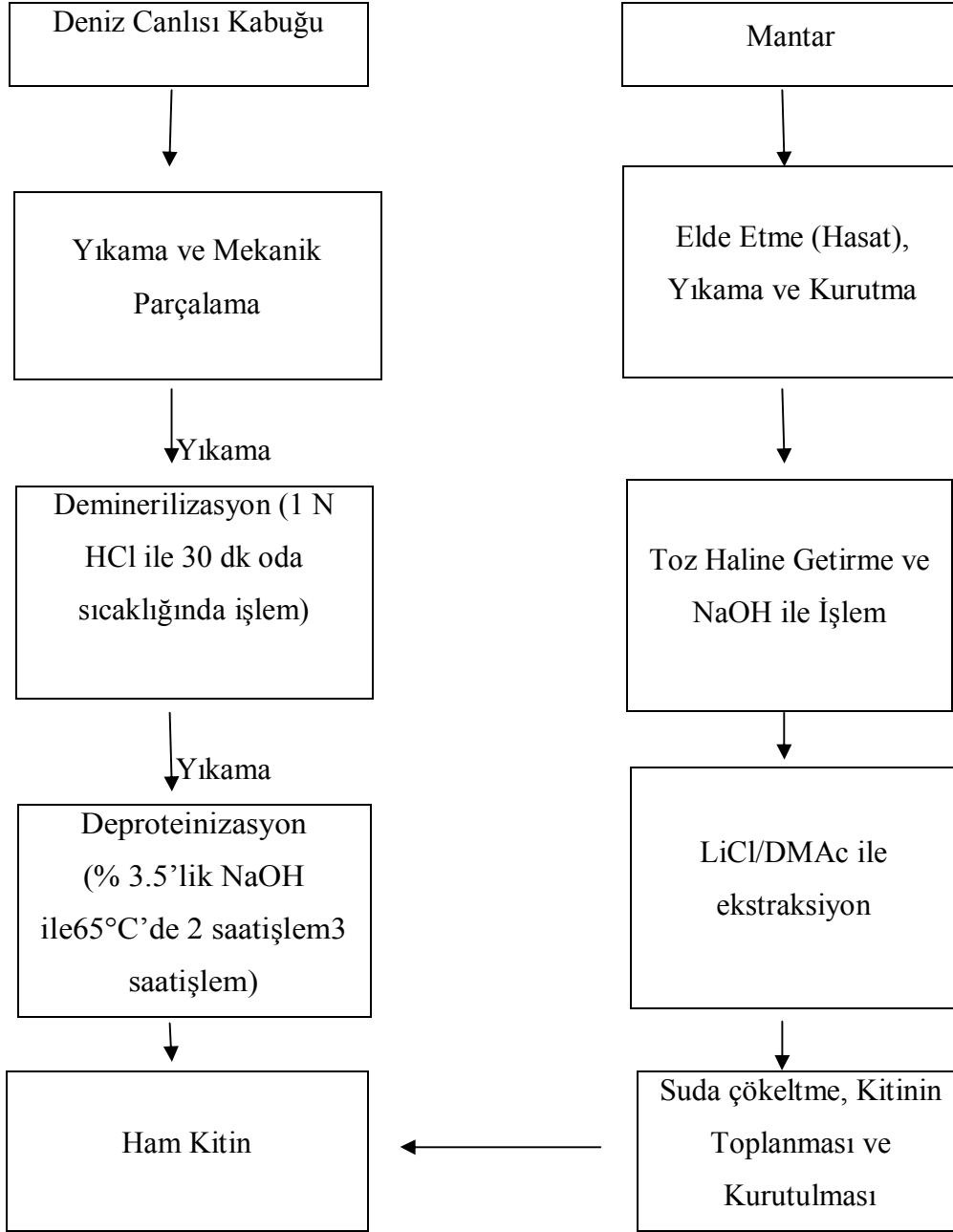
Crustaceae kabuk artıklarının yapısında %30-40’ı protein, %30-50’si kalsiyum karbonat, %20-30 kitin bulunmaktadır. Kitin oranı, türler ve mevsimlere bağlı olarak da

değişim göstermektedir (Cho ve ark.,1998). Kabuk artıklarından kitin elde etmek için, kabuk artıkları alkali ve asit ile muamele edilerek, bu artıklarından protein ve mineral maddelerin uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Sonuç olarak uygun işleme metotları kullanılarak yüksek kalitede kitin elde edilebilmektedir (Pinelli ve ark., 1998). Doğada bulunan kitin ve kitosan kaynakları Çizelge1.2’de özetlenmiştir.

Çizelge 1.2. Kitin ve Kitosan kaynakları (Rinaudo, 2006).

Deniz Hayvanları	Böcekler	Mikroorganizmalar
Annelida	Akrep	Yeşil algler
Yumusakçalar	Örümcek	Mayalar
Sölenterler	Kolsu ayaklılar	Mantarlar
Kabuklular	Karıncalar	Kahverengi algler
a -İstakoz	Hamamböcekleri	Sporlar
b -Yengeç	Böcekler	Askuslu mantarlar
c -Karides		
d -Deniz tekesi		
e -Krill		

Deniz hayvanı kabukları ve mantarlardan kitin eldesi Şekil 1.2’de gösterilmiştir.

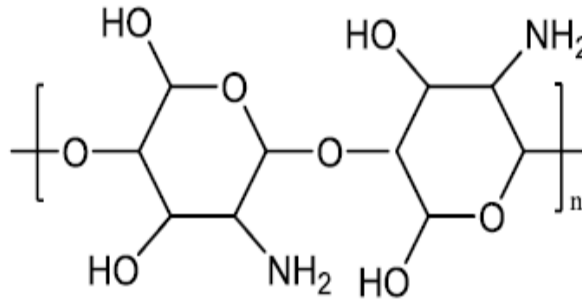


Şekil 1.2. Deniz hayvanı kabukları ve mantarlardan kitin eldesi (Khor,2001)

Kitin ve kitosan oligomerlerinin işlevsel özellikleri ve fizyolojik aktivitelerinin çoğu onların moleküler ağırlıklarına ve zincir uzunluklarına bağlıdır. Kitinaz ve kitosamaz enzimlerinin insan barsak sisteminde olmadığından, kitin ve kitosan indirgenemez. Bu nedenle kitin ve kitosanın oligomerleri kitin ve kitosandan daha avantajlıdır. Ayrıca bu biyopolimerler insan vücudunun metabolizma veya fizyolojik işlevlerini etkilemektedir. Bu nedenle insan sağlığını ve performansını destekleyici iddialarda bulunan çok sayıda bilimsel çalışmanın artması da beklenmektedir. Bu

anlamda daha kaliteli ürünlerin üretilmesinde, nasıl yapılacağına daha iyi anlaşılması ve etki mekanizmalarının belirlenmesi için detaylı fizyolojik ve duyuşal çalışmalar gerekmektedir (Shahidi ve ark., 1999).

Kitosan, kitinin deasetilasyonu ile meydana gelmektedir. Deasetilasyon işleminde, kitosanın yapısında reaktif amino (NH₂) grupları, asetil gruplarının uzaklaştırılması ile ortaya çıkar (Şekil 1.3). Bu serbest amino grupları kitosanın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin temelini oluşturmaktadır (Gagne,1993).

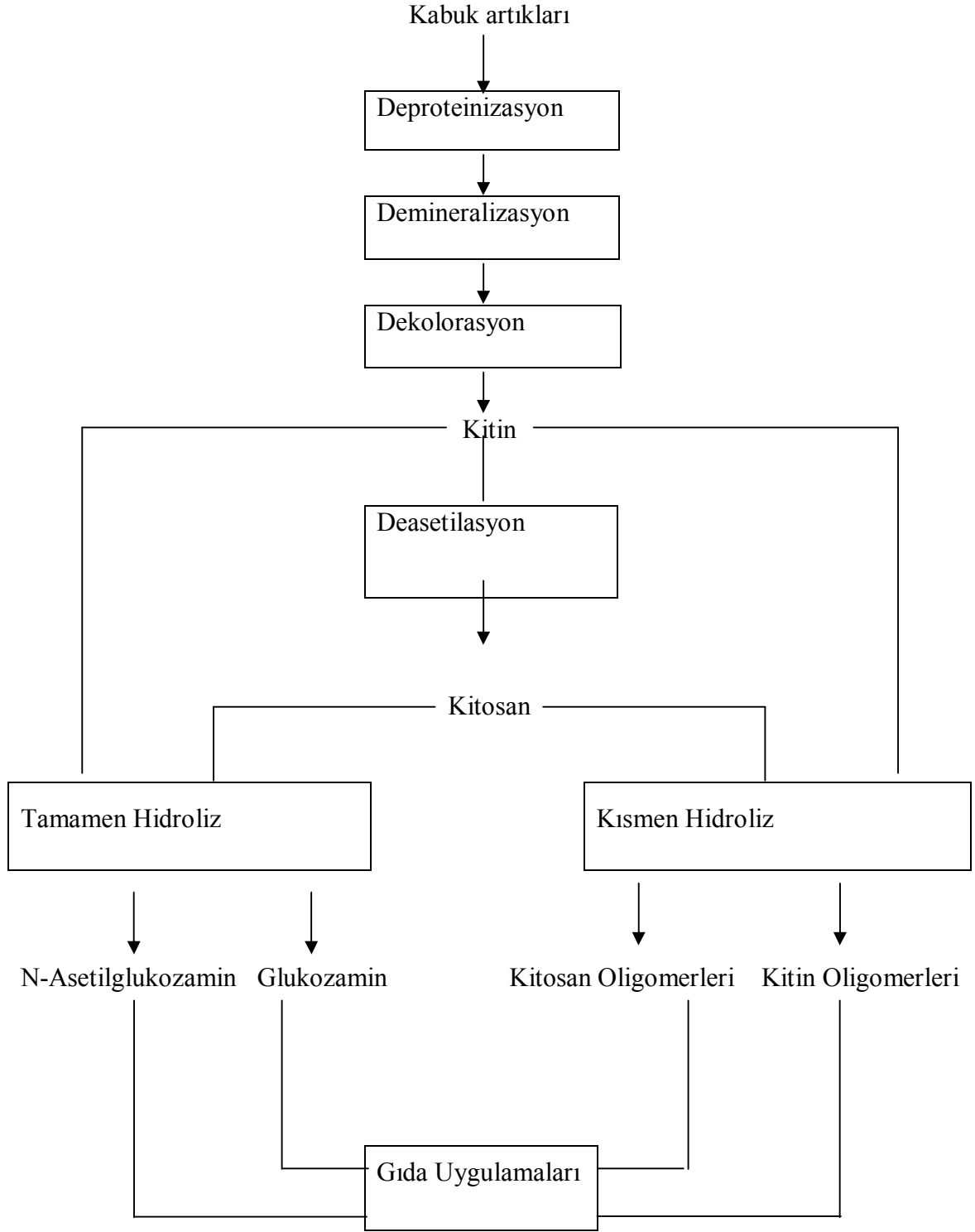


Şekil1.3. Kitosanın yapısı (Akay, 2014)

Kabukta bulunan diğer maddelerin uzaklaştırılması ile kitin izolasyonu gerçekleştirilmektedir. Bunun için yapılan işlemler dört ana aşama altında toplanabilir (Peker ve ark., 2006):

1. Kabukların hazırlanması
2. Deproteinizasyon (Proteinlerin uzaklaştırılması)
3. Demineralizasyon (Minerallerin uzaklaştırılması)
4. Dekolorasyon (Pigmentlerin uzaklaştırılması)

Kabuk artıklarından kitin, kitosan ve onların monomer ve oligomerlerinin elde edilmesi Şekil 1.4'te verilmiştir.



Şekil 1.4. Kabuk artıklarından kitin, kitosan ve onların monomer ve oligomerlerinin elde edilmesi (Shahidi ve ark., 1999).

Kitosanın teknik üretiminde uygulanması gereken koşullardan kimyasal maddelerin kullanım oranı, uygulanacak sıcaklık derecesi ve uygulama süresi Çizelge 1.3'te belirtilmiştir.

Çizelge 1.3. Kitosanın Teknik Üretim Koşulları (Lim, 2002)

Adım	Kimyasal Madde	Sıcaklık (°C)	Süre
Deproteinizasyon	%0.5-15 NaOH	25-100	0.5-72 saat
Demineralizasyon	%2-8 HCl	15-30	0.5-48 saat
Dekolorizasyon	Çeşitli organik çözgenler (NaOCl, H ₂ O ₂)	20-30	Yıkama, 60 dk
Deasetilasyon	%39-60 NaOH	60-150	0.5-144 saat

Kitosan çeşitli bakteri ve mantarlara karşı antimikrobiyal etki göstermektedir. Bu durum kitosanın polikasyonik yapısından kaynaklanıp gıda, ziraat, tıp, eczacılık ve tekstil gibi hijyenin önemli olduğu birçok sektörde büyük ölçüde kullanılmaktadır. Katyonik özellikteki kitosan, bakterilerin hücre zarı bileşiminde bulunan negatif yüklü fosforil ve fosfolipidlere elektrostatik olarak bağlanmaktadır. Bu şekilde hücre zarı zarar görmekte, bakterilerin beslemesi için gerekli olan besinler hücre dışına sızmakta ve hücre ölümü gerçekleşmektedir (Liu ve ark., 2001; Liu ve ark., 2004).

Gıda endüstrisinde antimikrobiyel ve antioksidan etki sağlamak, durultma, esmerleşme inhibisyonu, emülsiyon oluşturma, yenilebilir film oluşturma, nem tutma, kıvam arttırma, absorpsiyon vb. amaçlarla gıda katkı maddesi olarak kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (López-Caballero ve ark., 2005; Zivanovic ve ark., 2005).

Kitin ve kitosanın düşük toksisite ve sindirilebilirliği olduğu kadar kitosanın aşırı yağ ve kolesterolü düşürücü etkisi olduğu belirtilerek bu selüloz benzeri biopolimerlerin gıdalarda kullanımına potansiyel oluşturduğu tespit edilmiştir (Çaklı ve Kılınç, 2004). Kitosanın gıda sanayinde farklı kullanım alanları Çizelge 1.5'te verilmiştir.

Çizelge 1.5. Kitosanın gıda sanayinde farklı kullanım alanları (Shahidi ve ark., 1999).

Uygulama alanı	Örnekler
Antimikrobiyal Ajan	Bakteriosid Fungusid Küf sayımı
Yenilebilir Film ve Kaplama Endüstrisi	Gıda ve çevre arasındaki kütle transferini (nem ve gaz) kontrol eder Antimikrobiyal özellik sağlar Antioksidan etki Duyusal nitelikleri korur Sıcaklık kontrolünü sağlar Enzimatik esmerleşmeyi kontrol altına alır Solunumu dengeler
Katkı Maddesi	Meyve sularının durultulması ve deasidifikasyonu Doğal lezzet arttırıcı Tekstür kontrol ajanı Emülsiyon ajanı Kalınlaştırıcı ve stabilizatör Renk stabilizatörü
Gıda Kalitesi	Diyet lifi Kolesterol azaltıcı etki Kümes hayvanları ve balık yemi Lipit absorpsiyonunu azaltıcı etki Antigastirit ajan Bebek maması ingredientleri
Gıda Atıklarının Değerlendirilmesi	Topaklaşmaya meyil Agar fraksiyonları
Suyun Arıtılması	Fenolik madde, pestisit ve metal iyonları ile etkileşim
Diğer Uygulamalar	Enzim immobilizasyonu Enkapsülasyon Analitik ayıraç

Kitosanın özelliklerine etki eden parametreler; deasetilasyon derecesi, molekül ağırlığı, viskozite, çözünürlük ve renk şeklinde aşağıda açıklanmıştır.

Deasetilasyon derecesi: Kitin ve kitosan arasındaki temel fark, yapılarında bulunan asetil içeriğinden kaynaklanmaktadır. “Deasetilasyon Derecesi (DD)” kitinin yapısında bulunan aminoasetil gruplarından asetil grubunun uzaklaştırılma derecesidir. Böylece geride sadece amin grubu kalmaktadır. Başta çözünme özelliği olmak üzere, kitosanın deasetilasyon derecesinin, birçok parametre üzerinde büyük etkisi bulunmaktadır. “Kitosan”, kitinin belli derecede deasetillenmesi (% 60 ve üzeri) sonucunda elde edilmektedir (Jonathan ve ark., 1999; Vilchezve ark., 2005).

Molekül Ağırlığı: Kitosanın doğal ve sentetik polimerlere uygulamasında olan parametre de molekül ağırlığıdır. Kitin ve kitosanın molekül ağırlığı, elde edildiği kaynağa ve özellikle deasetilleme koşullarına bağlı olarak da değişmektedir. Ortamda bulunan çözülmüş oksijen, kitosanın parçalanmasına neden olmakta ve molekül ağırlığını düşürmektedir. Diğer yandan, çok yüksek sıcaklıklar da kitosanın molekül ağırlığına olumsuz etki etmektedir. Örneğin; 280°C ve üzerindeki sıcaklıklarda kitosan parçalanmaya başlamakta, polimer zinciri kopmakta ve böylece molekül ağırlığı düşmektedir (Akay, 2014).

Molekül ağırlığının belirlenmesinde jel permetasyon kromatografisi ışık saçılma spektroskopisi ve vizkozimetrik yöntemler gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (Agboh ve Qin, 1997).

Viskozite: Çözeltideki kitosanın viskozitesi; deasetilasyon derecesi, moleküler ağırlık, iyonik kuvvet, konsantrasyon, pH ve sıcaklık değerlerine bağlıdır (Singla ve Chawla, 2001). Kitosanın asetik asitteki viskozitesi pH’ın azalması ile artar ancak HCl’de pH’ın azalması ile azalır. Kitosanın asıl viskozitesi iyonizasyon derecesinin bir fonksiyonudur. Kitosan konsantrasyonu arttıkça, ortam sıcaklığı azaldıkça veya asetilasyon derecesi arttıkça kitosan çözeltisinin viskozitesi artar. Kitosan çözeltisinin hazırlandığı asit türüne bağlı olarak da viskozite değişmektedir (Rinaudo, 2006).

Çözünürlük: Kitosanın çözünürlüğünü etkileyen birçok parametre bulunmaktadır. Bunlar sıcaklık, alkali konsantrasyonu ve partikül büyüklüğüdür. Yapılan araştırmalar kitosanın iyi bir çözünürlüğe sahip olabilmesi için en az %75-80 deasetillenme derecesinde olması gerektiğini göstermiştir. Sıcaklık ve pH’nın kitosanın

çözünürlüğü üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada; nötral pH'da ve gliserol-2-fosfat varlığında elde edilen suda çözünebilir özellikteki kitosanın, pH 7,0-7,1'de ve oda sıcaklığında stabil olduğu, sıcaklık 40°C olduğunda ise çözeltinin jel formunu aldığı saptanmıştır (Illum, 1998).

Kitosan su, alkali ve organik solventlerde çözünmez ancak pH 6,0'dan düşük olduğunda organik asitlerin pek çok solüsyonlarında çözünür hale gelir. Kitosanın pH=7'nin üzerindeki sulu çözeltilerde çözünmemesinin sebebi kararlı kristal yapısından kaynaklanmaktadır. Bunun yanı sıra, kitin ve kitosanın çözünürlüğü molekül ağırlığının artmasıyla azalmaktadır. Asetik asit ve formik asit kitosanı çözmek için en çok kullanılan iki asittir. Ayrıca nitrik asit, hidroklorik asit, perklorik asit ve fosforik asit gibi bazı seyreltik anorganik asitler de ancak daha uzun karıştırma ve ısıtmanın ardından kitosan solüsyonları hazırlamak için kullanılabilir (Li ve ark., 1992; Demetgül, 2008).

1.2.3.2. Kitosanın Antimikrobiyal Özellikleri

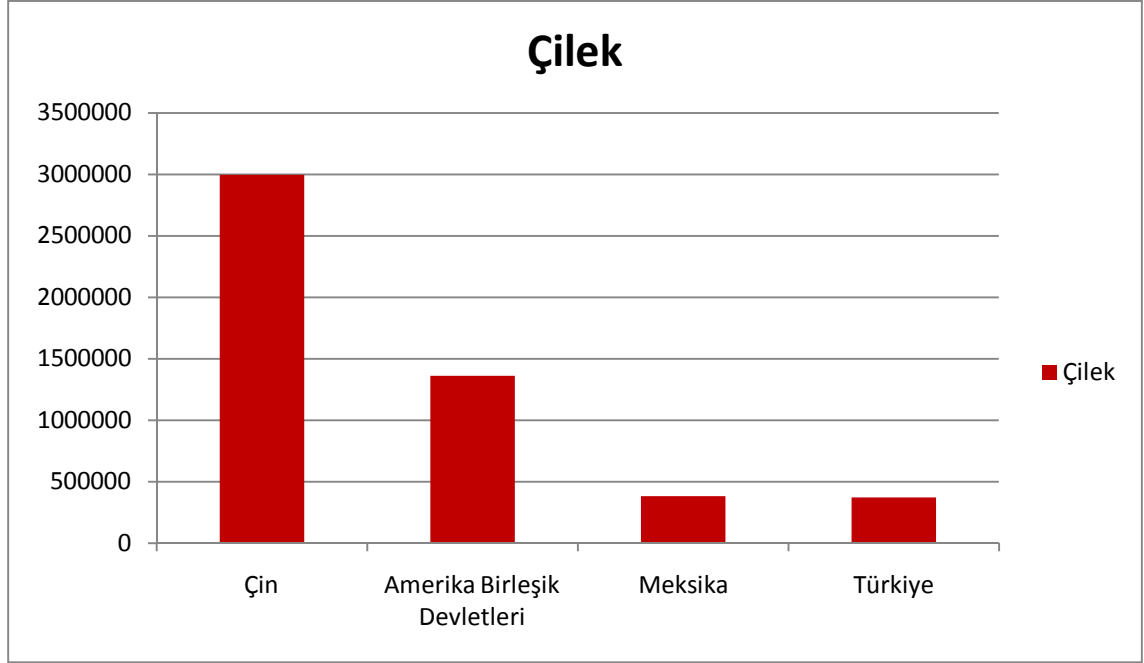
Kitosanın antimikrobiyal etkisi; deasetilasyon ve polimerizasyon derecesi, substrat veya her ikisinin kimyasal ve besin bileşimi, çevre koşulları gibi iç faktörlerden etkilenmektedir. Bu anlamda, daha fazla yük yoğunluğu ve daha fazla çözünürlüğü nedeniyle, yüksek oranda deasetile edilmiş kitosanın daha yüksek antimikrobiyal özelliği saptanmıştır (Hennink ve Van Nostrum, 2002; Moreira ve ark., 2011). Deasetilasyon derecesi arttıkça, hücre membranına elektrostatik bağlanma ve geçirgenlik etkisi artarken; kitosanın molekül ağırlığı arttıkça, hücre çekirdeği içine nüfuz azalmaktadır (Dutta ve ark., 2009).

Devlieghere ve ark. (2004), deasetilasyon derecesi % 94 ve molekül ağırlığı 43 KDa olan kitosanın (40-750 mg/l) antimikrobiyal etkisini, nişasta, peynir altı suyu proteini, NaOCl ve ayçiçeği yağı ile birlikte etkinliğini, çilek ve marula kazandırdığı özellikleri araştırmışlardır. Gram-negatif bakteriler, uygulanan kitosana duyarlı olurken, gram-pozitif bakteriler değişken özellik göstermiş, mayalar ise orta hassasiyet sergilemiştir. Nişasta, peynir altı suyu proteini ve NaOCl, kitosanın antimikrobiyal etkisine negatif etki sağlarken, ayçiçeği yağı herhangi bir etki sağlamamıştır. Kitosan, çileklerde herhangi bir olumsuz etki yaratmazken, marula acı tat kazandırmıştır (Devlieghere ve ark., 2004).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dünya da çilek üretiminde yer alan ülkeler arasında FAO'nun 2013 verilerine göre ülkemiz dördüncü sırada yer almaktadır. Dünya çilek üretiminde yer alan ülkeler Çizelge 2.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Dünyada çilek üretiminde ilk dörtte yer alan ülkeler (Anonim, 2013a)



Gelişmekte olan ülkelerde, hasat sonrası ürün kayıpları genellikle uygun olmayan depolama şartları ve transfer yöntemlerine bağlı olarak ciddi oranlarda gerçekleşmektedir. Ülkemizde de soğuk zincirin değişik aşamalarında gerçekleşen kayıplar önemli boyutlara ulaşmaktadır. Yapılan çalışmalar gelişmekte olan ülkelerde meyvelerde ve sebzelerde hasat sonrası proses sırasında meydana gelen kayıpların yaklaşık %20-25'inin mikrobiyal bozulmalardan kaynaklandığını göstermektedir (El-Ghaout ve ark., 2004; Singh ve Sharma, 2007).

Son on yılda, kimyasal koruyucuların kullanımını azaltmak ve gıda muhafazasını geliştirmek amacıyla, antimikrobiyal ve antifungal karaktere sahip biyo temelli aktif filmler kullanımına artan bir talep vardır (Aider, 2010). Bu amaçla çalışılan yöntemlerden biriside yenilebilir film kaplama olan kitosandır.

El Ghaouth ve ark. (1992), çilekler üzerinde yaptığı çalışmada kitosan ile kaplamanın küf üremesinin ve bunlardan ileri gelen çürümenin önemli derecede geciktirildiğini belirtmişlerdir. Darmadji ve Izumimuto (1994), kitosanın % 0.5-1 'lik

konsantrasyonlarının köftelerde *B. subtilis*, *Pseudomonas* gibi bozulma yapıcı bakterilerin sayısını 1-2 log azalttığını ve kokuşmayı yavaşlatıcı etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışma da % 0.1'in üzerindeki konsantrasyonlarda ise *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Micrococcus varians* gibi fermente et ürünlerinde önemli kültür bakterilerinin de üremelerinin engellediği ortaya koyulmuştur. Savage ve Savage (1994), kitosan ile kaplanmış elmalarda 12 haftalık depolama süresinde küflenmenin azaldığını saptamışlar. Du ve ark. (1997), şeftali, armut, kivi gibi meyvelerin depolanması sırasında kitosan ile kaplamanın benzer yararı olduğunu gözlemlemişlerdir. Youn ve ark. (1999), ise baharat katılmış etlerle yaptıkları çalışmada % 0.1'den yüksek konsantrasyonlarda kitosanın raf ömrünü arttırdığı belirtmişler. Yine oksidasyonda belirgin bir azalmaya neden olduğu sonucuna varmışlardır.

Potasyum sorbatın nişasta bazlı kaplama formülasyonuna eklemesiyle çilek mikrobiyal yükü üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, plastikleştirici olarak sorbitol kullanılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, kaplanmayan yani kontrol grubu çileklerin raf ömrü 0 °C'de 14 gün iken, sorbitol ilaveli kaplama solüsyonlarının raf ömrünü 21 güne uzattığı bildirilmiştir. Aynı zamanda sorbitolle birlikte potasyum sorbat ilavesi ile 28 günlük en uzun depolama periyodu sağladığı tespit edilmiştir. Bu kombinasyonla meyvenin mikrobiyal yükü 10⁶ kob/g'nın altında olduğu, duyuşal özellikte ise genellikle yumuşamada 3 haftaya kadar kabul edilebilir düzeyde görülmüştür (Garcia ve ark., 2001). Oh ve ark. (2001), kitosanın antimikrobiyal etkisini deneysel olarak kontamine edilmiş mayonezlerde çalışma yapmışlar; 25°C' de *Lactobacillus fructivorans* ve *Zygosaccharomyces bailii* sayısını önemli derece azalttığını bildirmişler ve bu nedenle mayonezde bozulma yapıcı mikroorganizmaların üremesini inhibe etmek için bir koruyucu olarak kullanılabilceği önerisinde bulunmuşlardır. Sagoo ve ark. (2002), % 0.3-0.6 konsantrasyonlarında domuz eti kıymasına katılan kitosanın 4 °C'de yapılan muhafazanın ilk günü içinde toplam aerob mezofil mikroorganizma, küf-maya ve laktik asit bakteri sayısında 3 log kob/g azalma görüldüğü, 18 günlük muhafaza periyodu boyunca kitosan içermeyen kontrol grubunda diğerlerinden daima daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Benzer bulgular % 1.0 konsantrasyonundaki kitosan solüsyonlarına daldırılmış domuz sosislerinde de gözlemlenmiş ve mikroorganizma sayılarında 7 °C'de 18 gün yapılan depolama sonunda 1-3 log kob/g azalma rapor edilmiştir.

Kitosanın muhafaza sırasındaki koruyucu etkisi meyve ve sebzelerde de araştırılmış. Soğukta depolanmış Camaro saçeşidi çileklerde, kitosana ilave edilen oleik asitin, fizikokimyasal ve duyuşsal özelliklere, küf bozulması, su buharı geçirgenliği, solunum oranı gibi kalite parametrelerine etkisi çalışılmış. Çalışma sonucuna göre, kitosan-oleik asit kaplanan Camarosa çeşidi çileklerin antimikrobiyal aktivitesinin artarak, solunum oranının azaldığı, su buharı direncinin ise geliştirdiğini belirtmişlerdir (Vargas ve ark., 2006).

Chien ve ark. (2007), ise dilimlenmiş mangonun kalitesi ve raf ömrü üzerine yenilebilir kitosan ile kaplamanın etkisini araştırmışlardır. Farklı konsantrasyonlarda kitosan solüsyonları ile (% 0, 0.5, 1.0 ve 2.0) muamele edilen dilimlenmiş meyveler PVDC ile kaplandıktan sonra 25°C'de muhafaza edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda kitosanın su kaybını geciktirmesi ve duyuşsal kaliteyi korumasının yanı sıra mikroorganizma gelişimini inhibe ederek raf ömrü üzerine pozitif etkisi olduğunu saptamışlardır. Bunun yanında kaplamanın suda çözünür kuru madde içeriğini, titrasyon asitliğini ve askorbik asit içeriğini arttırdığı gözlemlenmiştir.

Taze kesilmiş 'Fuji' elmalarının raf ömrünü arttırmak amacıyla yapılan araştırmada ise, esmerleşme önleyici ajanların (% 0,5 CaCl₂ ve % 2 askorbik asit) %1'lik kitosan solüsyonuna katılmasıyla kalite kriterleri araştırılmıştır. Elma dilimlerinin bu kombinasyonla, 5 °C'de depolanmasıyla iç solunum oranlarının azaldığı gözlemlenmiştir. Çalışma sonunda, kitosana ilave edilen esmerleşme önleyici ajanların elma dilimlerinde, depolama boyunca enzimatik esmerleşmeyi ve doku yumuşamasını geciktirdiği, sertlik kaybını ise aza indirdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca kitosan kaplamaların elma dilimlerinde yarı geçirgen bariyer sağladığı belirtilmiştir (Qi ve ark., 2011).

Çileklerde hasat sonrası meyve kalitesinin ve antioksidan içeriğinin tespiti amacıyla daldırma yöntemi uygulanarak kitosan bazlı yenilebilir kaplamaların etkisi üzerine inceleme yapılmış. Kitosan kaplama yapılan çileklerin, kaplama yapılmayanlara göre meyve kalitesinin daha iyi korunduğunu, bunun yanı sıra fenolik, antosiyanin, flavonoid içeriklerinin daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Kaplama yapılan çileklerde bozulma kontrolü sağlanarak, raf ömrünün arttığını ifade etmişlerdir (Wang ve Gao, 2012).

Perdones ve ark. (2012), kitosan-limon uçucu yağ ile kaplanmış çileğin muhafazadaki kalitesi üzerine araştırma yapmışlardır. Kitosan kaplamanın pH, TA ve SÇKM içerikleri açısından önemli bir etki göstermediğini belirtmişlerdir. Buna karşılık, limon uçuğu yağ ilaveli film oluşturucu dispersiyonların örneklerin solunum hızını yavaşlattığı bildirilmiştir.

Gol ve ark. (2013)'nin yaptığı çalışmada da, çilek meyvesinin kalite ve raf ömrü üzerinde karboksimetilselüloz (CMC), hidroksipropimetil selüloz (HPMC) ve kompozitlerinin kitosanla (CH) etkinliğini saptamak olmuştur. Çilek meyvesini, CMC %1, HPMC %1, CMC%1 + CH%1 ve HPMC%1+ CH%1 çözeltilerinde 2 dk süreyle 11 °C, 70-75 bağıl nemde depolamışlardır. Kaplanmamış meyve kontrol görevi yapmıştır. Kaplanmamış kontrol grubuyla karşılaştırıldığında yenilebilir kaplama ile kaplanmış meyve de ağırlık kaybı, çürüme yüzdesi, titrasyon asitliği (TA), pH, SÇKM ve askorbik asit içeriğinin değişmesinde önemli gecikmeler gösterdiğini bildirmişler. Buna ek olarak yenilebilir kaplama etkisiyle aşırı olgunlaşma ve yaşlanma süreçlerinde azalma, fenolik ve toplam antosiyanin yüksek konsantrasyonlarda muhafaza üzerinde ise olumlu bir etkisinin olduğunu belirtmişler. Bu bulguların CMC%1+ CH%1 ve HPMC%1+ CH%1 kaplamalar kullanımının, raf ömrünü uzatmak ve çilek meyve kalitesini korumakta yararlı olduğunu saptamışlardır.

Velickova ve ark. (2013), ticari şartlarda (20 °C ve %35-40 bağıl nem) yenilebilir kaplama olan kitosan-balmumunun çilek kalitesinin üzerine etkisini araştırmışlardır. Kaplama materyalinin meyve de özellikle ağırlık kaybını ve yaşlılığı azalttığını bildirmişlerdir. Muhafaza boyunca kaplama, çilek kalitesini devam ettirmiş olsa bile uzmanlar kaplamanın duyuşal özelliklerini beğenmediğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Çilek

Bu çalışmada kullanılan taze çilekler, 2015 yılı Temmuz ayında Kahramanmaraş'ın merkez ilçesindeki satıcıdan temin edilmiş, hızlı bir şekilde Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Laboratuvarına getirilmiştir. Çürük, ezik vs olan çilekler ayıklanmıştır. Taze çilekler, kontrol (kitosan kaplama olmadan), %0.5'lik asetik asit, %1'lik asetik asit, %2'lik asetik asit, %0.5'lik laktik asit, %1'lik laktik asit, %2'lik laktik asit, %0.5'lik propiyonik asit, %1'lik propiyonik asit ve %2'lik propiyonik asit ile çözündürülmüş kitosan kaplamalı çilek olmak üzere 10 gruba ayrılmış ve analizler 3 paralelli olarak yapılmıştır.

3.1.2. Kitosan

Deasetilasyon derecesi minimum % 85 olan (Sigma markalı 035K0162) kitosan kullanılmıştır.

3.1.3. Kullanılan çözeltiler, besiyerleri, kimyasal maddeler

Asetik asit (%0.5 , %1 , %2'lik)

Laktik asit (%0.5 , %1 , %2'lik)

Propiyonik asit (%0.5 , %1 , %2'lik)

Potato Dextrose Agar (Merck, 1.10130)

Nutrient Agar (Merck 1.05450)

3.2. Metot

3.2.1. Çilek meyvelerinin ve kitosan solüsyonun hazırlanması

Film solüsyonlarının hazırlanmasında orta moleküler ağırlıkta kitosan (Sigma, 035K0162, deasetilasyon derecesi minimum %85) kullanılmıştır. %1'lik kitosanın, (% 0.5, %1, %2; *a/h*)asetik asit, (% 0.5, %1, %2; *a/h*) laktik asit ve (% 0.5, %1, %2; *a/h*) propiyonik asit çözeltileri içinde çözündürülmesi ile saf kitosan solüsyonları

hazırlanmıştır. Hazırlanan solüsyonlar manyetik karıştırıcı ile 40 °C’de 45 d boyunca karıştırılarak çözünmesi sağlanmıştır. Kitosan solüsyonundan çözünmeyen partiküller süzme yöntemiyle uzaklaştırılmıştır.

3.2.2. Çileklerin kaplanması

Çilekler ayıklandıktan sonra kaplama işlemine geçilmiştir. Kontrol örneği kaplama ile kaplanmamış olup diğer çilekler %0,5’lik asetik asit, %1’lik asetik asit, %2’lik asetik asit, %0.5’lik laktik asit, %1’lik laktik asit, %2’lik laktik asit, %0.5’lik propiyonik asit, %1’lik propiyonik asit ve %2’lik propiyonik asit ile çözündürülmüş %1’lik kitosan solüsyonlarına daldırılıp en az 2 d boyunca bekletilmiştir. Doğal koşullar da kuruması sağlandıktan sonra ikinci kaplama işlemi yapılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çilek örneklerinin kitosan ile kaplandıktan sonra kurutma aşaması

3.2.3. Çilek meyvelerinin laboratuvar analizleri

Kaplanan çilekler ve kontrol grubu olan çilekler muhafaza süresi boyunca (7 gün) aşağıdaki analizler rutin olarak yapılmıştır.

3.2.3.1. pH analizi

Kaplanan çilekler ile kontrol grubu çilekler beherler içerisinde ezilerek Thermo Electron Corporation marka Orion 3 Star pH metre ile günlük ölçüm yapılmıştır (Şekil 3.2). pH metrenin probu beherlere daldırılarak ölçüm gerçekleştirilmiştir (Vargas ve ark., 2006).



Şekil 3.2. pH metre ile ölçüme hazırlanmış çilek örnekleri

3.2.3.2. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM)

Kaplanan çilekler ve kontrol grubu çilekler beherlerde ezilerek sularının çıkışları sağlanmıştır. Ardından ATC 0-32 Briks Ölçer Refraktometre ile SÇKM ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3). Sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Velickova ve ark., 2013).



Şekil 3.3. Çilek örneklerinin refraktometre ile ölçümü

3.2.3.3. Titre edilebilir asit miktarı

Kaplanan çilekler ve kontrol grubu çilekler püre haline getirilip 5 g örnek tartılır. 50 ml distile suda filtre kağıdı yardımıyla süzme işlemi yapılmış (Şekil 3.4), süzöntü 50 ml den eksik ise distile su ile tamamlanmış ve 1-2 damla fenolftalein damlatılarak 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH 8.1 oluncaya kadar titre edilmiştir (Şekil 3.5). Sonuçlar (3.1)'deki formüle göre sitrik asit cinsinden ifade edilmiştir (Velickova ve ark., 2013).

$$\text{Titre Edilebilir Asitlik} = \frac{V(\text{NaOH}) \cdot 0,1 \cdot 0,064}{m} \cdot 100(\%) \quad (3.1)$$

V(NaOH) : Titrasyonda harcanan miktar ml

m: Alınan örnek miktarı (ml)

0.064: Sitrik asitin miliekivalent gramı

0,1: NaOH Faktörü



Şekil 3.4. Çilek örneklerinin titrasyona hazırlık aşaması Şekil 3.5. Titrasyon aşaması

3.2.3.4. Ağırlık kaybı

Kaplanan çilekler ve kontrol grubu çilekler muhafaza süresince tartılmış olup meyvelerde meydana gelen ağırlık kayıpları saptanmıştır. Ağırlık kaybı % olarak ifade edilmiştir (Zhao, 2004).

3.2.3.5. Nem tayini

Kaplanan ve kaplama yapılmayan çilek örnekleri muhafazanın 3. gününde nem tayini yapılmıştır. Kaplanan çilek ve kontrol grubu çileklerden homojen bir şekilde 5 g örnek alınarak sabit tartıma getirilen porselen krozelere alınmıştır. Etüvde 110 °C'de 2 saat bekletildikten sonra son tartım yapılmıştır. Sonuçlar (3.2)'deki formüle göre % nem olarak hesaplanmıştır (AOAC, 2006).

$$\% \text{Nem} = \frac{M1 - M2}{m} \cdot 100 \quad (3.2)$$

M1: Alınan örnek ağırlığı + kurutma kabının ağırlığı

M2: Kurutulmuş örnek + kurutma kabının ağırlığı

m: Alınan örnek ağırlığı

3.2.3.6. Kül tayini

Kaplanan ve kaplama yapılmayan çilek örnekleri muhafazanın 3. gününde kül tayini yapılmıştır. Kaplanan çilekler ve kontrol grubu çilekler, sabit tartıma getirilen krozelere 5 er gram tartılıp 110 °C de öncelikle yavaş yavaş kuruması sağlandı. Ardından kül fırınına bırakılarak sıcaklığı kademeli olarak 525 °C'ye getirildi ve bir gün yakma işlemi gerçekleştirildi. Tamamen beyaz kül elde edilince yakma işlemi durduruldu. Soğutulmuş desikatöre alındı ve hızlı bir şekilde tartım işlemi gerçekleştirildi. Krozelerin boş ağırlığı ile son tartım arasındaki fark, alınan örnek miktarına bölünüp 100 ile çarpılmış ve % kül bulunmuştur. Sonuçlar (3.3)'deki formüle göre % kül olarak hesaplanmıştır (AOAC, 2006).

$$\% \text{ Kül} = \frac{M2 - M1}{m} \cdot 100 \quad (3.3)$$

M2: Yakmadan sonraki kurutma kabı +kül ağırlığı

M: Kurutma kabının ağırlığı

m: Alınan örnek ağırlığı

3.2.3.7. Mikrobiyolojik analizler

Kaplanan çilekler ve kontrol grubu çileklerde muhafaza süresi boyunca günlük aerobik mezofilik bakteri sayısı ve küf-maya sayımı yapılmıştır. Analizlerde Nutrient Agar (Merck 1.05450) ve Potato Dextrose Agar (Merck 1.10130) besiyerleri kullanılmıştır.

3.2.3.7.1. Çileklerin mikrobiyolojik analize hazırlanması

Mikrobiyolojik analizlerde kullanılmak üzere çilekler steril poşetlere doğranmıştır. Steril poşet içerisindeki çilekler havan eli yardımıyla ezilerek 5 gram tartım yapılmıştır. Üzerine 45 ml fizyolojik tuzlu su ilave edilmiştir. Elde edilen ana dilüsyondan 10⁻²'ye kadar dilüe edilmiştir.

3.2.3.7.2. Toplamaerobik-mezofilik bakteri sayısının saptanması

Toplam bakteri sayısının saptanmasında Nutrient Agar (Merck 1.05450) kullanılmıştır. 10⁻¹ ve 10⁻² dilüsyonlarından dökme plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. 37 °C de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra üreme gösteren kolonilerin sayımı yapılarak, sonuç log kob/g olarak kaydedilmiştir (Harrigan, 1998).

3.2.3.7.3. Küf-maya sayısının saptanması

Küf-maya sayısını saptanmasında Potato Dextrose Agar (Merck 1.10130) kullanılmıştır. 10^{-1} ve 10^{-2} dilüsyonlarından dökme plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. 25 °C de 3-4 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra üreme gösteren koloniler sayılıp, sonuç logkob/g olarak kaydedilmiştir (Valerie ve ark., 2001)

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Çilek Örneklerinin Muhafazası Sırasındaki pH Değişiklikleri

Asit seviyesi meyvelerin aroma dengesi için önemli bir kriterdir ve genellikle depolama boyunca azalır (Lin ve Zhao, 2007). Çilekte depolama boyunca solunum esnasında organik asitlerin kullanılması nedeniyle pH değeri artmaktadır (Aday, 2011).

Çalışmamızda da çilek örneklerinin günlük rutin olarak pH değişikliği incelenmiş ve Çizelge 4.1'de bu sonuçların istatistiksel sonuçları verilmiştir. Muhafazanın ilk gününde (0. gün) en düşük pH değeri (3,4167) CH-LA %0,5'lik uygulamaya ait olduğu, en yüksek değer ise (3,6500) CH-LA %1'lik uygulamaya ait olduğu belirlenmiştir.

Muhafazanın 3.günün de en düşük pH değeri (3,4300) kontrol grubunda, en yüksek pH değeri (3,7850) ise CH-LA %1 ve CH-PA %1'lik uygulamalarda olduğu saptanmıştır.

Muhafazanın son gününde (7.gün) en düşük pH değeri (3,4500) CH-LA %1'lik uygulamada, en yüksek değer ise (3,7600) CH-AA %0,5'lik uygulamada belirlenmiştir. Kontrol grubu ile diğer kitosan kaplamalı uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark görülmüştür ($p \leq 0,05$).

Garcia ve ark. (2001), kaplanmış çileklerin kaplanmamış çileklere göre depolama boyunca daha az seviyede asitlik azalması gösterdiğini belirtmişlerdir. Vargas ve ark. (2006), çilekte yenilebilir film kaplama olan kitosan-oleik asit ile çalışmışlardır. Yaptıkları çalışmada pH minimum 3,67, maksimum 3,98 tespit etmişlerdir. Atasay ve ark. (2006), 2000-2002 yılları arasında Isparta'da yaptıkları çalışmada, 10 çilek çeşidinde (Camarosa, Sweet Charlie, Chandler, Dorrit, Selva, Fern, Aliso, Tufts, Tioga ve Y-416) yaz dikiminde verim ve kalite özelliklerini incelemişlerdir. Ayrıca çeşitlerin pH değerinin 3,4-3,7 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Gol ve ark. (2013), zenginleştirilmiş kitosan kaplama ile çileğin raf ömrü iyileştirilmesi üzerine araştırılmıştır. Bulgularında kitosan kaplanmış çilek meyveleri ile kitosan kaplanmamış çilek meyvelerinin muhafaza süresince pH miktarının arttığını gözlemlemişlerdir.

Perdones ve ark. (2012), çilekte yenilebilir film tabakası kitosan-limon uçucu yağ ile kaplayıp muhafazası boyunca kalitesi üzerine araştırma yapmışlardır. Çalışmalarında kitosan kaplanmamış ve kitosan kaplanmış çilek meyvelerinde

muhafazanın ilk gününde sırasıyla 3,64; 3,68 iken on dört günlük muhafazanın sonunda bu oranlar 3,91; 3,95 olarak saptamışlardır. Çalışmalarında minimum pH değeri 3,54, maksimum pH değeri ise 3,95 olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızdaki sonuçlar diğerleriyle paralellik göstermemektedir. Muhafaza süresinde bütün gruplarda bağımsız artış ve azalışlar tespit edilmiştir. Bunun sebebi de çilek örneklerinin üreticiden temin edilmeyip, satıcıdan temin edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.1. Çilek örneklerinin muhafaza sırasındaki pH değişikliği

pH	0.Gün	3.Gün	7.Gün
Gruplar	Ortalama	Ortalama	Ortalama
CH-AA%0,5	3,5100 ^d ±0,0100	3,7650 ^a ±0,0150	3,7600 ^a ±0,0100
CH-AA%1	3,4600 ^e ±0,0100	3,6750 ^b ±0,0050	3,5300 ^{ef} ±0,0200
CH-AA%2	3,5667 ^b ±0,0153	3,6700 ^b ±0,0100	3,5550 ^{de} ±0,0150
CH-LA%0,5	3,4167 ^f ±0,0153	3,5350 ^d ±0,0150	3,6300 ^b ±0,0100
CH-LA%1	3,6500 ^a ±0,0100	3,7850 ^a ±0,0050	3,4500 ^g ±0,0100
CH-LA%2	3,4267 ^f ±0,01528	3,6750 ^b ±0,0150	3,5150 ^f ±0,0150
CH-PA%0,5	3,4967 ^d ±0,0058	3,5700 ^c ±0,0100	3,5750 ^{cd} ±0,0150
CH-PA%1	3,5367 ^c ±0,0058	3,7850 ^a ±0,0150	3,6100 ^b ±0,0200
CH-PA%2	3,5167 ^d ±0,0153	3,5250 ^d ±0,0150	3,5850 ^c ±0,0150
Kontrol	3,6467 ^a ±0,0058	3,4300 ^e ±0,0000	3,5500 ^{de} ±0,0100

*Her üçünde de p=0,00 çıktığından dolayı (p≤0,05) istatistiksel olarak fark vardır.

4.2. Çilek Örneklerinin Muhafazası Sırasında Meydana Gelen Suda Çözünür Kuru Maddedeki Değişimler

Çalışmamızda da çilek örneklerinin günlük rutin olarak suda çözünür kuru madde değişikliği incelenmiş ve Çizelge 4.2’de bu sonuçların istatistiksel sonuçları verilmiştir. Muhafazanın ilk gününde (0.gün) suda çözünür kuru madde oranının en yüksek olduğu değer (%10,3000) kontrol grubunda, en düşük olduğu değer (%8,0000) CH-LA %1’lik ve CH-PA %2’lik uygulamaların da saptanmıştır.

Muhafazanın 3.gününde suda çözünür kuru madde oranının en yüksek olduğu değer (%11,0000) CH-AA %0,5’lik uygulama grubunda, en düşük değer ise (%6,4000) CH-AA %2’lik uygulama grubunda belirlenmiştir.

Muhafazanın son gününde (7.gün) ise en yüksek suda çözünür kuru madde değeri (%11,8000) kontrol grubunda, en düşük değer de (%6,6000) CH-LA %2'lik uygulama grubunda tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile diğer kitosan kaplamalı uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark görülmüştür ($p \leq 0,05$).

Depolama boyunca toplam çözünür katı içeriğinin azalması, solunum hızı etkisiyle şekerin karbondioksit ve suya dönüşümüyle ilgili olabilmektedir (Ghasemnezhad ve ark., 2010). Kaplamasız çilek örneklerinde yüksek SÇKM içeriğinin nedeninin muhafaza boyunca su kaybı yaşamasından kaynaklanmaktadır (Velickova ve ark. 2013). Çilekte olgunlaşma boyunca suda çözünür kuru madde içeriği artarken, daha sonra solunum nedeniyle olgun meyvede ise azalma göstermektedir (Hernández-Muñoz ve ark., 2008).

Velickova ve ark. (2013), ticari depolama koşulları altında kitosan-balmumu kaplanmış çileklerin kalitesi üzerine çalışma yapmışlardır. Yaptıkları çalışma da SÇKM miktarını %5-%7.7 arasında saptamışlardır. Muhafaza süresince solunum nedeniyle SÇKM içeriğinin azaldığını belirtmişlerdir. Vargas ve arkadaşlarının (2006) yaptığı çalışmada da ise %6-7,9 arasında SÇKM oranı tespit etmişlerdir.

Gol ve ark. (2013), SÇKM içeriğini, depolamanın başında %5,3 bulup, kitosan ilaveli kaplamalar ile kaplanmış çilek örneklerinde kademeli artış olduğunu tespit etmişler. Kontrol yani kaplama yapılmayan çilek örneklerinde ise ilk olarak artış ve muhafazanın sonunda da azalış gözlemlemişlerdir. Kaplanmamış çilek örneklerinin diğer tüm kaplanmış çilek örnekleriyle karşılaştırıldığında daha yüksek SÇKM içeriğine (%8,5) sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Çalışmamızdaki sonuçlar diğerleriyle paralellik göstermemektedir. Çilekte bulunan suda çözünür kuru madde oranının muhafaza süresi boyunca dalgalanmalar olduğu tespit edilmiştir. Bu dalgalanmaların sebebinin çilek örneklerinin satıcıdan temin edilmesi, satıcıda bulunan çileklerin farklı çeşitler ihtiva etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.2. Çilek örneklerinin muhafaza sırasındaki SÇKM değışikliği

SÇKM	0.Gün	3.Gün	7.Gün
Gruplar	Ortalama	Ortalama	Ortalama
CH-AA%0,5	8,8000 ^{bc} ±0,20	11,0000 ^a ±0,20	9,1000 ^c ±0,30
CH-AA%1	8,5000 ^{cd} ±0,10	8,7000 ^d ±0,10	10,4000 ^b ±0,20
CH-AA%2	8,9000 ^b ±0,10	6,4000 ^f ±0,20	8,2000 ^d ±0,20
CH-LA%0,5	8,5000 ^{cd} ±0,10	7,5000 ^e ±0,10	8,1000 ^d ±0,30
CH-LA%1	8,0000 ^e ±0,20	8,5000 ^d ±0,10	7,5000 ^e ±0,30
CH-LA%2	8,5000 ^{cd} ±0,30	8,6000 ^d ±0,20	6,6000 ^f ±0,20
CH-PA%0,5	8,4000 ^d ±0,20	9,7000 ^b ±0,10	8,4000 ^d ±0,40
CH-PA%1	10,2000 ^a ±0,20	9,0000 ^c ±0,20	10,6000 ^b ±0,20
CH-PA%2	8,0000 ^e ±0,20	7,6000 ^e ±0,20	8,9000 ^c ±0,10
Kontrol	10,3000 ^a ±0,10	9,0000 ^c ±0,20	11,8000 ^a ±0,20

*Her üçünde de $p=0,00$ çıktığından dolayı ($p\leq 0,05$) istatistiksel olarak fark vardır.

*Sonuçlar yüzde (%) ± standart sapma olarak verilmiştir.

4.3. Çilek Örneklerinin Muhafazası Sırasında Meydana Gelen Titre Edilebilir Asit Miktarındaki Değişimler

Çalışmamızda da çilek örneklerinin günlük rutin olarak titre edilebilir asit miktarındaki değışiklikler incelenmiş ve Çizelge 4.3'te bu sonuçların istatistiksel olarak sonuçları verilmiştir. Muhafazanın ilk gününde (0.gün) en düşük titre edilebilir asit miktarı (%0,4989) CH-LA %1'lik uygulama grubunda, en yüksek titre edilebilir asit miktarı (%0,7423) CH-AA %1'lik uygulama grubunda tespit edilmiştir.

Muhafazanın 3.gününde titre edilebilir asit miktarının en düşük olduğu değer (%0,3971) CH-LA %2'lik uygulamaya ait olduğu, en yüksek değerinde (%0,8207) kontrol grubuna ait olduğu belirlenmiştir.

Muhafazanın son gününde (7.gün) en düşük titre edilebilir asit miktarı (%0,5001) CH-AA %0,5'lik uygulama da, en yüksek değer ise (%0,7175) CH-PA %2'lik uygulama da tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile diğer kitosan kaplamalı uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark görülmüştür ($p\leq 0,05$).

Titre edilebilir asitlik meyvelerde bulunan organik asitlerin miktarı ile ilgilidir ve meyve de asitliğin azalması, metabolik değışikliklerden veya solunum işleminde

organik asitlerin kullanılmasına bağlı olabilir. Kaplama materyalinin solunumda organik asitlerin kullanımını geciktirici etki yaptığı gözlemlenmiştir (Gol ve ark., 2013).

Velickova ve ark. (2013)'nin yaptıkları çalışmada kontrol grubunun titre edilebilir asitliğinin arttığını, kitosan kaplı çilek örneklerinde azaldığını tespit etmiştir. Kaplama materyalinin muhafaza süresince titre edilebilir asitliği azaltıcı işleve sahip olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmalarında %0,3-0,6 arasında değer bulmuşlardır. Bunun yanı sıra, Vargas ve ark. (2006)'nin yürüttüğü çalışmada kitosan-oleik asit ile kaplanmış ve kaplama yapılmamış çilek meyvelerinde muhafaza süresince SÇKM, titre edilebilir asitlik, pH gibi parametrelerde önemli bir değişiklik olmadığını ve kaplama materyalinin etkilemediğini belirtmişler. Çalışmalarında kontrol grubunda da kitosan kaplı çileklerde de titre edilebilir asit miktarında dalgalanmalar tespit etmişlerdir.

Genel olarak muhafaza süresi boyunca titre edilebilir asit miktarında azalış ve artışlar görülmüştür. Çilek örneklerinin satıcıdan temin edilmesinden dolayı, kitosan kaplamanın çilek üzerinde bazı parametreler üzerinde; pH, SÇKM ve titre edilebilir asitlik üzerinde etkisi karşılaştırılamamıştır. Çalışmamızdaki sonuçlar değer olarak Velickova ve ark.'nin sonucuna paralel, ölçümlerdeki dalgalanmalar olarak da Vargas ve ark.'nin sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.3. Çilek örneklerinin muhafaza sırasındaki titre edilebilir asit miktarındaki değişiklik

TA	0.Gün	3.Gün	7.Gün
Gruplar	Ortalama	Ortalama	Ortalama
CH-AA%0,5	0,7030 ^b ±0,0010	0,5246 ^d ±0,0002	0,5001 ^t ±0,0009
CH-AA%1	0,7423 ^a ±0,0002	0,5866 ^c ±0,0022	0,6657 ^c ±0,0001
CH-AA%2	0,5887 ^g ±0,0001	0,4734 ^t ±0,0003	0,5378 ^g ±0,0002
CH-LA%0,5	0,5246 ^h ±0,0002	0,5246 ^d ±0,0003	0,5245 ^h ±0,0003
CH-LA%1	0,4989 ^t ±0,0003	0,4610 ^g ±0,0002	0,6018 ^d ±0,0002
CH-LA%2	0,6923 ^c ±0,0011	0,3971 ^h ±0,0003	0,6652 ^c ±0,0004
CH-PA%0,5	0,6531 ^e ±0,0003	0,5895 ^b ±0,0007	0,6784 ^b ±0,0000
CH-PA%1	0,6654 ^d ±0,0002	0,5890 ^b ±0,0002	0,5735 ^e ±0,0025
CH-PA%2	0,6416 ^t ±0,0016	0,4868 ^e ±0,0004	0,7175 ^a ±0,0007
Kontrol	0,6530 ^e ±0,0002	0,8207 ^a ±0,0015	0,5510 ^t ±0,0006

*Her üçünde de p=0,00 çıktığından dolayı (p≤0,05) istatistiksel olarak fark vardır.

*Sonuçlar yüzde (%) ± standart sapma olarak verilmiştir.

4.4. Çilek Örneklerinin Muhafazası Sırasında Meydana Gelen Ağırlık Kaybı

Kahramanmaraş merkezde bulunan halden özenle seçilip Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi'ne getirilen çilek meyveler teker teker tartım yapılarak kaplanmış ve muhafaza edilmiştir. Çizelge 4.4'te çileklerin tartım sonuçları verilmiştir.

CH-AA %0,5'lik uygulama örneğindeki çileğin muhafazanın ilk günü (0.gün) ağırlığı 15,4267 g iken 7.günün sonunda 13,315 g olarak tespit edilmiştir. Toplam da %13,69 ağırlık kaybı yaşamıştır.

CH-AA %1'lik uygulama örneğindeki çileğin muhafazanın ilk günü (0.gün) ağırlığı 15,4667 g iken 7.günün sonunda 13,315 g olarak belirlenmiştir. Toplam da %13,91 ağırlık kaybı gözlemlenmiştir.

CH-AA %2'lik uygulama örneğindeki çileğin muhafazanın ilk günü (0.gün) ağırlığı 17,1367 g iken 7.günün sonunda 14,945 g olarak gözlemlenmiştir. Toplam da %12,79 ağırlık kaybı meydana gelmiştir.

CH-LA %1'lik uygulama örneğindeki çileğin muhafazanın ilk günü (0.gün) ağırlığı 15,7067 g iken 7.günün sonunda 13,445 g olarak tespit edilmiştir. Toplam da %14,40 ağırlık kaybı yaşamıştır.

CH-LA %2'lik uygulama örneğindeki çileğin muhafazanın ilk günü (0.gün) ağırlığı 14,8767 g iken 7.günün sonunda 12,530 g olarak saptanmıştır. Toplam da %15,77 ağırlık kaybı yaşamıştır.

CH-PA %0,5'lik uygulama örneğindeki çileğin muhafazanın ilk günü (0.gün) ağırlığı 15,630 g iken 7.günün sonunda 13,205 g olarak tespit edilmiştir. Toplam da %15,52 ağırlık kaybı yaşamıştır.

CH-PA %1'lik uygulama örneğindeki çileğin muhafazanın ilk günü ağırlığı 15,4267 g iken 7.günün sonunda 13,470 g olarak tespit edilmiştir. Toplam da %12,68 ağırlık kaybı yaşamıştır.

CH-PA %2'lik uygulama örneğindeki çileğin muhafazanın ilk günü ağırlığı 17,040 g iken 7.günün sonunda 14,920 g olarak tespit edilmiştir. Toplam da %12,44 ağırlık kaybı yaşamıştır.

Muhafazanın ilk gününde (0.gün) ortalama ağırlığı 15,4267 g olan kontrol grubu örneğinin, muhafazanın 3.gününde 14,0550 g olduğu ve muhafazanın 7.gününde 12,470

g olduğu tespit edilmiştir. En yüksek ağırlık kaybının %18,43 ile kontrol grubu örneğinde saptanmıştır.

Muhafazanın 0.gününde ağırlığı 16,3767 g olan CH-LA %0,5'lik uygulamasındaki çilek örneğinin muhafazanın 3.günü 15,5650 g 'a düşmüştür. Muhafazanın son gününde (7.gün) 14,540 olarak tespit edilmiştir. Toplam da %11,22'lik bir ağırlık kaybı yaşayarak en az ağırlık kaybı CH-LA %0,5'lik uygulamada görülmüştür.

Kontrol grubu çilek örneği kitosan kaplamalı çilek örneklerinden daha fazla ağırlık kaybı yaşadığı gözlemlenmiştir. Kontrol grubu ile diğer kitosan kaplamalı uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark görülmüştür ($p \leq 0,05$).

Zhao (2004), çileğin besin değerini arttırmak ve depolanabilirliğini geliştirmek için kitosan+%5 GC (Gluconal® CAL) ve kitosan+ %2 VE (dl-a tocopheryl acetate) ile kaplama yapmış, 2 °C'de %88-89 bağıl nem de depolama yapmıştır. Bu çalışmanın sonunda çilekte ağırlık kaybı %10-13 saptamıştır. Kontrol grubu kaplama yapılmış çileklerden daha fazla ağırlık kaybı yaşamıştır. Çalışmamızdaki sonuçlar Zhao (2004)'nun bulduğu sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.4.Çilek örneklerinin muhafazası sırasında meydana gelen ağırlık kaybı

Ağırlık Kaybı	0.Gün	3.Gün	7.Gün
Gruplar	Ortalama	Ortalama	Ortalama
CH-AA%0,5	15,4267 ^{cd} ±0,23	14,5550 ^c ±0,32	13,315 ^c ±0,15
CH-AA%1	15,4667 ^{cd} ±0,27	14,6500 ^c ±0,27	13,315 ^c ±0,21
CH-AA%2	17,1367 ^a ±0,27	16,1050 ^a ±0,22	14,945 ^a ±0,26
CH-LA%0,5	16,3767 ^b ±0,14	15,5650 ^b ±0,23	14,540 ^b ±0,14
CH-LA%1	15,7067 ^c ±0,07	14,8700 ^c ±0,00	13,445 ^c ±0,04
CH-LA%2	14,8767 ^e ±0,09	13,7800 ^d ±0,11	12,530 ^d ±0,11
CH-PA%0,5	15,6300 ^c ±0,11	14,5600 ^c ±0,20	13,205 ^c ±0,14
CH-PA%1	15,4267 ^{cd} ±0,23	14,5950 ^c ±0,23	13,470 ^c ±0,21
CH-PA%2	17,0400 ^a ±0,15	16,0450 ^a ±0,09	14,920 ^a ±0,09
Kontrol	15,2867 ^d ±0,17	14,0550 ^d ±0,12	12,470 ^d ±0,17

*Her üçünde de $p=0,00$ çıktığından dolayı ($p \leq 0,05$) istatistiksel olarak fark vardır.

*Sonuçlar gram \pm standart sapma olarak verilmiştir.

4.5. Çileklerin Muhafazasındaki %Nem Miktarı

Muhafazanın 3.gününde kitosanla kaplanmış ve kontrol grubu çileklerdeki nem miktarı incelenmiş ve sonuç yüzde olarak hesaplanmıştır. Bu değerler Çizelge 4.5'te verilmiştir. Buna göre en yüksek nem içeriği CH-PA %2'lik uygulamasında (%95,8621) saptanmıştır. Bunu daha sonra sırasıyla kontrol grubu ve CH-PA %0,5'lik uygulama örnekleri takip etmektedir. Gruplar arasında en düşük nem içeriği ise CH-LA %2'lik uygulamada (%82,7576) olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile diğer kitosan kaplamalı uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark görülmüştür ($p \leq 0,05$).

Nuñez-Mancilla ve ark. (2011), çilekte nem içeriğini %89,77 olduğunu belirtmişler. De Souza ve arkadaşlarının (2014) yaptıkları çalışmada nem içeriğini %92,68 oranında saptamışlardır. Costa ve ark. (2015), organik ve geleneksel çileklerde çalışma yapmışlar ve nem içeriğini %91,48 olarak saptamışlardır. Çalışmamızdaki sonuçlar diğerlerinin çalışmalarıyla paralellik göstermiştir.

Çizelge 4.5. Çilek örneklerinin muhafazadaki % nem miktarı

%Nem	3.Gün
Gruplar	Ortalama
CH-AA%0,5	90,2541 ^e ±0,0021
CH-AA%1	90,3741 ^d ±0,0014
CH-AA%2	89,6122 ^s ±0,002
CH-LA%0,5	87,8343 ^l ±0,0022
CH-LA%1	88,9427 ^h ±0,0016
CH-LA%2	82,7576 ^l ±0,0017
CH-PA%0,5	94,0736 ^c ±0,0022
CH-PA%1	89,7759 ^t ±0,0016
CH-PA%2	95,8621 ^a ±0,0011
Kontrol	94,6473 ^b ±0,0005

*Her üçünde de $p=0,00$ çıktığından dolayı ($p \leq 0,05$) istatistiksel olarak fark vardır.

*Sonuçlar yüzde (%) \pm standart sapma olarak verilmiştir.

4.6. Çileklerin Muhafazasındaki % Kül Miktarı

Muhafazanın 3.gününde kitosanla kaplanmış ve kontrol grubu çileklerdeki kül miktarı incelenmiş ve sonuç yüzde olarak hesaplanmıştır. Bu değerler Çizelge 4.6'te verilmiştir. Buna göre en yüksek kül miktarı CH-PA %0,5'lik uygulamasında (%0,5046) saptanmıştır. Bunu daha sonra sırasıyla CH-LA %2'lik kitosanla kaplanmış çilek örneği ve kontrol grubu örneği takip etmektedir. Gruplar arasında en düşük kül miktarı ise CH-LA %0,5'lik uygulamada (%0,2167) olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile diğer kitosan kaplamalı uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark görülmüştür ($p \leq 0,05$).

Nuñez-Mancilla ve ark. (2011), çilekte kül miktarını %0,39, De Souza ve ark. (2014), %0,27 olarak, Costa ve ark. (2015) da %0,43 tespit etmişlerdir. Bulunan değerler çalışmamızdaki sonuçlara uyum sağlamaktadır.

Çizelge 4.6. Çileklerde kül miktarı

% kül	3.Gün
Gruplar	Ortalama
CH-AA%0,5	0,3056 ^l ±0,0014
CH-AA%1	0,3335 ^g ±0,0030
CH-AA%2	0,3594 ^e ±0,0007
CH-LA%0,5	0,2167 ^l ±0,0029
CH-LA%1	0,3434 ^t ±0,0022
CH-LA%2	0,4753 ^b ±0,0019
CH-PA%0,5	0,5046 ^a ±0,0049
CH-PA%1	0,3837 ^d ±0,0019
CH-PA%2	0,3270 ^h ±0,0008
Kontrol	0,4642 ^c ±0,0031

*Her üçünde de $p=0,00$ çıktığından dolayı ($p \leq 0,05$) istatistiksel olarak fark vardır.

*Sonuçlar yüzde (%) ± standart sapma olarak verilmiştir.

4.7. Çilek Örneklerinin Muhafazası Sırasında Toplam Aerobik-Mezofilik Bakteri Sayısında Meydana Gelen Değişimler

Farklı organik asitlerle çözündürülerek hazırlanmış kitosan kaplamalı çilek örnekleri ve kontrol grubu örneklerinde muhafaza boyunca aerobik-mezofilik bakteri sayısına etkisi Çizelge 4.7.'de gösterilmiştir.

Başlangıçta kontrol grubu çileğin aerobik-mezofilik bakteri yükü 3,9050 logkob/g'dır. En düşük aerobik-mezofilik bakteri yükü CH-PA %2'lik uygulamada 3,3350 logkob/g tespit edilmiştir. Muhafaza boyunca kitosan kaplamalı çilek örneklerinde aerobik-mezofilik bakteri yükü azalmış olup, kontrol grubu çilek örneğinde muhafaza boyunca aerobik-mezofilik bakteri yükü artmıştır.

CH-AA %2'lik uygulama aerobik-mezofilik bakteri yükünde etkili olup muhafazanın 3.gün (2,9690 logkob/g) ve 7. günlerinde (2,7130 logkob/g) en düşük değere sahip olduğu saptanmıştır. En yüksek değerler ise kontrol grubu örneklerinde görülmüştür.

Muhafazanın son gününde genel olarak bakıldığında toplam logaritmik azalışın en yüksek olduğu grubun CH-LA %1'lik uygulama (0,64 logkob/g'lık azalma) olduğu belirlenmiştir. Logaritmik azalışın en düşük olduğu grup ise CH-PA%0,5'lik (0,52 logkob/g'lık azalma) uygulamadır. Kontrol grubu ile diğer kitosan kaplamalı uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark görülmüştür ($p \leq 0,05$).

Durango ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada, kitosan+%4'lük nişasta kaplamanın havuçlar üzerindeki aerobik-mezofilik etkisini incelemişlerdir. Kaplamanın aerobik-mezofilik kontrolünde etkili olduğu, mikrobiyal yükün 15 günlük muhafaza süresinde (10 °C'de) 1,34 logkob/g'lık bir azalma olduğunu belirtmişlerdir. Kitosan kaplanan örneklerin aerobik-mezofilikbakteri sayısının kontrole göre daha düşük çıkması çalışmamızdaki sonuçları destekler niteliktedir.

Moreira ve ark. (2011), 20 gün boyunca brokoliler üzerinde yaptıkları çalışmada, % 2 kitosan kaplama uygulamasının aerobik-mezofilik bakteriler üzerine bakterisidal etkisinin, kaplanmamış örneklere göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir (1,5-2,5 logkob/g'lık azalma). Ghasemnezhad ve ark. (2012) 4°C'de 12 gün depolanan % 1 kitosan kaplamanın nar tanelerinin kontrol grubuna göre bakteriyal yüklerinde yarı yarıya azalma görüldüğünü belirtmişlerdir.

Çizelge 4.7.Çilek örneklerinin değişik depolama günlerinde toplam aerobik-mezofilik bakteri sayısı

Toplam Aerobik-Mezofilik Bakteri	0.Gün	3.Gün	7.Gün
Gruplar	Ortalama	Ortalama	Ortalama
CH-AA%0,5	3,3515 ^f ±0,0135	2,9855 ^g ±0,0045	2,7390 ^d ±0,0240
CH-AA%1	3,3720 ^e ±0,0010	2,9835 ^g ±0,0025	2,7405 ^d ±0,0065
CH-AA%2	3,3420 ^g ±0,0010	2,9690 ^h ±0,0070	2,7130 ^e ±0,0110
CH-LA%0,5	3,4355 ^b ±0,0045	3,1290 ^e ±0,0080	2,8035 ^c ±0,125
CH-LA%1	3,4240 ^c ±0,0050	3,1035 ^f ±0,0095	2,7840 ^c ±0,0090
CH-LA%2	3,3820 ^d ±0,0040	3,1210 ^e ±0,0090	2,7570 ^d ±0,0190
CH-PA%0,5	3,3745 ^{de} ±0,0025	3,1920 ^d ±0,0100	2,8510 ^b ±0,0110
CH-PA%1	3,3580 ^f ±0,0030	3,3360 ^b ±0,0060	2,7980 ^c ±0,0110
CH-PA%2	3,3350 ^g ±0,0050	3,3010 ^c ±0,0030	2,7545 ^d ±0,0145
Kontrol	3,9050 ^a ±0,0050	3,9620 ^a ±0,0030	4,0135 ^a ±0,0015

*Her üçünde de $p=0,00$ çıktığından dolayı ($p\leq 0,05$) istatistiksel olarak fark vardır.

*Sonuçlar logkob/g±standart sapma olarak verilmiştir.

4.8. Çilek Örneklerinin Muhafazası Sırasında Maya-Küf Sayısında Meydana Gelen Değişimler

Yüksek maya-küf miktarı gıdalarda bozulma göstergesi olarak değerlendirilebilmektedir. Çileklerde özellikle küfler muhafaza boyunca problem oluştururken, çileğin raf ömrü genellikle küf gelişimi nedeniyle sonlanmaktadır. *Botrytis cineria* ve *Rhizopus sp.* çilekte bozulma faktörü, en sık karşılaşılan küflerdir (Park ve ark., 2005; Tanada-Palmu ve Grosso, 2005).

Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda, farklı konsantrasyonlarda çözündürülerek hazırlanmış kitosan kaplamalı çilek örnekleri ve kontrol grubu örneklerinin maya-küf mikroorganizma sayıları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Kontrol grubu çilek örneklerinde muhafazanın ilk gününde 3,6505 logkob/g olarak saptanan maya-küf sayısı, muhafaza süresi boyunca artarak, 7.günde 3,8265 logkob/g'a yükselmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda, AA %0,5'lik, AA %1'lik, AA %2'lik, LA %0,5'lik, LA %1'lik, LA %2'lik, PA %0,5'lik, PA %1'lik, PA %2'lik konsantrasyonlardaki organik asitlerle hazırlanmış kitosan kaplamalı çilek örneklerinin maya-küf sayılarının, muhafazanın ilk günü kontrol grubu çilek örneklerine göre sırası ile 0,381 logkob/g, 0,384 logkob/g, 0,393 logkob/g, 0,375 logkob/g, 0,378 logkob/g, 0,380 logkob/g, 0,371 logkob/g, 0,378 logkob/g, 0,379 logkob/g daha az olduğu tespit edilmiştir ($p \leq 0,05$). Muhafaza boyunca bu fark anlamlı olarak artış göstermiş ve 7.güne geldiğinde sırası ile 0,835 logkob/g, 0,84 logkob/g, 0,862 logkob/g, 0,830 logkob/g, 0,84 logkob/g, 0,857 logkob/g, 0,838 logkob/g, 0,842 logkob/g, 0,856 logkob/g'a ulaştığı saptanmıştır ($p \leq 0,05$).

Muhafazanın ilk (0,393 logkob/g) ve son günlerinde (0,862 logkob/g) de en düşük maya-küf sayısına CH-AA%2'lik uygulama grubunda ulaşıldığı görülmüştür. En yüksek maya-küf sayısı kontrol grubu örneklerinden sonra ilk gün CH-PA%0,5'lik uygulama grubunda, son gün de CH-LA%0,5'lik uygulama grubunda saptanmıştır. Genel olarak bakıldığında organik asitlerin kendi içinde konsantrasyon oranı arttıkça maya-küf sayısında bir azalış gözlemlenmiştir. Kontrol grubu ile diğer kitosan kaplamalı uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark görülmüştür ($p \leq 0,05$).

Çalışmamızda kitosan kaplamalı çileklerle, kontrol grubu çilekleri karşılaştırdığımızda 4°C'de 7 gün depolama sonucunda kitosan kaplamalı çileklerin kontrol grubuna göre maya-küf yüklerinin daha düşük olduğu saptanmıştır. González-Aguilar ve ark. (2009)'nın yaptıkları çalışmada, taze kesilmiş papayalara uygulanan kitosan kaplamanın muhafaza sonunda kontrol grubuna göre maya-küf gelişimini inhibe etmesi açısından daha etkili olduğu belirtilmiştir. Bu açıdan sonuçlar çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Wang ve Gao (2012)'nin yaptıkları çalışmada da, kitosan kaplı çileklerde küf gelişiminin kontrol grubuna göre daha az tespit etmişlerdir. Perdonés ve ark. (2012) soğukta muhafaza edilen çileklere kitosan kaplama uygulamalarının antifungal etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Aynı zamanda limon esansiyel yağının kitosan solüsyonuna ilave edilmesi ile antifungal etkinin zenginleştiğini savunmuşlardır. Kitosan kaplamalı çilek örneklerinin kontrol grubuna göre maya-küf sayısının kontrol grubuna göre daha düşük çıkması çalışmamızdaki sonuçları destekler niteliktedir.

Çizelge 4.8. Çilek Örneklerinin Muhafazası Sırasında Küf-Maya Sayısında Meydana Gelen Değişimler

Küf maya	0.Gün	3.Gün	7.gün
Gruplar	Ortalama	Ortalama	Ortalama
CH-AA%0,5	3,2695 ^{bc} ±0,0025	3,2350 ^b ±0,0400	2,9920 ^{bc} ±0,0020
CH-AA%1	3,2665 ^{bc} ±0,0025	3,1810 ^c ±0,0040	2,9865 ^c ±0,0035
CH-AA%2	3,2580 ^c ±0,0020	3,1785 ^c ±0,0045	2,9645 ^d ±0,0055
CH-LA%0,5	3,2755 ^b ±0,0035	3,2330 ^b ±0,0030	2,9970 ^b ±0,0020
CH-LA%1	3,2730 ^b ±0,0030	3,1950 ^c ±0,0070	2,9865 ^c ±0,0025
CH-LA%2	3,2710 ^b ±0,0070	3,1880 ^c ±0,0050	2,9695 ^d ±0,0025
CH-PA%0,5	3,2795 ^b ±0,0015	3,2375 ^b ±0,0015	2,9890 ^{bc} ±0,0030
CH-PA%1	3,2725 ^b ±0,0045	3,1910 ^c ±0,0110	2,9845 ^c ±0,0055
CH-PA%2	3,2715 ^b ±0,0065	3,1950 ^c ±0,0070	2,9710 ^d ±0,0050
Kontrol	3,6505 ^a ±0,0175	3,7305 ^a ±0,0065	3,8265 ^a ±0,0125

*Her üçünde de $p=0,00$ çıktığından dolayı ($p\leq 0,05$) istatistiksel olarak fark vardır.

*Sonuçlar logkob/g±standart sapma olarak verilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya da ve ülkemizde üretimi oldukça yaygın olan çilek meyvesi hasat sonrası depolama esnasında, transfer edilirken ve yanlış ambalajlama tekniği sonucu mekanik hasara kolaylıkla uğrar. Nem oranının (%90 civarı) fazla olması nedeniyle mikrobiyal bozulmaya oldukça elverişli bir gıda olan çilek meyvesi, uygun ortam ve yöntemlerle muhafaza edilirse önlenebileceği saptanmıştır.

Bu çalışma da; yenilebilir film kaplaması olan kitosanın değişik konsantrasyonlardaki laktik asit, asetik asit ve propiyonik asit ile çözündürülerek elde edilen kaplama materyali ile çilek meyvesinin raf ömrü üzerine etkileri araştırılmıştır.

Çalışma sonucuna genel olarak bakıldığında, titre edilebilir asit miktarının maksimum olduğu değer (%0,8207) kontrol grubunda, minimum olduğu değer ise (%0,3971) CH-LA%2'lik uygulama grubunda saptanmıştır. Maksimum pH değeri (3,7850) CH-LA %1'lik ve CH-PA %1'lik uygulamada, minimum pH değeri ise (3,4167) CH-LA%0,5'lik uygulamada tespit edilmiştir. Maksimum SÇKM değeri (%11,8000) kontrol grubunda, minimum SÇKM değeri de (%6,4000) CH-AA%2'lik uygulama grubunda tespit edilmiştir. Muhafaza sonunda gerçekleşen ağırlık kaybı yüzde olarak en düşük (%11,22) CH-LA %0,5'lik uygulamada, en fazla ise (%18,43) ile kontrol grubunda gerçekleşmiştir. Muhafazanın 3.gününde yapılan kül tayininde, en yüksek kül miktarı (%0,5046) CH-PA%0,5'lik uygulamada, en düşük ise (%0,2167) CH-LA%0,5'lik uygulama da saptanmıştır. Yine aynı gün yapılan nem tayininde, nem içeriği en yüksek olduğu değer (%95,8621) CH-PA%2'lik uygulama da ve en düşük olduğu değer (%82,7576) CH-LA%2'lik uygulamada tespit edilmiştir. Toplam aerobik-mezofilik bakteri yükü maksimum olduğu değer (4,0135 logkob/g) kontrol grubunun son gününde ulaşılmıştır. Minimum aerobik-mezofilik bakteri yükü ise (2,7130 logkob/g) CH-AA%2'lik uygulamada saptanmıştır. Maya-küf sayım sonuçlarında en yüksek değer (3,8265 logkob/g) kontrol grubu örneklerinde, en düşük değer de (2,9645 logkob/g) CH-AA%2'lik uygulamada saptanmıştır. Kitosan kaplamalı çilekler, parlak kırmızımtırak renk olarak gözlemlenmiştir. Depolama esnasında kitosanlı kaplı çileklerin kontrol grubuna göre aromasını arttırdığı belirlenmiştir.

Çalışma sonucuna göre genel bir değerlendirme yapıldığında, yenilebilir kaplama materyali olarak kitosanın kullanılması çileklerin raf ömrünü artırma da, çilekte parlak renk oluşturup, aromasını arttırarak tüketici beğenisini arttırabileceği

kanaatine varılmıştır. Değişik antimikrobiyallerin farklı konsantrasyonlardaki bileşimlerinden oluşan kaplama yöntemi uygulanarak daha iyi sonuçlar elde edilebilir. Antimikrobiyal ilavesinin GRAS listesinde bildirilen değerler doğrultusunda kullanıldığı takdirde herhangi bir sağlık tehdidi de oluşturmaz. Bunun yanında sentetik ambalajlamalara göre yenilebilir film ve kaplamalar, çevre dostu olarak bilinmektedir. Değişen yaşam koşulları ve her geçen gün gelişen yeni teknolojiler ile daha çok araştırmalar yapılarak karşılaşılabilecek problemlerin önüne geçileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aday, M.S., 2011. Aktif Ambalajlama ve Yeni Muhafaza Yöntemleri ile Çileğin Raf Ömrünün Arttırılması. Doktora Tezi. 18 Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çanakkale.
- Agboh, O.C., Qin, Y., 1997. Chitin and Chitosan Fibers. *Polymers for Advanced Technologies*, 8(6): 355-365.
- Aider, M., 2010. Chitosan Application for Active Bio-Based Films Production and Potential In The Food Industry: Review. *Food Science and Technology* 43(6): 837-842.
- Akay, P., 2014, Kitosan Bazlı Hidrojellerin Enzimatik Modifikasyonu ve Karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi. Yalova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yalova.
- Anonim, 2008. Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council.
- Anonim, 2013a. Food and Agriculture Organization of The United Nations. <http://www.fao.org/home/en/> (Erişim tarihi: Kasım, 2015).
- Anonim, 2013b. Türk Gıda Kodeksi. <http://www.tarim.gov.tr/Mevzuat/Turk-Gida-Kodeksi> (Erişim Tarihi: Kasım, 2015).
- Anonim, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/Start.do> (Erişim tarihi: Kasım, 2015).
- AOAC, 2006. Official Method of Analysis. The Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia, USA.
- Atasay, A., Türemiş, N., Demirtaş, İ., Göktaş, A., 2006. Eğirdir (Isparta) Koşullarında Yaz Dikimi Yapılan Bazı Çilek Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özellikleri. II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu. s100-105.
- Ayana, B., Turhan, K. N., 2010. Gıda Ambalajlamasında Antimikrobiyel Madde İçeren Yenilebilir Filmler/Kaplamalar ve Uygulamaları. *Gıda*, 35 (2): 151-158.
- Baker, R.C., Hahn, P.W., Robbins, K.R., 1988. Fundamentals of New Food Product Development. *Elsevier Science Publishing Company*, New York U.S.A 290s.
- Berk, S., 2013. Bolu (Mudurnu) Ekolojik Koşullarında Organik Olarak Yetiştirilen Bazı Çilek Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6 (1): 68-72.
- Cemeroğlu, B., Yemencioğlu, A., Özkan, M. 2001. Meyve ve Sebzelerin Bileşimi Soğukta Depolanmaları. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, Ankara, S: 494, 328 s.

- Chien, Po-J., Sheu, F., Yang, F. H., 2007. Effect of Edible Chitosan Coating on Quality and Shelf Life of Sliced Mango Fruit. *Journal of Food Engineering*, 78(1): 225-229.
- Cho, Y. I., No, H.K., Meyers, S.P., 1998. Physicochemical Characteristics and Functional Properties of Various Commercial Chitin and Chitosan Products. *Journal Agricultural. Food Chemistry*, 46(9): 3839-3843.
- Costa, N., Kobi, H., Silva, P., Souza, J., 2015. Organic and Conventional Strawberry: Nutritional, Physical-chemical, Antioxidant and Pesticide Residues Composition. *The FASEB Journal*, 29 (1): Supplement 730.7.
- Çaklı, S., Kılınç, B., 2004. Kabuklu Su Ürünleri İşleme Artıklarının Endüstriyel Alanda Değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 21 (1-2): 145-152.
- Darmadji, P., Izumimoto, M. 1994. Effect of Chitosan in Meat Preservation. *Meat Science*, 38(2): 243-254.
- De Souza, V.R., Pereira, P.A.P., Da Silva, T.L.T., De Oliveira Lima, L.C., Pio, R., Queiroz, F., 2014. Determination of the Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Chemical Composition of Brazilian Blackberry, Red Raspberry, Strawberry, Blueberry and Sweet Cherry Fruits. *Food Chemistry* 156(1): 362-368.
- Demetgül, C., 2008. Katı Desteğe Tutturulmuş Oksim Bileşiklerinin ve Metal Komplekslerinin Sentezi ve Karakterizasyonu. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.
- Devlieghere, F., Vermeulen, A., Debevere, J., 2004. Chitosan: Antimicrobial Activity, Interactions with Food Components and Applicability as a Coating on Fruit and Vegetables. *Food Microbiology*, 21(6): 703-714.
- Du, J. M., Gemma, H., Iwahori, S., 1997. Effects of Chitosan Coating on the Storage of Peach, Japanese Pear And Kiwifruit. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 66(1): 15-22.
- Duran, M., 2013. Doğal Antimikrobiyal Katkılı Kitosan Kaplama İle Çileğin Raf Ömrünün Arttırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Durango A.M., Soares N.F.F. ve Andrade N.J., 2006. Microbiological Evaluation of an Edible Antimicrobial Coating on Minimally Processed Carrots. *Food Control*, 17(5): 336-341.
- Dursun, S, Erkan N. 2009. Yenilebilir Protein Filmlerve Su Ürünlerinde Kullanımı. *Journal of Fisheries Sciences*, 3: 352–373.
- Dutta, P.K., Tripathi, S., Mehrotra, G.K., Dutta, J., 2009. Perspectives for Chitosan Based Antimicrobial Films in Food Applications. *Food Chemistry*, 114(4): 1173-1182.

- El-Ghaouth, A., Arul, J., Asselin, A., Benhamou, N., 1992. Antifungal Activity of Chitosan on Two Post-harvest Pathogens of Strawberry Fruits. *Phytopathology*, 82: 398-402.
- El-Ghaout, A., Wilson, C.L., Wisniewski, M.E., 2004. Biologically Based Alternatives to Synthetic Fungicides for the Postharvest Disease of Fruits and Vegetables. (Editor: Naqvi, S.A.M.H.), Diseases of Fruits and Vegetables, ISBN: 978-1-4020-1823-7, The Netherlands, 686s.
- Gagne, N., 1993. Production of Chitin and Chitosan from Crustacean Waste and Their Use as A Food Processing Aid, Doktora Tezi, McGill University, Montreal, Canada 4,5.
- Garcia, M.A., Martino, M.N., Zaritzky, N.E., 2001. Composite Starch-Based Coatings Applied to Strawberries. *Nahrung*, 45(4): 267-272.
- Ghasemnezhad, M., Shiri M.A. ve Sanavi, M., 2010. Effect of Chitosan Coatings on Some Quality Indices of Apricot (*Prunus armeniaca L.*) During Cold Storage. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 8 (1): 25-33.
- Ghasemnezhad, M., Zareh S., Rassa M., Sajedi, R.H., 2012. Effect of Chitosan Coating on Maintenance of Aril Quality, Microbial Population and PPO Activity of Pomegranate (*Punica granatum L.*) at Cold Storage Temperature. *Journal of the Science of Food and Agricultural*, 93(2): 368-374.
- Gol, N.B., Patel, P.R., Rao, T.V.R., 2013. Improvement of Quality and Shelf-Life of Strawberries with Edible Coating Enriched with Chitosan. *Postharvest Biology and Technology*, 85: 185-195.
- González-Aguilar, G.A., Valenzuela-Soto, E., Lizardi-Mendoza, J., Goycoolea, F., Martínez Téllez, M.A., Villegas-Ochoa, M.A., Monroy-García, I.N. ve Ayala-Zavala, J.F., 2009. Effect of Chitosan Coating in Preventing Deterioration and Preserving the Quality of Fresh-Cut Papaya 'Maradol'. *Journal of the Science of Food and Agricultural*, 89(1): 15-23.
- Hakala, M., Lapvetelainen, A., Huopalathi, R., Kallio, H., Tahvonon, R., 2003. Effects of Varieties and Cultivation Conditions on the Composition of Strawberries. *Journal of Food Composition and Analysis*. 16(1): 67-80.
- Hancock, J.F., Luby, J.J., 1993. Genetic Resources At Our Door Step: The Wild Strawberries. *BioScience* 43(3): 141-147.
- Hancock, J.F., 1999. Strawberries. Crop Production Science in Horticulture, ISBN 0851993397, 250s.
- Harrigan, F. W., 1998. Laboratory Methods in Food Microbiology, 3th Edition. Academic Press. San Diego, Print Book. ISBN: 978-0123260437, USA, 532s.
- Hennink, W.E., Van Nostrum, C.F., 2002. Novel Crosslinking Methods to Design Hydrogels, Advanced. *Drug Delivery Reviews*, 54(1): 13-36.

- Hernández-Muñoz, P., Almenar, E., Valle, V.D., Velez, D., Gavara, R., 2008. Effect of Chitosan Coating Combined with Postharvest Calcium Treatment on Strawberry (*Fragaria* × *Ananassa*) Quality During Refrigerated Storage. *Food Chemistry*, 110 (2): 428-435.
- Illum, L., 1998. Chitosan and Its Use as a Pharmaceutical Excipient. *Pharmaceutical Research*, 15(9): 1326-1331.
- Jollès, P., ve Muzzarelli, R.A.A., 1999. Chitin and Chitinases, 340s.
- Jonathan, Z. K., Samuel, M. H., Katherine, A. M., 1999. Crosslinking of Chitosan Fibers with Dialdehydes: Proposal of a New Reaction Mechanism. *Journal of Polymer Science: Part B: Polymer Physics*, 37(11): 1079–1094.
- Kankonen, M. P., Hopia, A. I., Heinonen, M., 2001. Berry Phenolic and Their Antioxidant Activity. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 49(8): 4076-4082.
- Khor, E., 2001. Chitin, Fulfilling a Biomaterials Promise, Department of Chemistry, National University of Singapore, Republic of Singapore. Amsterdam. ISBN: 0080440185. 136.s.
- Kılıçel, İ., 2005. Bazı Çilek Çeşitlerinin Van Ekolojik Koşullarında Fide Verim Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Van.
- Knee, M., 2002. Fruit Quality and its Biological Basis. Sheffield Academic Press. Sheffield, United Kingdom. 113s.
- Li, Q., Dunn, E.T., Grandmaison, E.W., Goosen, M.F.A., 1992. Application and Properties of Chitosan. *Journal of Bioactive Compatible Polymers*, 7: 371-397.
- Lim, S.H., 2002, Synthesis Of A Fiber-Reactive Chitosan Derivative And its Application to Cotton Fabric as an Antimicrobial Finish and a Dyeing-Improving Agent. Yüksek Lisans Tezi. North Carolina State University. North Carolina. 183s.
- Lin, D. ve Zhao Y., 2007. Innovations in the Development and Applications of Edible Coatings for Fresh and Minimally Processed Fruits and Vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 6(3): 60-75.
- Liu, H., Du, Y., Xiaohui, W., Sun, L., 2004: Chitosan Kills Bacteria Through Cell-membrane Damage, *Internatioanl Journal of Microbiology*, 95(2): 147-155.
- Liu, X.D., Nishi, N., Tokura, S., Sakairi, N., 2001. Chitosan Coated Cotton Fiber: Preperation and Physical Properties. *Carbohydrate Polymers*, 44(3): 233-238.
- Lopes da Silva, F., Escribano-Bailon, M.T., Alonso, J.J.P., Rivas-Gonzalo, J.C., Santos-Buelga, C., 2007. Anthocyanin pigments in strawberry. *Food Science and Technology*, 40: 374-382.

- Maas, J. L., Wang, S. Y., Galetta, G. J., 1996. Health Enhancing Properties of Strawberry Fruit. (Editörler: Pritts, M. P., Chandler, C. K. and Crocker, T. E.). Proceeding of the V North American Strawberry Conference, Orlando, Florida. s.11-18.
- Mastromatteo, M., Conte, A., Del Nobile, M.A., 2010. Combined Used of Modified Atmosphere Packaging and Natural Compounds for Food Preservation. *Food Engineering Reviews*, 2(1): 28-38.
- Moreira, MR, Roura, SI, Ponce, A., 2011. Effectiveness of Chitosan Edible Coatings to Improve Microbiological and Sensory Quality of Fresh Cut Broccoli. *Food Science and Technology*, 44(10): 2335-2341.
- Nuñez-Mancilla, Y., Perez-Won, M., Vega-Gálvez, A., Arias, V., Tabilo-Munizaga, G., Briones-Labarca, V., Lemus-Mondaca, R., Di Scala, K., 2011. Modeling Mass Transfer During Osmotic Dehydration of Strawberries Under High Hydrostatic Pressure Conditions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 12(3): 338-343.
- Oh, H.I., Kim, Y.J., Chang, E.J., 2001. Antimicrobial Characteristics of Chitosans Against Food Spoilage Microorganisms in Liquid Media and Mayonnaise. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry* 65(11): 2378-2383.
- Özuygur, M. 2005. Adana Koşullarında Bazı Yerli, Amerika ve Avrupa Kökenli Çilek Çeşitleri İle Bazı Melez Çilek Genotiplerinde Verim, Meyve Kalite Kriterleri ve Bitki Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.166s.
- Park, S., Stan S.D., Daeschel M.A. ve Zhao Y., 2005. Antifungal Coatings on Fresh Strawberries (*Fragaria* × *ananassa*) to Control Mold Growth During Cold Storage. *Food Microbiology and Safety*, 70 (4): 202-207.
- Peker, İ., Oktar, F., Eroğlu, M., Morkoç, E., 2006. Kerevit Kabuklarından Kitin Üretilmesi ve Kesilmiş Sütün Suyundan Laktoz İzolasyonu İşleminde Kullanılması, TÜBİTAK Proje No: 104M017, Ankara.
- Perdones, A., Sánchez-González, L., Chiralt, A., Vargas, M., 2012. Effect of Chitosan-Lemon Essential Oil Coating on Storage-Keeping Quality of Strawberry. *Postharvest Biology and Technology*, 70: 32-41
- Pérez, A.G., Sanz, C., Olías, R., Ríos, J.J., Olías, J.M., 1999. Effects of Ozone Treatment on Postharvest Strawberry Quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(4): 1652-1656.
- Pinelli, S. A., Toledo, G.A., Esquerria, B.I., Luviano, S.A., Higuera, C.I., 1998. Shrimp Shell Waste As a Source of Chitin Biopolymers. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 48 (1): 58-61.
- Qi, H., Hu, W., Jiang, A., Tian, M., Li, Y., 2011. Extending Shelf-Life of Fresh-Cut 'Fuji' Apples with Chitosan-Coatings. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 12(1): 62-66.

- Rinaudo, M., 2006. Chitin and Chitosan: Properties and Applications. *Progress in Polymer Science*, 31: 603-632.
- Sagoo, S., Board, R., Roller, S., 2002. Chitosan Inhibits Growth of Spoilage Microorganisms In Chilled Pork Products. *Food Microbiology*, 19(2-3): 175-182.
- Savage, P.J., Savage, G.P., 1994. The Effect of Coating Apples on the Quality of Stored Apples. *Proceedings of the Nutrition Society of New Zealand*, 19: 129-133.
- Shahidi, F., Naczk, M., 1995. Food Phenolics, Chemistry, Effects, Applications. Technomic, USA.
- Shahidi, F., Arachchi J.K.V., Jeon, Y.J., 1999, Food Applications of Chitin and Chitosans. *Trends in Food Science and Technology*, 10(2): 37-51.
- Sharma, R.R., Singh, D., Singh, R., 2009. Biological Control of Postharvest Diseases of Fruits And Vegetables By Microbial Antagonists: A review. *Biological Control*, 50(3): 205-221.
- Singh, D., Sharma, R.R., 2007. Postharvest Diseases of Fruits and Vegetables and Their Management. (Editör: Prasad, D.), Sustainable Pest Management. Daya Publishing House, New Delhi, India.
- Singla, A.K., Chawla, M., 2001. Chitosan: Some Pharmaceutical And Biological Aspects-an update. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 53(8): 1047-1067.
- Suutarinen, J., Anakainen, L., Autio, K. 1998. Comparison of Light Microscopy and Spatially Resolved Fourier Transform Infrared (FT-IR) Microscopy in the Examination of Cell Wall Components of Strawberries. *Food Science and Technology*, 31(7-8): 595-601.
- Tanada-Palmu, P.S. ve Grosso, C.R.F., 2005. Effect of Edible Wheat Gluten-Based Films and Coatings on Refrigerated Strawberry (*Fragaria ananassa*) Quality. *Postharvest Biology and Technology*, 36(2): 199-208.
- Törrönen, R., Matta, K., 2002. Bioactive Substances and Health Benefits of Strawberries. *Acta Horticulturae*, 567(2):797-803.
- Türemiş, N., Özgüven, A.I., Paydaş, S., 2000. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Çilek Yetiştiriciliği. *Tübitak Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi Yayınları*. 36s.
- Valerie, T., Michael E., Mislivec P.B., Koch H.A. ve Bandler R., 2001. Bacteriological Analytical Manuel Chapter 18, *Yeasts, Molds and Mycotoxins*, Food And Drug Administration.
- Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A., González-Martínez, C., 2006. Quality of Cold-Stored As Affected by Chitosan-Oleic Acid Edible Coatings. *Postharvest Biology and Technology*, 41(2): 164-171.
- Velickova, E., Winkelhausen, E., Kuzmanova, S., Alves, V.D., Moldão-Martins, M., 2013. Impact of Chitosan-beewax Edible Coating on the Quality of Fresh

- Strawberries Under Commercial Storage Conditions. *Food Science And Technology*, 52(2): 80-92.
- Vilchez, S., Jovancic, P., Manich, A.M., Julia, M.R., Erra, P., 2005. Chitosan Application on Wool Before Enzymatic Treatment. *Journal of Applied Polymer Science*, 98(5): 1938-1946.
- Wang, S.Y., Gao, H., 2012. Effect of Chitosan-Based Edible Coating on Antioxidants, Antioxidant Enzyme System, and Postharvest Fruit Quality of Strawberries (*Fragaria x ananassa Duch.*). *Food Science and Technology*, 52(2): 71-79.
- Youn, S. K., Park, S. M., Kim, Y. J., Ahn, D. H., 1999. Effect On Storage Property And Quality In Meat Sausage By Added Chitosan. *Journal of Chitin and Chitosan Science*, 4(4): 189-195.
- Zhao, Y., 2004. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria × ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). *Postharvest Biology and Technology*, 33(1): 67-78.
- Zivanovic, S., Chi, S., Draughon, A.F., 2005. Antimicrobial Activity of Chitosan Films Enriched With Essential Oils. *Journal of Food Science*, 70(1): 45-51.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Gamze ÜTÜK
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 28.03.1990 Kayseri
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (534) 839 51 81
e-posta : g.utuk@hotmail.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	KSÜ/ Gıda Mühendisliği/K.maraş	2012
Lise	Aydınlıkevler Lisesi/Kayseri	2008

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2015	MEB	Gıda Teknolojisi Öğretmeni

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. DAL, Z., GİRAY, Y., KARA, M., ÜTÜK, G., **TURGAY,Ö. 2015.** KURUTULMUŞ MEYVE VE BAL İLE YAPILAN DOĞAL KURABIYE. PamukkaleGıda Sempozyumu III, Kurutulmuş ve Yarı Kurutulmuş Gıdalar, 13-15 Mayıs, 2015.

Hobiler