



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TAVUK VE BILDIRCIN YUMURTASI
MUHAFAZASINDA KİTOSAN KULLANIMI

ESİN DERELİOĞLU

DOKTORA TEZİ
BİYOMÜHENDİSLİK VE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2016

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TAVUK VE BILDIRCIN YUMURTASI
MUHAFAZASINDA KİTOSAN KULLANIMI

ESİN DERELİOĞLU

Bu tez,
Biyomühendislik ve Bilimleri Anabilim Dalında
DOKTORA
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2016

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Esin DERELİOĞLU tarafından hazırlanan “TAVUK VE BILDIRCIN YUMURTASI MUHAFAZASINDA KİTOSAN KULLANIMI” adlı bu tez, jürimiz tarafından 01/08/2016 tarihinde oy birliği/oy çokluğu ile Biyomühendislik ve Bilimleri Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Özlem TURGAY (DANIŞMAN)

Gıda Mühendisliği Bölümü
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. İnci ÇINAR (ÜYE)

Gıda Mühendisliği Bölümü
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Tülin Ç. RATHERT(ÜYE)

Zootečni Bölümü
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Kurban YAŞAR (ÜYE)

Gıda Mühendisliği Bölümü
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Hakan BOZDOĞAN(ÜYE)

Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü
Kırşehir Ahievran Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. M. 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, alıntı yapılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Esin
DERELİOĞLU



Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 2014/2-48D

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.

**TAVUK VE BILDIRCIN YUMURTASI
MUHAFAZASINDA KİTOSAN KULLANIMI
(DOKTORA TEZİ)**

ESİN DERELİOĞLU

ÖZET

Bu çalışmada, farklı organik asitlerle (asetik asit, laktik asit ve propionik asit) kitosan kaplama materyalleri hazırlanmıştır. Bu kaplama materyallerine, fenolik bileşenler (gallik asit ve kafeik aist) ilave edilmiştir. Hazırlanan kaplama materyalleri ile bildircin ve tavuk yumurtası kaplanmıştır. Kaplanmış ve kaplama yapılmamış örnekler mikrobiyel analiz için *Salmonella enteritidis* ve *Escherichia coli* ile kontamine edilmiştir. Hazırlanan kaplama materyallerinin antimikrobiyel etkisi ve raf ömrüne etkisi (ağırlık kaybı, haugh birimi, yolk indeksi, albümin pH'sı, mineral madde analizi, viskozite analizi, kabuk kırılma direnci ve mikrobiyel analizler) araştırılmıştır.

Kaplama materyalleri ile kaplanan, tavuk ve bildircin yumurtaları kontrol grubuna göre daha iyi iç (ağırlık kaybı, haugh birimi, yolk indeksi, albümin pH, albümin viskozite) ve dış (kabuk kırılma direnci) kalite değerlerine sahip olmuşlardır ($p<0,05$). Fenolik maddelerle zenginleştirilmiş kitosan kaplamanın mikrobiyolojik (*E. coli* ve *Salmonella enteritidis*) parametreler üzerine istatistiksel olarak önemli antimikrobiyel etkilerinin olduğu ($p<0,05$) tespit edilmiştir.

Araştırmadan elde edilen tüm veriler dikkate alındığında, kitosan kaplamanın yumurta iç kalitesi ve kabuk kırılma direncini etkin bir şekilde koruduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Kitosan, fenolik bileşenler, bildircin yumurtası, tavuk yumurtası, raf ömrü, *E. coli*, *Salmonella enteritidis*.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyomühendislik ve Bilimleri Anabilim Dalı, Ağustos / 2016

Danışman: Prof. Dr. Özlem TURGAY

Sayfa sayısı:90

**INVESTIGATION OF USING CHITOSAN FOR PRESERVATION CHICKEN
AND QUAIL EGGS
(Phd. THESIS)**

ESİN DERELİOĞLU

ABSTRACT

In this study, chitosan coating materials were prepared with different organic acids (acetic acid, lactic acid, and propionic acid). Phenolic compounds (gallic acid and caffeic acid) were added to this coating formulas. With the prepared coating material, quail and chicken eggs covered. Coated and uncoated samples were contaminated with *Salmonella enteritidis* and *Escherichia coli* for microbial analysis. Antimicrobial and shelf-life studies (weight loss, haugh unit, yolk index, albumen pH, mineral substance analysis, shell breaking strenght and microbial analysis) of the coating formulations that we have prepared investigated.

All chitosan coated chicken and quail egg samples were showed greater interior (weight loss, haugh unit, yolk index, albumen pH, microbiological analysis) and exterior quality (shell breaking strength) than uncoated ($p<0.05$). Coating with chitosan enriched phenolic compounds of the egg samples were caused statistically significant antimicrobiological effects on microbiological (*E. coli* ve *Salmonella enteritidis*) parameters ($p<0.05$).

Considering all of the data determined from the present study, it was found that chitosan coated preserves interior quality and shell breaking in eggs.

Key words: Chitosan, phenolic substances, quail eggs, chicken eggs, shelf-life, *E. coli*, *Salmonella enteritidis*.

University of Kahramanmaraş Sütçü İmam

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Bioengineering and Science, August / 2016

Supervisor: Prof. Dr. Özlem TURGAY

Page Numbers:90

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması süresince engin bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım ve çalışmamın her aşamasında sağladığı bilimsel katkılardan dolayı hocam Prof. Dr. Özlem TURGAY'a, her fırsatta bilgi ve birikimlerinden yararlandığım tüm hocalarıma teşekkür ederim.

Son olarak, bu günlere gelmemde her türlü maddi ve manevi desteklerini gördüğüm aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1.GİRİŞ	1
1.1. Yenilebilir Filmler ve Kaplamalar	2
1.1.1. Yenilebilir filmler ve kaplamaların sınıflandırılması	4
1.1.2. Film katkıları	5
1.1.3. Yenilebilir film ve kaplama üretim metotları	5
1.1.4. yenilebilir film ve kaplamaların gıdalara uygulama metotları	6
1.2. Kitosan	6
1.2.1. Kitin ve kitosanın tarihçesi	9
1.2.2. Kitin ve kitosanın fiziksel ve kimyasal özellikleri	10
1.2.3. Kitosanın antimikrobiyel ve antioksidan aktivitesi	11
1.2.4. Yenilebilir film ve kaplamaların gıdalara uygulama metotları	13
1.3. Fenolik Bileşikler	14
1.3.1. Flavonoidler	15
1.3.2. fenolik asitler	15
1.3.3. Fenolik bileşiklerin antioksidan özelliğe etkisi	16
1.4. Yumurta	16
1.4.1. Tavuk yumurtası	16
1.4.1.1. Tavuk yumurtasının kimyasal özellikleri	17
1.4.1.2. Tavuk yumurtasının morfolojik yapısı	20
1.4.1.3. Yumurtada kalite kriterleri	25
1.4.1.4. Yumurta muhafaza yöntemleri	29
1.4.2. Bildircin yumurtası	29
1.4.2.1. Ticari bildircin yumurtalarının depolanması	31
1.4.2.2. Bildircin yumurtası işleme teknikleri	31
1.5. Escherichia coli	32
1.6. Salmonella enteritidis	35
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	38
3. MATERYAL METOT	46

	<u>Sayfa No</u>
3.1. Materyal.....	46
3.1.1. Yumurta	46
3.1.2. Kitosan	46
3.1.3. Organik asitler	46
3.1.4. fenolik maddeler	46
3.1.5. Test suşları	47
3.2. Metod.....	47
3.2.1. Kaplama materyalinin hazırlanması.....	47
3.2.2. Mikrobiyel analizler için yumurtaların hazırlanması.....	47
3.2.3. Yumurtaların kaplanması.....	47
3.2.4. Yapılan analizler.....	48
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	54
4.1. %Ağırlık Kaybı Değerleri.....	54
4.2. Haugh Birimi Değerleri.....	56
4.3. Yolk İndeksi Değerleri.....	58
4.4. Albümin pH'sı Değerleri.....	59
4.5. Kabuk Kırılma Direnci Değerleri.....	61
4.6. Mineral Madde Değerleri.....	63
4.7. Albümin Viskozite Analiz Değerleri.....	65
4.8. Mikrobiyel Analiz Değerleri.....	66
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	71
KAYNAKLAR.....	74
ÖZGEÇMİŞ	90

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1.	Selüloz, kitin ve kitosanın kimyasal yapısı.....	7
Şekil 1.2.	Kitin ve kitosanın oluşumu.....	9
Şekil 1.3.	Yumurtanın morfolojik yapısı.....	21
Şekil 1.4.	Taze yumurtanın yandan ve üstten görünüşü.....	27
Şekil 1.5.	Bayat yumurtanın yandan ve üstten görünüşü.....	28
Şekil 1.6.	Taze ve bayat yumurtanın karşılaştırılması.....	28
Şekil 1.7.	Düz bir zemine kırılan yumurtaların görüntüsü.....	29
Şekil 3.1.	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği.....	46
Şekil 3.2.	Tavuk ve bıldırcın yumurtalarının kaplanması.....	47
Şekil 3.3.	Tavuk ve bıldırcın yumurtası ağırlıklarının ölçülmesi.....	48
Şekil 3.4.	Mikrometre ile tavuk yumurtası ak yüksekliğinin ölçülmesi.....	49
Şekil 3.5.	Mikrometre ile tavuk yumurtası sarı yüksekliğinin ölçülmesi....	50
Şekil 3.6.	pH metre ile yumurta albümin pH'sının ölçülmesi.....	50
Şekil 3.7.	Tavuk yumurtası kabuğunun kırılma direncinin ölçülmesi.....	51
Şekil 3.8.	Viskozimetre ile albümin viskozitesinin ölçülmesi.....	51
Şekil 3.9.	Mikroorganizma ekimi.....	52

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. Yenilebilir film ve kaplamaların bileşenleri ve etkileri kullanımı.....	4
Tablo 1.2. Kitin ve kitosan için yaygın kullanılan çözücüler.....	11
Tablo 1.3. Kitosanın gıda sanayinde farklı kullanım alanları.....	13
Tablo 1.4. Türkiye’de 2010-2014 yılları arasında kişi başına düşen yumurta üretim miktarı.....	17
Tablo 1.5. 58 gram kabuklu yumurtanın kimyasal bileşimi.....	18
Tablo 1.6. 50 gram yenilebilir yumurtanın içerdiği besin elementleri.....	18
Tablo 1.7. Yumurtanın yenilebilen kısımlarındaki vitaminler ve miktarları.....	20
Tablo 1.8. Yumurtanın yenilebilen kısmının mineral madde miktarı.....	20
Tablo 1.9. Yumurtayı oluşturan kısımların ağırlık ve % esasları.....	21
Tablo 1.10. Yumurta kabuğunun kimyasal bileşimi.....	22
Tablo 1.11. Yumurta albümininin kimyasal kompozisyonu.....	23
Tablo 1.12. Yumurta sarısının kimyasal kompozisyonu.....	24
Tablo 1.13. Ağırlığa göre yumurta sınıfları.....	25
Tablo 1.14. Bıldırcın ve tavuk yumurtalarının bazı mineral, vitamin miktarları ve enerji düzeyleri.....	31
Tablo 1.15. <i>E. coli</i> serotipleri.....	33
Tablo 4.1. Tavuk yumurtası % ağırlık kaybı varyans analiz sonuçları.....	54
Tablo 4.2. Bıldırcın yumurtası % ağırlık kaybı varyans analiz sonuçları...	55
Tablo 4.3. Tavuk yumurtası haugh birimi varyans analiz sonuçları.....	56
Tablo 4.4. Bıldırcın yumurtası haugh birimi varyans analiz sonuçları.....	57
Tablo 4.5. Tavuk yumurtası yolk indeks değeri varyans analiz sonuçları.....	58
Tablo 4.6. Bıldırcın yumurtası yolk indeks değeri varyans analiz sonuçları..	59
Tablo 4.7. Tavuk yumurtası albümin pH’sı varyans analiz sonuçları.....	60
Tablo 4.8. Bıldırcın yumurtası albümin pH’sı varyans analiz sonuçları.....	61
Tablo 4.9. Tavuk yumurtası kabuk kırılma direnci varyans analiz sonuçları.	62
Tablo 4.10. Bıldırcın yumurtası kabuk kırılma direnci varyans analiz sonuçları.....	62

Tablo 4.11.	Tavuk yumurtası mineral madde değerleri varyans analiz sonuçları.....	64
Tablo 4.12	Bıldırcın yumurtası mineral madde değerleri varyans analiz sonuçları.....	64
Tablo4.13.	Tavuk yumurtası albümin viskozitesi değerleri varyans analiz sonuçları	65
Tablo 4.14.	Bıldırcın yumurtası albümin viskozitesi değerleri varyans analiz sonuçları	66
Tablo 4.15.	Tavuk yumurtasında <i>E. coli</i> değerleri (log kob/g) varyans analiz sonuçları.....	67
Tablo 4.16.	Bıldırcın yumurtasında <i>E. coli</i> değerleri (log kob/g) varyans analiz sonuçları.....	68
Tablo 4.17.	Tavuk yumurtasında <i>Salmonella enteritidis</i> değerleri (log kob/g) varyans analiz sonuçları.....	68
Tablo 4.18.	Bıldırcın yumurtasında <i>Salmonella enteritidis</i> değerleri (log kob/g) varyans analiz sonuçları.....	69

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Ch	: Kitosan
AA	: Asetik Asit
LA	: Laktik Asit
PA	: Propionik Asit
GA	: Gallik Asit
CA	: Kafeik Asit
PEG	: Polietilen Glikol
HU	: Haugh Birimi
YI	: Yolk İndeksi
kob - cfu	: Koloni oluşturan birim - Colony Forming Unit
ATCC	: American Type Culture Collection

1.GİRİŞ

Yumurta, kanatlılardan elde edilen önemli bir besin maddesidir. İnsan organizmasının ihtiyaç duyduğu besin maddelerinin büyük bir kısmını içermesi açısından biyolojik değeri yüksektir. Tek olarak tüketilebildiği gibi pek çok ürünün işlenmesi sırasında emülgatör, nem tutucu, kabartıcı, renklendirici ve aroma verici olma özellikleri nedeniyle katkı maddesi olarak da kullanılmaktadır. Doğal ambalajı ile bayatlaması dışında hiçbir şekilde hile yapılamaması da yumurtayı diğer gıda maddelerine nazaran ayrı bir önem kazandırmaktadır.

Ülkemizde tavukçuluk, hayvancılık içerisinde hızla gelişen bir sektördür. Modern teknolojiyi uygulamada ileri ülkeler seviyesinde entegre tesislere sahiptir. 1950'den itibaren gelişmeye başlayan, 1970'li yıllardan sonra ticari mahiyette işletmelere dönüşen tavukçuluk sektörü, 1980'den sonra damızlıkçı işletmelerin kurulmaya başlaması ve 1987'de Bakanlığımızca Kaynak Kullanımı Destek Fonu uygulaması ile bugün ülke ihtiyacının dışında oldukça büyük bir ihracat kapasitesine ulaşmış durumdadır (Anonim, 2016a).

Artan nüfusun besin ihtiyacının karşılanması için yumurta üretiminin artırılmasının yanı sıra, kayıp oranının azaltılması ve raf ömrünün artırılmasıyla birlikte kalite değerlerinin korunması gerekmektedir. Yumurta sektöründeki ciddi problemlerin başında yumurta kabuğundaki çatlak ve kırılmaların yanında depolama sırasında yumurta iç kalitesinin hızla bozulması ve nem kaybı gelmektedir (Tayar, 2005). Ülkemizde 2014 verilerine göre yumurtanın kümeden alınıp gerek toptancı, perakendeci vasıtasıyla tüketiciye intikal, gerekse ihracata hazırlanması ile ilgili işlemler sırasında yaklaşık %2 oranında zayıt vardır (Anonim, 2016b). Bu nedenle yumurtaların dayanma süresini uzatmaya ve kabuk mukavemetinin artırılarak kırılma oranının azaltılmasına yönelik çalışmalar büyük önem kazanmıştır. Uygun ambalajlama ve muhafazanın yapılması ile söz konusu kayıplar en aza indirilerek yumurta kaybı en aza indirilebilir (Xie ve ark., 2002).

Yumurta kalitesinin korunması ve kabuk mukavemetinin artırılması için farklı kaplama materyalleri kullanılmakla birlikte bu konuda yapılmış olan çalışmalar yetersizdir. Bu çalışmada materyal olarak bildirin yumurtası ve tavuk yumurtası; kaplama materyali olarak çeşitli organik asitlerde hazırlanmış kitosan çözeltisi ve bu kaplama materyallerine fenolik madde ilave edilerek hazırlanmış çözeltiler kullanılarak, raf ömrüne ve kabuk mukavemetine etkileri araştırılmıştır. Ayrıca tavuk ve bildirin yumurtaları *Salmonella*

typhimurium ve *Escherichia coli* ile kontamine edilerek bu kaplama materyallerinin antimikrobiyel özellikleri araştırılmıştır.

1.1. Yenilebilir Filmler ve Kaplamalar

Gıdalarda, dış ortamla temas sonucu nem ve aroma kaybı, mikroorganizmalarla kontaminasyon ve oksidasyon gerçekleşerek raf ömrü, kalite ve duyu özellikler hızla azalmaktadır. Kullanılan ambalajlar çevrenin olumsuz etkilerine karşı gıdayı korumaktadır. Güvenilir, dayanıklı ve ekonomik olan plastik ambalajlar, meyve ve sebzeler başta olmak üzere neredeyse tüm gıda ambalaj sektöründe kullanılmaktadır. Son yıllarda gelişen sağlıklı gıda tüketimi bilinci ile biyolojik temellere dayalı muhafaza teknikleri önem kazanmıştır (Alak, 2012). Yenilebilir film ve kaplamalar gıdanın kalitesini korumak ve raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılan, doğal ve biyolojik olarak geri dönüşümlü maddelerden yapılmış olan çevreyi kirletmeyen ve çevrenin korunmasına katkıda bulunan bir ambalaj çeşitidir (Dursun ve Erkan, 2009).

Yenilebilir film ve kaplamalar yaklaşık 800 yıldır kullanılmakta olan bir uygulamadır. Vaksar ekşi meyvelerin dehidrasyonunu geciktirmek için, Çin'de 12. yüzyıldan beri kullanılmaktadır. Asya'da 15. yüzyıldan itibaren bazı gıdaların görünüşünü ve muhafazasını geliştirmek için kaynamış soya sütünden elde edilen protein bazlı bir film olan Yuba'dan yararlanılmaktadır. Büzülmeyi önlemek için etlerin yağlarla kaplanması 16. yüzyıldan beri uygulanmaktadır. 19. yüzyılda ceviz, badem ve fındıkların depolanması sırasında oksidasyonu ve bozulmayı önlemek için yenilebilir bir koruyucu kaplama olarak ilk kez sukroz kullanılmıştır (Debeaufort ve ark., 1998). ABD'de ise bu teknik ilk olarak 1930'lu yıllarda portakalların parafin mumlarla kaplanmasıyla hayata geçirilmiştir. Mumlar parlak bir yüzey yaratarak gıdanın istenilen görünüşsel özelliklerinin korunmasını sağlamış ve raf ömrünü artırmıştır (Conforti ve Zink, 2002).

Yenilebilir kaplama kısaca gıda ürününün yüzeyine yenilebilir materyalin ince tabaka halinde uygulanmasıdır. Yenilebilir film ve kaplamalar gıdaları korumak, raf ömrünü uzatmak amacıyla, gıdaya uygulanan, ince tabakalı, sentetik olmayıp doğal kaynaklardan elde edilen maddelerdir (Corbo ve ark., 2010; Falguera ve ark., 2011).

Yenilebilir film ve kaplamalar gıdanın muhafazası sırasında çevre ile etkileşimi kısıtlar, dolayısıyla bozulma geciktirilir. Ayrıca pişme esnasında gıdanın dağılmasını önleyici etki yaparak yağın gıda tarafından emilimini azaltır (Kılınççeker ve Doğan, 2002). Su buharı bariyer özellikleri ile yenilebilir kaplamalar, su kaybını asgariye indirirler

(Alleoni ve Antunes, 2004). Yenilebilir film ve kaplamalar ürün ile çevre arasındaki kütle transferini kontrol etmekte, bu kaplamalara eklenen antimikrobiyel ve antioksidan maddeler ise kaplama materyallerinin etkilerini artırmaktadırlar (Zevallos ve Krochta, 2003).

Yenilebilir film ve kaplamaların plastik materyallere göre avantajları şunlardır (Rhim ve Ng, 2007): Yenilebilir, biyolojik olarak parçalanabilir, gıdaların besinsel değerini artırır, gıdaların görünüş, koku, lezzet gibi duyuşsal karakteristiklerini geliştirir, paket hacmini ve ağırlığını azaltır, antimikrobiyel ajanlar ve antioksidanlarla birleşir ve taşıyıcı olarak görev yapar, ambalajsız ürünlerin raf ömrünü uzatır ve kalitesini yükseltir, nem, gazlar, yağlar ve çözünenlerin geçişini kontrol eder, aktif bileşenlerin çıkışını kontrol eder ve enkapsülasyon sağlar, düşük fiyatlı ve verimlidir, her yıl yenilenebilir kaynaklardır.

Yenilebilir kaplama uygulamaları, oksijen, karbondioksit ve aroma bileşenleri için seçici bariyer sağlayabilme, gıda ürünlerinin raf ömrünü uzatma ve gıda kalitesini iyileştirme potansiyeline sahiptirler (Andrade ve ark., 2012). Bu kaplamalar su ve oksijen geçirgenliğini sınırladığı için mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmalara karşı gıdayı korurlar (Betoret ve ark., 2001).

Yenilebilir film ve kaplamalar, gıdaya uygulama sırasında olumsuz etki yaratmaması için mümkün olduğunca kokusuz, tatsız, renksiz, saydam, berrak olmalı, gıda maddesi ile uyum göstermelidir. Filmler genellikle aşınmaya dayanıklı ve esnek olmalıdır, ayrıca farklı fonksiyonel ihtiyaçları (nem bariyeri, gaz bariyeri, suda çözünürlük vb.) karşılayabilmelidir. Bu fonksiyonel özellikler, filmi oluşturan polimerlerin yapısına ve filmin kompozisyonuna bağlıdır. Fonksiyonel özellikleri geliştirebilmek için plastifiye edici ajanlar, çapraz bağlanma ajanları, antimikrobiyel ve antioksidan ajanlar, aromalar film matriksine eklenebilir (Tharanathan, 2003).

Yenilebilir film ve kaplamalar çabuk bozulan gıdalarda, kalite kayıplarını azaltmak için başarıyla kullanılmaktadır. Son yıllarda çevre dostu olan ambalajlara olan ilginin artması, müşterilerin taze ürün tüketme istekleri, daha uzun raf ömürlü gıdalar ve taşıma sırasındaki zorlukları azaltma arzuları yenilebilir film ve kaplamalara olan ilgiyi artırmıştır (Diab ve ark., 2001).

Tablo 1.1. Yenilebilir film ve kaplamaların bileşenleri ve etkileri (Falguera ve ark., 2011).

Bileşenler	Etki
Gellan gum, alginat ve gellan gum, sorbik asit, benzoik asit, sodyum benzoat, sitrik asit	Fenoliklerin artması Gaz geçirgenliği fonksiyonu Antimikrobiyel
Potasyum sorbat	Antimikrobiyel
Nisinler, pediosin	Antimikrobiyel
Kitosan matrisinde natamisin	Antimikrobiyel
Hidroksipropilmetil selüloz matrisinde çay ağacı esansiyel yağı	Antimikrobiyel
Kitosan	Antimikrobiyel Raf ömrü uzatma Doku dayanıklılığı korunması Solunum oranı artması Fungustatik
Kitosan-oleik asit	Raf ömrü uzatma
Esansiyel yağlar	Antimikrobiyel ve antioksidan

Tabloda 1.2’ de yenilebilir film ve kaplama bileşenleri ve bunların etkileri görülmektedir. Yenilebilir film ve kaplama teknolojisi sayesinde, her gıda maddesine göre uygun bir kaplama malzemesi hazırlanarak, gıdaların ambalajlanması bütünüyle yenilebilir film ve kaplamalarla yapılabileceği düşünülmektedir (Akbaba, 2006).

1.1.1. Yenilebilir Filmler ve Kaplamaların Sınıflandırılması

Yenilebilir film ve kaplamalar, hidrokolloidler, lipitler ve kompozitler olmak üzere üçe ayrılır. Hidrokolloidler; proteinler ve polisakkaritleri, lipitler; vaks, asilgliserol ve yağ asitlerini, kompozitler ise bunların karışımlarını içermektedir (Valencia-Chamorro ve ark., 2011).

Polisakkaritler toksik değildir ve geniş kullanım alanına sahiptirler. Polisakkarit filmler zayıf su buharı bariyeri özellikleri nedeniyle suyun film dışına geçmesini sağlayarak film içinde yoğunlaşmayı ve mikrobiyel bozulmayı önler, gaz bariyer özellikleri iyi olup gıdaya kolaylıkla yapışır (Cha ve Chinnan, 2004). Kitosanın da çok iyi bir nem bariyeri olduğu, su kaybını, solunumu ve fungal enfeksiyonu azalttığı bilinmektedir (Koyuncu ve Savran, 2002).

Proteinler hidrofilik yapıda olduklarından nem ve sıcaklıktan çok fazla etkilenirler. Protein kaplamalar oksijen ve karbondioksit karşı çok iyi bariyer özelliği gösterirken suya karşı iyi bariyer değildirler. Protein kaplamaların yapısının açıklanması polisakkarit kaplamalara göre daha az çalışma alanı bulma nedeni yapısal matrislerinin sahip olduğu kompleks durumdur (Cha ve Chinnan, 2004).

Lipitler oda sıcaklığında katılaştıklarından aynı koşullardaki kaplamalara göre daha iyi su buharı bariyeri özelliği gösterirler (Olivas ve Canovas, 2005). Vakslar, reçineler, nötral lipitler ve yağ asitlerini içeren lipid bazlı kaplamalar diğer kaplama formundaki ajanlara iyi uyum gösterirler ve protein ve lipit kaplamalara göre yüksek su buharı ve gaz bariyeri özelliğine sahiptirler. Ancak lipit kaplamalar yapısal olarak bütünlük problemine sahiptirler, vakslı tat gibi arzu edilmeyen organoleptik özellikler ve kaygan yüzey problemi oluştururlar (Lin ve Zhao, 2007).

Yenilebilir filmler ve kaplamalar polisakkaritler, proteinler, ve/veya lipitlerin karışımından da elde edilerek her bileşenin farklı özelliklerini bir araya getirmek amacıyla da hazırlanabilirler. Proteinler iyi bir oksijen, karbondioksit bariyeri sağlarken, lipitlerin nem bariyer özelliği gelişmiştir (McHugh, 2000; Carmen ve ark., 2011).

1.1.2. Film Katkıları

Yenilebilir film ve kaplama çözeltilerine, kaplanacak materyalin özelliğine göre çeşitli maddeler eklenmektedir. Antimikrobiyeller, antioksidanlar, fungusitler, gıda güvenliğini artırmak için; vitaminler, aroma ve renk maddeleri de besin değeri ve kalitesini zenginleştirmek amacıyla film çözeltisine eklenebilirler (Caner ve Küçük, 2004). Yapılan çalışmalar kaplama materyaline eklenen katkıların (antimikrobiyeller, antioksidanlar, fungusitler, vitaminler, aroma ve renk maddeleri) kaplamalar içinde yer alması, tekil olarak uygulanmasından daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir (Olivas ve Canovas, 2005).

Yenilebilir film ve kaplamalara eklenen plastikleştirici maddeler mekaniksel özelliklerin geliştirilip film esnekliğinin artırılması için önemlidir (Carmen ve ark., 2011). Kaplama materyallerine eklenen plastikleştiricilerin, polimer zincir arasında yağ gibi davranarak sürtünme kuvvetini azalttığı, polimer-polimer arasındaki etkileşimleri bozarak mekanik özellikleri etkilediği ve plastikleştirme için gereken camsı geçiş sıcaklığını düşürdüğü düşünülmektedir (Leerehawong ve ark., 2012).

1.1.3. Yenilebilir Film ve Kaplama Üretim Metotları

Yenilebilir film ve kaplamalar, çözelti dökme (Polisakkarit ve protein özellikte olan kaplamaların çoğu su-etanol çözeltisinde çözünmektedir), eriterek dökme (Lipit filmler, katı katmanın eritilmesiyle üretilirler), ekstruzyon (Suda çözünmeyen film kaplamalar bu yöntemle levha halinde üretilebilirler) (Caner ve Küçük, 2004).

1.1.4. Yenilebilir Film ve Kaplamaların Gıdalara Uygulanma Metotları

Yenilebilir film ve kaplamaların uygulanmasında daldırma, püskürtme, dökme ve boyama olmak üzere dört farklı teknik kullanılmaktadır.

Daldırma metodunda, hazırlanmış olan kaplama çözeltisine kaplanmak istenen gıda maddesi daldırılır, fazla kaplama çözeltisi gıda üzerinden akıtılır ve gıda kurumaya bırakılır. Bu yöntemle düzgün olmayan yüzeylerin homojen bir şekilde kaplanması, kaplama materyalinin fazlasının uzaklaştırılması sağlanır. Büyük hacimli gıdaların kaplanmasına uygun değildir (Polat, 2007) .

Püskürtme yönteminde püskürtücüler altından ürün geçmektedir ve geçerken fırçalar yardımıyla spreyci olarak püskürtülen kaplama materyali yüzeye yayılmaktadır. Yüksek basınç ile (60-80 Psi) daha iyi bir kaplama sağlanmaktadır (Tharanathan, 2003). Bu yöntemin en önemli dezavantajı fazla miktarda kaplama çözeltisi kullanılmasıdır. Bu nedenle yardımcı süreçlerle ürün üzerindeki kaplamanın homojen bir şekilde dağıtılması sağlanmaktadır (Akbaba, 2006).

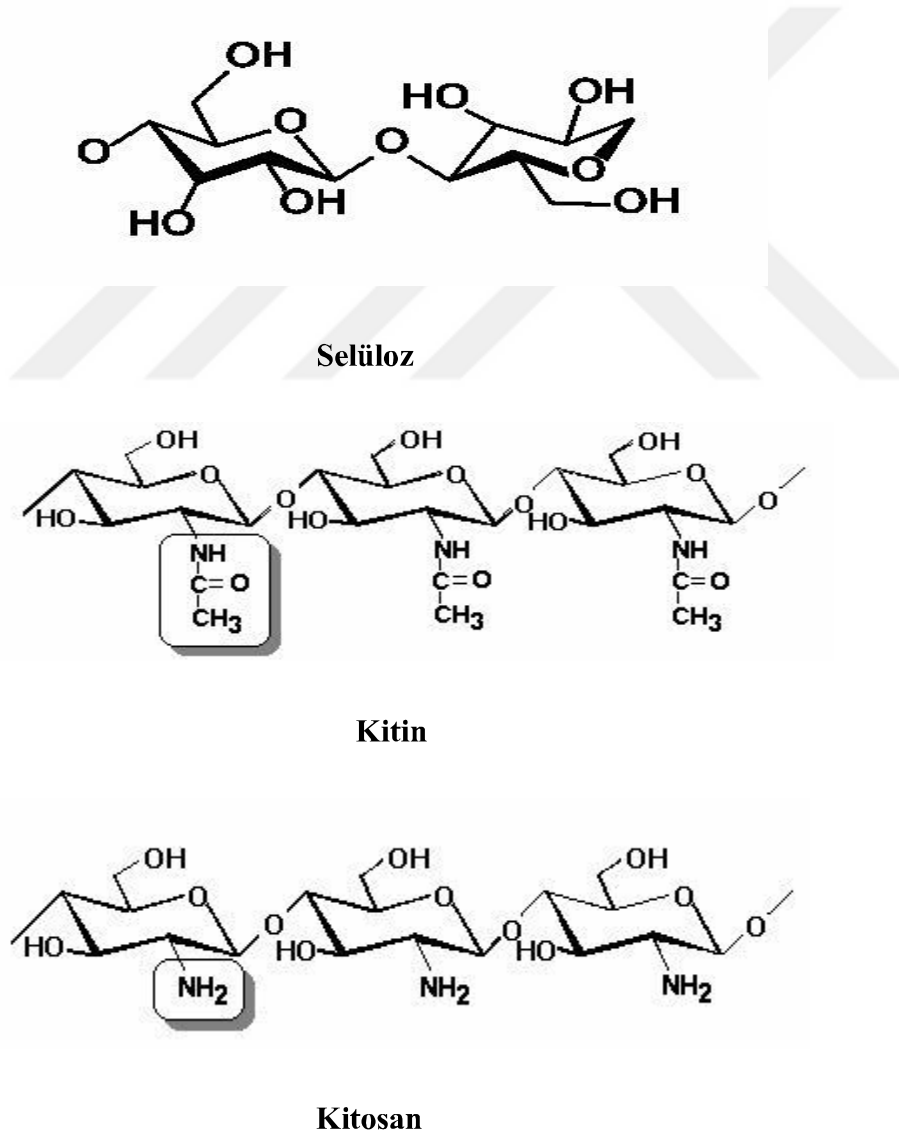
Dökme düzgün bir yüzey üzerine, film oluşturacak çözeltinin istenilen kalınlıkta dökülmesi, yayılması ve kurutulması ile film oluşturma yöntemidir. Ürünlerin yüzeyi fazla miktarda kaplama maddesi ile kaplandığında gaz geçirgenliği azaldığı için endüstriyel uygulaması yoktur (Akbaba, 2006; Polat, 2007).

Homojen ve ince bir tabaka elde edilecekse veya bir ürünün belli bir yeri kaplanacaksa boyama metodu kullanılmaktadır. Boyama metodunda, akışkan formdaki kaplama solüsyonu fırça yardımıyla boyama şeklinde ürüne uygulanmaktadır (Polat, 2007).

1.2. Kitosan

Kitin, selülozdan sonra yeryüzünde en çok bulunan doğal, toksik olmayan bir polisakkarittir. Karides yengeç, istakoz gibi deniz kabuklularının iskeletinden, böceklerden ve fungusların hücre yapısından elde edilmektedirler (Bhale ve ark., 2003; Çaklı ve Kılınç, 2004; Devlieghere ve ark., 2004; Möller ve ark., 2004; Suyatma ve ark., 2005). Deniz kabuklularından kitin eldesi her ne kadar ekonomik açıdan iyi olsa da funguslardan kitin eldesi daha avantajlıdır. Çünkü ham madde homojen bir yapıdadır ve demineralizasyon işlemi gerektirmez, ayrıca yıl boyunca ulaşılabilir özelliktedir (Kurt ve Zorba, 2005).

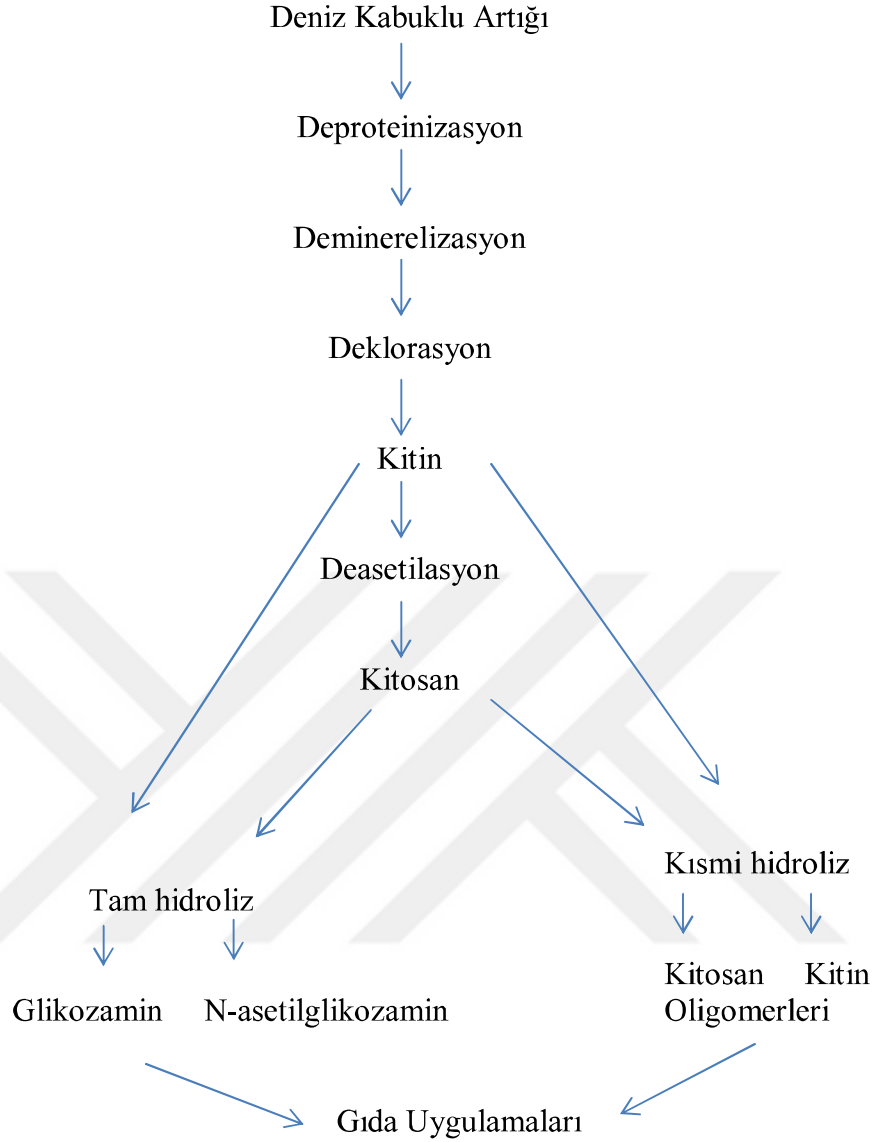
Polisakkarit hidrokolloidlerinden olan kitin, kabuklu hayvanların ve böceklerin vücudu destekleme materyali olup yaklaşık %70-90 oranında N-asetil-D-glikozaminden ve %10-30 D-glikozaminden oluşmaktadır. Kitin $\beta(1-4)$ glikozit bağı ile bağlı olup, 2-asetamido-2-deoksi- β -D-glikoz formundadır. Ayrıca kitin, beyaz, sert, esnek olmayan, azotlu bir polisakkarittir ve kıyı alanlardaki yüzey kirliliğinin temel kaynağıdır (Dikel, 2012). Kitosan, kabuklu deniz hayvanlarının kabuklarının ana bileşeni olan kitinin deasetilasyonu ile elde edilen, toksik olmayan, biyolojik olarak parçalanabilen, uyumlu ve fonksiyonel, antimikrobiyel aktivitesi ile potansiyel bir koruyucu madde olan doğal bir karbonhidrat polimeridir (Dutta ve ark., 2009; Carmen ve ark., 2011; Gürel İnanlı ve Karaton Kuzgun, 2012). Şekil de selüloz, kitin ve kitosanın kimyasal yapısı görülmektedir.



Şekil 1.1. Selüloz, kitin ve kitosanın kimyasal yapısı (Tarakçıoğlu ve ark., 2006).

Kitosan eldesinde ilk olarak kabuk üzerindeki doku kırıntılarının giderilmesi için yükseltilmiş sıcaklıklarda (65-100°C) seyreltik NaOH solüsyonu kullanılarak (%1-10) deproteinizasyon işlemiyle proteinlerin ayrılması sağlanır. Daha sonra deminerilizasyon işlemiyle kabukluların temel inorganik bileşeni CaCO_3 oda sıcaklığında seyreltik HCl solüsyonuyla giderilir. Bu işlemden sonra kabuklar yıkanır, pireslenerek su oranı %6'nın altına düşürülerek kitin elde edilir. Kitinin deasetilasyonunda, %40 NaOH içeren güçlü alkali ortamda, yüksek sıcaklıkta (120°C), 1-3 saat süreyle asetamit gruplarının hidrolizi gerçekleştirilir ve %70 deasetile kitosan üretilir (Şekil 1.2) (Ravi Kumar, 2000; Bostan ve ark., 2007; Peniche ve ark., 2008).

Kitosanın yapısında reaktif amino (NH_2) grupları bulunur. Bu serbest amino grupları kitosanın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin temelini oluşturur (Kong ve ark., 2010). Kitosan, biyo bazlı ambalaj materyalleriyle karşılaştırıldığında, mineral ve vitamin gibi fonksiyonel maddelerin içeriğine dahil edilebilmesi özelliğine sahip olması ayrıca iyi film oluşturma, geniş antimikrobiyel aktivite ve diğer maddelerle iyi uyumu sayesinde uygun bir kaplama materyali haline gelmektedir (Park ve ark., 2005; Dutta ve ark., 2009).



Şekil 1.2. Kitin ve Kitosanın oluşumu (Shahidi ve ark., 1999).

1.2.1. Kitin ve Kitosanın Tarihçesi

1811 yılında, Henri Braconnot kitini mantardan izole ederek keşfetmiştir. 1823'te kitini böceklerin dış iskeletlerinde bulan ve Yunanca 'zarf' anlamına gelen 'chitin' ismini veren Odier, böceklerde keşfetmiş olduğu kitinin, Braconnot'ın mantarda keşfetmiş olduğu kitinle aynı kimyasal yapıya sahip olduğunu fark etmiştir (Winterowd ve Sandford, 1995; Shahidi ve ark., 1999; Kurt ve Zorba, 2005).

Rouget, 1859'da kitinin kaynamayla ve potasyum hidroksitin yoğun çözeltisiyle muamelesi sonucu 'modifiye kitin' elde edildiğini ve bu 'modifiye kitinin' seyreltik organik asit çözeltilerinde çözünebildiğini savunmuştur. 1894 yılında Hoppe-Seiler

tarafından ‘modifiye kitin’ ‘chitosan’ olarak adlandırılmıştır. 1936’da Rigby, kitin ve kitosan ile yapmış olduğu çalışmalar ile patent almıştır. (Kurt ve Zorba, 2005).

1.2.2. Kitin ve Kitosanın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Kitin ve kitosanın moleküler yapıları benzer olmasına rağmen, kimyasal reaksiyonları ve fiziksel özellikleri birbirinden farklıdır. Her ikisi de reaktif hidroksil ve primer amino grubu içermesine rağmen kitosan, kitinden daha az kristalize haldedir. Kitin, yapısındaki molekül içi ve moleküller arası hidrojen bağları veya hidrofobik etkileşimler nedeniyle, kimyasal olarak daha yüksek stabiliteye sahiptir (Xua ve ark., 2005).

Kitin ve kitosan için iki önemli polimerik karakteristik vardır. Bunlardan birincisi deasetilasyon derecesi diğeri ise molekül ağırlığıdır. Kitin birçok çözücünde çözülmez. Kitosan ise deasetilasyon sonucu sıvı asidik çözeltilerde çözülmekte ve katyonik polielektrot yaratmaktadır. Kitin ve kitosanın yapısındaki hidrojen bağları katı durumda çok güçlüdür ve bu bağların kuvvetini azaltmak için çözücüler gereklidir (Hudson ve Jenkins, 2001).

Kitin ve kitosanın özellikleri, polioksi tuz oluşumu, film oluşturma yeteneği, şelat metal iyonları ve optik yapısal özelliklerinden kaynaklanır. Kitin yüksek hidrofobik özelliği nedeniyle suda ve çoğu organik çözücünde çözünemez (Ravi Kumar, 2000). Kitosan ise asetat, askorbat, laktat ve malat formunda zayıf organik solüsyonlu kitosan türevleri olarak suda çözünürken inorganik çözücülerde çözünürlüğü sınırlıdır (Erkan Koç ve Özkan, 2011).

Sulu ortamda düşük moleküler ağırlıklı kitosan, yüksek moleküler ağırlıklı kitosandan daha iyi çözünmektedir. 10000-100000 arasında değişen kitosan moleküler ağırlığı bakterilerin gelişmesini engellemeye yardımcı olmaktadır. Moleküler ağırlık çözünürlükle ilgili olup, hedeflenen mikroorganizmanın aktif kısmıyla tepkimede büyük önem taşır. Moleküler ağırlığı yaklaşık 9300 olan kitosan *Escherichia coli*’yi inhibe ederken, moleküler ağırlığı 2200 olan kitosan mikroorganizma gelişimine ivme kazandırmaktadır (Dutta ve ark., 2009; Aider, 2010).

Bu tür katkıların gıda uygulamalarında dikkat edilen en önemli özelliklerinden birisi de çözünürlükleridir. Çözünürlük derecesi kitosanı kitinden ayıran en önemli farklardan biridir. Kitinin çözünürlüğü sınırlı olup, kitin çözücü konusunda seçicidir. Kitosan formik asit, asetik asit, propiyonik asit ve laktik asit gibi birçok sulu asit çözeltilinde çözünebilmektedir. Aynı zamanda kitosanın polikasyonik özellikte olması

protein, anyonik polisakkaritler (alginat, karagenan, pektin vb.), yağ asitleri ve fosfolipitler gibi negatif yüklü olabilen bileşenlerde kolay bir şekilde etkileşime girmesini sağlamaktadır (Yen ve ark., 2005).

Tablo 1.2. Kitin ve kitosan için yaygın kullanılan çözücüler (Winterowd ve Sandford 1995).

Kitin Çözücüler	Kitosan Çözücüler
Dimetilformamid, lityumklorür	Formik asit, su
Dietilformamid, lityumklorür	Asetik asit, su
Hekzafloroizopropanol	Laktik asit, su
1,2-Kloroetanol, sülfirik asit	Glutamik asit, su

Tablo 1.3, kitin ve kitosan için en yaygın çözücülerini göstermektedir. Kitin için birkaç tane çözücü olmasına rağmen; kitosan neredeyse sulu asit çözeltilerinin tamamında çözünebilmektedir. Kitinin çözüldüğü tüm çözeltiler toksiktir ve bu yüzden gıda uygulamalarında kullanılması sakıncalıdır. Ancak kitosanın çözüldüğü birçok çözücü tüketim açısından sakınca oluşturmamaktadır. Kitosanın, birçok kimyasal reaksiyon için aktif kısım olan serbest amin gruplarına sahip olması onu kitine göre daha avantajlı hale getirmektedir (Demir ve Seventekin, 2009).

Kitosan C-2 pozisyonunda bir amino, C-3 ve C-6 pozisyonlarında birincil ve ikincil hidroksi grup olmak üzere 3 tane reaktif grup içermektedir (Erkan Koç ve Özkan, 2011). Kitosan pH 6'nın altında olduğunda glikozamin monomerlerinin C-2 gruplarının pozitif yüklü olmasından dolayı, kitine göre daha iyi çözünmekte ve daha yüksek antimikrobiyel aktivite göstermektedir. Dolayısıyla kitosanın tüm bu özellikleri, onu gıdalarda kullanımı açısından kitine oranla daha önemli yapmaktadır (Dutta ve ark., 2009).

1.2.3. Kitosanın Antimikrobiyel ve Antioksidan Aktivitesi

Kitosan, kitinden daha güçlü bir antimikrobiyel aktiviteye sahiptir. Antimikrobiyel aktivite kitosanın deasetilasyon derecesine, moleküler ağırlığına, ortamın pH'ın ve sıcaklığına bağlıdır. Bir deasetilasyon ürünü olan kitosan, gıda kaynaklı bakteri küf ve mantarlara karşı antimikrobiyel aktivitesi ile potansiyel koruyucu kaplama materyali olup antimikrobiyel etki mekanizması tam olarak belirlenememiştir (Gürel İnanlı ve Karaton Kuzgun, 2012). En geçerli görüş, pozitif yüklü kitosan moleküllerinin amino grupları sayesinde mikrobiyel hücrenin membranındaki makromoleküllerin negatif yükleriyle

etkileşimidir (No ve ark., 2007; Martinez-Camacho ve ark., 2010). İkinci mekanizmada ise kitosan iz metallere seçici bağlanarak şelatlama ajanı olarak hareket etmekte ve böylece mikrobiyel gelişimi ve toksin üretimini inhibe etmektedir (Dutta ve ark., 2009). Üçüncü mekanizmaya göre, düşük moleküler ağırlıklı kitosan hücre çekirdeğine girerek, DNA'ya bağlanmakta, mRNA ve protein sentezini inhibe etmektedir. Ayrıca çeşitli enzimlerin etkisini de inhibe etmektedir (No ve ark., 2007; Dutta ve ark., 2009; Martinez-Camacho ve ark., 2010).

Yüksek deasetilasyon derecesi kitosanın çözünürlüğünü ve yük yoğunluğunu artırır. Bunlar kitosanın bakteri hücrelerine yapışması için iki önemli faktördür. Düşük pH değerlerinde (pH 5,5'e kadar) antimikrobiyel aktivite artar. Çünkü asidik pH aralığında protonasyon ve çözünürlük daha yüksektir. Kitosanın antimikrobiyel aktivitesi 37°C'de buzdolabı sıcaklığından daha iyidir (Aider, 2010). Bozulma yapan ve patojenik mikroorganizmaların genellikle gıda ürün yüzeyinde gelişmesi nedeniyle antimikrobiyal ajanların film kaplama materyaline ilavesi bir avantajdır (Geraldine ve ark., 2008).

Kitosanın minimum inhibisyon konsantrasyonları, bakteri kültürüne bağlı olarak değişmekte ve bu değişim kitosanın depolimerizasyonuna ve asetilasyon derecesine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Kitosanın belli oranda hidrolizi, tuzlu ortamdaki mikrobiyel inhibisyonu artırmakta ve küf gelişimini önemli oranda engellemektedir. Ancak aşırı hidroliz, kitosanın antimikrobiyel etkisini kaybetmesine neden olduğundan, hidroliz seviyesi önemlidir (Agulló ve ark., 2003; Çaklı ve Kılınç, 2004; Devlieghere ve ark., 2004; Kurt ve Zorba, 2005). Kitosan, küf hücre duvarını indirgeyen ve bitki dokularında savunmayı sağlayan kitinaz enzimini uyarmasıyla geniş antifungal özelliğe de sahiptir (No ve ark., 2007).

Oksidasyon gıdalarda, yağlarda acılaşma, mikrobiyel gelişme, enzimatik kararma ve vitamin kaybı gibi birçok bozulmaya neden olarak ürünün raf ömrünün kısılmasına neden olur (Kurt ve Zorba, 2005). Kitosan, oksidatif reaksiyonu katalizleyen metallere şelat oluşturarak antioksidan etki göstermektedir (Agullo ve ark., 2003). Kitosanın antioksidan etkisi, farklı birçok radikali bağlama özelliğinden kaynaklanmaktadır. Bu reaksiyon kitosan molekülündeki amonyumdan gelen hidrojen iyonu ile serbest radikallerin tepkimeye girerek stabil bir molekül oluşturması ile açıklanmaktadır (Xie ve ark., 2002).

Kitosanın yüksek deasetilasyon derecesi ve düşük viskozitede antioksidan özelliği yüksektir (Kim ve Thomas, 2011). Kitosan antioksidan özelliği ile meyve ve sebzelerde

poligalakturanaz ve lipoksigenaz enziminin etkisini kısmen inhibe ederek oksidasyona engel olmaktadır (Huaqiang ve ark., 2004; Quipinga ve Wenshui, 2006).

1.2.4. Kitin ve Kitosanın Gıda Endüstrisinde Kullanım Alanları

Kitin ve kitosanın gıda endüstrisinde kullanım alanları oldukça geniştir (Tablo 1.4). Bu kullanım alanlarının yanı sıra kitosan sağlık çevre enerji ve kozmetik gibi alanlarda da kullanılmaktadır. Kitosanın toksik olmaması, serum kolesterol seviyesini düşürmesi ve tümör oluşumunu engelleyebilmesi nedeniyle de gıdalarda rahatlıkla kullanılabilir (Gallstedt ve Hedenqvist, 2004; Gümüşderelioğlu ve Özdemir, 2005). Yapılan çalışmalar deasetilasyon derecesi %85 ve üzerinde olan kitosanın gıdaların raf ömrünü uzatmada etkili olduğunu göstermektedir (Aranaz ve ark., 2009).

Tablo 1.3. Kitosanın gıda sanayinde farklı kullanım alanları (Shahidi ve ark., 1999).

Uygulama Alanı	Örnekler
Antimikrobiyel Ajan	Bakteriosid Fungusid Küf sayımı
Yenilebilir Film ve Kaplama Endüstrisi	Gıda ve çevre arasındaki kütle transferi Antimikrobiyel özellik Antioksidan etki Duyusal nitelikleri korur Sıcaklık kontrolü sağlar Enzimatik esmerleşmeyi kontrol altına alır Solunumu dengeler
Katkı Maddesi	Meyve sularının durultulması ve deasidifikasyonu Doğal lezzet artırıcı 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 katkısı
Gıda Atıklarının Değerlendirilmesi	Topaklaşmaya meyil Agar fraksiyonları
Suyun Arıtılması	Fenolik madde, pestisit metal iyonları ile etkileşim
Diğer Uygulamalar	Enzim immobilizasyonu Enkapsülasyon Analitik araç

Bunların yanı sıra sağlık, çevre, enerji ve kozmetik gibi alanlarda da kullanılmaktadır. Ayrıca, doğal olması, toksik olmaması, serum kolesterolü seviyesini düşürmesi ve tümör oluşumunu engelleyebilmesi gibi faydaları da vardır (Shahidi ve ark.,

1999; Gällstedt ve Hedenqvist, 2004; Gümüşderelioğlu ve Özdemir, 2005; Hudson ve Jenkins, 2001).

Kitosan, bazı enzimleri inaktive ederek, gıdalarda renk, antosiyanin, flavonoid ve toplam fenolik madde içeriğindeki değişimleri geciktirmekte ve bazı duyusal özelliklerdeki değişimi azaltabilmektedir. Seçici gaz geçirgenliği özellikleri ile kitosan filmler, uygulandıkları gıdanın raf ömrünü uzatırlar; antimikrobiyel özellikleri ile de bir nevi aktif paketleme teknolojisi sağlamaktadır (Jeon ve ark., 2002; Agullo ve ark., 2003; Batista-Banos, 2005; Kurt ve Zorba, 2005).

1.3. Fenolik Bileşikler

Sekonder metabolitler olarak da adlandırılan fenolik bileşikler, bitkiler aleminde çok geniş bir alana yayılmışlardır. Fenolik bileşikler en az bir hidroksil grubu (-OH) ve bunun fonksiyonel gruplarını içeren aromatik halkalı bileşiklerdir. En basit fenolik bileşik bir tane hidroksil grubu taşıyan benzendir ve fenol olarak adlandırılır. Birden fazla hidroksil kökü taşıyan fenolik bileşikler polifenoller olarak adlandırılırlar. Tüm fenolik bileşikler, basit fenollerdeki benzen halkasına farklı radikal grupların bağlanması ile oluşmuştur (Ignat ve ark., 2011).

Fenolik bileşikler bitkileri ultraviyole ışınlarından, hastalık ve zararlılardan korurlar. Renk ve aromaya katkıda bulunurlar, aynı zamanda bitkinin büyümesine ve üremesine yardım ederler (Frank, 2004). Bu bileşikler bitki dokularının normal gelişimi sırasında, enfeksiyon, yaralanma gibi stres koşulları altında sentezlenmektedirler. Meyvelerin keskinlik, sertlik, renk, aroma, koku ve oksidatif direncine katkıda bulunmaktadırlar. Ancak, fenolik bileşiklerin dokulardaki ve hücrelerdeki düzeyleri daime aynı değildir (Naczki ve Shahidi, 2004).

Farklı meyve ve sebzelerin toplam fenolik bileşik içerikleri arasında geniş bir çeşitlilik vardır. Bu farklılıklar bu bileşik gruplarının karmaşıklığından kaynaklanabilir. Örneğin, fenolik bileşikler meyvelerde hem serbest hem de bağlı formlarda bulunmaktadır. (Balasundram ve ark., 2005).

Fenolik bileşiklerin bitkileri fungal, bakteriyel etmenlere ve abiotik stres faktörlerine karşı koruduğu gözlenmiştir. Gallik, klorogenik, kafeik ve ferulik asitler gibi meyvelerdeki fenolik asitler antitümör, antioksidan, antikanserojen ve antitümör etkiye

sahiptirler. Fenolik bileşikler flavonoidler ve fenolik asitler olarak ikiye ayrılırlar (Owen ve ark., 2000).

1.3.1. Flavonoidler

Flavonoidler, büyük çoğunluğu bitkiler tarafından üretilen 4000'den fazla bileşiği içeren geniş bir ailedir (Casagrande ve Darbon, 2001). Bu bileşikler bitkinin büyüme ve gelişmesini etkiledikleri gibi, hastalık etmenlerine karşı savunma sisteminin de bir parçasını oluştururlar. Ayrıca farmakolojik, antimikrobiyel, antioksidan, antikanserojen özelliklerinin olduğu da bilinmektedir (Havsteen, 2002).

Flavonoidler, iki benzen halkası (A ve B) ve bu halkaları birbirine bağlayan, oksijen içeren piran veya piron halkasından (C) oluşan benzer şekilde sıralanmış C₆-C₃-C₆ iskeletine sahip bileşiklerdir. Bitkilerde en fazla glikozit türevi olarak bulunmalarına rağmen aglikonlar olarak da bulunurlar. Flavonoidler C halkasındaki değişiklik nedeniyle flavonoller, flavonlar, flavanonlar, izoflavonlar, flavanoller antosiyaninler olmak üzere altı gruba ayrılırlar (Nizamlioğlu ve Nas, 2010).

1.3.2. Fenolik Asitler

Fenolik asitler, hidroksisinamik asitler ve hidroksibenzoik asitler olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Genel olarak serbest halde bulunmazlar. Sahip oldukları karboksil grupları karbonhidratlar, glikozitler, aminoasitler veya proteinlerle reaksiyona girerek, alkollerle fenol esterler, amino bileşikleriyle de amidleri oluşturabilirler. Fenolik asitlerin büyük bir kısmı bitkilerde organik asitler veya şekerler ile esterleşmiş halde bulunurlar (Ignat, 2011).

Hidroksibenzoik asitler, benzoik asitten türemiş C₆-C₁ yapısında bir fonksiyonel karboksilik aside sahip fenolik bileşiklerdir. Hidroksibenzoik asitlerin yapısal farklılıkları aromatik halkanın hidroksilasyonundan ve metilasyonundan kaynaklanır (Naczka ve Shahidi, 2004). Hidroksibenzoik asitler hem serbest hem de esterleşmiş yapılarda bulunurlar. Bilinen en yaygın hidroksibenzoik asitler; gallik asit, parahidroksibenzoik asit, vanilik asit, siringik asit ve protokatekuik asittir. Hidroksibenzoik asitler genellikle malik asit ya da tartarik asit gibi alifatik organik asitlerle ya da flavonoidler gibi daha büyük yapıları fenolik bileşikler ile konjuge bağlı şekilde glikozitleri ya da esterleri halinde bulunurlar. (Acar ve Gökmen, 2005).

Hidroksisinamik asitler bitkilerde en fazla bulunan fenolik asitlerdir (Robbins, 2003). Başlıca hidroksisinamik asitler para-kumarik, ferulik, kafeik ve sinapik asitlerdir.

Hidroksisinamik asitler dondurma, sterilizasyon ve fermentasyon gibi işlenmiş gıdalar dışında nadiren serbest halde bulunurken; çoğunlukla kuinik, sikimik ve tartarik asitle, flavonoidler gibi daha büyük yapıları fenolik bileşiklerle ya da selüloz, lignin ve protein gibi bitki yapı maddeleri ile hidroksiasit esterleri olarak bulunurlar (Scalbert ve Williamson, 2000). Hidroksisinnamik asit türevidir olan kafeik asit hem serbest hem de esterleşmiş olarak bulunur (Manach ve ark., 2004).

1.3.3. Fenolik Bileşiklerin Antioksidan Özelliği Etkisi

İnsan organizmasında bulunan serbest radikaller; yağlar, proteinler ve nükleik asitler gibi farklı moleküllerin oksidatif deformasyonuna neden olmaktadır. Antioksidan bileşikler ise bu serbest radikalleri etkisiz hale getirme yeteneğine sahiptir ve aynı zamanda kanser, katarakt, beyinsel hastalıklar ve romatizma gibi hastalıkların önlenmesinde de rol oynamaktadırlar (Clifford, 1998).

Bitkilerdeki fenolik bileşikler antioksidan özellik bakımından vitamin E ve vitamin C'den daha etkilidir (Rene ve ark., 2001). Nektarin, şeftali ve erikte antioksidan aktivite ile fenolikler arasında güçlü bir korelasyon olduğu bulunmuştur (Gil ve ark., 2002). Fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesi, serbest radikalleri temizlemesi ve hidrojen atomlarını veya elektronlarını vermesinden kaynaklanmaktadır. Fenolik bileşiklerin yapıları serbest radikallerin belirlenmesinde bir anahtardır. Fenolik bileşiklerin sağlığa faydaları emilimine ve metabolizmasına bağlıdır (Balasundram ve ark., 2005).

1.4. Yumurta

1.4.1. Tavuk Yumurtası

Sağlıklı bir yaşam, büyüme, beyinsel ve zihinsel faaliyetlerin sürekliliği yeterli ve dengeli beslenme ile ilgilidir. Yeterli ve dengeli beslenme için gereksinim duyulan enerji, protein, vitamin ve minerallerin karşılanmasında hayvansal gıdalar ilk sırada yer almaktadır (Şengül, 2006).

İnsanların beslenmesinde, çocuklar ile gençlerin bedensel ve zihinsel gelişimde büyük öneme sahip bulunan, hayvansal kaynaklı gıda ürünlerinin, kişi başına düşen tüketim miktarının en azından fizyolojik gereksinimler doğrultusunda yeterli bir düzeye çıkarılması gerekmektedir (Cevger ve ark., 2005).

Yumurta, özellikle esansiyel aminoasitlerce zengin olmasından dolayı balık, et, ve süt gibi protein kaynağı olarak ele alınmakta ve biyolojik değeri 100 olarak kabul edilmektedir (Hasipek ve Aktaş, 1997). Yumurta, anne sütü dışında insanın ihtiyacı olan tüm besinleri içeren tek besin kaynağıdır (Tayar, 2005). Yumurta proteini, biyolojik değer bakımından diğer gıda maddeleriyle karşılaştırıldığı zaman %95’lik sindirilebilirlik değeri ile ilk sırayı almakta bunu %85 ile süt, %76 ile balık ve %74 ile sığır eti takip etmektedir (Çopur ve ark., 2004). Bir yumurtanın yaklaşık 80-85 kkal içermesinden dolayı kilo problemi olan veya özel diyetlerle beslenmesi gereken bireyler için önerilen bir gıda maddesidir (Yalçın ve ark., 2000).

Yumurta, vitamin ve mineral bakımından zengin bir gıda maddesidir. Başta Ca, P, Na, K olmak üzere Fe, Cu, S, Cl, I, Fl elementlerini içerir. Yağda eriyen A, D, E, K vitaminleri ile suda eriyen B grubu vitaminlerce de zengindir; sadece C vitamini bulunmaz (Şenköylü, 2001; Tayar, 2005).

Dünyada yumurta üretimi bakımından Türkiye; Çin, ABD, Hindistan, Japonya, Rusya, Meksika, Brezilya, Endonezya, ve Ukrayna’dan sonra 10. sırada yer almaktadır. Sağlıklı bir tavuk yılda ortalama 240 yumurta vermektedir. Ülkemizde yıllık üretim ortalama 931 bin ton’dur (Anonim, 2016c).

Tablo 1.4. Türkiye’de 2010-2014 yılları arasında kişi başına düşen yumurta üretim miktarı (Anonim, 2014).

Yıllar	Üretim (Milyar Adet)	Nüfus (1000)	Kişi Başına Üretim (Adet)
2010	12,737	73,223	174
2011	13,980	74,224	188
2012	15,677	75,627	207
2013	16,700	76,707	218
2014	17,607	77,695	226

1.4.1.1. Tavuk Yumurtasının Kimyasal Özellikleri

Yumurta yaklaşık olarak %11 kabuk, %31 sarı ve %58 akta oluşmaktadır (Aksoy ve ark., 2000). Kabuksuz bir yumurta %73,6 su, %12,8 protein, %11,8 lipid, %1 diğer organik bileşikler ve %0,8 inorganik iyonlardan oluşmaktadır (Çopur ve ark., 2004). Kabuklu yumurtanın ise; %65,6’sını su, %10,5’ini lipid, %0,9’unu karbonhidrat, %12,1’ini protein ve %10,9’unu mineral maddeler oluşturmaktadır (Mc Williams, 2001; Tayar, 2005).

Tablo 1.5. 58 gram kabuklu yumurtanın kimyasal bileşimi (%) (Yücel, 2000).

İçerik	Tüm Yumurta	Kabuk	Yumurta Akı	Yumurta Sarısı
Ağırlık (g)	58	6	33	19
Su	65,5	1,6	87,9	48,7
Kuru Madde	34,4	98,4	12,1	51,3
Protein	12,1	3,3	10,6	16,6
Yağ	10,5	Eseri	Eseri	32,6
Karbonhidrat	0,9	-	0,9	1,0
Mineral	10,9	95,1	0,6	1,1

Yumurta sarısının ana bileşeni %31,8-35,5 ile lipidler olup, sarıda yaklaşık olarak %15,7-16,6 protein, %1,1 mineral ve %0,2-1 karbonhidrat bulunmaktadır. Lipidler trigliserid, fosfolipid, kolesterol, serebrosid ve diğer iz miktardaki lipidlerden oluşmaktadır (Davis ve Reeves, 2002). Yumurtanın kimyasal bileşimi, sabit olmayıp kalıtıma, beslenme şekline ve bakım şartlarına göre değişiklik göstermektedir (Tablo 1.6) (Tayar, 2005).

Tablo 1.6. 50 gram yenilebilir yumurtanın içerdiği besin elementleri (Tayar, 2005).

Besin Elementi	Bütün	Beyaz	Sarı
Enerji (kcal)	75	17	59
Protein (g)	6,25	3,52	2,78
Toplam Yağ (g)	5,01	0	5,01
Toplam Karbonhidrat (g)	0,6	0,3	0,3
Yağ Asidi (g)	4,33	0	4,33
Doymuş Yağlar (g)	1,55	0	1,55
Tekli Doymamış Yağlar (g)	1,91	0	1,91
Çoklu Doymamış Yağlar (g)	0,68	0	0,68
Kolesterol (mg)	213	0	213
Tiamin (mg)	0,031	0,002	0,028
Riboflavin (mg)	0,254	0,151	0,103
Niasin (mg)	0,036	0,031	0,005
B ₆ Vitamini (mg)	0,070	0,001	0,0069
Folat (mcg)	23,5	1,0	22,5
B ₁₂ Vitamini (mcg)	0,50	0,07	0,43
A Vitamini (IU)	317	0	317
E Vitamini (mg)	0,70	0	0,70
D Vitamini (IU)	24,5	0	24,5
Kolin (mg)	215,1	0,42	214,6
Biotin (mcg)	9,98	2,34	7,58
Kalsiyum (mg)	25	2	23
Demir (mg)	0,60	0,01	0,59
Magnezyum (mg)	5	4	1
Bakır (mg)	0,007	0,002	0,004
İyot (mg)	0,024	0,0001	0,022
Çinko (mg)	0,55	0	0,52
Sodyum (mg)	63	55	7
Manganez (mg)	0,012	0,001	0,0012

Protein

Yumurta, biyolojik olarak yüksek değerli bir gıda olup, biyolojik değeri 100'dür. Yumurta proteini, diğer gıdaların proteinlerinin ölçülmesinde standart olarak kullanılır. Yumurta proteininden %97,3; süt proteininden %84,5; balık proteininden %76; sığır proteininden %74,3 oranında faydalanılmaktadır. Yumurta, insan vücudunda sentezlenemeyen ve besinlerle alınması gereken esansiyel amino asitleri yeterli ve dengeli oranda içermektedir (Yücel, 2000; Şenköylü, 2001; Tayar, 2005).

Yumurta akında bulunan ve antibiyotik etkisi belirlenen bir protein olan lizozim enzimi mikroorganizmaları tahrip etme yeteneğine sahiptir (Yalçın ve ark., 2000). Protein katabolizması sonucu oluşan üre ve diğer azotlu bileşiklerin karaciğer ve böbrek hastalarında az miktarda oluşması istenildiğinden, bu kişilerin diyetlerinde protein kaynağı olarak yumurta kullanılması sağlık açısından son derece uygundur (Ünver, 1987).

Lipit

Hayvansal kaynaklı bir besin olmasına rağmen yumurtanın yağ içeriğı düşüktür. Büyük bir yumurtada ortalama 4,5 gram yağ bulunur. Bunun 1,5 gramı doymuş yağ asitleri, diğer kısmı ise doymamış yağ asitleri şeklindedir (Tayar, 2005).

Yumurta kolesterolü, bitkiler aleminde bulunmayan, sadece hayvan organizmasının vücudunda sentezlenen $C_{27}H_{45}OH$ formülüyle gösterilen, lipid grubuna giren bir birleşiktir. Yapılan çalışmalar, yumurtadaki kolesterol miktarının 180-210 mg arasında olduğunu göstermiştir. Yumurta akında kolesterol yoktur. Lipidlerin çoğu yumurtanın sarı kısmında bulunmaktadır (Şenköylü, 2001).

Yumurta sarısının lipid içeriğı % 32-36 arasında değişir ve bunun ortalama % 62,2'sini olein ve palmitin, % 25,22'sini lesitin, % 5,3'ünü kolesterol oluşturmaktadır. Doymuş yağ asitleri bakımından zengin olan yumurta linoleik asit ve esansiyel yağ sitlerinin önemli bir kaynağıdır (Tayar, 2005).

Vitamin

Yumurta, yağda eriyen A, D, E, K vitaminleri ile suda eriyen B grubu vitaminleri önemli oranda içeren bir gıdadır. Besin kaynaklı vitamin D bakımından, balık karaciğer yağından sonra ikinci sırada yer almaktadır. Yumurta, vitaminlerden sadece C vitaminini içermez (Şenköylü, 2001; Tayar, 2005).

Tablo 1.7. Yumurtanın yenilebilen kısımlarındaki vitaminler ve miktarları (Tayar, 2005).

Vitaminler (mg)	Tüm Yumurta	Yumurta Sarısı	Yumurta Akı
Askorbik Asit (C)	0	0	0
Tiamin	0,044	0,043	0,002
Riboflavin	0,150	0,074	0,094
Niasin	0,031	0,012	0,029
Pantotenik Asit	0,864	0,753	0,080
Vitamin B ₆	0,060	0,053	0,001
Folasin (mcg)	32	26	5
Vitamin B ₁₂ (mcg)	0,773	0,647	0,021

Mineral Maddeler

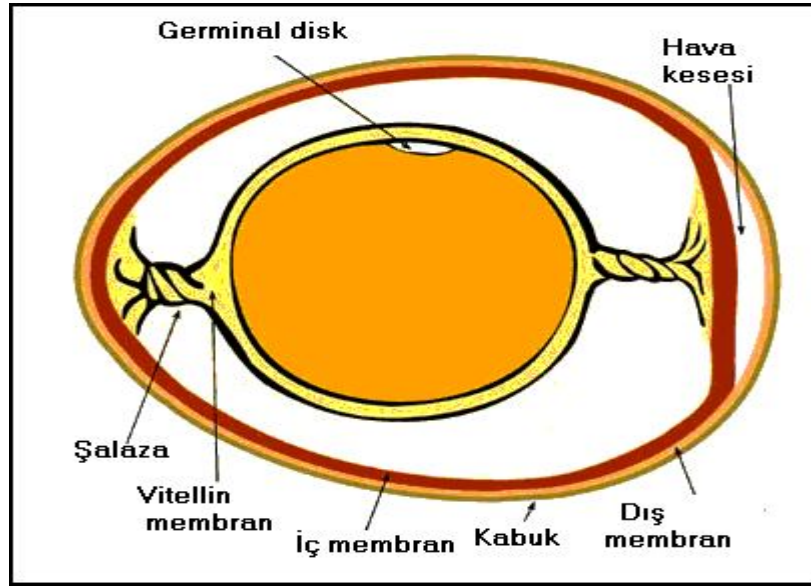
Yumurta özellikle büyüme-gelişme ve bağışıklık sisteminde rolü olan çinko minerali açısından iyi bir kaynaktır. Demir, fosfor, klor, bakır, magnezyum ve mangan gibi mineralleri yeterli miktarda içerir. Kalsiyumun çoğu yumurta kabuğunda bulunur. Yumurtada bulunan mineral maddelerden özellikle demir beslenme açısından çok önemlidir, organizma yumurtada bulunan demiri tamamen asimile eder. Demir kan yapımı için gereklidir. Ayrıca demirin büyüme, gelişme ve hastalıklardan korunmada da rolü vardır. Yetersizliğinde çocukların öğrenme yeteneği ve okul başarısı azalır (Şenköylü, 2001; Tayar, 2005).

Tablo 1.8. Yumurtanın yenilebilen kısmının mineral madde miktarları (Tayar, 2005).

Mineral (mg)	Tüm Yumurta	Yumurta Sarısı	Yumurta Akı
Kalsiyum	28	26	4
Demir	1,04	0,95	0,01
Magnezyum	6	3	3
Fosfor	90	86	4
Potasyum	65	15	45
Sodyum	69	8	50
Çinko	0,72	0,58	0,01

1.4.1.2. Tavuk Yumurtasının Morfolojik Yapısı

Yumurta dıştan içe doğru sırasıyla; kabuk, kabuk zarı, hava keseleri, yumurta akı (sıvı albümin ve katı albümin), şalaza, yumurta sarısı ve embriyodan oluşur (Şekil 1.3) (Mc Williams, 2001; Tayar, 2005).



Şekil 1.3. Yumurtanın morfolojik yapısı (Tayar, 2005).

Tablo 1.9. Yumurtayı oluşturan kısımların ağırlık ve % esasları (Şenköylü, 2001).

Kısımlar	Ağırlık (g)	Yüzde (%)
Kabuk ve kabuk zarları	6,4	11
Yumurta akı	32,9	57
Yumurta sarısı	8,7	32
Toplam	58	100

Tabloda 1.9’da görüldüğü gibi, hem ağırlık hem de % olarak incelendiğinde, yumurtanın büyük bir kısmını albümin oluşturmaktadır. Kabuk ve zarların oranı, iri ve küçük yumurtalarda aynı olup; yumurta sarısı iri olan yumurtalarda küçüklere oranla daha büyüktür (Şenköylü, 2001).

Kabuk

Yumurtanın en dış kısmını kaplayan, yumurtaya şekil ve rengini veren, yumurtanın içini dış etkilerden koruyan tabakadır. Yumurta kabuğunun rengi ait olduğu hayvana göre farklıdır. Bazı tavuk ırklarının esmer renkteki yumurta kabuk rengi porfirinden ileri gelmektedir. Genellikle Akdeniz ırklarında beyaz, Asya ırklarında kahverengi ve sarı renkler hakimdir. Yumurtanın kabuk rengi ile bileşimi arasında herhangi bir ilişki bulunmamaktadır (Yücel, 2000; Tayar, 2005).

Kabuğun % 94’ünü inorganik maddeler ve geriye kalan kısmını su ve organik maddeler oluşturmaktadır (Tablo 1.10). İnorganik maddenin büyük bir kısmını kalsiyum karbonat (CaCO_3) oluşturur. Ayrıca az miktarda Mg, P ve Mn içerir. Organik kısmı ise glikoprotein yapıdadır ve kabuğa homojen bir şekilde yayılmamıştır (Şenköylü, 2001).

Tablo 1.10. Yumurta kabuğunun kimyasal bileşimi (Tayar, 2005).

Unsur	Miktar (%)
Kalsiyum karbonat	93,7
Magnezyum karbonat	1,0
Kalsiyum fosfat	1,0
Organik maddeler	3,3
Su	0,1

Yumurtayı dış etkilere koruyan kabuğun kalınlığı 0,2-0,4 mm arasındadır ve oldukça sert bir yapıdadır. Kabuğun üzerinde bulunan gözenekler (por) nem ve gaza karşı geçirgendir. Bu porların sayısı yaklaşık olarak 7500-17000 arasındadır. Porların en yoğun bulunduğu kısım küt üç, sonra yumurtanın orta kısmı, en az bulunduğu kısım ise yumurtanın sivri ucudur (Yücel, 2000; Şenköylü, 2001).

Yumurta uterusdayken organik maddelerden oluşan ve kütikül adı verilen bir tabakayla örtülüdür. Bu tabaka kayganlığı ile yumurtlama olayını kolaylaştırmaktadır. Kütikül, porların yüzeyini kaplayarak yumurtaya mikroorganizma girişini engeller. Ancak bu tabaka yumurtlamadan kısa bir süre sonra kurur ve zamanla koruyucu özelliğini kaybeder (Tayar, 2005).

Kabuk zarı, yumurta kanalındaki salgı hücrelerinden oluşan bir salgı ürünüdür. Glikoprotein yapısında olup, kreatin liflerden oluşur. İç ve dış kısımlarda olmak üzere iki tanedir. Dışta bulunan içtekinin üç katı kalınlıkta olup kabuğa sıkı sıkı bağlıdır (Yücel, 2000). Kabuk zarları; kuluçkaya konan yumurtalara oksijen geçişi sağladığı gibi, yumurtaya mikroorganizma girişini engeller ve yumurtanın kurumasını önler (Şenköylü, 2001).

Hava Keseleri

Yumurtanın yumurtlandığı andaki sıcaklığı tavuğun vücut sıcaklığıyla aynı yani 41°C'dir. Ortam sıcaklığının daha düşük olması nedeniyle yumurtanın iç kısmında yer alan yapılar büzülür ve kabuktaki porlardan hava girerek hava kesesini oluşturur. Hava boşluğunun hacmi, yumurtadaki nemin buhar halinde porlardan atılması ve yumurta içeriğinin giderek küçülmesiyle ve dolayısıyla bekleme süresiyle alakalıdır. Hava keselerinin sık ve büyük oluşu en büyük bayatlık göstergesidir (Berardinelli ve ark., 2003).

Yumurta Akı (Albümin)

Yumurtanın hacim ve ağırlık bakımından en büyük kısmını albümin oluşturmaktadır (%57). Albümin ortalama %88 su ve %12 kuru maddeden oluşmaktadır.

Ancak kurumadde oranı, çeşitli koşullara göre %9-15 arasında değişebilmektedir (Kovacs-Nolan ve ark., 2005; Tayar, 2005).

Tablo 1.11. Yumurta albümininin kimyasal kompozisyonu (Şenköylü, 2001).

İçerik	Yüzde (%)	Gram (g)
Su	87,9	28,9
Protein	10,6	3,5
Yağ	-	-
Karbonhidrat	0,9	0,3
Kül	0,6	0,2
Toplam	100	32,9

Yumurta sarısı ile kabuk zarı arasında kalan boşluğu yumurta akı oluşturur ve katı albümin ve sıvı albümin olmak üzere ikiye ayrılır (McWilliams, 2001). Yumurta akında ovalalbümin, konalbümin, ovomukoid, lizozim, G₂ globulin, ovomusin, flavoprotein, ovoglikoprotein, ovomakroglobulin, ovoinhibitör ve avidin gibi protein yapılı moleküller bulunmaktadır (McWilliams, 2001; Kovacs-nolan ve ark., 2005).

Yumurta akının büyük bölümünü oluşturan ovalbümünde glutamik asit, lösin, alanin ve aspartik asit gibi aminoasitler yer almaktadır. Yumurta akının %0,9'unu oluşturan karbonhidratların, %0,4'ünü serbest haldeki glikoz geriye kalan %0,5'ini ise karbonhidrat-peptit bileşikleri oluşturur (Yücel, 2000).

Yumurta akı, bulutsu ve yeşilimsi-sarı renktedir. Bu rengi laktoflavin (Vitamin B₂) vermektedir. Yüksek sıcaklıkta proteinler denatüre olduklarından albümin, beyaz renge dönüşmektedir. Albüminde, iz halinde kolesterol ve kreatin de yer almaktadır. Yaklaşık %0,6 oranında bulunan mineral maddeler ise kükürt, potasyum, sodyum, klor, fosfor, kalsiyum ve magnezyumdur. Silisyum, kurşun, bor, bakır, alüminyum, flor, iyot, mangan, molibden, vanadyum, titan ve çinko da iz elementler olarak yer almaktadır (Lucisano ve ark., 1996; Yücel, 2000; Şenköylü, 2001).

Taze bir yumurta düz bir zemine kırılıp yandan ya da üstten bakıldığında yumurta sarısını çevreleyen katı ve sıvı olmak üzere iki albümin tabakası görülür. Katı albümin yumurta sarısını çevreleyen kısımdır. En dışta kalan kısım ise daha sıvı yapıdan olan sıvı albümin tabakasıdır (Meuer ve Egbers, 1990; Şenköylü, 2001).

Yumurta akının, yumurta sarısını sarması ve albümin vizkozitesi nedeniyle yumurta sarısının kabukla teması engellenmektedir. Yumurta akı, mikroorganizmaların üremelerini güçleştiren antimikrobiyel etkiye sahiptir (Kovacs-Nolan ve ark., 2005).

Katı albümin, yumurta tazeliği ile yakından ilişkilidir. Bu tabaka, zamanla ve sıcaklığın, pH'nın, karbondioksit kaybının da etkisiyle sıvı albümine dönüşür. Maillard reaksiyonu ile yumurta proteinlerinin bağ yapısı değişir. Katı albümin yumurtada bir kalite kriteri olup, en önemli bayatlık göstergesidir (Silversides ve Scott, 2001; Şenköylü, 2001; Berardinelli ve ark., 2003).

Yumurta albümini vitellin membran ve şalazayı da içerir. Vitellin membran, katı albüminden oluşan jelatin görünümünde ince bir film tabakası olup yumurta sarısını sıkı bir şekilde sarar (McWilliams, 2001; Tayar, 2005).

Vitellin membran kalınlaştıktan sonra uzanan lifleri şalaza adı verilen yapıyı oluşturur. Şalaza, vitellin membranla birlikte yumurta sarısının, yumurta akı içinde yumurtanın uzun eksenini boyunca sivri ve küt uçları arasında, ortada asılı kalmasını sağlar. Yumurta bayatladıkça şalaza gerilir ve ileri bayatlamalarda kopar (Yücel, 2000).

Yumurta Sarısı (Yolk)

Yumurta sarısı, yumurta akından hem miktar hem de bileşim bakımından oldukça farklıdır. Tablo 1.12'de yumurta sarısının bileşimi verilmiştir (Şenköylü, 2001). Yumurta sarısı, yumurtanın merkezinde yer alır ve küre şeklindedir. Kesiti incelendiğinde iç içe bulunan, açık koyu halkalardan oluştuğu gözlemlenir. Bu durum sarı rengi veren karotenoidin yoğunluk farklılığından kaynaklanmaktadır. Yumurta sarısının rengi açık sarı-koyu turuncu arasında değişmektedir ve rengi yemle birlikte alınan ksantofiller oluşturur. Yumurta sarısının rengi ile besleyiciliği arasında bir ilişki yoktur (Tayar, 2005).

Tablo 1.12. Yumurta sarısının kimyasal kompozisyonu (Şenköylü, 2001).

İçerik	Yüzde (%)	Gram (g)
Su	48,7	9,1
Protein	16,6	3,1
Yağ	32,6	6,1
Karbonhidrat	1,05	0,2
Kül	1,05	0,2
Toplam	100	18,7

Fosfor, kalsiyum, magnezyum, klor, potasyum, sodyum, kükürt ve demir yumurta sarısında bulunan başlıca elementler; silisyum, bakır, kurşun, brom, flor, mangan, alüminyum, titan, iyot, arsenik ve vanadyum da yumurta sarısında bulunan iz elementlerdir (Yücel, 2000). Besin maddelerince en yoğun kısım yumurta sarısıdır. Yumurta sarısı, protein bakımından yüzde olarak düşünüldüğünde, albüminden daha yoğundur ancak miktar olarak düşünüldüğünde albüminden daha azdır (Şenköylü, 2001).

Yumurta sarısındaki proteinler vitellin, vitellinin, fosvitin ve livetindir. Vitellin, fosfor içeren lipoidlere bağlanmış olan nükleoalbümin; fosvitin bol miktarda fosfor içeren bir proteid; levitin, suda eriyen ve globüline benzer özellikler taşıyan bir proteindir. Taze bir yumurta sarısı, %9,6 livetin, %38,6 lipovitellinin, %47,5 lipovitellin ve %4,3 diğer proteinli maddelerden oluşmaktadır (Yücel, 2000; McWilliams, 2001; Tayar, 2005).

Yumurta sarısındaki lipoproteinler aspartik asit, treonin, serin, glutamik asit, prolin, glisin, alanin, valin, methionin, lösin, izolösin, tirozin, fenil alanin, lisin, histidin, arjinin, triptofan ve sistin aminoasitlerinden oluşmaktadır (Yücel, 2000). Yumurta sarısı yağında, kolesterol, renk maddeleri, palmitin ve stearin trigliseritleri, serbest yağ asitleri ve fosfatidler bulunmaktadır (Yücel, 2000).

1.4.1.3. Yumurtada Kalite Kriterleri

Yumurtalar fiziksel ve kimyasal özellikleri dikkate alınarak sınıflandırılırlar. Yumurtaların değer ve fiyat üzerinden pazarlanabilmesi için sınıflandırılmaları oldukça önemlidir (Şenköylü, 2001). Ağırlıklarına göre yedi farklı gruba ayrılırlar (Tablo 1.13).

Tablo 1.13. Ağırlığa göre yumurta sınıfları (Anonim, 2014).

Sınıflar	Ağırlık (g)
1	70
2	65-70
3	60-65
4	55-60
5	50-55
6	45-50
7	45

Türk Standartları Enstitüsü'nün tavuk yumurtasına ilişkin hazırladığı stadartta yumurtalar; natürel, konserve ve sanayiye mahsus yumurtalar olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Natürel yumurtalar, yumurtlandıktan sonra hiçbir fiziksel veya kimyasal işlem görmeksizin piyasaya sunulan yumurtalardır. Konserve yumurtalar, tavuktan alındıktan sonra koruma amacıyla kimyasal ve fiziksel metotlarla işlem gören yumurtalardır (Şenköylü, 2001).

Kabuğun temizliğine ve hasarsızlık haline, içindeki hava boşluğunun yüksekliğine, akının berrak olup olmamasına, sarısının durumuna ve içerdiği mikroorganizmalara göre yapılan incelemeler sonucu elde edilen veriler itibariyle yumurtalar kalitelerine göre şu şekilde sınıflanmıştır (Anonim, 2014).

A Sınıfı Yumurta-Taze Yumurta

Kütikula ve yumurta kabuğu: Normal, temiz ve hasarsız.

Hava boşluğu: 6mm'den yüksek olmayacak ve hareket etmeyecek.

Yumurta akı: Berrak, saydam, jel kıvamında ve yabancı madde içermeyecek.

Yumurta sarısı: Işık muayenesinde merkezde yuvarlak gölge şeklinde homojen olarak görülecek, membranda yırtık olmayacak. Yumurtanın döndürülerek hareket ettirilmesinde merkezden belirgin şekilde ayrılmayacak ve yabancı madde içermeyecek.

Mikroorganizma: Yumurta içeriği gözle görülür hiçbir mikroorganizma kolonisi ve parazit içermeyecek.

B Sınıfı Yumurta-Depo Yumurta

Yumurta kabuğu: Normal, temiz veya hafifi kirli ve hasarsız.

Hava boşluğu: 9mm'den yüksek olmayacak.

Yumurta akı: Berrak, saydam olacak ve yabancı madde içermeyecek.

Yumurta sarısı: Işık muayenesinde yumurta sarısında yabancı madde görülmecektir.

Mikroorganizma: Yumurta içeriği gözle görülebilir hiçbir mikroorganizma kolonisi ve parazit içermeyecek.

C Sınıfı Yumurta-Depo Yumurta

A ve B sınıfı yumurta özelliklerini taşımayan yumurtalar C sınıfı yumurtalardır. Bu yumurtalar ancak gıda sanayiinde kullanılabilir, direkt tüketime sunulmazlar.

Yumurta kalite kriteri olan albümin yüksekliğinin ölçümü için özel bir mikrometre kullanılarak haugh birimi hesaplanır. Yine aynı mikrometre kullanılarak albümin indeksi ve yolk indeksi hesaplanır. Sıcaklığın da etkisiyle bu değerler yumurtanın raf ömrü boyunca azalma gösterir (McWilliams, 2001; Silversides ve Scott, 2001; Berardinelli ve ark., 2003).

Depolama süresince porlardan nem ve karbondioksit kaybı sonucu yumurta ağırlığı azalmaktadır. Karbondioksit kaybı albümin pH'sını önemli ölçüde etkilemektedir. Taze yumurtanın pH'sı ortalama 7,6 iken, yumurta bayatladıkça bu değer 9,4'e kadar yükselmektedir (Berardinelli ve ark., 2003).

Taze Yumurta ve Özellikleri

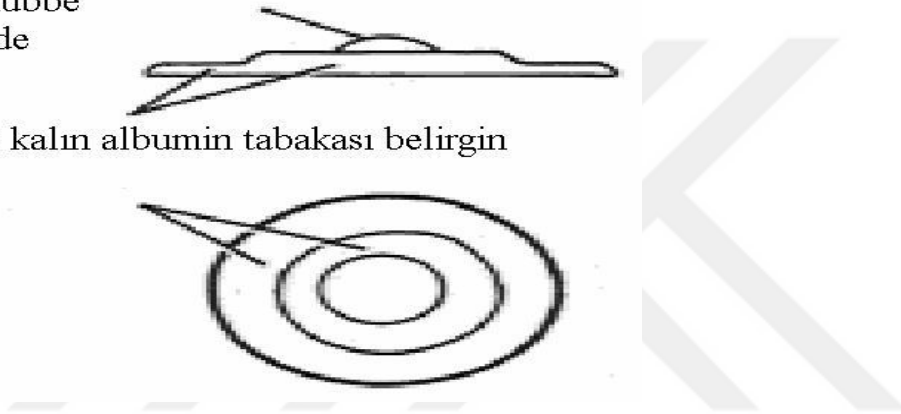
Yumurta düz bir zemine kırıldığında yumurta sarısı ortada, etrafında katı (kalın) albümin, onun etrafında sıvı (ince) albümin yer alır (McWilliams, 2001). Yumurta sarısı yukarı doğru bombeleşmiştir ve katı albümin yüksekliği fazladır (Meuer ve Egbers, 1990). Katı albüminin rengi sarı-yeşil olup, bulutsu bir görünüme sahiptir (Şenköylü, 2001). Taze yumurtada albümin pH'sı yaklaşık olarak 7,6'dır (Tayar, 2005).

Taze yumurtaya üstten bakıldığında en içte yumurta sarısı, etrafında katı albümin ve onun da etrafında sıvı albümin olmak üzere 3 katman görülür (Şekil 1.4).

Taze Yumurta

Sarı, kubbe
şeklinde

İnce ve kalın albumin tabakası belirgin



Şekil 1.4. Taze yumurtanın yandan ve üstten görünüşü (Tayar, 2005).

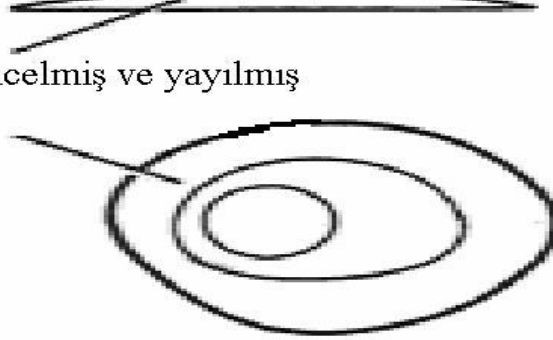
Bayat Yumurta ve Özellikleri

Yumurtanın, depolama süresi boyunca katı albümin tabakası hızla sıvılaşır, viskozitesi azalır ve yumurta sarısından uzaklaşır. Yumurta sarısı yukarı doğru bombe özelliğini kaybeder ve yavaş bir şekilde yayılmaya başlar. Katı albümin, sıvı albümine karışarak yüksekliğini kaybeder (Avan ve Alişarlı, 2002; Tayar, 2005).

Bayat Yumurta

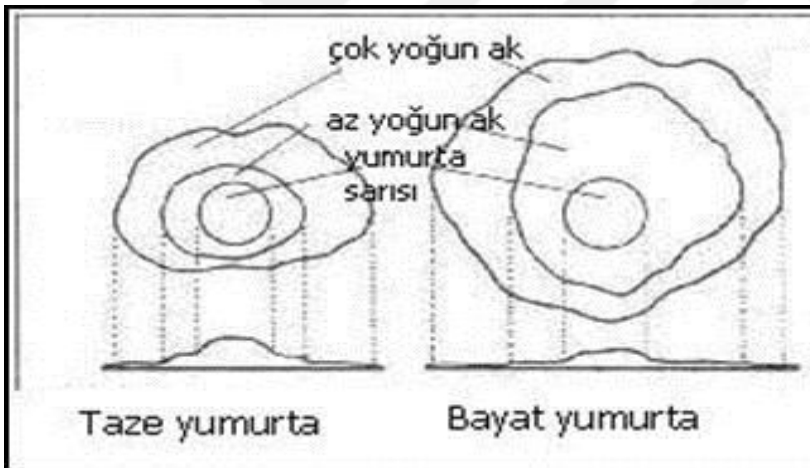
Sarı yassılaşıp

Albumin incelmış ve yayılmış



Şekil 1.5. Bayat yumurtanın yandan ve üstten görünüşü (Tayar, 2005).

İleri derecede bayatlamış yumurtalar, düz bir zemine kırıldığında, yolk patlar ve yumurta akı içinde dağılır. Katı albümin, sıvı albümine dönüşürken şalaza ve vitellin membran gerginleşir ve kopar, yumurta sarısı patlar ve dağılır (Berardinelli ve ark., 2003).



Şekil 1.6. Taze ve bayat yumurtanın karşılaştırılması (Tayar, 2005).

Porlardan, karbondioksit geçişi ve nem kaybı ile yumurta ağırlığında azalmalar olur ve sıcaklık etkisi ile yumurtanın kabuğunun kırılmaya karşı direnci azalır (Avan ve Alisharlı, 2002). Yumurta nem kaybettikçe hava keseleri artar ve büyür (Şenköylü, 2001). Yumurta renginde kahverengileşme başlar, kükürtlü bileşiklerin neden olduğu ağır ve kötü koku oluşur (McWilliams, 2001). Porlardan karbondioksit kaybı sonucu yumurta pH'sı devamlı artar ve 9,6'ya ulaşır (Tayar, 2005).



Günlük yumurta

1 haftalık yumurta

3 haftalık yumurta

Şekil 1.7. Düz bir zemine kırılan yumurtaların görüntüsü (Tayar, 2005).

1.4.1.4. Yumurta Muhafaza Yöntemleri

Yumurtada, yumurtlandıktan hemen sonra fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişiklikler meydana gelir. Yumurtanın oluşumundan, tüketimine kadarki süreçte çeşitli çevre koşullarının etkisiyle kalitesinde önemli değişiklikler meydana gelerek besin değerinde önemli azalmalar gerçekleşir. Yumurta kendi doğal yapısı ve bileşimi nedeniyle mikrobiyolojik bozulmalara karşı az da olsa korunabilmektedir. Uygun olmayan depolama şartlarında tutulan yumurtalar kısa süre içinde bozularak sağlık için zararlı hale gelirler. Bu nedenle yumurtaların dayanıklılık süresini uzatmaya yönelik konservasyon metotları büyük önem taşır. Yumurtanın kalitesini koruyarak raf ömrünü artırmaya yönelik yöntemler yumurtadaki bayatlamayı durduramaz ancak geciktirebilir (Koelkebeck ve ark., 2001; Avan ve Alişarlı, 2002; Bhale ve ark., 2003; Tayar, 2005).

Yumurtanın besinsel değerini korumak için daldırma, termostabilizasyon, dondurma, kurutma, dezenfektan, soğuk depo, ultraviyole ışık, ince tuz ve kaplama yöntemi gibi uygulamalar kullanılmaktadır (Yücel, 2000; Tayar, 2005).

1.4.2. Bildircin Yumurtası

İnsanların sağlıklı yaşamalarının yolu sağlıklı beslenmeden geçmektedir. Beslenme fiziksel olarak doyumun yanı sıra yaşam için gerekli olan besin maddelerinin dengeli tüketilmesini kapsar. Bu konuda dünya genelinde nicel açıktan söz edilmese de hayvansal protein yönünden açlık sorunu vardır (Erensayın, 2001).

İnsanların beslenmesinde önemli bir payı olan hayvansal proteinlerin üretimini artırmak için mevcut kaynaklar zorlanmakta ve yeni hayvansal protein kaynaklarının araştırılmasına devam edilmektedir. Bu amaçla dünya genelinde alternatif kanatlı hayvan

yetiştiriciliği hızla artmaktadır. Alternatif kanatlı hayvan yetiştiriciliği kaynaklarından birini de bıldırcınlar oluşturmaktadır (şeker, 2003).

Bıldırcınlar, doğadan ilk olarak laboratuvar hayvanı olarak toplanmış ve bu yönde yetiştirilmeye başlanmıştır. Tavuklar gibi slngiller familyasında bulunan bıldırcınların entansif üretimine Japon bıldırcını olarak 1920’de Japonya’da başlanmıştır. Entansif retim 1930-1950 yılları arasında sırasıyla Amerika, Avrupa, Yakındoğu ve Orta Doğuda devam etmiştir. Çeşitli ülkelerde değişik üretim amacıyla yetiştirilen bıldırcınların üretimine Japonya’da yumurta yönlü devam edilirken, İşpanya ve Fransa’da et amaçlı devam edilmiştir (Alarşlan, 2006).

Bıldırcınların, hayvansal protein olarak kullanılabilmelerinin yanı sıra, generasyon aralıklarının kısa olması, seleksiyon etkilerinin kısa sürede alınabilmesi, genetik ışlah çalışmalarına uygunluğu, birim alanda fazla hayvan bulundurulması, kolayca yetiştirilebilmeleri, az yem tüketmeleri ve kısa sürede eşeysel olgunluğa ulaşabilmeleri gibi nedenlerle kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde model hayvan olarak önem kazanmışlardır (Koçak ve zkan, 2000; Balıoğlu ve ark., 2005; Alkan ve ark., 2008).

Ülkemizde av amaçlı bıldırcın yetiştiriciliği çok eski yıllara dayanmaktadır. Genetik çalışmalarda bıldırcın kullanılmasına ilk kez 1960’lı yılların başında Ankara niversitesi’nde başlanmıştır. Bıldırcınların et ve yumurta üretimi amacıyla kullanımı ve geliştirilmesine ise ilk kez 1982 yılında Ege niversitesi’nde başlanmıştır. Burada Almanya’dan getirilen damızlık bıldırcınların çoğaltılarak üreticilere sunulması sağlanmıştır. Oldukça ilgi gören bıldırcın yetiştiriciliği önce Ege Bölgesi’nde daha sonra tüm ülkede yaygınlaşmaya başlamıştır. Akdeniz niversitesi ve Çukurova niversitesi’nde 1990’lı yıllarda araştırma ve damızlık amaçlı üniteler oluşturulması yetiştiriciliğin gelişmesine katkı sağlamıştır (Koçak ve zkan, 2000).

Ülkemizde yaklaşık olarak yılda 1,2-1,8 milyon adet bıldırcın üretilmektedir. Bıldırcın yetiştiriciliği yumurta ve et üzerine kurulmuştur. Bıldırcınlar ortalama yılda 250-300 yumurta vermektedirler. Yumurtalar 9-12 gram ağırlığında, küre biçiminde, kabuk rengi koyu kahverenginden maviye veya beyaza kadar ve siyah ya da mavi benekli olarak çeşitli karakterdedir. Tavuk yumurtasına oranla fosfor ve demir bakımından daha zengindir (Sarica, 1998). Bugün bıldırcın bir deneme hayvanı olmaktan çok eti ve yumurtası için yetiştirilen bir çiftlik hayvanıdır (Yıldıırım ve Yetişir, 1998).

Bıldırcınlarda toplam yumurta sarısının 2/3'ünü nötral lipidler, 1/3'ünü de fosfolipidler oluşturmaktadır (Couch ve Saloma 1973; Adachi ve ark., 1978). Bıldırcın yumurtası sarılarında kolesterolün yoğunluğu en az 11,96 mg/g'dan en çok 26,02 mg/g'a kadar değişiklik gösterebilmektedir. Tablo (1.14)'da bıldırcın ve tavuk yumurtalarının bazı vitamin ve mineral madde miktarları ile yumurtaların enerji değerleri karşılaştırılmalı olarak verilmiştir (Alarslan, 2006). Bıldırcınların yumurta ağırlığı canlı ağırlığının %7-8'i kadar olurken, bu oran tavuklarda %3, hindilerde %1'dir. Bu verilere göre bıldırcın yumurtası, yumurta ağırlığı bakımından oldukça yüksektir (Poyraz ve ark., 2002).

Tablo 1.14. Bıldırcın ve tavuk yumurtalarının bazı mineral, vitamin miktarları ve enerji düzeyleri (100 g yumurta sıvısında) (Alarslan, 2006).

Besin Maddesi	Bıldırcın	Tavuk
Kalsiyum (mg)	59,0	58,5
Fosfor (mg)	220,0	237,9
Demir (mg)	3,8	2,2
Vitamin A(IU)	300	221
Tiamin (mg)	0,12	0,09
Riboflavin (mg)	0,85	0,32
Niasin (mg)	0,10	0,09
Enerji (kcal)	158	183

1.4.2.1. Ticari Yumurtaların Depolanması

Ticari bıldırcın yumurtalarının uzun süre depolanmaları üzerinde çok fazla inceleme yapılmamış olmakla birlikte 20°C -30°C oda sıcaklığında 40 günlük depolama koşullarında, bıldırcın yumurtalarının tavuk yumurtalarına göre daha dayanıklı olduğu üzerine çalışmalar bulunmaktadır (Itoh, 1981). Bu özellik bıldırcın yumurtalarında kabuk zarının tavuk yumurtasındakine oranla daha kalın olmasına bağlanmaktadır. Bununla birlikte bıldırcın yumurtalarının depolanmasında oda sıcaklığı koşullarından ziyade 5°C gibi serin şartlardaki uygulamaların yumurtanın raf ömrünü pozitif yönde etkileyeceği yönünde de çalışmalar mevcuttur (Pandey ve Mahapatra, 1982). Yaz aylarında 20-30°C ve %60-70 bağıl nem koşullarında bıldırcın yumurtalarının raf ömrünün 14 günü geçmeyeceğine özellikle dikkat edilmelidir (Alarslan, 2006).

1.4.2.2. Bıldırcın Yumurtası İşleme Teknikleri

Bıldırcın yumurtaları kabuklu olarak pazarlanabileceği gibi pazarlama sorunları, dayanıklılığı artırma ve ürün çeşitliliği amacıyla çeşitli işlemlerden geçirilerek de saklanabilmekte ve pazarlanabilmektedir. Bu teknikler bıldırcın yumurtalarının turşulanması, salamura edilmesi, tuzlanması ve kurutulması işlemleridir (Alarslan, 2006).

1.5. *Escherichia coli*

Bu mikroorganizma, ilk kez 1185'te Thedor Escheric tarafından tanımlanarak önceleri *Bacterium coli* daha sonra ise *Escherichia coli* olarak isimlendirilmiştir (Chen ve Frankel, 2005). *E. coli* 1950 yılına kadar insan ve hayvan bağırsak sisteminde normal florada bulunan ve patojen olmayan bir mikroorganizma olarak kabul edilmiştir (Münnich ve Lübke-Becker, 2004). Daha sonraları besin hijyeninde indikatör organizma olarak kabul edilen ve fekal kontaminasyonun bir göstergesi olarak değerlendirilen *E. coli*; bazı serotiplerinin hastalıklara neden olduğunun ortaya çıkmasıyla potansiyel bir patojen olarak tanımlanmıştır. *E. coli*, *Enterobacteriaceae* familyası içinde yer alan, Gram (-), çubuk formunda, fakültatif anaerob, sporsuz, katalaz pozitif ve oksidaz negatif özellikte bir bakteridir (Bhunia, 2008). *E. coli* suşları bazı kültürlerde kokoid görünümlü, kısa ve küçük bazı kültürlerde çok fazla uzun, bazen dallanmalar yapabilen flamentöz şekillerde polimorfizm gösterebilmektedir. Çoğu peritrik flagellalara sahip olup hareketlidirler, ancak bazıları flagellalarının olmaması nedeniyle hareketsizdir (Erol, 2007).

E. coli sıcakkanlı hayvanların sindirim sisteminde doğumdan hemen sonra saatler içersinde kolonize olan fakültatif ananerob bir bakteridir (Bilgehan, 2004). Bu bakteri insanlara, kontamine besinler ve hijyenik kurallara etkin bir şekilde uymayan bireylerden direkt olarak geçmektedir (Leclerc ve ark., 2002). *E. coli*'nin O (somatik), H (flagella) ve K (kapsül) antijenlerine göre 700'den fazla serotipi tespit edilmiştir (Bilgehan, 2004).

E. coli, *Shigella* ile büyük benzerlik gösteren bir DNA yapısına sahiptir. *Salmonella* ile arasındaki en önemli fark ise laktoz ve sakkarozu fermente ederek gaz oluşturmalarıdır (Vieria ve ark., 2007).

E. coli suşlarının çoğu normal bağırsak florasında apatojen olmasına karşın, immün sistemi baskılanmış konaklarda veya bakterilerin gastrointestinal bariyeri aştığı durumlarda bu suşlar da enfeksiyona neden olabilirler. İnsanları ve havanları ölüme kadar götüren bağırsak rahatsızlıklarına neden olan *E. coli* serotipleri 6 grupta toplanmaktadır (Atasever, 2007; Erol, 2007).

Tablo 1.15. *E. coli* serotipleri (Atasever, 2007; Erol, 2007).

	Virülens Faktörleri	MİD	Semptom
EPEC	EPEC aderenz faktör plazmidi. Lokalize aderenz (LA)	10^5 - 10^7 kob	Özellikle çocuklarda akut ya da kronik pirinç suyu görünümünde mukuslu diyare.
EIEC	İnvazyon ve enterositlerde üreme.	10^6 - 10^8 kob	Mukozalı-kanlı diyare (dizanteri), şigelloz benzeri.
ETEC	1.İsiya duyarlı (LT) toksin. 2.İsiya dirençli (ST) toksin. 3.Spesifik bağlanma faktörü.	10^8 - 10^{10} kob	Sulu diyare (kolera benzeri), seyahat ishali.
EAEC	1.Agregatif aderenz. 2.İsiya dirençli toksin (EAST-1).		Sulu diyare.
DAEC	Yaygın aderenz.		Sulu diyare.
EHEC	1.Shiga benzeri toksin (stx ₁ ve stx ₂). 2.Adereniz.	10-100 kob	Hemorojik kolits (HC). Hemolitik üremik sendrom (HUS).

Enteropatojenik *E. coli* (EPEC)

Daha çok yeni doğanlarda ve 2 yaşından küçüklerde şiddetli geçen sulu ve kanlı diyareye neden olur (Vallance ve ark., 2004). Yetişkin bireyler yeterli savunma gücüne sahip olduklarından dolayı bu etkeni taşımalarına rağmen semptom göstermezler. EPEC'te bulaşma; kontamine el, kontamine bebek maması veya servis araçları ile fekal-oral yolla olmaktadır. Özellikle günlük bakım merkezleri ve hastaneler enfeksiyonun yayıldığı yerlerdir (Erol, 2007). Kontamine içme suyu, süt, peynir, kırmızı ve beyaz ette 10^5 - 10^7 kob düzeyinde bulunması halinde enfeksiyon oluşturarak zehirlenmelere neden olmaktadır (Atasever, 2007).

Hastalığın seyri 1-6 gün arasında değişmekte, bazen 2 haftaya kadar sürmektedir. EPEC-aderenz faktör (EAF) plazmidi (50-70 MDa) sayesinde epitel hücrelerin yüzeylerinde lokalize aderenz (LA) ile karakterize yapılar oluşturur. Bakterilerin patojenitesi 3 faz modeliyle açıklanır. Buna göre (Erol, 2007):

- 1.Faz: Bağırsak epitel hücre villilerine adere olmak.
- 2.Faz: Sıvı sekresyonuyla hücre ve mikrovillilerin yapısını bozmak.
- 3.Faz: Hedef konak hücrelere tutunmanın yoğunlaşması.

Enteroinvasif *E. coli* (EIEC)

Enteroinvasif *E. coli* serotiplerinin hastalık tablosu *Shigella*'ya benzer ve sulu, kanlı çoğunlukla da mukozalı bir diyareyle seyreder. Kalın bağırsakta yerleşirler, epitel hücrelerine girerek burada çoğalırlar ve hücreleri öldürürler (Erol, 2007).

Enfektif dozu yüksek olup 10^6 - 10^8 kob kadardır. Bu anlamda shigellozdan farklıdır çünkü *Shigella* suşları hastalık oluşturmak için 10^4 'den az bakteri gerektirir. Çocuklarda ise daha düşük dozlarda bile enfeksiyona sebep olabilir. İnkübasyon süresi genellikle 8-24 saat arasında değişir ve ortalama 11 saattir (Gibotti ve ark., 2004). Yüksek molekül ağırlığına (120-140 MDa) sahip bir plazmid, bakterilere invazyon yeteneği sağlamaktadır (Tunail, 2000).

Enterotoksijenik *E. coli* (ETEC)

Turist hastalığı olarak da bilinen, özellikle iyi hijyen koşullara sahip ülkelerden düşük hijyen standartlarındaki ve sıcak iklimli ülkelere seyahat edenlere görülen hastalıkların %60-70'inden sorumludur. Ayrıca gelişmekte olan ülkelere, bebek ve çocuklardaki diyarenin önemli nedenidir. Yayılmasında insan temel kaynaktır. Enfekte insan dışkıyla çevreye ve gıdalara bulaşır. Enfektif dozu 10^8 - 10^{10} kob düzeyindedir. İnkübasyon süresi 8-44 saat arasında değişmekte olup ortalama 26 saattir. Hastalık süresi ise 24-30 saat olup enfeksiyon pirinç suyu görünümünde sulu ishal ve dehidrasyona neden olmaktadır (Thapar ve Sanderson, 2004).

ETEC suşları ısıya duyarlı- heat labile (LT) veya ısıya dayanıklı - heat stable (ST) enterotoksin salgılayan bazı suşlar hem LT hem de ST salgılayabilmektedir. Isıya duyarlı toksin (LT); protein yapısında olup 60°C'de 30 dakikada inaktif olmaktadır. Isıya dirençli olan toksin (ST); proteolitik enzimlere, nükleazlara, lipazlara ve organik çözücülere de dirençlidir (Roy ve ark., 2011).

Enteroaggregatif *E. coli* (EAEC veya EAggEC)

Bu gruptaki etkenler daha çok tropik ülkelerde çocuklarda süreklilik gösteren diyarelere neden olmaktadır. Erişkinlerde görülen seyahat diyarelerindeki rolü tartışmalıdır. EAEC'lerin de %50'sinde virülens faktör olarak ısıya dirençli enterotoksin (EAST-1) bulunmuştur (Tunail, 2000).

Diffüzadherent *E. coli* (DAEC)

Bu gruptaki etkenler enterositlere adhezyon yolu ile yapıştıkları gibi difüze olarak çocuklarda süreklilik gösteren diyarelere neden olur. İki ayrı adhezin geninin varlığı ve intimin varlığı da saptanmıştır (Tunail, 2000).

Enterohemorajik *E. coli* (EHEC)

Diğer *E. coli* tiplerine göre daha az görünmesine rağmen ölüm oranının yüksek olması sebebiyle önem kazanır. Ölümle sonuçlanan çoğu gıda kaynaklı enfeksiyondan sorumlu tutulan O157:H7 serotipi de bu gruptadır (Atasever, 2007; Erol, 2007). *E. coli* O157:H7 enfeksiyonlarında minimal doz 10-100 kob gibi çok düşük değerlerdedir. Bu serotipin oluşturduğu toksin yapısal ve immünolojik olarak *Shigella dysanteria* tip 1'in ürettiği toksine çok benzediğinden dolayı bu toksin Shiga-like-toxin (stx₁ ve stx₂) olarak isimlendirilmiştir. Toksin üretiminin belirlenmesi için bazen vero hücrelerinin kullanılmasından dolayı EHEC için verotoksin oluşturan *E. coli* (VTEC) tanımı da kullanılmaktadır (Erol, 2007). Hemorajik kolitis (HC), hemolitik üremik sendrom (HUS) ve trombotik trombositopenik purpura (TTP) *E. coli* O157:H7'nin sebep olduğu sendromlardır (Wu ve ark., 2003).

1.6. *Salmonella* spp.

1886 yılında ABD Tarım Bakanlığı'nda veteriner patolojist olan Daniel E. Salmon ve birlikte çalıştığı Theobald Smith, domuz kolerası vakalarının çoğunda gözlemledikleri gram negatif hareketli bir bakterinin izolasyonunu bir seminer bildirisinde belirtmişlerdir. Bu organizma *Bacillus cholera-suis* olarak adlandırılmıştır. Alman bilim adamı Geathner tarafından ilk defa 1888 yılında et tüketimi sonucu şekillenen bir hastalık olarak keşfedilerek *Bacterium enteridis* (*Salmonella enteridis*) larak tanımlanmıştır. Bu suş, 1900'lü yıllarda Salmon'un birçok başarısını ve bu organizmayı ilk defa keşfetmesini onurlandırmak adına şu an bilinen adı olan *Salmonella enterica* serovar. *cholerasuis* olarak isimlendirilmiştir (Threlfall, 2005). *Salmonella*'ların, dünya çapında her yıl yaklaşık olarak 3 milyar insan hastalığının sorumlusu olduğu tahmin edilmektedir. WHO, bu vakaların 22 milyonunun tifo olduğunu ve yıllık olarak 200 bin insanın ölümüne sebep olduğunu tahmin etmektedir (Crump ve ark., 2004).

Salmonella'ların insana bulaşması direkt temas veya enfekte gıdalar vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Bazı serovarlar genellikle kertenkele ve kaplumbağa gibi soğuk kanlı canlılarda görülmektedir ve bu tipteki enfeksiyon vakalarında bulaşma doğrudan temas veya kontamine su kaynaklarından meydana gelmektedir (Threlfall, 2005).

Paratifo etkenleri ilk olarak güvercinlerde görülen enteridis salgını sonunda tarif edilmiş ve günümüzde gıda kökenli hastalıklar arasında önemli bir yer almıştır. Bu

etkenlerin başlıcaları *S. enteridis*, *S. typhimurium*, *S. montevideo*, *S. anatum*, *S. derby* ve *S. newport*'dur. Bu mikroorganizmalar tüm hayvan türlerinde Salmonellozis salgınına yol açar ve insanlarda da sporadik olarak veya salgınlar şeklinde gastroenteritlere sebep olmaktadır. Paratifo etkenlerinin bulaşmasında çevresel kaynaklar, kontamine atık sular, hayvan yemleri, evcil ve vahşi hayvanlar, kuşlar, kemiriciler ve insanlar rol oynamaktadır. Etken kontamine yumurta kabuğu, tüy ve civcivlerin yumurta çıkışında ağız yoluyla alıp dışkı yoluyla yoğun bir şekilde saçmasıyla yayılmaktadır. *S. enteridis* ve *S. typhimurium* dünyanın hemen her yerinden izole edilirken diğer serotipler belirli coğrafi bölgelerden izole edilmişlerdir (Ünlütürk ve Turantaş, 1999; Gönülalan, 2001; İzgür, 2002). İnsan ve hayvanlardaki hastalığın en yaygın etkeni *S. typhimurium* ve *S. enteridis* iken; *S. infantis*, *S. hadar*, *S. heidelberg* ve *S. virchow* için de artan ciddi endişeler bulunmaktadır (Freitas Neto ve ark., 2010; Foley ve ark., 2011).

Salmonella spp., Gram negatif, sporsuz, kapsülsüz, fakültatif anaerob, katalaz pozitif, oksidaz negatif özellikte çomakçıklardır (Bilgehan, 2004). Boyutları 0,7-1,5x2,0-5,0 mikrometredir. Gram negatif olmaların arağmen metilen mavisi ve karbon fuksin boyları ile boyanabilirler (Gast, 2008). Paratifoid suşların çoğu peritrik flagelları vasıtasıyla hareketli olmasına karşın (Barrow, 2000), pullorum hastalığı etkeni olan *S. pullorum* ve tavuk tifosunun etkeni olan *S. gallinarum* hareketsizdir (Li ve ark., 1993).

Salmonella'lar birçok karbonhidratı kullanarak asit ve gaz oluştururlar, sitratı karbon kaynağı olarak kullanabilmelerine karşın sakkarozu ve laktozu fermente edemezler. H₂S oluşturur, nitratı nitrite indirger, indol ve üreaz negatiftirler. *Salmonella*'lar mezofilik bakterilerdir. Optimal üreme sıcaklıkları 35-37°C olmakla birlikte 47-56°C'ler arasında üreyebilmektedirler. Üremeleri için optimal pH 6,5-7,5 aralığındadır (Erol, 2007).

Salmonella cinsinde yer alan bakteriler, kanatlılarda çeşitli akut ve kronik hastalıklara neden olmaktadır. Bu hastalıklar dünya çapında süreklilik arz etmekte ve önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Enfekte olan kanatlı sürüleri *Salmonella* için önemli bir rezervuardır ve gıda zinciri vasıtasıyla da insanlara bulaşmaktadır (Gast, 2008).

Epidemiyolojik yönden *Salmonella*'lar 3 grupta sınıflandırılabilirler. Yalnızca insanda sistemik enfeksiyonlara sebep olan *S. typhi*, *S. paratyphi* A ve *S. paratyphi* C bu grupta yer alır. Bunlar aynı zamanda tifo ve paratifo etkenleri olarak da tanımlanırlar (Erol, 2007). Yalnızca hayvanlarda enfeksiyon oluşturan serotipler, *S. gallinarum* kanatlılar, *S.*

dublin sığırlar, *S. abortus-equi* atlar, *S. abortus-avis* koyunlar, *S. chloresuis* domuzlar için patojen olup gıdalarda da bulunabilirler (Arslan, 2002). Hem insanlar hem hayvanlar için patojen olan serotipler *S. typhimurium* ve *S. enteritidis* bu gruptadır. *S. typhimurium* ve *S. enteritidis* hem kesimhanedeki tavuk karkaslarında hem de gıda kaynaklı hastalıklarda enfekte olmuş insanlarda izole edilmiştir (Rabsch ve ark., 2011).



2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yiyeceklerin yüksek kaliteli ve uzun ömürlü olması için geliştirilen saklama yöntemleriyle, gıdaların uzun süre taze kalmalarını sağlamak mümkündür. Ürünlerdeki bozulma belirtileri, mikrobiyel artış, renk değişimleri ve oksidatif bozulmalardır. Mikrobiyel kontaminasyonu düşürmek, raf ömrünü, işlenmiş yiyeceklerin kalite ve güvenilirliklerini düzenlemek için antimikrobiyel olan yenilebilir filmler ile kaplama gittikçe artan aktif bir paketleme işlemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışmalar özellikle doğal mikrobiyel ajanlar olan nisin, lizozim ve kitosan üzerinde yoğunlaşmıştır. Kitosan, biyolojik olarak parçalanabilen, toksik olmayan ve güvenilir olarak tanımlanmış bir gıda katkı maddesi olarak bildirilmiştir (Yingyuad ve ark., 2006).

1859'da Rouget, kitinin kaynamayla ve potasyum hidroksitin yoğun çözeltisiyle muamele sonucu, modifiye kitin elde ettiğini ve bu modifiye kitinin seyreltik organik asitlerde çözünebildiğini savunmuştur. 1894 yılında Hoppe-Seiler tarafından modifiye kitin kitosan olarak adlandırılmıştır (Winterowd ve Sandford, 1995).

Kitosan Japonya'da 1983, Kore'de 1995 yılından günümüze kadar yiyeceklere ilave edilen bir katkı maddesi olarak kullanılmaktaydı. Son yıllarda da endüstriyel uygulamalarda büyük potansiyel sağlamasından dolayı kitin ve deasetile formu kitosana olan ilgi artmaktadır (Ornum, 1992; No ve ark., 2007).

Kitosan, hipokolesterolemik etkisi iyi bilinen bir fonksinel gıda katkı maddesidir. Bu fonksiyondan dolayı Japonya'da kitosan katkılı bisküvi, patates cipsi, makarna, soya sosu ve soya keki üretilmiştir. Diyetlerinde günde 3-6 gram kadar kitosani 4 hafta süreyle alan deneklerin serum toplam kolesterol seviyesi önemli derecede düşmüştür. Ayrıca kitosan kalın barsaktaki kokuşma yapan bakterilerin gelişimini önlediği için, bağırsak tümörlerine karşı da koruyucudur. Benzer şekilde, diyet lifleriyle beraber bu materyallerin ağırlık kontrolünde ve zayıflama ürünlerinde de fonksiyonel olabileceği düşünülmektedir. Kitin ve kitosan hiperürisemiye karşı koruyucu ve tedavi edici olarak da kullanılmaktadır. Bu ürünlerin antigastritis etkilerinin varlığı da rapor edilmiştir. Bir diğer fonksiyonel kullanım alanları da enkapsülasyon malzemesi olarak kullanılmalarıdır ve özel besin öğelerinin veya ilaçların zamana bağlı olarak emilimi için gereklidir. Ayrıca bu ürünlerin otobağışıklık sistemini stimüle ettiği, iltihaplanmalara karşı iyi geldiği ve antifungal etki gösterdikleri de bildirilmiştir (Shahidi ve ark., 1999).

El Chaouth ve ark. (1991), salatalık ve biberleri farklı yoğunluktaki kitosan kaplama materyalleri (%1 ve %1,5) ile kaplayarak, %85 bağıl nem içeren 13°C ve 20°C’de depolamışlardır. Depolama süresince ağırlık kaybı, solunum ve kalite kriterlerini incelemişlerdir. Kitosan konsantrasyonunu %1’den %1,5’e çıkardıklarında ağırlık kaybında önemli oranda azalma kaydetmişlerdir. Kitosan kaplama sayesinde salatalık ve biberlerde solunumun azaldığını ve böylece ürünlerin daha geç solduğunu, renk kaybının azaldığını ve antifungal etkinin sağlandığını bildirmişlerdir.

Wong ve ark. (1996), yumurtaları, mineral yağı, soya proteini, glüten ve mısır proteini ile hazırlanan çözeltilerle kaplayarak oda sıcaklığında depolamış ve 1., 3., 5., 7., 10., 14., 21., ve 28. günlerde iç kaliteyi (ağırlık kaybı, HU, pH) ve kabuk özelliklerini (direnc, kalınlık ve morfolojik yapı) incelemişlerdir. Mısır proteini ile kaplanan yumurtalar en düşük ağırlık kaybı, en yüksek haugh birimi ile kırılmaya karşı en yüksek mukavemet değerlerini verdiği belirtilmiştir.

Hışıl ve Ötleş (1997), iki farklı ırktan elde ettikleri yumurtaları su camı (sodyum silikat), kireç (kalsiyum hidroksit ve tuz) ve parafin ile kaplayarak, oda sıcaklığında ve buzdolabı koşullarında depolayarak B₁ vitamin kaybını incelemişlerdir. Verilere göre istatistiksel olarak, ırka bağlı B₁ vitamini azalmasının önemli olmadığı, kaplama materyallerinden ise parafinle kaplanan yumurtanın diğerler kaplanarlardan ve kaplanmamış kontrol grubundan daha iyi sonuç verdiği belirtilmiştir.

Caner ve ark. (1998), kitosan filmlerin mekanik ve geçirgenlik özelliklerine farklı organik asitler ve konsantrasyonlarının, plastikleştirici konsantrasyonunun ve depolama süresinin etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada %3’lük kitosan asetik asit, formik asit, laktik asit ve propiyonik asitte çözülmüş, plastikleştirici olarak polietilenglikol kullanılmıştır. Hazırlanan kitosan filmlerin uzama, gerilme kuvveti, su buharı geçirgenliği ve oksijen geçirgenliği 9 hafta boyunca incelenmiştir. Su buharı ve oksijen geçirgenliği ile gerilme kuvvetinin depolama süresinden bağımsız olduğunu saptamışlardır. Depolama sonunda oksijen geçirgenliği en düşük laktik asit olmak üzere sırasıyla asetik asit, propiyonik asit ve formik asit kaydedilmiştir. Plastikleştirici konsantrasyonu ile oksijen geçirgenliği arasında doğru orantı olduğu belirtilmiştir.

Oh ve ark. (2001) tarafından yapılan bir çalışmaya göre; kitosanın antimikrobiyel etkisi deneysel olarak kontamine edilmiş mayonezlerde araştırılmış ve 25°C’de muhafaza sonucunda *Lactobacillus fructivorans* ve *Zygosaccharomyces bailii* sayısının önemli

derecede azaldığı anlaşılmıştır bu nedenle mayonezde bozulma yapan mikroorganizmaların üremesini inhibe etmek için doğal bir koruyucu olarak kitosan kullanılmasını önermişlerdir.

Avan ve Alişarlı (2002), yumurtaları 4 gruba ayırarak 49 gün depolamışlardır. Yumurtaları 1. grupta 4°C'de %55-60 nisbi nemde, 2. grupta 15°C'de %65-70 nisbi nemde, 3. grupta 24°C'de %65-75 nisbi nemde ve 4. grupta 35°C'de % 65-70 nisbi nemde depolamışlardır. Analiz sonuçlarına göre A kalite bir yumurtada aranan kalite kriterlerinin 4°C'de %55-60 nisbi nemde 28. güne, 15°C'de % 65-70 nisbi nemde 10-14. güne, 24°C'de %65-75 nisbi nemde 10. güne ve 35°C'de % 65-70 nisbi nemde 3-7. güne kadar korunduğu saptanmıştır.

Kitosan birçok bakteri, küf ve mayaya karşı göstermiş olduğu antimikrobiyel aktivite nedeniyle doğal bir gıda koruyucu olarak ilgi çekmektedir. Farklı gıda ürünlerine kitosan ilavesi ile yapılan birçok çalışma, antimikrobiyel özelliği sayesinde kitosanın sentetik koruyuculara doğal kaynaklı bir alternatif olduğunu ortaya koymuştur (Sagoo ve ark., 2002). Sagoo ve ark. (2002), tarafından yapılan bir araştırmaya göre; domuz eti kıymasına katılan %0,3-0,6 konsantrasyonlarında kitosanın, 4°C'de yapılan muhafazanın ilk günü toplam aerob mezofil mikroorganizma, küf-maya ve laktik asit bakteri sayısında 3 log kob/g azalma sağladığını ve mikroorganizma yükünün 18 günlük muhafaza periyodu boyunca kitosan içermeyen kontrol grubunda diğerlerinden daima daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Yapılan araştırmalar sonucunda uygun formülasyonda hazırlanan yenilebilir film ve kaplamaların, uygulandığı gıdada kızartma anında yağın kısa sürede bozulmasına neden olan üründen parça kopmasını ve üründen yağa su geçişini önlediği görülmüştür (Kılınççeker ve Doğan, 2002).

Tsai ve ark. (2002), salmon filetolarını %1'lik kitosan ile kaplayarak 14 gün boyunca depolamışlar ve kitosan kaplamanın mezofil, psikrofil, koliform, *Aeromonas* ve *Vibrio* üremesini yavaşlattığını, raf ömrünü ise uzattığını tespit etmişlerdir.

Özellikle et ve et ürünleri yüksek oranda doymamış yağ asidi içermelerinden dolayı oksidasyona çok hassastırlar. Kitosan antioksidant özelliği ile gıdalardaki lipid oksidasyonunun önlenmesi için kullanılabilir (Tharanathan ve Kittur, 2003).

Kitosanın molekül ağırlığı arttıkça Gr (+) bakteri bir olan *Staphylococcus aureus* üzerine antimikrobiyel etkisinin arttığı; bunun sebebinin de yüksek molekül ağırlığına

sahip kitosanın film tabakası oluşturarak bakterinin besin almasını engellediği belirlenmiştir. Aynı araştırmacılar tam tersine molekül ağırlığı azaldıkça Gr (-) bir bakteri olan *Escherichia coli* için antimikrobiyel etkisinin arttığını ve bunun da düşük molekül ağırlığına sahip kitosanın hücre duvarından daha kolay geçerek hücre metabolizmasını bozmasından ileri geldiğini iddia etmişlerdir. Ayrıca kitosanın konsantrasyonu arttıkça antimikrobiyel etkinin kuvvetlendiğini; %1 konsantrasyonda hem *Escherichia coli* hem de *Staphylococcus aureus* için %100 inhibisyon oluşturduğunu rapor etmişlerdir (Zheng ve Zhu, 2003).

Bhale ve ark. (2003), yüksek, orta ve düşük molekül ağırlıklı kitosan ile yumurtaları kaplayarak, 25°C’de 5 haftalık depolama süresince ağırlık kaybı, haugh birimi ve yolk indeksi analizlerini yapmışlardır. Yüksek molekül ağırlıklı kitosanın, orta ve düşük molekül ağırlıklı kitosana göre ağırlık kaybı analizlerinde daha etkili olduğunu saptamışlardır. Farklı molekül ağırlıklı kitosan ile kaplanan yumurtaların, kontrol grubu yumurtalardan en az 3 hafta daha iyi iç kalite özellikleri sağladığını gözlemlemişlerdir.

Zhang ve ark. (2003), tarafından yapılan bir araştırmada, pamuklu kumaş yüzeyi kitosan ile muamele edildikten sonra *E. coli* ve *Hay bacillus* bakterilerine karşı antimikrobiyel aktivite araştırılmış ve Quinn metodu kullanılarak bakteri sayısında azalma tespit edilmiştir.

Gil ve ark. (2004), tarafından bildirildiğine göre; bira üretimi sırasında izole ettikleri bozucu etki yapan dört laktik asit bakterisinin gelişimini durdurmak ve mikroorganizmayı inhibe etmek için 0,1 g/L kitosanın yeterli olduğu; ancak bu konsantrasyonun bira üretiminde kullanılan yedi farklı maya türü için yeterli olmadığı ve inhibisyon için 1g/L kitosan gerektiği saptanmıştır. Bu sebeple de 0,1 g/L’lik kitosan konsantrasyonunun, fermentasyonu engellemeden, bakteri inhibisyonunu sağlayabildiği anlaşılmıştır.

Lim ve Hudson (2004), tarafından yapılan çalışmada, kitosan klorid maddesinin pamuklu kumaşlara uygulanması ile elde edilen yüzeyin antimikrobiyel aktivitesi araştırılmıştır. %1’lik konsantrasyonda kitosan klorid ile işlem görmüş kumaşın *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı %100 antimikrobiyel aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Yapılan 50 ev tipi yıkamanın ardından bile %99’un üzerinde antimikrobiyel aktivite gözlenmiştir.

Alleoni ve Antunes (2004), yürüttükleri bir çalışmada peynir altı suyu proteini konsantresi ile yumurtaları kaplamışlar, 25°C'de 4 hafta depolamışlar ve depolamanın 3., 7., 10., 14., 21. ve 28. günlerinde ağırlık kaybı, haugh birimi ve albümin pH'sını incelemişlerdir. Sonuç olarak kaplanmış yumurtalarda kaplanmamışlara oranla daha az ağırlık kayıpları gerçekleşirken, haugh biriminin kontrol grubundan daha yüksek değerler verdiğini ve pH'nın kaplanmamışlardan daha düşük çıktığını belirtmişlerdir.

Devlieghere ve ark. (2004), kitosanın antimikrobiyel etkisini, nişasta, peynir altı suyu proteini, NaOH ve ayçiçeği yağı ile birlikte incelemişlerdir. Gram (-) bakteriler uygulanan kitosana duyarlı olurken, Gram (+) bakteriler değişken özellik göstermişlerdir. Nişasta, peynir altı suyu proteini ve NaOH kitosanın antimikrobiyel etkisine negatif etki sağlarken ayçiçeği yağının herhangi bir şekilde etkilemediği belirtilmiştir.

Don ve ark. (2004), kitosanın kabuğu soyulmuş lişi meyvelerinin kalite ve raf ömrü üzerine etkisini araştırmışlardır. Lişi meyvelerini farklı konsantrasyonlarda kitosan (%1, %2, %3) ile kaplayarak -1°C'de depolamışlardır. Çalışma sonunda kitosan kaplamanın ağırlık kaybını azalttığı ve duyuşal özellikleri koruduğı saptanmıştır.

Kitosan filmlerine elastikiyet kazandırmak amacıyla film bileşenlerine ilave edilen plastikleştiriciler filmlerin mekanik özellikleri üzerine etki eden faktörlerdir. Plastikleştirici etkileri ele alındığında gliserol ve polietilen glikol; etilen glikol ve propilen glikole göre daha uydundur. Kitosan miktarının %20'si oranında gliserolün film bileşimine ilavesi yeterli elastikiyeti sağlamaktadır (Suyatma ve ark., 2005).

Kitosan, mozzarella peynirine imalat esnasında eklenen koliform ve *Pseudomonas spp.* gibi bozulmaya neden olan mikroorganizmaların büyümesini engellemesine karşın laktik asit bakterileri üzerine böyle bir etki yaratmamıştır (Alteri ve ark., 2005).

Listeria monocytogenes türü bakterilere, farklı derişimlerde (%1 ve %2) uygulanan kitosan filmlerin antimikrobiyel etki yarattığı, bununla birlikte kitosanın deasetilasyon derecesinin önemli olmadığı vurgulanmıştır (Cooksey, 2005).

Agustini ve Sedjati (2006), hamsi kalitesi üzerine kitosanın etkisini araştırmışlardır. Kitosan konsantrasyonu ve depolama süresinin toplam bakteri sayısını önemli düzeyde azalttığını, fakat duyuşal olarak önemli bir etkiye sahip olmadığını ifade etmişlerdir.

Chien ve ark. (2007), dilimlenmiş mangonun kalitesi ve raf ömrü üzerine yenilebilir kitosan kaplamanın etkisini araştırmışlar ve farklı konsantrasyonlarda (%0; %0,5; %1; %2)

kitosan solüsyonları ile muamele edilen dilimlenmiş meyvelerin 25°C’de muhafaza etmişlerdir. Yapılan analizler sonucunda kitosanın su kaybını geciktirerek duyusal kaliteyi koruduğu ve mikroorganizma gelişimini inhibe ettiği saptanmıştır.

Duan ve ark. (2007), asetik asit ile hazırlanmış %3’lük kitosan solüsyonundan elde edilmiş yenilebilir film ile kaplanıp 10°C’de muhafaza edilmiş mozarella peynirlerinde *Listeria monocytogenes*, *E. coli* ve *Pseudomonas fluorescens*’e karşı antimikrobiyel etkilerinin önemli düzeyde olduğunu ve kitosan solüsyonlarına lizozim ilavesinin antimikrobiyel etkinliği önemli oranda artırdığını bildirmişlerdir.

Kitosan film kullanılarak 4°C’de 15 gün muhafaza edilen palamut balığı filetolarında, aerobik bakteri büyümesi, *Enterobacteriaceae* ve *Pseudomonas* bakteri sayılarının kontrol grubuna kıyasla düşük olduğu belirtilmiştir (Hisar ve ark., 2008).

Beverly ve ark. (2008), yaptıkları bir çalışmada *Listeria monocytogenes* üzerine, kitosanın farklı konsantrasyonlarının antimikrobiyel aktivitesini incelemişlerdir. Çalışmada kızarmış biftekler 5 gramlık küpler halinde kesilmiş ve *Listeria monocytogenes*’in bir gecelik kültüründen 0,1mL alınarak kontamine edilmiştir. Kontamine edilmiş biftekler kitosanla kaplanarak 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerde mikrobiyel analizleri yapılmıştır. Yapılan çalışmaya göre kitosan kaplamanın, kızarmış biftekler üzerinde *Listeria monocytogenes* gelişimini baskıladığı bildirilmiştir.

Fan ve ark. (2009), %2 kitosan solüsyonu ile kaplanan sazan filetolarının -3°C’de 30 gün boyunca depolandığı çalışmalarında, kitosanın mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal parametreleri üzerine olumlu etkileri bulunarak raf ömrünü uzattığını tespit etmişlerdir.

Staphylococcus aureus ve *Escherichia coli* üzerine kitosan filmleri önemli düzeyde inhibe edici etki yapmaktadır (Torlak ve Nizamoğlu, 2011). Dört farklı viskozitede hazırlanmış kitosan biyopolimer filmlerin *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 ve *Salmonella typhimurium* üzerine mikrobiyel aktivitesi agar difüzyon yöntemiyle incelenmiştir. Kitosan filmlerin *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 ve *Salmonella typhimurium* üzerine inhibe edici etki gösterdiği belirlenmiştir (Kim ve ark., 2011).

Tatlı biberlerin kitosan-tarçın esansiyel yağı ile kaplanarak kalitatif özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, mikrobiyel gelişimin kontrolü için en iyi sonuçlar %5’in altındaki kitosan-tarçın yağı bileşimiyle elde edilmiştir. Depolama sonunda kaplanmayan

örneklerin duyuşal kalitesi kabul edilemez düzeydeyken, kaplanmış örneklerin duyuşal özelliklerini koruduğı görülmüştür (Xing ve ark., 2011).

Kitosan bazlı kaplamalar, meyve ve sebzelerde mikroorganizma gelişimini inhibe etmektedir. Bunun yanı sıra etilen üretimini ve oksijen seviyesini azaltmakta, karbondioksit konsantrasyonunu ise artırarak raf ömrünü uzatmaktadır (Falguera ve ark., 2011).

Siripatrawan ve Noipha (2012), kitosan ve yeşil çay ekstraktının domuz sosislerinin fiziksel, kimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Kaplama yapılmamış, sadece kitosanla kaplanmış ve yeşil çay ekstraktı eklenmiş kitosanla kaplanmış domuz sosisleri 4°C’de muhafaza edilmiştir. Analizler 0., 4., 8., 12., 16. ve 20. günlerde yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, istatistiksel analizlere göre kitosan ve yeşil çay ekstraktı eklenmiş kitosanla kaplanmış örnekler arasındaki fark önemsizken, kaplanmamış ve kaplanmış örnekler arasındaki fark önemli bulunmuştur.

Çileklerde hasat sonrası meyve kalitesinin ve antioksidan içeriğinin tespiti amacıyla daldırma yöntemi uygulanarak kitosan kaplamanın etkisi araştırılmıştır. Yapılan çalışmaya göre kaplanmış örneklerin kaplanmamışlara göre meyve kalitesinin daha iyi korunduğunu bunun yanı sıra fenolik, antosiyanin, flavonoid içeriklerinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Wang ve Gao, 2012).

Vatavali ve ark. (2013), kekik (*Thymus vulgaris*) yağı ilave edilen kitosan ile kaplanmış dondurulmuş mercan balığı (*Pagrus pagrus*) filetolarının kalite özelliklerini inceledikleri bir çalışmada, kontrol grubunun raf ömrünün 11 gün, kekik yağı içeren grubun 16 gün, kitosan içeren grubun 18 gün, kekik yağı ilave edilmiş kitosan ile kaplanmış grubun raf ömrünün ise 19-20 gün olduğunu ifade etmişlerdir.

Berlam balığı (*Merluccius merluccius*) ve dil balığı (*Solea solea*) filetolarının raf ömrünün uzatılması için kitosan filmin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, filetolar kitosanla kaplanarak 15 gün boyunca vakum ambalaj altında buzdolabı şartlarında depolanmış ve mikrobiyolojik parametreleri incelenmiştir. Depolama sonunda kitosanla kaplanmış gruplarda toplam mezofilik bakteri, *Pseudomonas* ve H₂S üreten bakterilerin yoğunluğunda azalma gözlemlendiği bildirilmiştir (Fernandez Saiz ve ark., 2013).

Sıcak yaz aylarında bildirgin yumurtalarının mikrobiyel kaliteleri üzerinde yapılan bir çalışmada kabuk yüzeyinde yumurta başına 400.000 adet bakteri bulunduğı bildirilmektedir. Yumurta kabuğunda gram (+) bakterilerin (*Salmonella* ve *Staphylococcus*

aerus) depolama sürecinde önce çoğaldığı sonra gittikçe azalarak 14 gün sonra tamamen ortadan kalktığı gözlenmiştir. Aynı araştırmacılar taze bildirgin yumurtalarının %97'sinin sıvı içeriğinde gam (+) bakteri bulunmadığını ancak gram (-) bakteri bulaşığı ile depolamadan 21 gün sonra küflenmelerin meydana gelebileceğini bildirmişlerdir (İmai, 1986).

Gıdaların muhafazası ve raf ömrünün artırılmasında kitosanın alternatif olarak kullanılabileceği çeşitli kaynaklarda yer almıştır. Burada en önemli etki kitosanın antimikrobiyel aktivite göstermesinden ileri gelmektedir. Bu etkinin mekanizması tam olarak bilinmemekle beraber pozitif yüklü kitosan moleküllerinin negatif yüklü hücre membranına bağlanarak fonksiyonunu bozması; intrasellüler içeriğin dışarı sızmasını teşvik etmesi ve aynı zamanda besin elementlerinin hücreye transportunun inhibe edilmesi; şelat yapıcı bir ajan olarak rol oynayarak iz elementlere bağlanması ve bu suretle mikrobiyel gelişme ile toksin üretiminin inhibe edilmesi; suyu bağlayarak enzimleri inhibe etmesi; DNA ile bağlanıp mRNA sentezini engelleyerek üremenin durdurulması gibi çeşitli teoriler ileri sürülmüştür (Bostan ve ark., 2007).

3.MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Yumurta

Bu çalışmada kullanılan tavuk yumurtaları Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nden, bıldırcın yumurtaları ise Gazivet Hayvan Üretim Pazarlama Şirketi'nden temin edilmiştir.



Şekil 3.1. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği

3.1.2. Kitosan

Deasetilasyon derecesi %75 olan, karides kabuklularından üretilmiş, tatsız ve kokusuz özellikte (Sigma, C3646) kitosan kaplama malzemesi olarak kullanılmıştır.

3.1.3. Organik Asitler

Kitosan kaplama materyalinin çözünmesini sağlamak için asetik asit (Sigma, 320099), laktik asit (Sigma, 69775) ve propiyonik asit (Sigma, 402907) kullanılarak kaplama materyalleri hazırlanmıştır.

3.1.4. Fenolik Maddeler

Kaplama formülasyonlarında gallik asit (Merck, 1.01347.0500 ve kafeik asit (Acros, 114930250) fenolik maddeleri kullanılmıştır.

3.1.5. Test Suşları

Refik Saydam Hıfzısıhha Enstitüsü'nden temin edilen *Escherichia coli* (ATCC 25922) ve *Salmonella enteritidis* (ATCC 13076) suşları kontaminasyon için kullanılmıştır.

3.2. Metot

Tavuk ve bıldırcın yumurtaları alınarak, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Gıda Mühendisliği Mikrobiyoloji Laboratuvarı'na getirilmiş ve analizler burada gerçekleştirilmiştir. Yumurtalar kaplanmadan önce yüzeyindeki kalıntıların uzaklaştırılması için musluk suyuyla yıkanmış ve dezenfeksiyon için alkolle silinmiştir.

3.2.1. Kaplama Materyalinin Hazırlanması

Kaplama materyali hazırlanırken, 3 g kitosan 100 ml destile su içerisinde magnetik karıştırıcıda karıştırılarak, üzerine %1 konsantrasyonda organik asitler ve 1 g/kitosan oranında fenolik maddeler eklenmiştir. Hazırlanan çözelti 40°C'de 45dk magnetik karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra esnekliği sağlamak için plastikleştirici olarak polietilen glikol (0,25 ml/g kitosan) eklenmiş ve 15dk daha karıştırıcıda tutulmuştur (Caner ve ark., 1998).

3.2.2. Mikrobiyel Analizler İçin Yumurtaların Hazırlanması

Dezenfekte edilmiş tavuk ve bıldırcın yumurtaları, *Escherichia coli* ve *Salmonella enteritidis*'in bir gecelik kültürlerinden 0,1 ml alınarak kontamine edilmiştir. Kontaminasyon sonrasında kaplama işlemi gerçekleştirilmiştir. Bir grup yumurtaya ise kontrol grubunu oluşturması için kaplama yapılmamıştır.

3.2.3. Yumurtaların Kaplanması



Şekil.3.2. Tavuk ve bıldırcın yumurtalarının kaplanması

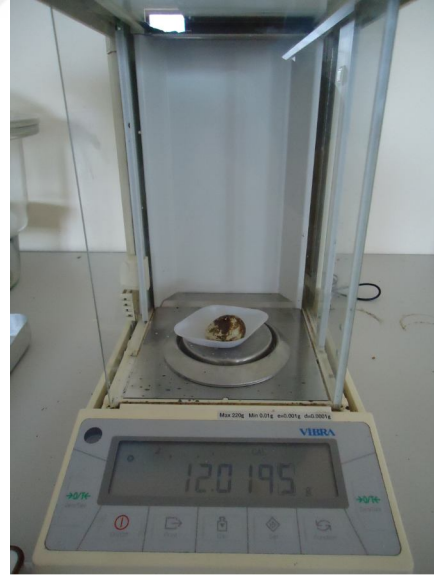
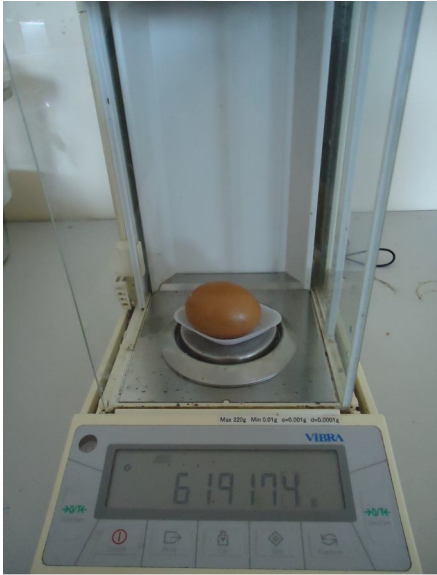
Kaplanmaya hazır tavuk ve bıldırcın yumurtaları, hazırlanmış kaplama çözeltilere daldırılarak 1dk bekletilmiş ve oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Bu işlem 2 kez yapılmıştır. Kaplamanın düzgün olması için yumurtalar zaman zaman ters yüz edilmiştir (Xie ve ark., 2002).

Kaplanmış olan tavuk ve bıldırcın yumurtaları viollere yerleştirilerek kaplandığı materyale göre kaplama yapılmamış kontrol grubu, kitosan-asetik asit, kitosan-laktik asit, kitosan-propiyonik asit, kitosan-asetik asit-gallik asit, kitosan-laktik asit-gallik asit, kitosan-propiyonik asit-gallik asit, kitosan-asetik asit-kafeik asit, kitosan-laktik asit-kafeik asit, kitosan-propiyonik asit-kafeik asit olmak üzere 10'ar gruba ayrılmıştır. Yumurtalar 4 hafta süreyle oda sıcaklığında depolanmıştır.

3.2.4. Yapılan Analizler

Ağırlık kaybı, haugh birimi, yolk indeksi, albümün pH analizi, kabuk kırılma direnci analizleri ve mikrobiyel analizler 0., 1., 2., 3. ve 4. haftalarda; mineral madde analizi ve viskozite analizleri ise 1. ve 4. haftada yapılmıştır.

% Ağırlık Kaybının Belirlenmesi



Şekil 3.3. Tavuk ve bıldırcın yumurtası ağırlıklarının ölçülmesi

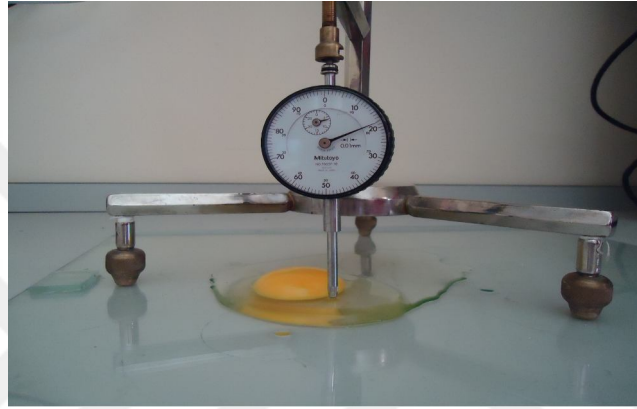
Depolama süresince oda sıcaklığında saklanan tavuk ve bıldırcın yumurtalarının, 0,001 gram duyarlılıktaki hassas terazide, ağırlıkları ölçülerek aşağıdaki formülle % ağırlık kaybı hesaplanmıştır (Alleoni ve Antunes, 2004).

$$\text{Ağırlık Kaybı} = \frac{[(B.Y.A. - S.Y.A.) \times 100]}{B.Y.A.} \quad (3.1)$$

B.Y.A.: Başlangıç yumurta ağırlığı

S.Y.A.: Son yumurta ağırlığı

Haugh Birimi Belirlenmesi



Şekil 3.4. Mikrometre ile tavuk yumurtası ak yüksekliğinin ölçülmesi

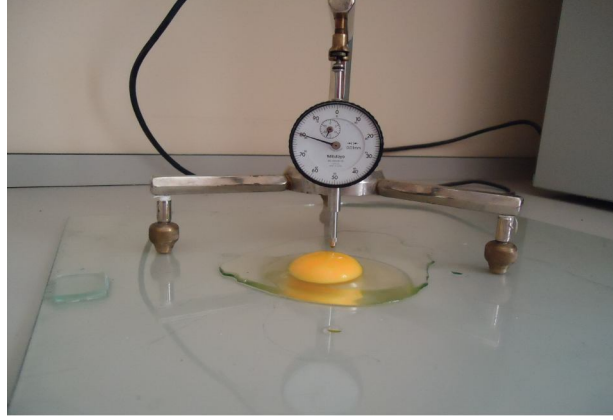
Tavuk ve bıldırcın yumurtalarında, katı albüminin, yumurta sarısı etrafından, yaklaşık 1cm uzaklığındaki 5 noktadan, yerden yüksekliği, cam tabla üzerinde, 0,01mm'ye duyarlı 3 ayaklı mikrometre ile ölçülmüştür. 5 noktanın ortalaması alınarak formüle yerleştirilip haugh birimi hesaplanmıştır (Alleoni ve Antunes, 2004).

$$\text{Haugh birimi} = 100 \log \left(H - 1,7G^{0,37} + 7,6 \right) \quad (3.2)$$

H: Katı albuminin yerden yüksekliği (mm).

G: Yumurta ağırlığı.

Yolk İndeksi Belirlenmesi



Şekil 3.5. Mikrometre ile tavuk yumurtası sarı yüksekliğinin ölçülmesi

Tavuk ve bıldırcın yumurta sarılarının çapının dijital kumpas ile, yüksekliğinin 0,01mm'ye duyarlı 3 ayaklı mikrometre ile ölçülüp formüle yerleştirilmesiyle hesaplanmıştır (Bhale ve ark., 2003).

$$\text{Yolk indeksi} = \frac{h \times 100}{R} \quad (3.3)$$

h: Yumurta sarısı yüksekliği.

R: Yumurta sarısı çapı.

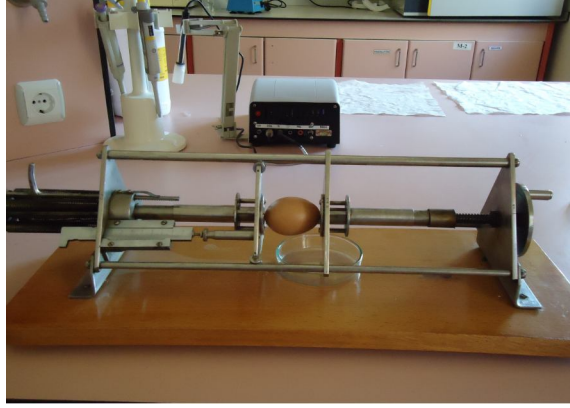
Albümin pH Ölçümü



Şekil 3.6. pH metre ile yumurta albümin pH'sının ölçülmesi

Tavuk ve bıldırcın yumurtaları kırıldıktan sonra katı ve sıvı albümin sarıdan ayrılarak 20 sn homojenize edildilip sonrasında pH metre ile ölçüm yapılmıştır.

Kabuk Kırılma Direnci Belirlenmesi



Şekil 3.7. Tavuk yumurtası kabuğunun kırılma direncinin ölçülmesi

Tavuk yumurtaları, kabuk direnci ölçen alet ile kırılarak ölçüm kg/cm^2 olarak hesaplanmıştır. Bıldırcın yumurtaları ise tekstür analiz cihazı kullanılarak kırılmış ve ölçüm kg/m^2 olarak hesaplanmıştır (Xie ve ark., 2002).

Mineral Madde Analizleri

Mineral madde analizleri tavuk ve bıldırcın yumurtalarının sarı kısmında yapılmış olup ÜSKİM'den hizmet alımı yapılmıştır. Analizlerde EPA Method200.7 kullanılmıştır.

Albümin Viskozitesi Ölçümü



Şekil 3.8. Viskozimetre ile albümin viskozitesinin ölçülmesi

Her kaplama grubu için 20 adet tavuk ve 60 adet bıldırcın yumurtası kırılarak, albümin kısmı sarıdan ayrılıp, viskozimetre tüpüne konulmuştur. Ölçümler 20°C 'de L62 başlığı kullanılarak 30 rpm hızda gerçekleştirilmiştir. İlk ölçüm başlığın 20 sn, ikinci

ölçüm ise başlığın 10 sn dönüşünden miliPascal saniye olarak kaydedilmiştir. Tork ise %10-100 arasında uygulanmıştır.

Mikrobiyel Analizler



Şekil 3.9. Mikroorganizma ekimi

***Escherichia coli*:** Kontamine edilip kaplanmış ve kaplanmamış tavuk ve bıldırcın yumurtası örnekleri kırılıp kabuklar steril örnek poşetlerine konulmuştur. İçerisinde tavuk yumurtası kabuğu bulunan poşetlere 90 ml, bıldırcın yumurtası kabuğu bulunan poşetlere ise 9 ml steril peptonlu su eklenerek stomacher'da 30dk homojenize edilmiştir. Homojenizattan seri dilüsyonlar yapılmış ve petri kutusunda hazırlanan EMB agara yayma yöntemi ile ekim yapılarak 37°C'de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda mor renkli koloniler sayılmıştır.

***Salmonella enteritidis*:** Kontamine edilmiş kaplanmış ve kaplanmamış tavuk ve bıldırcın yumurtası örnekleri kırılıp kabuklar steril örnek poşetlerine konulmuştur. İçerisinde tavuk yumurtası kabuğu bulunan poşetlere 90 ml, bıldırcın yumurtası kabuğu bulunan poşetlere ise 9 ml steril tamponlanmış peptonlu su eklenerek stomacher'da 5dk homojenize edilmiştir. Örnekler ön zenginleştirme işlemi için 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İkinci bir ön zenginleştirme için 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılan örneklerden 5 ml alınarak, steril örnek poşetlerine konulmuş 25 ml Selenite Cystine Broth üzerine eklenerek 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda seri dilüsyonlar yapılarak, petri kutusunda hazırlanmış SS agara yayma yöntemi ile ekim yapılmış, 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Petri kutularında oluşan sarımsı-kahve renkli koloniler sayılmıştır.

İstatistiksel Analizler

Farklı kombinasyonlarla hazırlanan kitosan kaplama materyalinin depolama süresi boyunca tavuk yumurtası ve bıldırcın yumurtası kalitesi üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan analizlerde kaplama materyalinin(neye göre) farklılık oluşturup oluşturmadığının saptanması için tek yönlü onova duncan test istatistiği kullanılmıştır. İstatistiksel analizlerin yapılmasında SPSS (version 21) istatistik programından yararlanılmıştır. İstatistiksel farklılık p değerinin 0,05 veya daha küçük olmasına göre belirlenmiştir.



4.BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. %Ağırlık Kaybı Değerleri

4 haftalık depolama süresi boyunca, farklı kombinasyonlarla hazırlanmış kaplama materyallerinin tavuk ve bıldırcın yumurtalarında, yumurta ağırlık kayıplarını önemli oranda ($p<0,05$) azalttığı saptanmıştır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Tavuk yumurtası % ağırlık kaybı varyans analiz sonuçları

Kaplama Grupları	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta
Kontrol	1,346±0,221 ^{d,A}	2,728±0,514 ^{e,B}	3,767±0,503 ^{e,C}	5,141±0,641 ^{d,D}
Ch-AA	0,853±0,150 ^{b,A}	1,573±0,213 ^{ab,B}	2,275±0,291 ^{a,C}	3,218±0,292 ^{a,D}
Ch-LA	0,627±0,121 ^{a,A}	1,585±0,194 ^{ab,B}	2,330±0,343 ^{a,C}	3,089±0,599 ^{a,D}
Ch-PA	0,789±0,114 ^{b,A}	1,601±0,176 ^{ab,B}	2,470±0,221 ^{ab,C}	3,419±0,184 ^{ab,D}
Ch-AA-GA	0,756±0,083 ^{ab,A}	1,490±0,126 ^{a,B}	2,322±0,190 ^{a,C}	3,411±0,195 ^{ab,D}
Ch-LA-GA	0,708±0,152 ^{ab,A}	1,649±0,293 ^{ab,B}	2,499±0,391 ^{ab,C}	3,421±0,543 ^{ab,D}
Ch-PA-GA	1,052±0,176 ^{c,A}	2,068±0,288 ^{d,B}	2,940±0,453 ^{cd,C}	3,963±0,492 ^{c,D}
Ch-AA-CA	1,021±0,124 ^{c,A}	1,972±0,165 ^{cd,B}	2,991±0,385 ^{cd,C}	4,030±0,699 ^{c,D}
Ch-LA-CA	0,992±0,180 ^{c,A}	2,016±0,233 ^{cd,B}	3,063±0,265 ^{d,C}	4,066±0,290 ^{c,D}
Ch-PA-CA	0,830±0,135 ^{b,A}	1,781±0,199 ^{bc,B}	2,710±0,214 ^{bc,C}	3,759±0,299 ^{bc,D}

*Tabloda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır ($p<0,05$).

*Küçük harfler hafta içinde muamelenin oluşturduğu farkı, büyük harfler ise muamelenin 4 hafta boyunca oluşturduğu farkı istatistiksel olarak göstermektedir.

* ± ile verilmiş olan değerler standart sapmayı göstermektedir.

% Ağırlık kaybı değeri 1. haftada kontrol grubu tavuk yumurtalarında %1,346 iken, kaplanmış tavuk yumurtalarında %0,627-%1,052 arasında değişmektedir. Depolama süresi sonunda kaplanmış tavuk yumurtası gruplarında en yüksek ağırlık kaybı değeri % 4,066 ile Ch-LA-CA'da görülmüştür. 4. haftada kontrol grubu tavuk yumurtalarındaki ağırlık kaybı değeri %5,141 olurken, kaplanmış tavuk yumurtalarında bu değer %3,089-%4,066 arasındadır. Kaplama materyalleri arasında 1. haftada ve 4. haftada Ch-PA-GA, Ch-AA-CA ve Ch-LA-CA arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p<0,05$) saptanmıştır. Depolama süresi boyunca tüm muamelelerdeki ağırlık kaybı değeri istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

Tablo 4.2. Bildircin yumurtası % ağırlık kaybı varyans analiz sonuçları

Kaplama Grupları	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta
Kontrol	4,343±0,292 ^{c,A}	9,459±0,600 ^{b,B}	14,540±0,687 ^{b,C}	17,276±0,695 ^{c,D}
Ch-AA	1,499±0,139 ^{ab,A}	3,253±0,548 ^{a,B}	6,097±0,304 ^{a,C}	8,522±0,696 ^{b,D}
Ch-LA	1,434±0,253 ^{ab,A}	3,619±0,744 ^{a,AB}	6,201±1,887 ^{a,BC}	8,195±2,191 ^{b,C}
Ch-PA	1,118±0,254 ^{a,A}	2,714±0,650 ^{a,A}	4,667±0,984 ^{a,B}	7,281±1,535 ^{ab,C}
Ch-AA-GA	1,155±0,074 ^{a,A}	2,721±0,202 ^{a,B}	4,558±0,763 ^{a,C}	6,659±0,547 ^{ab,D}
Ch-LA-GA	1,197±0,022 ^{ab,A}	2,928±0,179 ^{a,B}	4,805±0,244 ^{a,C}	6,510±0,455 ^{ab,D}
Ch-PA-GA	1,445±0,277 ^{ab,A}	3,629±0,614 ^{a,B}	6,062±1,265 ^{a,C}	8,312±1,427 ^{b,D}
Ch-AA-CA	1,324±0,195 ^{ab,A}	3,168±0,455 ^{a,B}	5,204±1,038 ^{a,C}	7,381±1,285 ^{ab,D}
Ch-LA-CA	1,577±0,136 ^{b,A}	3,528±0,333 ^{a,B}	5,167±0,467 ^{a,C}	5,561±0,494 ^{a,C}
Ch-PA-CA	1,370±0,297 ^{ab,A}	3,125±0,499 ^{a,B}	4,740±0,787 ^{a,BC}	6,231±1,505 ^{ab,C}

*Tabloda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

*Küçük harfler hafta içinde muamelenin oluşturduğu farkı, büyük harfler ise muamelenin 4 hafta boyunca oluşturduğu farkı istatistiksel olarak göstermektedir.

* ± ile verilmiş olan değerler standart sapmayı göstermektedir.

Ağırlık kaybı değerleri kaplanmamış bildircin yumurtalarında %4,343 ile başlayıp 4. haftada %17,276'ya çıkmıştır (Tablo 4.2). Kaplanmış bildircin yumurtalarında ağırlık kaybı değerleri 1. haftada %1,118-%1,577 arasında değişmektedir. Kaplanmış yumurta gruplarının 4. haftada gösterdiği ağırlık kaybı değeri, kontrol grubunun 2. haftada gösterdiği ağırlık kaybı değerinden daha düşüktür. Depolama süresi boyunca Ch-PA ile kaplanmış bildircin yumurtalarındaki ağırlık kaybı değeri istatistiksel olarak ilk 2 hafta önemsizken, 3. ve 4. hafta aradaki farkın önemli olduğu (p<0,05) saptanmıştır.

Alleoni ve Antunes (2004), yaptıkları çalışmada peynir altı suyu proteini konsantresi ile yumurtaları kaplamışlar, 25°C'de 4 hafta depolamışlar ve depolamanın 3., 7., 10., 14., 21. ve 28. günlerinde ağırlık kaybını incelemişlerdir. Sonuç olarak kaplanmış yumurtalarda kaplanmamışlara oranla daha az ağırlık kayıpları gerçekleşmiştir.

Wong ve ark. (1996), yumurtaları, mineral yağı, soya proteini, glüten ve mısır proteini ile hazırlanan çözeltilerle kaplayarak oda sıcaklığında depolamış ve 1., 3., 5., 7., 10., 14., 21., ve 28. günlerde iç kaliteyi ve kabuk özelliklerini incelemişlerdir. Mısır proteini ile kaplanan yumurtalar en düşük ağırlık kaybı (%3,1) değeri görülürken, en yüksek ağırlık kaybı değeri kaplanmamış yumurtalarda (%11,1) görülmüştür. Mineral yağı ile kaplananlarda ağırlık kaybı değeri %9,2; yumurta albümini ile kaplananlarda %7,9; soya proteini izolatu ile kaplananlarda %6,5 ve glüten ile kaplananlarda ise %4,2 ağırlık kaybı değeri görülmüştür.

Bhale ve ark. (2003), yüksek, orta ve düşük molekül ağırlıklı kitosan ile yumurtaları kaplayarak, 25°C'de 5 hafta depolamışlardır. Depolama süresince en fazla

ağırlık kaybının kaplanmamış yumurtalarda (%7,84) olduğunu, farklı konsantrasyonlarda hazırlanan kitosanla kaplanmış yumurtalarda ise kontrolden daha az ağırlık kaybı (%6,8) olduğunu belirtmişlerdir. Alleoni ve Antunes (2004), Wong ve ark. (1996) ve Bhale ve ark. (2003) elde ettiği sonuçlarla, çalışmamızdaki verilerimiz benzerlik göstermektedir.

Yumurtadaki ağırlık kaybı depolama süresince kabuktaki porlardan karbondioksit ve nem kaybı ile gerçekleşmektedir. Ağırlık kaybı analizleri depolama süresine, depolama sıcaklığına, bağlı neme ve kabuktaki porlara bağlıdır (Alleoni ve Antunes; 2004).

4.2. Haugh Birimi Değerleri

Depolama süresince kaplanmamış tavuk yumurtaları, kaplanmışlardan daha düşük haugh birimi değeri vermişlerdir. Depolama süresince tüm gruplarda haugh birimi azalmıştır fakat en fazla azalma kontrol grubunda görülmüştür.

Tablo 4.3. Tavuk yumurtası haugh birimi varyans analiz sonuçları

Kaplama Grupları	0.Hafta	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta
Kontrol	93,545±6,075 ^E	84,003±4,282 ^{a,D}	73,550±4,112 ^{a,C}	66,808±6,490 ^{a,B}	57,604±7,248 ^{a,A}
Ch-AA	93,545±6,075 ^B	90,660±2,786 ^{cd,B}	91,573±2,443 ^{c,B}	83,654±3,434 ^{c,A}	81,914±4,277 ^{b,A}
Ch-LA	93,545±6,075 ^C	91,275±1,953 ^{d,BC}	83,669±5,067 ^{b,A}	88,792±3,279 ^{d,B}	80,283±4,231 ^{b,A}
Ch-PA	93,545±6,075 ^C	92,073±2,069 ^{d,C}	83,541±4,394 ^{b,B}	83,640±4,441 ^{c,B}	77,516±4,768 ^{b,A}
Ch-AA-GA	93,545±6,075 ^D	86,668±3,857 ^{ab,C}	84,469±3,644 ^{b,BC}	78,281±3,961 ^{b,A}	80,118±6,134 ^{b,AB}
Ch-LA-GA	93,545±6,075 ^C	87,599±2,881 ^{bc,B}	84,676±2,362 ^{b,AB}	84,888±5,029 ^{cd,AB}	81,171±2,543 ^{b,A}
Ch-PA-GA	93,545±6,075 ^C	86,686±4,156 ^{ab,B}	84,050±4,376 ^{b,B}	82,983±3,444 ^{c,B}	78,458±5,143 ^{b,A}
Ch-AA-CA	93,545±6,075 ^D	90,833±3,048 ^{d,CD}	86,773±4,802 ^{b,BC}	82,301±5,637 ^{bc,AB}	78,674±5,769 ^{b,A}
Ch-LA-CA	93,545±6,075 ^D	89,442±3,853 ^{bcd,CD}	85,541±3,148 ^{b,BC}	82,133±3,971 ^{bc,AB}	80,518±5,419 ^{b,A}
Ch-PA-CA	93,545±6,075 ^D	88,895±2,511 ^{bcd,C}	86,969±2,603 ^{b,BC}	84,323±4,397 ^{c,AB}	80,988±5,883 ^{b,A}

*Tabloda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

*Küçük harfler hafta içinde muamelenin oluşturduğu farkı, büyük harfler ise muamelenin 4 hafta boyunca oluşturduğu farkı istatistiksel olarak göstermektedir.

* ± ile verilmiş olan değerler standart sapmayı göstermektedir.

Tabloda 4.3’de görüldüğü üzere, kaplanmış tavuk yumurtalarının 4. haftada vermiş olduğu haugh değeri, kaplanmamış tavuk yumurtalarının 2. haftada verdiği haugh değerinden yüksektir. Depolama süresince Ch-AA ile kaplanmış tavuk yumurtası haugh birimi değerleri istatistiksel olarak incelendiğinde 0., 1. ve 2. hafta arasındaki ve 3. ve 4. hafta arasındaki fark önemsiz (p<0,05) bulunmuştur. Depolamanın 4. haftasında, istatistiksel olarak kaplama materyalleri arasındaki fark önemsiz (p<0,05) bulunurken, kaplama materyalleri ile kontrol grubu arasındaki fark önemli (p<0,05) bulunmuştur.

Tablo 4.4. Bıldırcın yumurtası haugh birimi varyans analiz sonuçları

Kaplama Grupları	0.Hafta	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta
Kontrol	89,247±2,108 ^C	76,219±1,830 ^{a,AB}	78,194±2,536 ^{a,B}	69,869±2,554 ^{a,A}	73,536±6,837 ^{a,AB}
Ch-AA	89,247±2,108 ^C	85,823±0,753 ^{bc,BC}	80,891±1,497 ^{ab,A}	83,945±3,946 ^{b,AB}	83,985±2,593 ^{b,AB}
Ch-LA	89,247±2,108 ^B	87,103±1,360 ^{bc,B}	84,092±0,441 ^{bcd,A}	83,517±0,571 ^{b,A}	84,499±1,266 ^{b,A}
Ch-PA	89,247±2,108 ^{AB}	90,861±0,414 ^{d,B}	85,135±3,030 ^{cd,A}	83,856±3,673 ^{b,A}	84,496±3,840 ^{b,A}
Ch-AA-GA	89,247±2,108 ^B	88,465±2,106 ^{cd,B}	84,716±1,670 ^{cd,A}	86,672±0,323 ^{b,AB}	83,506±2,295 ^{b,A}
Ch-LA-GA	89,247±2,108 ^C	86,603±2,995 ^{bc,BC}	84,643±1,880 ^{cd,AB}	84,743±2,208 ^{b,AB}	81,681±1,069 ^{b,A}
Ch-PA-GA	89,247±2,108 ^B	83,622±2,581 ^{b,A}	85,100±1,656 ^{cd,A}	83,388±1,396 ^{b,A}	83,626±2,021 ^{b,A}
Ch-AA-CA	89,247±2,108 ^B	89,253±0,959 ^{cd,B}	85,283±1,214 ^{cd,A}	83,388±2,236 ^{b,A}	84,341±2,016 ^{b,A}
Ch-LA-CA	89,247±2,108 ^B	85,756±2,913 ^{bc,AB}	82,535±2,873 ^{bc,A}	84,276±1,104 ^{b,A}	83,235±1,681 ^{b,A}
Ch-PA-CA	89,247±2,108 ^B	87,151±0,701 ^{bc,B}	86,774±0,993 ^{d,B}	83,404±1,956 ^{b,A}	81,606±1,840 ^{b,A}

*Tablodaki farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

*Küçük harfler hafta içinde muamelenin oluşturduğu farkı, büyük harfler ise muamelenin 4 hafta boyunca oluşturduğu farkı istatistiksel olarak göstermektedir.

* ± ile verilmiş olan değerler standart sapmayı göstermektedir.

Depolama süresince tüm haftalarda kontrol grubu haugh birimi değerleri kaplama gruplarında düşük bulunmuştur (Tablo 4.4). İstatistiksel olarak 1. haftada Ch-AA, Ch-LA, Ch-LA-GA, Ch-LA-CA ve Ch-PA-CA arasındaki fark; 2. haftada Ch-PA, Ch-AA-GA, Ch-LA-GA, Ch-PA-GA ve Ch-AA-CA arasındaki fark; 3. ve 4. haftada ise tüm gruplar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. İstatistiksel olarak, kaplanmamış bıldırcın yumurtası haugh birimi değerlerinin 1. haftada, 3. haftada ve 4. haftada tüm kaplanmış gruplardan farkının önemli (p<0,05) olduğu görülmüştür; 2. haftada ise Ch-AA ile arasındaki farkın önemsiz (p<0,05) olduğu görülmüştür.

Wong ve ark. (1996), depolamanın 28. gününde kaplanmamış tavuk yumurtalarında 32,4 haugh birimi belirlerken, mısır proteini ile kaplanmış yumurtalarda 52,6 haugh birimi değeri saptamışlardır. Bhale ve ark. (2003), kaplanmamış tavuk yumurtalarının 0. haftada AA (AA>72 HU) kaliteden, 1. Hafta B (B=31-54 HU) kaliteye düştüğünü; farklı molekül ağırlıklı kitosan içeren kaplama ile tavuk yumurtalarının 2 hafta boyunca A (A>55 HU) kalite değerini, 5 haftalık depolama süresince ise B (B=31-54 HU) kalite değerini koruduklarını belirtmişlerdir.

Alleoni ve Antunes (2004), yaptıkları çalışmada peynir altı suyu proteini ile kapladıkları tavuk yumurtaların 4 haftalık depolama süresince, haugh değerinin A (A>55 HU) kalite değerini koruduklarını, kaplanmamış tavuk yumurtaların ise haugh birimi kalite değerinin C (C<30 HU) kaliteye kadar düştüğünü belirtmişlerdir.

Çalışmamızdaki analiz sonuçları, Wong ve ark. (1996), Bhale ve ark. (2003), Alleoni ve Antunes (2004) tarafından bulunan analiz sonuçlarına benzetmekle birlikte daha yüksek haugh birimi değerleri elde edilmiştir.

4.3. Yolk İndeksi Değerleri

Yolk indeksi yumurta tazeliği ile yakından ilgili olup, sarının eni ve yüksekliğinin ölçümü ile belirlenmektedir. İleri derecede bayatlamalarda vitellin membranın kopması ile yumurta sarısı patlamakta ve albümin içine dağılmaktadır (Bhale ve ark., 2003).

Tablo 4.5. Tavuk yumurtası yolk indeks değeri varyans analiz sonuçları

Kaplama Grupları	0.Hafta	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta
Kontrol	46,276±3,772 ^C	47,317±3,429 ^{e,C}	40,066±0,868 ^{ab,B}	37,903±2,693 ^{a,B}	33,502±2,297 ^{a,A}
Ch-AA	46,276±3,772 ^B	46,391±1,477 ^{de,B}	45,842±1,746 ^{d,B}	41,772±2,777 ^{cd,A}	42,431±2,171 ^{e,A}
Ch-LA	46,276±3,772 ^B	45,988±1,493 ^{cde,B}	42,997±2,710 ^{c,A}	42,321±1,916 ^{d,A}	40,683±1,767 ^{de,A}
Ch-PA	46,276±3,772 ^C	46,870±1,517 ^{e,C}	42,044±2,007 ^{bc,B}	41,422±3,304 ^{bcd,AB}	39,258±2,085 ^{cd,A}
Ch-AA-GA	46,276±3,772 ^C	44,003±1,663 ^{b,BC}	43,175±3,233 ^{c,B}	40,276±1,864 ^{bcd,A}	38,986±1,542 ^{cd,A}
Ch-LA-GA	46,276±3,772 ^C	44,166±2,666 ^{bc,BC}	42,890±2,692 ^{c,B}	39,547±1,771 ^{abc,A}	40,381±2,610 ^{d,A}
Ch-PA-GA	46,276±3,772 ^D	42,062±1,681 ^{a,C}	39,505±1,415 ^{a,B}	39,090±2,560 ^{ab,B}	36,701±2,453 ^{b,A}
Ch-AA-CA	46,276±3,772 ^C	44,485±1,735 ^{bcd,C}	40,190±1,235 ^{ab,B}	40,286±2,178 ^{bcd,B}	37,975±1,753 ^{bc,A}
Ch-LA-CA	46,276±3,772 ^C	42,907±1,834 ^{ab,B}	41,502±1,991 ^{abc,AB}	39,519±1,623 ^{abc,A}	39,734±2,055 ^{cd,A}
Ch-PA-CA	46,276±3,772 ^D	44,565±1,620 ^{bcd,CD}	43,071±2,001 ^{c,BC}	40,912±1,827 ^{bcd,AB}	39,859±2,810 ^{cd,A}

*Tablodaki farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

*Küçük harfler hafta içinde muamelenin oluşturduğu farkı, büyük harfler ise muamelenin 4 hafta boyunca oluşturduğu farkı istatistiksel olarak göstermektedir.

* ± ile verilmiş olan değerler standart sapmayı göstermektedir.

Depolama süresince kontrol grubu tavuk yumurtalarında 1. hafta ile 2. hafta arasındaki fark ve 3. hafta ile 4. hafta arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli (p<0,05) bulunmuştur (Tablo 4.5). 1. haftada en düşük yolk indeks değeri Ch-PA-GA'da elde edilmiş olup, bu değer istatistiksel açıdan Ch-LA-CA ile benzer olup diğer gruplardan farklıdır. 2. hafta en düşük değer kontrol grubunda okunmakla birlikte istatistiksel açıdan Ch-AA-CA ve Ch-LA-CA ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (p<0,05). Depolama sonunda en yüksek yolk indeksi değeri Ch-AA'dan elde edilmiş olup istatistiksel açıdan Ch-LA ile arasındaki fark önemsizdir (p<0,05).

Tablo 4.6. Bildircin yumurtası yolk indeks değerleri varyans analiz sonuçları

Kaplama Grupları	0.Hafta	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta
Kontrol	43,512±4,173 ^D	30,990±1,377 ^{a,C}	19,150±1,274 ^{a,B}	15,330±0,242 ^{a,A}	14,118±0,554 ^{a,A}
Ch-AA	43,512±4,173 ^D	38,390±2,297 ^{c,C}	30,058±1,086 ^{cd,B}	24,345±1,861 ^{b,A}	20,992±2,146 ^{b,A}
Ch-LA	43,512±4,173 ^C	33,624±1,926 ^{abc,B}	32,007±3,738 ^{d,B}	22,929±1,971 ^{b,A}	22,692±1,279 ^{bc,A}
Ch-PA	43,512±4,173 ^C	36,876±4,459 ^{bc,B}	27,826±2,310 ^{bc,A}	23,449±1,408 ^{b,A}	25,123±2,922 ^{cd,A}
Ch-AA-GA	43,512±4,173 ^C	34,615±1,564 ^{abc,B}	26,232±1,925 ^{b,A}	23,629±0,948 ^{b,A}	22,685±2,546 ^{bc,A}
Ch-LA-GA	43,512±4,173 ^D	31,367±1,008 ^{a,C}	27,758±1,926 ^{bc,BC}	24,094±0,888 ^{b,AB}	22,135±0,910 ^{bc,A}
Ch-PA-GA	43,512±4,173 ^C	33,018±0,616 ^{ab,B}	29,731±0,878 ^{cd,B}	24,879±0,788 ^{b,A}	23,096±0,578 ^{bc,A}
Ch-AA-CA	43,512±4,173 ^D	36,239±5,005 ^{abc,C}	29,453±1,373 ^{bcd,B}	24,530±1,897 ^{b,AB}	22,587±2,179 ^{b,c,A}
Ch-LA-CA	43,512±4,173 ^C	38,005±4,005 ^{bc,B}	31,171±0,612 ^{cd,A}	29,041±0,773 ^{c,A}	26,750±2,012 ^{d,A}
Ch-PA-CA	43,512±4,173 ^C	38,409±0,566 ^{c,B}	30,981±1,063 ^{cd,A}	29,219±1,479 ^{c,A}	27,132±1,557 ^{d,A}

*Tabloda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

*Küçük harfler hafta içinde muamelenin oluşturduğu farkı, büyük harfler ise muamelenin 4 hafta boyunca oluşturduğu farkı istatistiksel olarak göstermektedir.

* ± ile verilmiş olan değerler standart sapmayı göstermektedir.

Depolamanın 1. haftasında, en düşük yolk indeksi değeri kontrol grubunda elde edilmiş ve depolama süresince değerlerdeki düşüşler hızla devam etmiştir (Tablo 4.6). Kaplanmış bildircin yumurtalarının 4. haftadaki yolk indeksi değerleri kontrol grubunun 2. haftada verdiği yolk indeksi değerinden daha yüksek bulunmuştur. 4. haftada en düşük değer kontrol grubunda elde edilmiş olup, istatistiksel olarak kaplanmış gruplardan farklıdır. 3. haftada Ch-AA, Ch-LA, Ch-PA, Ch-AA-GA, Ch-LA-GA, Ch-PA-GA ve Ch-AA-CA kaplama grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli (p<0,05) değildir.

Bhale ve ark. (2003), %2 konsantrasyonda kitosan kullanıldığı takdirde yolk kalitesinin korunabileceğini açıklamışlardır. 5 hafta süresince 25⁰C'de depoladıkları kontrol grubu yumurtalar ile %1, %2, ve %3 konsantrasyonda düşük, orta ve yüksek molekül ağırlıklı kitosan ile kaplanan yumurtaların yolk indeksi değerlerini incelemişlerdir. 2. hafta kontrol grubu yolk indeks değeri 26 iken farklı molekül ağırlıklı ve konsantrasyondaki kitosan kaplama ile kaplanan yumurtalardaki yolk indeks değeri 37-40 arasında değişmekte olduğu saptanmıştır. Çalışmamızda %3 konsantrasyonda kitosan kullanılmış olup yolk indeksi değerleri kontrol grubuyla karşılaştırıldığında korunmuştur.

4.4. Albümin pH'sı Değerleri

Albümin pH'sı yumurta iç kalitesiyle yakından ilgilidir. Depolama boyunca yumurta kabuktaki porlardan devamlı olarak nem ve karbondioksit kaybetmektedir. Bu da pH'nın artmasına neden olmaktadır. Taze bir yumurtada albümin pH'sı yaklaşık 7,6 iken

bu değer yumurta bayatladıkça artmakta ve 9,6 ya kadar çıkmaktadır (Avan ve Alişarlı, 2002; Tayar, 2005).

Tablo 4.7. Tavuk yumurtası albümin pH'sı varyans analiz sonuçları

Kaplama Grupları	0.Hafta	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta
Kontrol	8,80±0,082 ^A	9,39±0,048 ^{c,B}	9,55±0,049 ^{d,C}	9,59±0,053 ^{d,C}	10,17±0,040 ^{d,D}
Ch-AA	8,80±0,082 ^A	9,08±0,062 ^{b,B}	9,14±0,071 ^{c,B}	9,08±0,109 ^{abc,B}	9,09±0,173 ^{bc,B}
Ch-LA	8,80±0,082 ^A	8,95±0,056 ^{a,BC}	9,05±0,104 ^{bc,C}	8,99±0,252 ^{a,BC}	8,86±0,186 ^{a,AB}
Ch-PA	8,80±0,082 ^A	8,97±0,145 ^{ab,B}	9,04±0,117 ^{bc,B}	9,16±0,084 ^{c,C}	9,02±0,105 ^{b,B}
Ch-AA-GA	8,80±0,082 ^A	8,99±0,128 ^{ab,B}	9,13±0,121 ^{c,C}	9,03±0,138 ^{ab,BC}	9,01±0,161 ^{b,B}
Ch-LA-GA	8,80±0,082 ^A	8,97±0,113 ^{ab,BC}	8,90±0,162 ^{a,AB}	9,05±0,112 ^{abc,CD}	9,11±0,104 ^{bc,D}
Ch-PA-GA	8,80±0,082 ^A	8,95±0,101 ^{a,B}	9,08±0,084 ^{bc,C}	9,14±0,061 ^{bc,CD}	9,20±0,053 ^{c,D}
Ch-AA-CA	8,80±0,082 ^A	8,96±0,099 ^{a,B}	9,08±0,130 ^{bc,C}	9,11±0,070 ^{bc,C}	9,20±0,041 ^{c,D}
Ch-LA-CA	8,80±0,082 ^A	8,98±0,109 ^{ab,B}	9,06±0,060 ^{bc,C}	9,15±0,041 ^{c,D}	9,17±0,101 ^{c,D}
Ch-PA-CA	8,80±0,082 ^A	8,92±0,171 ^{a,B}	8,98±0,105 ^{ab,B}	9,09±0,102 ^{abc,C}	9,18±0,062 ^{c,C}

*Tabloda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

*Küçük harfler hafta içinde muamelenin oluşturduğu farkı, büyük harfler ise muamelenin 4 hafta boyunca oluşturduğu farkı istatistiksel olarak göstermektedir.

* ± ile verilmiş olan değerler standart sapmayı göstermektedir.

Kaplanmış olan tüm tavuk yumurtalarının albümin pH'sı, kontrol grubun albümin pH'sından düşük çıkmıştır. Albümin pH'sı kontrol grubunda sürekli artış göstermiştir. Farklı kombinasyonlarda hazırlanan kaplama grupları bu artışı azaltabilmiştir. Kaplama materyalleri kabuğu saran bir yapı olduğundan nem ve karbondioksit kayıplarını minimize etmede başarılı olmuştur. Depolama süresince kaplanmış tavuk yumurtaları ile kontrol grubu arasındaki fark istatistiksel olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur. Ch-AA ile kaplanmış tavuk yumurtaları, albümin pH analizinde 1., 2., 3. ve 4. haftalarda alınan değerler arasında istatistiksel olarak önemli (p<0,05) bulunmamaktadır. Kontrol grubunda 1. haftada gözlenen 9,39 pH değeri, kaplama gruplarının hiçbirinde 4. haftada bile gözlenmemiştir (Tablo 4.7).

Tablo 4.8. Bıldırcın yumurtası albümin pH'sı varyans analiz sonuçları

Kaplama Grupları	0.Hafta	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta
Kontrol	8,92±0,308 ^A	9,17±0,030 ^{e,AB}	9,35±0,100 ^{d,B}	9,70±0,170 ^{e,C}	10,15±0,199 ^{e,D}
Ch-AA	8,92±0,308 ^{BC}	8,36±0,045 ^{a,A}	8,74±0,950 ^{ab,B}	8,91±0,140 ^{ab,BC}	9,09±0,045 ^{abcd,BC}
Ch-LA	8,92±0,308 ^B	8,51±0,083 ^{ab,A}	8,74±0,208 ^{ab,AB}	8,87±0,187 ^{ab,B}	8,90±0,185 ^{a,B}
Ch-PA	8,92±0,308 ^B	8,49±0,126 ^{ab,A}	8,85±0,150 ^{abc,B}	9,24±0,065 ^{d,C}	9,26±0,085 ^{cd,C}
Ch-AA-GA	8,92±0,308 ^A	8,97±0,095 ^{de,A}	9,09±0,062 ^{cd,A}	9,13±0,026 ^{cd,A}	9,14±0,049 ^{bcd,A}
Ch-LA-GA	8,92±0,308 ^{AB}	8,49±0,231 ^{ab,A}	8,54±0,368 ^{a,AB}	8,94±0,101 ^{bc,AB}	9,04±0,190 ^{abc,B}
Ch-PA-GA	8,92±0,308 ^A	8,91±0,122 ^{cd,A}	9,02±0,090 ^{bc,A}	9,07±0,026 ^{bcd,A}	9,20±0,055 ^{bcd,A}
Ch-AA-CA	8,92±0,308 ^{AB}	8,68±0,040 ^{bc,A}	8,95±0,141 ^{bc,AB}	9,05±0,111 ^{bcd,B}	9,23±0,041 ^{cd,B}
Ch-LA-CA	8,92±0,308 ^A	8,73±0,096 ^{bcd,A}	8,82±0,070 ^{abc,A}	8,72±0,092 ^{a,A}	8,99±0,062 ^{ab,A}
Ch-PA-CA	8,92±0,308 ^{AB}	8,56±0,250 ^{ab,A}	8,75±0,268 ^{ab,A}	9,18±0,036 ^{d,B}	9,27±0,096 ^{d,B}

*Tabloda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

*Küçük harfler hafta içinde muamelenin oluşturduğu farkı, büyük harfler ise muamelenin 4 hafta boyunca oluşturduğu farkı istatistiksel olarak göstermektedir.

* ± ile verilmiş olan değerler standart sapmayı göstermektedir.

Depolama süresi boyunca, Ch-AA-GA, Ch-PA-GA ve Ch-LA-CA kaplama materyalleri ile kaplanmış bıldırcın yumurtalarının pH'sında, haftalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz (p<0,05) bulunmuştur (Tablo 4.8). Tüm haftalar boyunca en yüksek pH değeri kontrol grubunda gözlenmiştir. 1. haftada Ch-LA, Ch-PA, Ch-LA-GA ve Ch-PA-CA kaplama materyalleri arasında; 2. haftada Ch-AA, Ch-LA ve Ch-PA-CA kaplama materyalleri arasında ve 3. haftada ise Ch-AA ve Ch-LA kaplama materyalleri arasında istatistiksel olarak fark (p<0,05) gözlenmemiştir. Sonuçlar farklı kombinasyonlarla hazırlanmış kaplama materyallerinin, bariyer oluşturarak porlardan karbondioksit kaybını önemli ölçüde engellediğini ve pH'nın yükselmesini önlediğini göstermiştir.

Alleoni ve Antunes (2004), peynir altı suyu proteini ile kaplanan yumurtaların pH'sı, depolama süresince kaplanmamış yumurtalarinkinden düşük çıkmıştır. Depolama sonunda kaplanmamış yumurtaların pH'sı 9,09 ile 9,44 arasında değişirken; kaplanmışlarda bu değer 8,01 ile 8,33 arasında bulunmuştur. Çalışmamızda benzer sonuçlar elde edilmiştir.

4.5. Kabuk Kırılma Direnci Değerleri

Kabuk kırılma direnci analizi, yumurtanın sağlamlığını, yani kırılmaya karşı direncini ortaya koyan bir kriterdir. Özel bir aygıt ile ölçülür, kg/m² olarak ifade edilir (Xie ve ark., 2002; Tayar, 2005).

Tablo 4.9. Tavuk yumurtası kabuk kırılma direnci (kg/m²) varyans analiz sonuçları

Kaplama Grupları	0.Hafta	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta
Kontrol	1,34±0,241 ^{AB}	1,09±0,288 ^{a,A}	1,36±0,206 ^{a,B}	1,34±0,295 ^{a,AB}	1,30±0,274 ^{a,AB}
Ch-AA	1,34±0,241 ^A	1,83±0,216 ^{bc,B}	1,79±0,196 ^{ab,B}	1,94±0,283 ^{b,B}	1,92±0,547 ^{bc,B}
Ch-LA	1,34±0,241 ^A	1,75±0,126 ^{b,B}	1,95±0,574 ^{b,B}	1,90±0,266 ^{b,B}	1,91±0,166 ^{bc,B}
Ch-PA	1,34±0,241 ^A	1,83±0,116 ^{bc,B}	1,79±0,237 ^{ab,B}	2,43±0,928 ^{c,C}	1,88±0,329 ^{bc,B}
Ch-AA-GA	1,34±0,241 ^A	1,84±0,171 ^{bc,B}	1,93±0,400 ^{b,B}	1,86±0,488 ^{b,B}	2,26±0,811 ^{bcd,B}
Ch-LA-GA	1,34±0,241 ^A	1,84±0,447 ^{bc,B}	2,02±0,782 ^{b,B}	1,88±0,175 ^{b,B}	1,79±0,191 ^{b,B}
Ch-PA-GA	1,34±0,241 ^A	2,06±0,236 ^{c,B}	2,18±0,385 ^{b,B}	2,16±0,527 ^{bc,B}	2,53±0,815 ^{d,B}
Ch-AA-CA	1,34±0,241 ^A	1,93±0,211 ^{bc,B}	1,86±0,231 ^{b,B}	1,98±0,239 ^{bc,B}	2,27±0,499 ^{bcd,C}
Ch-LA-CA	1,34±0,241 ^A	1,84±0,206 ^{bc,B}	2,21±0,779 ^{b,B}	2,14±0,592 ^{bc,B}	2,15±0,365 ^{bcd,B}
Ch-PA-CA	1,34±0,241 ^A	2,04±0,497 ^{c,B}	2,21±0,582 ^{b,B}	2,13±0,447 ^{bc,B}	2,38±0,610 ^{cd,B}

*Tabloda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

*Küçük harfler hafta içinde muamelenin oluşturduğu farkı, büyük harfler ise muamelenin 4 hafta boyunca oluşturduğu farkı istatistiksel olarak göstermektedir.

* ± ile verilmiş olan değerler standart sapmayı göstermektedir.

Depolama süresince her hafta tekrarlanmış olan kabuk kırılma analizi değerlerine göre en düşük değer kontrol grubunun ilk haftasında elde edilmiş olup 1,09 kg/m², en yüksek değer ise Ch-PA-GA kaplama grubunda 4. haftada elde edilmiş olup 2,53 kg/m²'tür (Tablo 4.9). 4 hafta boyunca yapılan analizlerde, her bir haftada en düşük değer kontrol grubunda gözlenmiştir ve kontrol grubu ile kaplama grupları arasındaki fark 1., 3. ve 4. haftalarda istatistiksel olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur. Tabloya bakıldığında, genel olarak fenolik madde ilave edilmiş kaplama gruplarının daha yüksek kabuk kırılma direnci değeri verdikleri görülmektedir; fenolik maddelerin kaplama formülasyonunu daha yoğun hale getirdiği için bu değerlerin elde edildiği düşünülmektedir.

Tablo 4.10. Bildircın yumurtası kabuk kırılma direnci (kg/m²) varyans analiz sonuçları

Kaplama Grupları	0.Hafta	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta
Kontrol	7,142±1,670 ^A	6,198±2,655 ^{a,A}	5,018±1,876 ^{a,A}	5,338±2,821 ^{a,A}	5,459±1,021 ^{a,A}
Ch-AA	7,142±1,670 ^A	12,861±0,660 ^{c,B}	11,829±0,424 ^{bc,B}	12,746±0,164 ^{cde,B}	12,353±1,241 ^{c,B}
Ch-LA	7,142±1,670 ^A	13,120±0,786 ^{c,B}	12,856±0,201 ^{bc,B}	13,144±0,468 ^{de,B}	12,329±0,753 ^{c,B}
Ch-PA	7,142±1,670 ^A	10,648±0,945 ^{b,B}	11,115±1,087 ^{b,B}	11,865±0,982 ^{bcd,B}	10,226±0,910 ^{b,B}
Ch-AA-GA	7,142±1,670 ^A	12,046±0,809 ^{bc,B}	12,839±0,434 ^{bc,B}	12,530±0,158 ^{bcd,B}	12,398±0,666 ^{c,B}
Ch-LA-GA	7,142±1,670 ^A	13,299±0,602 ^{c,B}	12,691±1,327 ^{bc,B}	12,307±0,470 ^{bcd,B}	12,296±0,640 ^{c,B}
Ch-PA-GA	7,142±1,670 ^A	10,260±1,435 ^{b,B}	12,004±1,196 ^{bc,B}	10,685±0,524 ^{b,B}	11,380±0,228 ^{bc,B}
Ch-AA-CA	7,142±1,670 ^A	11,676±1,173 ^{bc,BC}	12,664±0,611 ^{bc,C}	10,961±0,593 ^{bc,BC}	10,452±0,350 ^{b,B}
Ch-LA-CA	7,142±1,670 ^A	13,754±0,793 ^{c,B}	14,012±0,633 ^{c,B}	13,536±0,200 ^{e,B}	12,654±0,524 ^{c,B}
Ch-PA-CA	7,142±1,670 ^A	13,384±0,504 ^{c,C}	11,749±0,953 ^{bc,BC}	11,456±0,101 ^{bcd,B}	11,907±0,667 ^{c,BC}

*Tabloda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

*Küçük harfler hafta içinde muamelenin oluşturduğu farkı, büyük harfler ise muamelenin 4 hafta boyunca oluşturduğu farkı istatistiksel olarak göstermektedir.

* ± ile verilmiş olan değerler standart sapmayı göstermektedir.

Depolamanın her bir haftasında yapılan kabuk kırılma analizlerine göre kontrol grubu en düşük değerleri vermiş ve kaplama gruplarıyla arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur (Tablo 4.10). Ch-AA, Ch-LA, Ch-PA, Ch-AA-GA, Ch-LA-GA, Ch-PA-GA ve Ch-LA-CA kaplama grupları ile kaplanmış olan bildirin yumurtası kabuk kırılma analiz değerleri arasındaki fark, haftalara göre istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmamıştır. Bu sonuçlara göre, kaplama formülasyonları kabuk kırılma direncini, istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) ölçüde artırmışlardır.

Yapılmış olan bir çalışmada, tavuk yumurtaları kitosan organik asit formülasyonu ile kaplanmış ve 5. haftada kabuk kırılma direnci belirlenmiştir. Kitosan kaplamanın kabuk kırılma direncini, kontrol grubuna göre %20 oranında arttırdığı gösterilmiştir. Aynı çalışmada kaplanmış olan yumurtaların, alt (küt uç) ve üst (sivri uç) kısımlarının kabuk kırılma dirençleri arasında istatistiksel bir fark olmadığı belirtilmiştir (Cansız, 2006).

Xie ve ark. (2002), yaptıkları çalışmada, soya proteini, peynir altı suyu proteini, karboksi metil selüloz ve buğday proteini ile kaplanan tavuk yumurtalarının, kaplanmamış tavuk yumurtalarına göre daha yüksek kırılma direnci değerleri verdiklerini belirtmişlerdir. Kontrol grubu tavuk yumurtaları 2,99 kabuk kırılma direnci değerini verirken, soya proteini ile kaplanmış tavuk yumurtaları 3,42 kabuk kırılma direnci değerini vermişlerdir. Çalışmamızda ise, kontrol grubu tavuk yumurtaları, kabuk kırılma direnci değeri 1,09-1,36 arasında değişmekte, Ch-PA-GA kaplama grubunda ise 2,06-2,53 arasında değişmektedir. Çalışmamızda oransal olarak benzer sonuçlar elde edilmiştir.

4.6. Mineral Madde Değerleri

Yumurta sarısı, yumurtanın mineral maddelerce en zengin kısmıdır. Yumurta, demir ve çinko gibi sağlığımız açısından önem taşıyan mineralleri içermektedir. Demir kan yapımı için gereklidir ve yumurtadaki demir, organizma tarafından tamamen alınır. Yumurta yeterli miktarda demir, fosfor, sodyum, klor, bakır, magnezyum ve mangan gibi mineralleri yeterli oranda içerir (Şenköylü, 2001; Tayar, 2005).

Tablo 4.11. Tavuk yumurtası mineral madde değerleri (mg/kg) varyans analiz sonuçları

Kaplama Grupları	Ca	Cu	Fe	Mg	Mn	Zn
Başlangıç	1388±8,00 ⁱ	1,132±0,00 ^e	62,92±0,07 ⁱ	136,7±0,70 ⁱ	1,450±0,00 ⁱ	795,3±2,55 ⁱ
Kontrol	960,3±0,70 ^a	0,2189±0,00 ^a	44,98±0,01 ^a	92,90±1,00 ^a	0,840±0,00 ^a	412,6±1,10 ^a
Ch-AA	1071±1,00 ^d	1,361±0,02 ^g	47,44±0,38 ^b	98,16±0,16 ^c	1,083±0,00 ^d	557,3±0,70 ^d
Ch-LA	1221±3,00 ^g	1,295±0,00 ^f	64,93±0,35 ⁱ	100,6±0,10 ^d	1,020±0,00 ^b	682±0,35 ^h
Ch-PA	970,8±2,00 ^b	1,143±0,00 ^e	49,29±0,10 ^c	96,29±0,54 ^b	1,275±0,00 ^g	533,7±1,05 ^c
Ch-AA-GA	1129±3,00 ^f	1,289±0,00 ^f	51,31±0,23 ^c	105,7±0,40 ^f	1,208±0,00 ^f	663,1±3,30 ^g
Ch-LA-GA	1306±9,01 ⁱ	1,503±0,01 ^h	54,1±0,07 ^f	109,8±0,15 ^g	1,318±0,00 ⁱ	753,3±2,05 ⁱ
Ch-PA-GA	1214±6,05 ^g	2,952±0,00 ⁱ	59,17±0,16 ^h	103±0,75 ^e	1,166±0,00 ^e	627,9±1,15 ^f
Ch-AA-CA	1033±5,00 ^c	0,550±0,02 ^b	50,39±0,14 ^d	100,5±1,50 ^d	1,048±0,00 ^c	531,1±0,55 ^c
Ch-LA-CA	1104±8,00 ^e	0,942±0,02 ^c	67±0,49 ^j	101,6±0,45 ^d	3,928±0,01 ^j	581,7±0,70 ^e
Ch-PA-CA	1298±2,51 ^h	1,051±0,00 ^d	56,95±0,23 ^g	118,7±0,25 ^h	1,285±0,00 ^h	433,4±1,00 ^b

*Tabloda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

* ± ile verilmiş olan değerler standart sapmayı göstermektedir.

Tavuk yumurtası, mineral madde içeriği tablosuna bakıldığında, kaplanmış yumurtalarda mineral madde değerlerinin kontrol grubuna göre daha yüksek çıktığı görülmektedir. Mineral madde değerleri arasındaki bu farklılıkların, deneyde kullanılmış olan tavuk yumurtalarının başlangıç mineral madde düzeylerinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir (Tablo 4.11).

Tablo 4.12. Bildircin yumurtası mineral madde değerleri (mg/kg) varyans analiz sonuçları

Kaplama Grupları	Ca	Cu	Fe	Mg	Mn	Zn
Başlangıç	1340±7,50 ^g	1,669±0,02 ^e	89,25±0,21 ^h	100,5±0,10 ^e	0,934±0,00 ⁱ	31,35±0,10 ^g
Kontrol	931,5±4,80 ^a	0,990±0,00 ^a	42,42±0,45 ^a	87,53±0,39 ^b	0,621±0,00 ^c	23,69±0,00 ^b
Ch-AA	1282±0,57 ^f	2,064±0,01 ⁱ	70,76±0,10 ^g	105,5±1,70 ^g	0,926±0,00 ⁱ	34,61±0,25 ⁱ
Ch-LA	1195±5,50 ^c	1,395±0,00 ^d	66,44±0,17 ^f	93,46±0,64 ^c	0,694±0,00 ^e	29,42±0,00 ^f
Ch-PA	1237±5,50 ^d	1,697±0,00 ^f	52,63±0,07 ^c	100,9±0,20 ^e	0,851±0,00 ^g	27,99±0,01 ^e
Ch-AA-GA	1394±9,50 ^h	1,361±0,00 ^c	59,27±0,02 ^d	96,93±0,39 ^d	0,649±0,00 ^d	25,68±0,03 ^c
Ch-LA-GA	978,5±8,95 ^b	1,297±0,00 ^b	47,84±0,22 ^b	87,69±1,16 ^b	0,417±0,00 ^b	27,38±0,15 ^d
Ch-PA-GA	926,9±1,35 ^a	1,902±0,01 ^h	60,42±0,09 ^d	80,93±0,08 ^a	0,385±0,00 ^a	22,92±0,20 ^a
Ch-AA-CA	1536±2,00 ⁱ	1,276±0,00 ^b	58,74±0,12 ^d	113,5±1,05 ⁱ	0,713±0,00 ^f	32,15±0,01 ^h
Ch-LA-CA	1268±2,60 ^e	1,743±0,00 ^g	62,24±0,12 ^e	108±1,00 ^h	1,191±0,00 ^j	34,56±0,15 ⁱ
Ch-PA-CA	1255±2,51 ^e	1,728±0,01 ^g	42,11±0,46 ^a	102,4±0,95 ^f	0,863±0,00 ^h	29,34±0,08 ^f

*Tabloda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

* ± ile verilmiş olan değerler standart sapmayı göstermektedir.

Bildircin yumurtası, mineral madde analiz değerlerine göre tüm kaplama grupları, Cu minerali için kontrol grubundan yüksek sonuçlar vermiştir. Kaplanmış gruplarda mineral madde değerlerinin daha yüksek çıkması kaplama materyalinin bariyer oluşturuca özelliği ile kayıpları azaltması ile açıklanabilmektedir (Tablo 4.12).

4.7. Albümin Viskozite Analiz Değerleri

Yumurtadaki katı albümin, depolama süresince orijinal yapısını kaybederek sıvı albümine dönüşmektedir. Albümindeki karbonik asit, katı abüminin sıvı albümine dönüşmesini engelleyen en önemli faktördür. Karbonik asit kabuktan kolayca geçtiğinden buharlaşır. Yumurta akı depolama süresine bağlı olarak kabuktaki porlardan su ve karbondioksit kaybeder böylece albümin pH'sı yükselir (Şenköylü, 2001; Berardinell ve ark., 2003).

Tablo 4.13. Tavuk yumurtası albümin viskozitesi değerleri varyans analiz sonuçları

Kaplama Grupları	Viskozite (cP)
Başlangıç	68±1,00 ^b
Kontrol	46±1,00 ^a
Ch-AA	54±1,00 ^c
Ch-LA	64±1,00 ^g
Ch-PA	56±1,00 ^d
Ch-AA-GA	60±1,00 ^e
Ch-LA-GA	62±1,00 ^f
Ch-PA-GA	59±1,00 ^e
Ch-AA-CA	56±1,00 ^d
Ch-LA-CA	59±1,00 ^e
Ch-PA-CA	50±1,00 ^b

*Tabloda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

* ± ile verilmiş olan değerler standart sapmayı göstermektedir.

Depolamanın son haftasında yapılan viskozite analizlerine göre; değerler 46-64 cP arasında değişmektedir (Tablo 4.13). En düşük değer kaplanmamış tavuk yumurtalarında gözlenmiş olup, istatistiksel olarak da kaplanmışlarla arasındaki fark önemli (p<0,05) bulunmuştur. Kaplama gruplarından en yüksek albümin viskozite değeri Ch-LA'da görülmüştür. Fenolik madde eklenmiş formülasyonların, Ch-AA ve Ch-PA'dan daha yüksek sonuçları vermesi kaplama solüsyonunun yoğunluğu ile alakalı olabileceği düşünülmektedir. En yüksek sonuç Ch-LA' da gözlenmiş olup, istatistiksel olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur. Yapılmış olan kaplama işlemlerinin, tavuk yumurtası albümin viskozitesine, istatistiksel olarak önemli ölçüde (p<0,05) etki ettiği görülmüştür.

Tablo 4.14. Bildircin yumurtası albümin viskozitesi değerleri varyans analiz sonuçları

Kaplama Grupları	Viskozite (cP)
Başlangıç	41±1,00 ^f
Kontrol	25±1,00 ^a
Ch-AA	34±1,00 ^c
Ch-LA	36±1,00 ^d
Ch-PA	30±1,00 ^b
Ch-AA-GA	31±1,00 ^b
Ch-LA-GA	38±1,00 ^e
Ch-PA-GA	35±1,00 ^{cd}
Ch-AA-CA	31±1,00 ^b
Ch-LA-CA	36±1,00 ^d
Ch-PA-CA	35±1,00 ^{cd}

*Tabloda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

* ± ile verilmiş olan değerler standart sapmayı göstermektedir.

Albümin viskozite değerlerine göre, en düşük sonuç kaplanmamış bildircin yumurtalarında elde edilmiş olup, kaplanmış bildircin yumurtalarıyla aradaki fark istatistiksel olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur (Tablo 4.14). Kaplama formülasyonlarından, Ch-PA, Ch-AA-GA ve Ch-AA-CA arasındaki, Ch-LA ve Ch-LA-CA arasındaki, Ch-PA-GA ve Ch-PA-CA arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz (p<0,05) bulunmuştur. Kaplama materyallerinin, bildircin yumurtası albümin viskozitesinin korunmasında istatistiksel olarak önemli (p<0,05) olduğu saptanmıştır.

4.8. Mikrobiyel Analiz Değerleri

Yumurta çok zengin bir besin kaynağı olması nedeniyle bakterilerin gelişmesi için ideal bir ortamdır. Kırık ve çatlak yumurtalara patojen organizmaların bulaşması ve çoğalması son derece hızlıdır. İnsan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri nedeniyle en riskli bakteri grubunu *Salmonella enteritidis* oluşturur. *Salmonella enteritidis*'in yayılmasını kontrol etmek son derece zordur. *Escherichia coli* bakterisi ise kümeslerde üretimin bir döneminde mutlaka kendini göstermekte ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır.

Kitosanın birçok bakteri, küf ve mayaya karşı göstermiş olduğu antimikrobiyel aktiviteyle doğal bir gıda koruyucu olarak ilgi çekmektedir. Farklı gıda ürünlerine kitosan ilavesi ile yapılan birçok çalışma antimikrobiyel özelliği sayesinde kitosanın sentetik koruyuculara doğal kaynaklı bir alternatif olduğunu ortaya koymuştur (Sagoo ve ark., 2002).

Escherichia coli Analiz Değerleri

Tablo 4.15. Tavuk yumurtasında *E. coli* değerleri (log kob/g) varyans analiz sonuçları

Kaplama Grupları	0.Hafta	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta
Kontrol	9,35±0,01 ^E	9,30±0,01 ^{h,D}	9,25±0,01 ^{g,C}	9,22±0,01 ^{f,B}	9,17±0,01 ^{f,A}
Ch-AA	9,35±0,01 ^E	9,21±0,01 ^{g,D}	9,03±0,01 ^{e,C}	8,94±0,01 ^{e,B}	8,86±0,01 ^{d,A}
Ch-LA	9,35±0,01 ^E	9,17±0,01 ^{e,D}	8,99±0,01 ^{d,C}	8,90±0,01 ^{cd,B}	8,85±0,01 ^{d,A}
Ch-PA	9,35±0,01 ^E	9,19±0,01 ^{f,D}	9,05±0,01 ^{f,C}	8,94±0,01 ^{e,B}	8,89±0,01 ^{e,A}
Ch-AA-GA	9,35±0,01 ^E	9,11±0,01 ^{b,D}	8,97±0,01 ^{c,C}	8,90±0,01 ^{cd,B}	8,83±0,01 ^{c,A}
Ch-LA-GA	9,35±0,01 ^E	9,11±0,01 ^{b,D}	8,90±0,01 ^{a,C}	8,78±0,01 ^{a,B}	8,71±0,01 ^{a,A}
Ch-PA-GA	9,35±0,01 ^E	9,15±0,01 ^{d,D}	8,94±0,01 ^{b,C}	8,90±0,01 ^{cd,B}	8,86±0,01 ^{d,A}
Ch-AA-CA	9,35±0,01 ^E	9,10±0,01 ^{b,D}	8,97±0,01 ^{c,C}	8,89±0,01 ^{c,B}	8,82±0,01 ^{c,A}
Ch-LA-CA	9,35±0,01 ^E	9,07±0,01 ^{a,D}	8,93±0,01 ^{b,C}	8,86±0,01 ^{b,B}	8,78±0,01 ^{b,A}
Ch-PA-CA	9,35±0,01 ^E	9,13±0,01 ^{c,D}	8,96±0,01 ^{c,C}	8,91±0,01 ^{d,B}	8,82±0,01 ^{c,A}

*Tabloda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

*Küçük harfler hafta içinde muamelenin oluşturduğu farkı, büyük harfler ise muamelenin 4 hafta boyunca oluşturduğu farkı istatistiksel olarak göstermektedir.

* ± ile verilmiş olan değerler standart sapmayı göstermektedir.

Tablo (4.15)'ya bakıldığında kaplanmış olan tavuk yumurtası *E. coli* analiz değerlerine göre tüm kaplama gruplarının istatistiksel olarak önemli ölçüde (p<0,05) mikroorganizma gelişimini inhibe ettiği görülmektedir. Depolama süresi boyunca kontrol grubu değerleri, kaplama grubu değerlerinden istatistiksel olarak önemli (p<0,05) oranda yüksek çıkmıştır. Ch-LA-CA ile kaplanmış tavuk yumurtaları 1. haftada *E. coli* sayısında en yüksek düşüşü vermiş ve istatistiksel olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur. Genel olarak fenolik madde ilave edilmiş kaplama formülasyonları diğerlerinden daha iyi sonuçlar vermiştir. Bunun sebebinin, fenolik maddelerin antimikrobiyel etkisinin olduğu düşünülmektedir.

Tablo 4.16. Bildircin yumurtasında *E. coli* değerleri (log kob/g) varyans analiz sonuçları

Kaplama Grupları	0.Hafta	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta
Kontrol	9,35±0,01 ^D	9,25±0,01 ^{g,C}	9,21±0,01 ^{h,B}	9,20±0,01 ^{g,AB}	9,19±0,01 ^{h,A}
Ch-AA	9,35±0,01 ^E	9,17±0,01 ^{e,D}	8,97±0,01 ^{f,C}	8,86±0,01 ^{e,B}	8,81±0,01 ^{f,A}
Ch-LA	9,35±0,01 ^E	9,16±0,01 ^{e,D}	8,94±0,01 ^{e,C}	8,84±0,01 ^{d,B}	8,77±0,01 ^{e,A}
Ch-PA	9,35±0,01 ^E	9,20±0,01 ^{f,D}	8,99±0,01 ^{g,C}	8,89±0,01 ^{f,B}	8,83±0,01 ^{g,A}
Ch-AA-GA	9,35±0,01 ^E	9,10±0,01 ^{c,D}	8,94±0,01 ^{e,C}	8,84±0,01 ^{d,B}	8,76±0,01 ^{e,A}
Ch-LA-GA	9,35±0,01 ^E	9,04±0,01 ^{a,D}	8,85±0,01 ^{b,C}	8,75±0,01 ^{a,B}	8,69±0,01 ^{b,A}
Ch-PA-GA	9,35±0,01 ^E	9,11±0,01 ^{c,D}	8,91±0,01 ^{c,C}	8,82±0,01 ^{c,B}	8,77±0,01 ^{e,A}
Ch-AA-CA	9,35±0,01 ^E	9,08±0,01 ^{b,D}	8,86±0,01 ^{b,C}	8,78±0,01 ^{b,B}	8,72±0,01 ^{c,A}
Ch-LA-CA	9,35±0,01 ^E	9,07±0,01 ^{b,D}	8,83±0,01 ^{a,C}	8,75±0,01 ^{a,B}	8,64±0,01 ^{a,A}
Ch-PA-CA	9,35±0,01 ^E	9,13±0,01 ^{d,D}	8,88±0,01 ^{c,C}	8,83±0,01 ^{cd,B}	8,74±0,01 ^{d,A}

*Tabloda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

*Küçük harfler hafta içinde muamelenin oluşturduğu farkı, büyük harfler ise muamelenin 4 hafta boyunca oluşturduğu farkı istatistiksel olarak göstermektedir.

* ± ile verilmiş olan değerler standart sapmayı göstermektedir.

Depolama süresince, tüm kaplama formülasyonları haftadan haftaya mikroorganizma gelişimi önemli (p<0,05) ölçüde inhibe etmişlerdir (Tablo 4.16). 4. haftaya bakıldığında en iyi inhibisyon değerini Ch-LA-CA'nın verdiği görülmektedir ve bu değer istatistiksel olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur. Kaplanmış olan bildircin yumurtası analiz değerleri daha hızlı düşüş göstermiştir. Bu hızlı düşüşün kitosanın ve fenolik maddelerin anti mikrobiyel etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

***Salmonella enteritidis* Analiz Değerleri**

Tablo 4.17. Tavuk yumurtasında *S. enteritidis* değerleri (log kob/g) varyans analiz sonuçları

Kaplama Grupları	0.Hafta	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta
Kontrol	9,35±0,01 ^D	9,30±0,01 ^{g,C}	9,27±0,01 ^{g,B}	9,26±0,01 ^{f,B}	9,21±0,01 ^{f,A}
Ch-AA	9,35±0,01 ^E	9,28±0,01 ^{f,D}	9,05±0,01 ^{f,C}	8,95±0,01 ^{e,B}	8,88±0,01 ^{e,A}
Ch-LA	9,35±0,01 ^E	9,24±0,01 ^{de,D}	9,02±0,01 ^{e,C}	8,91±0,01 ^{d,B}	8,85±0,01 ^{cd,A}
Ch-PA	9,35±0,01 ^E	9,25±0,01 ^{e,D}	9,01±0,01 ^{e,C}	8,91±0,01 ^{d,B}	8,86±0,01 ^{d,A}
Ch-AA-GA	9,35±0,01 ^E	9,21±0,01 ^{b,D}	8,99±0,01 ^{d,C}	8,90±0,01 ^{cd,B}	8,85±0,01 ^{cd,A}
Ch-LA-GA	9,35±0,01 ^E	9,18±0,01 ^{a,D}	8,92±0,01 ^{b,C}	8,85±0,01 ^{a,B}	8,78±0,01 ^{a,A}
Ch-PA-GA	9,35±0,01 ^E	9,24±0,01 ^{de,D}	8,90±0,01 ^{a,C}	8,88±0,01 ^{b,B}	8,84±0,01 ^{bc,A}
Ch-AA-CA	9,35±0,01 ^E	9,22±0,01 ^{bc,D}	8,98±0,01 ^{d,C}	8,89±0,01 ^{bc,B}	8,85±0,01 ^{cd,A}
Ch-LA-CA	9,35±0,01 ^E	9,23±0,01 ^{cd,D}	8,95±0,01 ^{c,C}	8,86±0,01 ^{a,B}	8,83±0,01 ^{b,A}
Ch-PA-CA	9,35±0,01 ^E	9,23±0,01 ^{cd,D}	8,99±0,01 ^{d,C}	8,89±0,01 ^{bc,B}	8,86±0,01 ^{d,A}

*Tabloda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

*Küçük harfler hafta içinde muamelenin oluşturduğu farkı, büyük harfler ise muamelenin 4 hafta boyunca oluşturduğu farkı istatistiksel olarak göstermektedir.

* ± ile verilmiş olan değerler standart sapmayı göstermektedir.

Kaplanmış tavuk yumurtası, mikrobiyel analiz sonuçlarına göre haftalar arasındaki mikroorganizma inhibisyonu istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur (Tablo 4.17). 1. haftada en yüksek inhibisyonu 9,18'le Ch-LA-GA, 2. haftada 8,90'la Ch-PA-GA, 3. haftada 8,85'le Ch-LA-GA, 4. haftada ise 8,78'le yine Ch-LA-GA sağlamıştır. Fenolik madde ilave edilmiş kaplama formülasyonlarının, ilave edilmemişlerden daha iyi sonuç vermesi fenolik maddelerin antimikrobiyel etkisinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.18. Bildircin yumurtasında *S. enteritidis* değerleri (log kob/g) varyans analiz sonuçları

Kaplama Grupları	0.Hafta	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta
Kontrol	9,35±0,01 ^D	9,29±0,01 ^{†C}	9,23±0,01 ^{h,B}	9,22±0,01 ^{†,AB}	9,21±0,01 ^{h,A}
Ch-AA	9,35±0,01 ^D	9,26±0,01 ^{e,D}	9,03±0,01 ^{†,C}	8,92±0,01 ^{d,B}	8,85±0,01 ^{g,A}
Ch-LA	9,35±0,01 ^E	9,24±0,01 ^{d,D}	9,00±0,01 ^{e,C}	8,90±0,01 ^{c,B}	8,82±0,01 ^{de,A}
Ch-PA	9,35±0,01 ^E	9,28±0,01 ^{†,D}	9,05±0,01 ^{g,C}	8,94±0,01 ^{c,B}	8,84±0,01 ^{†g,A}
Ch-AA-GA	9,35±0,01 ^E	9,20±0,01 ^{a,D}	8,99±0,01 ^{de,C}	8,90±0,01 ^{c,B}	8,81±0,01 ^{d,A}
Ch-LA-GA	9,35±0,01 ^E	9,19±0,01 ^{a,D}	8,93±0,01 ^{b,C}	8,86±0,01 ^{a,B}	8,74±0,01 ^{b,A}
Ch-PA-GA	9,35±0,01 ^E	9,25±0,01 ^{d,D}	8,98±0,01 ^{d,C}	8,91±0,01 ^{cd,B}	8,83±0,01 ^{ef,A}
Ch-AA-CA	9,35±0,01 ^E	9,21±0,01 ^{bc,D}	8,96±0,01 ^{c,C}	8,90±0,01 ^{c,B}	8,79±0,01 ^{c,A}
Ch-LA-CA	9,35±0,01 ^E	9,20±0,01 ^{a,D}	8,91±0,01 ^{a,C}	8,86±0,01 ^{a,B}	8,72±0,01 ^{a,A}
Ch-PA-CA	9,35±0,01 ^E	9,22±0,01 ^{c,D}	8,94±0,01 ^{b,C}	8,88±0,01 ^{b,B}	8,84±0,01 ^{†g,A}

*Tabloda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır ($p<0,05$).

*Küçük harfler hafta içinde muamelenin oluşturduğu farkı, büyük harfler ise muamelenin 4 hafta boyunca oluşturduğu farkı istatistiksel olarak göstermektedir.

* ± ile verilmiş olan değerler standart sapmayı göstermektedir.

Depolama süresince, kaplama grupları içersinde en düşük inhibisyon oranını Ch-AA vermiştir. Ch-AA ile kaplanmış bildircin yumurtalarında 0. hafta ile 1. hafta arasında istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bir fark gözlenmemiştir (Tablo 4.18). Diğer kaplama formülasyonları haftaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Depolama süresince, diğer analiz sonuçlarında da görüldüğü üzere, fenolik madde ilave edilmiş kaplama formülasyonları, kontrol grubundan ve sadece kitosan-organik asitlerle hazırlanmış kaplama formülasyonlarından daha iyi sonuç vermişlerdir.

Erdoğrul ve ark., (2002), 123 bildircin yumurtası örneğinde *Salmonella enteritidis* varlığı araştırmışlardır. Yapılan bu çalışmada, 123 bildircin yumurtası örneğinin 7 tanesinde *Salmonella enteritidis* D1 sero grubu izole edilmiştir. Zhang ve Zhu (2003), kitosanın konsantrasyonu arttıkça antimikrobiyel etkisinin arttığını; %1 konsantrasyonda *E. coli* ve *Staphylococcus aureus*'u inhibe ettiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda %3

oranında kitosan kullanılmış olup, bu orandaki kitosanın *E. coli* ve *Salmonella enteritidis* üzerine inhibe edici etki yaptığı gözlenmiştir.

Duan ve ark. (2007), asetik asit ile hazırlanmış %3'lük kitosan solüsyonundan elde edilmiş yenilebilir film ile kaplanıp 10°C'de muhafaza edilmiş mozzarella peynirlerinde *Listeria monocytogenes*, *E. coli* ve *Pseudomonas fluorescens*'e karşı antimikrobiyel etkilerinin önemli düzeyde olduğunu ve kitosan solüsyonlarına lizozim ilavesinin antimikrobiyel etkinliği önemli oranda artırdığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda da benzer şekilde %3'lük kitosan ile hazırlanmış kaplama *E. coli* ve *Salmonella enteritidis*'e karşı antimikrobiyel etki göstermiş ve bu etki fenolik maddelerin eklenmesi ile güçlenmiştir.

Kitosan film kullanılarak 4°C'de 15 gün muhafaza edilen palamut balığı filetolarında, aerobik bakteri büyümesi, *Enterobacteriaceae* ve *Pseudomonas* bakteri sayılarının kontrol grubuna kıyasla düşük olduğu belirtilmiştir (Hisar ve ark., 2008). Kitosanla hazırlanmış, farklı kaplama formülasyonları çalışmamızda da kontrol grubundan daha düşük bakteri sayıları vermiştir.

Staphylococcus aureus ve *Escherichia coli* üzerine kitosan filmleri önemli düzeyde inhibe edici etki yapmaktadır (Torlak ve Nizamoğlu, 2011). Dört farklı viskozitede hazırlanmış kitosan biyopolimer filmlerin *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 ve *Salmonella typhimurium* üzerine mikrobiyel aktivitesi agar difüzyon yöntemiyle incelenmiştir. Kitosan filmlerin *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 ve *Salmonella typhimurium* üzerine inhibe edici etki gösterdiği belirlenmiştir (Kim ve ark., 2011). Çalışmamızda da kitosan-organik asitler ve kitosan-organik asitler-fenolik madde şeklinde hazırlanmış kaplama grupları *E. coli* ve *Salmonella enteritidis* üzerine önemli ölçüde inhibe edici etki göstermişlerdir.

Var ve Evliya (1995), tavuk, ördek ve bıldırcın yumurtalarında *Salmonella* taraması yapmışlardır. Tarama sonucu tavuk ve ördek yumurtalarının sadece kabuğunda, bıldırcın yumurtalarında ise hem kabukta hem de sarı ve akında *Salmonella*'ya rastlamışlardır. Yapılacak olan kitosan kaplamanın *Salmonella* bakterisini inhibe edeceği düşünülmektedir.

5.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, kitosan kaplamanın ve fenolik madde eklenmiş kitosan kaplamanın, tavuk ve bıldırcın yumurtalarında, 4 hafta boyunca yumurta iç (ağırlık kaybı, haugh birimi, yolk indeksi, albümin pH, mineral madde, albümin viskozite) ve dış (kabuk kırılma direnci) kalitesine etkisi ve antimikrobiyel etkisi incelenmiştir.

Dört haftalık depolama süresince; ağırlık kaybı, haugh birimi, yolk indeksi, albümin pH, kabuk kırılma direnci ve mikrobiyel analizler depolamanın her haftasında, mineral madde analizi ve albümin viskozite analizi ise depolamanın 4. haftasında yapılmıştır.

Depolama süresince kaplanmış olan tavuk ve bıldırcın yumurtalarının iç ve dış kalite özelliklerinin daha iyi korunduğu gözlenmiştir. Tavuk ve bıldırcın yumurtalarında, kontrol grubunda (3,245) % ağırlık kaybının, kaplanmış gruplara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Tavuk yumurtalarında, 4. hafta sonunda ortalama, en düşük ağırlık kaybı Ch-LA (1,907) kaplama grubunda olurken, bıldırcın yumurtalarında Ch-AA-GA (3,773) kaplama grubunda olmuştur. Yapılmış olan kaplama işlemi, kabuktaki porlardan nem ve gaz geçişini minimize ettiğinden ağırlık kaybı önemli oranda azaltılmıştır.

Kaplanmış olan tavuk ve bıldırcın yumurtaları kontrol grubundan daha yüksek haugh birimi değeri vermişlerdir. Genel ortalama olarak, tavuk yumurtalarında, kontrol grubu haugh birimi değeri 70,491 iken, kaplanmış gruplarda en yüksek değer Ch-AA kaplama materyali ile elde edilmiş olup bu değer 86,950'dir. Bıldırcın yumurtalarında ise kontrol grubu haugh birimi değeri 74,454 iken, Ch-PA (86,087) ile kaplanmış grup en yüksek haugh birimi değerini vermiştir. Haugh birimi yumurtanın iç kalitesiyle ilgili bir ölçüt olup, analizler kitosan kaplama sayesinde iç kalitenin daha iyi korunduğunu göstermektedir.

Genel ortalamaya bakıldığında, kaplanmış tavuk yumurtalarında Ch-LA (42,997), Ch-PA (42,398) ve Ch-PA-CA (42,101) benzer yolk indeksi değerleri verirken, en yüksek değeri Ch-AA (44,109) en düşük değeri ise kontrol grubu (39,697) vermiştir. Kaplanmış bıldırcın yumurtalarında ise en düşük yolk indeksi değerini kontrol grubu (19,897), en yüksek yolk indeksi değerini ise Ch-PA-CA (31,435) kaplama grubu vermiştir. Yolk indeksi de haugh birimi gibi bir yumurta iç kalite ölçütüdür. Kitosan kaplama yumurtanın tazeliğinin korunmasında etkili bulunmuştur.

Depolama süresi boyunca kaplanmış olan tavuk ve bıldırcın yumurtalarının pH'sı kontrol grubundan düşük çıkmıştır. Tavuk yumurtalarında kontrol grubunun ortalama pH 9,67 değeri iken, bıldırcın yumurtalarında bu değer 9,59 olmuştur. Tavuk yumurtalarında ortalama en düşük pH değerini Ch-LA (8,96) kaplama grubu vermiştir, bıldırcın yumurtalarında ise en düşük pH değeri Ch-LA (8,75)'da görülmüştür. pH yükselişi yumurta kabuğundaki porlardan karbondioksit gazı kaybı ile meydana gelmektedir. Kitosan kaplama sayesinde kabuktaki porlardan gaz geçişi önemli oranda engellenmiş ve yumurtanın tazeliğini daha uzun süre koruması sağlanmıştır.

Mineral madde analizlerinde, depolama sonunda, kaplanmış olan tavuk ve bıldırcın yumurtalarının genel olarak mineral değerlerini daha iyi koruduğu belirlenmiştir. Böylece yapılmış olan kaplama işlemleri sayesinde, yumurta raf ömrü süresince besleyici değerini daha iyi korumuştur.

Kabuk kırılma direnci, kaplanmış olan tüm tavuk ve bıldırcın yumurtalarında kontrol grubundan daha yüksek çıkmıştır. Kaplanmış olan tavuk yumurtalarında, ortalama en yüksek kabuk kırılma direnci $2,23 \text{ kg/m}^2$ ile Ch-PA-GA kaplama materyali vermiştir; kaplanmış olan bıldırcın yumurtalarında ise ortalama en yüksek kabuk kırılma direncini $13,489 \text{ kg/m}^2$ ile Ch-LA-CA kaplama materyali vermiştir. Tavuk yumurtalarında kontrol grubu kabuk kırılma direnci ortalama $1,27 \text{ kg/m}^2$ iken, bıldırcın kontrol grubunda bu değer 5,503 olmuştur. Bu verilere göre, yapılacak olan kaplama işleminin kabuk kırılma direncini arttırdığı görülmüştür. Bu sayede taşıma sırasındaki kabuk kırılması ve buna bağlı sorunların büyük ölçüde azaltılacağı düşünülmektedir.

Kontrol grubu tavuk yumurtası (46 cP) ve bıldırcın yumurtasının (25 cP) albümin viskozitesi kaplanmış olan yumurtalardan düşük çıkmıştır. Kaplanmış, tavuk yumurtalarında en yüksek değer Ch-LA (64 cP) ile kaplanan yumurtalarda, bıldırcın yumurtalarında ise Ch-LA-GA (38 cP) ile kaplanan yumurtalarda elde edilmiştir. Kitosan kaplama sayesinde, viskozite düşüşü azaltılarak yumurta iç kalitesi daha uzun süre korunmuş olacaktır.

Mikrobiyel analizlerde, *E. coli* için en yüksek inhibisyon tavuk yumurtalarında Ch-LA-GA (8,71 log kob/g) kaplama grubunda, bıldırcın yumurtalarında Ch-LA-CA (8,64 log kob/g) kaplama grubunda elde edilmiştir. *Salmonella enteritidis*'e karşı en iyi inhibisyon tavuk yumurtalarında Ch-LA-GA (8,78 log kob/g) kaplama grubunda, bıldırcın

yumurtalarında Ch-LA-CA (8,72 log kob/g) kaplama grubunda elde edilmiştir. Yapılmış olan kaplama işlemi mikroorganizmaları inhibe ederek daha güvenli bir ortam sağlamıştır.

Ülkemizde yumurta üretimi genel olarak Marmara, İç Anadolu, Ege ve Akdeniz bölgesinde yapılmaktadır ve diğer bölgelere taşımada yumurta tazeliğinin korunması, kabuk kırılması ve çatlaması gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Yumurta kabuğunun, kırılması veya çatlamasının yanı sıra taşıdığı mikroorganizmalar da gerek yumurta tüketiminde gerekse yumurtadan elde edilen ürünlerde sorun oluşturmaktadır.

Tavuk ve bıldırcın yumurtalarında yumurta iç ve dış kalite değerlerinin depolama süresince, yapılan kitosan kaplama materyalleri tarafından etkin şekilde korunduğu görülmüştür. Yapılan tüm analizlere bakıldığında Ch-LA-GA ve Ch-LA-CA kaplama materyali, yumurtanın tazeliğinin muhafazasında potansiyel olarak kullanılabilir bulunmuştur. Yapılacak olan bu kaplamalar sayesinde, yumurtanın oda sıcaklığındaki raf ömrü 4 haftadan 7-8 haftaya kadar çıkarılabilmektedir.

Besin değeri yüksek olan bıldırcın ve tavuk yumurtasının depolama süresinin arttırılması ve bu süre boyunca besin değerlerinin korunarak, taşıma sırasındaki kabuk kırılabilirliğinin minimize edilmesi ve kırılma yolu ile oluşan ekonomik kayıp ve mikrobiyel kontaminasyonun engellenmesi hedeflenmektedir.

Yumurta tek olarak tüketildiği gibi birçok ürünün işlenmesi sırasında emülgatör, renklendirici, aroma verici, kabartıcı, nem tutucu ve kıvam artırıcı özellikleri nedeniyle katkı maddesi olarak kullanıldığından dolayı yumurtadan elde edilen diğer ürünlerin başlangıç mikrobiyel yükünün azaltılması fenolik maddelerin de katkısıyla amaçlanmaktadır. Böylece halk sağlığı ve ekonomik açıdan fayda sağlanacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Acar, J., Gökmen, V., 2005. Fenolik bileşikler ve doğal renk maddeleri. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 463s.
- Adachi, S., 1978. Lipids in the egg yolk of the Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Comparative Biochemistry and Physiology* 60:117-120.
- Agulló, E., Rodríguez, M.S., Ramos, V., Albertengo, L., 2003. Present and future role of chitin and chitosan in food. *Macromolecular Bioscience*, 3: 521-530.
- Agustini, T.W., Sedjati, S., 2006. The Effect of Chitosan Concentration and Storage Time on The Quality of Salted-Dried Anchovy (*Stolephorus heterolobus*). *Journal of Coastal Development*, 10, 63-71.
- Aider M., 2010. Chitosan Application for Active Bio-Based Films Production and Potential in the Food Industry: Review. *Food Science and Technology*, 43: 837-847.
- Akbaba, G., 2006. Yenilebilir Ambalajlar, *Bilim ve Teknik Dergisi*, 30-32.
- Aksoy, A., Macit, M., Karaoğlu, M., 2000. Hayvan Besleme. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 220, 588 s, Erzurum.
- Alak, G., 2012. The Effect of Chitosan Prepared in Different Solvents on the Quality Parameters of Brown Trout Fillets (*Salmo trutta fario*). *Food and Nutrition Sciences*, 3: 1303-1306.
- Alarşlan, Ö.F., 2006. Modern Bıldırcın Üretimi ve Temel Besleme İlkeleri, Ankara, 227s.
- Alkan S., Galiç A., Karabağ K., Balcıoğlu M.S., 2008. Japon Bıldırcınlarında (*Coturnix coturnix japonica*) Canlı Ağırlık ve Yumurta Verimi Bakımından Seleksiyonun Çıkış ve 6. Hafta Canlı Ağırlıklarına Etkileri. *Hayvansal Üretim*, 49 (1): 16-19.
- Alleoni, A.C., Antunes, A.J., 2004. Internal Quality of Eggs Coated with Whey Protein Concentrate. *Science Agriculture*, 61 (3): 276-280.

- Andrade R.D., Skurtys O., Osorio F.A., 2012. Atomizing Spray Systems for Application of Edible Coatings. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11 (3): 323-337.
- Anonim, 2016a. <http://isparta.tarim.gov.tr/Belgeler/Faydal%C4%B1%20Bilgiler/Hayvansal%20Yeti%C5%9Ftiricilik/K%C3%BCmes%20Hayvanc%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf> (15.04.2016)
- Anonim, 2016b. <https://www.atso.org.tr/download/1/fire-ve-zayiat-oranlari.html> (15.04.2016)
- Anonim, 2016c. Türkiye Ziraat Odaları Birliği. <http://www.tzob.org.tr/Bas%C4%B1n-Odas%C4%B1/Haberler/ArtMID/470/ArticleID/863/Kanatlı%C4%B1-sekt246r252-hem-252retimde-hem-ihracatta-y252z-g252ld252rd252> (15.04.2016)
- Anonim, 2014. Türk gıda kodeksi yumurta ve yumurta ürünleri tebliği (Tebliğ No:2014/55).
- Aranaz, I., Mengibar, M., Harris, R., Panos, I., Miralles, B., Acosta, N., Galed, G., Heras, A. 2009. Functional characterization of chitin and chitosan. *Current Chemical Biology*, 3: 203-230.
- Arslan, A., 2013. Et muayenesi ve Et ürünleri Teknolojisi, Elazığ, Medipres matbaacılık yayıncılık; 451-485.
- Atasever, M., 2007. Besin Hijyeni ve Teknolojisi Ders Notu. Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Avan, T., Alisarlı, M., 2002. Muhafaza Sartlarının Yumurtanın Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Etkisi. *YYÜ. Veteriner Fakültesi Dergisi*, 13 (1-2): 98-107.
- Balasundaram, N., Sundaram, K., Samman, S., 2005. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence and potential uses. *Food Chemistry*, 14 (4):319-324.

- Balcıoğlu M.S., Yolcu H.G., Firat M.Z., Karadağ K., Şahin E., 2005. Japon Bildiricilerinde Canlı Ağırlık ve Canlı Ağırlık Artışına Ait Genetik Parametre Tahminleri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (1): 35–39.
- Barrow, P.A., 2000. The paratyphoid Sallmonellae. Review Science Techonology Office Intertional Epizootic; 19:351-75.
- Bautista-Baños, S., Hernández-Lauzardo, A.N., Velázquez-del Vale, M.G., Hernández-López, M., Ait Barka, E., Bosquez-Molina, E., Wilson, C.L., 2005. Chitosan as a Potential Natural Compound to Control Pre and Postharvest Diseases of Horticultural Commodities: Review. www.elsevier.com/locate/cropro.
- Berardinelli, A., Donati, V., Giunchi, A., Guarnieri, A., Ragni, L., 2003. Effects of Sinusoidal Vibrations on Quality Indices of Shell Eggs. *Biosystems Engineering, Animal Production Technology*, 86 (3): 347-353.
- Betoret E., Betoret N., Vidal D., Fito P., 2011. Functional Foods Development: Trends and Technologies. *Trends in Food Science & Technology*, 22: 498-508
- Beverly, R.L., Janes, M.E., Prinyawiwatkula, W., No, H.K., 2008. Edible chitosan films on ready-to-eat roast beef for kontrol of *Listeria monocytogenes*. *Food Microbiology* 25: 534-537.
- Bhale, S., No, H.K., Prinyawiwatkul, W., Farr, A.J., Nadarajah, K., Meyers S.P., 2003. Chitosan Coating Improves Shelf Life of Eggs. *Sensory and Nutritive Qualities of Food*, 68 (7): 2378-2383.
- Bhunja, A.K., 2008. Foodborne Microbial Pathogens, Mechanisms and Pathogenesis. West Lafayette: Purdue University; 183-200.
- Bilgehan, H., 2004. Klinik Mikrobiyolojik Tanı. Şafak Matbacılık, 4. Basım, Ankara.
- Bostan K., Aldemir T., Aydın A., 2007. Kitosan ve Antimikrobiyel Aktivitesi. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 37 (2): 118-127.
- Bravo, L. 1998. Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism and Nutritional Significance. *Nutrition Reviews*, 56: 317-333.

- Caner, C., Küçük, M., 2004. Yenilebilir Film ve Kaplamalar. *Akademik Gıda Dergisi*. Mart-Nisan 2004, yıl:2 sayı:8.
- Caner, C., Vergano, P.J., Wiles, J.L., 1998. Chitosan Film Mechanical and Permeation Properties as Affected by Acid, Plasticizer and Storage. *Journal of Food Science*, 63 (6): 1049-1053.
- Cansız, Ö., 2006. Kitosan kaplama materyalinin yumurtanın kalite kriterlerini geliştirmede etkinliği. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu, 875-876.
- Carmen A.C, Gerschenson L.N., Flores S.K., 2011. Development of Edible Films and Coatings with Antimicrobial Activity. *Food Bioprocess Technology*, 4: 849-875.
- Casagrande, F., Darbon, J.M., 2001. Effects of Structurally Related Flavonoids on Cell Cycle Progression of Human Melanoma Cells: Regulation of Cyclin- Dependent Kinases. *Biochemical Pharmacology*, 61: 1205-1215.
- Cevger, Y., Yalçın, C., Aral, Y., 2005. Türkiye’de Hayvansal Üretimde Gıda Güvencesi ve Hayvancılık Politikaları. Gıda Güvenirliği Sempozyumu, Ankara, 272-278.
- Cha, D., Chinnan, M., 2004. BiopolymerBased Antimicrobial Packaging, A Review Critical Reviews İn Food Science And Nutrition, 44, 223–237.
- Chen, H.D., Frankel, G., 2005. Enteropathogenic *Escherichia coli* unravelling pathogenesis, Federation of European Microbiology Societies, 83-98.
- Chien, P.J., Sheu, F., Yang, F.H., 2007. Effect of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. *Journal Food Engineering*, 78; 225-229.
- Clifford, M.N., 1998. Understanding the biological effects of dietary complex phenols and tannins and their implications for the consumers health and well being. VTT Symposium (Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus), 187:47-49.
- Conforti, F.D., Zinck, J.B., 2002. Hydrocolloid Lipid Coating Affect on Weight Loss, Pectin Content, And Textural Quality of Green Bell Peppers, *Journal of Food Science*, 67(4):1945-1948.

- Cooksey, K., 2005. Effectiveness of Antimicrobial Food Packaging Materials, *Food Additives and Contaminants*, 22(10): 980-987.
- Corbo M.R., Speranza B., Campaniello D., D'Amato D., Sinigaglia M., 2010. Fresh-Cut Fruit Preservation: Current Status and Emerging Technologies. In: Méndez-Vilas A. (ed.), *Tecnology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology*, 1143-1154.
- Crump, J.A., Luby, S.P., Mintz, E.D., 2004. The global burden of typhoid fever. *Bulletin of the World Health Organisation*, 82:3 46-353.
- Çaklı, S., Kılınç, B., 2004. Kabuklu Su Ürünleri İşleme Artıklarının Endüstriyel Alanda Değerlendirilmesi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 21 (1-2): 145-152.
- Çopur, G., Duru, M., Şahin, A., 2004. Düşük Kolesterolü Yumurta Üretimi Yönünde Yapılan Çalışmalar. 4. Ulusal Zootečni Bilim Kong., Isparta, 48-52.
- Davis, C., Reeves, R., 2002. High value opportunities from the chicken egg. Rural Industries Research and Development Corporation. Publication No. 02/094, Project No. DAQ-275A.
- Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J.A., Voilley, A., 1998. Edible films and coatings: tomorrow's packagings: a review. *Critical Reviews in Food Science*, 38(4): 299-313.
- Demir, A., Seventekin, N. 2009. Kitin, kitosan ve genel kullanım alanları. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3(2): 92-103.
- 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: 703-714.
- Diab, T., Biliaderis, C., Gerasopoulos, D., Sfakiotakis, E., 2001. Physicochemical Properties and Application of Pullulan Edible Films and Coatings in Fruit Preservation, *Journal of The Science of Food And Agriculture*, 81: 988-1000.
- Dikel, Ç., 2012. Kitosan Eklenen Jelatin ile Kaplamanın Çipura (*Sparus aurata* L., 1758) Filetolarının Soğukta (+4 °C) Depolanması Esnasında Fiziksel, Kimyasal,

Mikrobiyolojik ve Duyusal Değişimler Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- Duan, J., Park, S.I., Daeschel, M.A., Zhao, Y., 2007. Antimicrobial chitosan-lysozyme (CL) films and coatings for enhancing microbial safety of mozzarella cheese. *Journal Food Science*, 72: 355-62.
- Dursun, S. Erkan, N., 2009. Yenilebilir Protein Filmler ve Su Ürünlerinde Kullanımı, *Journal of Fisheries Sciences*, 3 (4): 352-373.
- Dutta, P.K., Tripathi S., Mehrotra G.K., Dutta J., 2009. Perspectives for Chitosan Based Antimicrobial Film in Food Applications. *Food Chemistry*, 114: 1173-1182.
- El Chaouth, A., Arul, J., Ponnampalam, R., 1991. Use of Chitosan Coating to Reduce Water Loss and Maintain Quality of Cucumber and Bell Pepper Fruits. *Journal of Food Processing and Peservation*, 15: 359-368.
- Erdoğrul, Ö.T., Nuh, Ö., Çakıroğlu, E., 2002. *Salmonella enteritidis* in quail eggs. *Türk Journal of Veterinary Animal Science*, 26: 321-323.
- Erensayın, C., 2001. Yeni Tavukçuluk Bilimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Basım Evi. Isparta, 324s.
- Erkan Koç B., Özkan M., 2011. Gıda Endüstrisinde Kitosanın Kullanımı. Gıda, 36 (3): 161-168.
- Erol, İ., 2007. Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. Pozitif Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, 392s.
- Falguera V., Quintero J.P., Jiménez A., Muñoz J.A., Ibarz A., 2011. Edible Films and Coatings: Structures, Active Functions and Trends in Their Use. Trends in *Food Science &Technology*, 22: 292-303.
- Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y., Chi, Y., 2009. Effects of Chitosan Coating on Quality and Shelf-life of Silver Carp During Frozen Storage. *Food Chemistry*, 115: 66-70.

- Fernandez Saiz, P., Sanchez, G., Soler, C. Logaron, J.M., Ocio, M. J., 2013. Chitosan Films for the Microbiological Preservation of Refrigerated Sole and Hake Fillets. *Food Control*, 34 (1): 61-68.
- Foley, S.L., Nayak, R., Hanning, I.B., Johnson, T.J., Han, J., Ricke, S.C., 2011. Population dynamics of *Salmonella enterica* serotypes in commercial egg and poultry production. *Apply Environmental Microbiology*, 77(13): 4273–4279.
- Frank, J., 2004. Dietary phenolic compounds and vitamin E bioavaibility model studies in rats and humans. Doctoral Dissertation ISSN 1401-6249, ISBN 91-576-6453-6.
- Freitas Neto, O.C., Penha Filho, R.A.C., Barrow, P., Berchierijunior, A., 2010. Sources of human non-typhoid Salmonellosis: a review. *Brazilian Journal Poultry Science*, 12 (1): 01-11.
- Gällstedt, M., Hedenqvist, M.S., 2004. Packaging-Related Properties of Alkyd- Coated, Wax-Coated, and Buffered Chitosan and Whey Protein Films. *Journal of Applied Polymer Science*, 91: 60-67.
- Gast, K.R., 2008. Paratyphoid infections. In: Disease of Poultry. Blackwell publishing, 12: 636-665.
- Geraldine R.M., Ferriera N., Alverenga B., Almeida G., 2008. Characterization and Efficacy of Edible Coatings on Minimally Processed Garlic Quality. *Carbohydrate Polymers*, 72: 403-409.
- Gibotti, A., Tanaka, T.L., Oliveira, V.R., Taddei, C.R., Martinez, M.B., 2004. Molecular characterization of enteroinvasive *Escherichia coli* ipa genes by PCR-RFLP analysis. *Brazilian Journal of Microbiology*, 35: 74-84.
- Gil, G., Del Monaco, S., Cerrutti, P., Galvagno, M., 2004. Selective antimicrobial activity of chitosan on beer spoilage bacteria and brewing yeasts. *Biotechnology Letters*, 26(7): 569-74.
- Gil, M.I., Tomas-Barberan, F.A., Hess Pierce, B., Kader, A.A., 2002. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids and vitamin C contents of nectarine,

peach and plum cultivars from California. *Journal Agricultural Food Chemistry*. 50: 4976-4982.

Gönülalan, C., 2001. Kayseri’de Tavukçuluk İşletmelerinde Salmonella Görülme Sıklığı ve İzolasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Gümüşdereliğlü, M., Özdemir, E., 2005. Her Derde Deva Polimerler Kitin ve Kitosan. *Bilim ve Teknik*, Tübitak, Bilimin Bilmedikleri, Eylül, 454: 80-82.

Gürel İnanlı, A., Karaton Kuzgun, N., 2012. Uçucu Yağlarla Zenginleştirilmiş Kitosan Filmlerin Antimikrobiyal Aktivitesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7 (1): 28-35.

Harborne, J.B., Williams, C.A., 2000. Advances in Flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55: 481-504.

Hasipek, S., Aktaş, N., 1997. Türkiye’deki tavuk ürünlerinin insan beslenmesindeki önemi. Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı, İstanbul.

Havsteen, B.T., 2002. The Biochemistry and Medical Significance of the Flavonoids, *Pharmacology & Therapeutics*, 96: 67-202.

Hışıl, Y., Ötleş, S., 1997. Changes of Vitamin B1 Concentrations During Storage of Hen Eggs. *Lebensmittel Wissenschaft Technology*, 30: 320-323.

Hisar, Ş.A., Hisar, O., Kaban, G., 2008. Kaplama Materyali Olarak Kitosanın Palamut (*Sarda sarda*) Filetolarının Mikrobiyel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi, 36s.

Huaqiang, A., Liangying, A., Jiahou, T., Kunwang, Z., Yueming, J., 2004. Effects of Chitosan Coating on Quality and Shelf Life of Peeled Litchi Fruit, *Journal of Food Engineering*, 64: 355-358.

Ignat, I., Volf, I., Popa, I., V., 2011. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chemistry*, 126: 1821–1835.

- Imai, C., 1986. Storage stability of quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs at room temperature. *Poultry Science*, 65:474-480.
- Itoh, T., 1981. Some physico-chemical changes in quail egg White egg during storage. *Poultry Science*, 58:1647-1648.
- İzgür, M., 2002. Bakteriyel infeksiyonları. In: Kanatlı Hayvan Hastalıkları. Ankara, Medisan Yayın Serisi. 4: 37-126.
- Jeon, Y.J., Kamil, Y.V.A., Shahidi, F., 2002. Chitosan as an Edible Invisible Film for Quality Preservation of Herring and Atlantic Cod. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 5167-5178.
- Kılınççeker, O., Doğan, S., 2002. Kaplama Ürünlerinde Tahıl Unlarının Kullanımı. Hububat Ürünleri Teknolojisi ve Kongre Sergisi, 441-450.
- Kim, K.W., Min, B.J., Kim, Y.T., Kimmel, R.M., Cooksey, K., Park, S.I., 2011. Antimicrobial activity against foodborne pathogens of chitosan biopolymer film of different molecular weights. *Food Science and Technology*. 44: 565-569.
- Koçak Ç., Özkan S., 2000. Bildirgin, Sülün ve Keklik Yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:538, Ofset Atölyesi, İzmir.
- Koelkebeck, K.W., Bell, D.D., Carey, J.B., Anderson, K.E., Darre, M.J., 2001. Egg Marketing in National Supermarkets: Products, Packaging, and Prices. Part 3. *Poultry Science*, 80: 396-400.
- Kovaacs-Nolan, J., Phillips, M., Mine, Y., 2005. Advances in the Value of Eggs and Egg Components for Human Health: Reviews. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 8421-8431.
- Koyuncu, M.A., Savran, H.E., 2002. Yenilebilir Kaplamalar Ve Bahçe Ürünlerinde Kullanımı, *S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6, 3, 7383.
- Kurt, S., Zorba, Ö., 2005. Kitin (Chitin), Kitosan (Chitosan) ve Türevlerinin Gıdalarda Kullanım Olanakları. *Gıda*, 30 (6):371-378.

- Leclerc, H., Schwartzbord, L., Dei-Cas, E., 2002. Microbial agents associated with waterborne diseases, *Critical Reviews in Microbiology*, 28(4): 371-409.
- Leerahawong A., Tanaka M., Okazaki E., Osako K., 2012. Stability of the Physical Properties of Plasticized Edible Films from Squid (*Todarodes pacificus*) Mantl Muscle During Storage. *Journal of Food Science*, 77 (6): 159-165.
- Li, J., Smith, N.H., Nelson, K., Crichton, P.B., Old, D.C., Whittam, T.S., Selander, R.K., 1993. Evolutionary origin and radiation of the avian-adapted non-motile Salmonellae. *Journal of General Microbiology*, 38:129-139.
- Lim, S., Hudson, S.M., 2004. Application of a Fiber-reactive Chitosan Derivative to Cotton Fabric as an Antimicrobial Textile Finish, *Carbohydrate Polymers*, 56: 227-234
- Lin, D., 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: 60-75.
- Lucisano, M., Hidalgo, A., Comelli, E.M., Rossi, M., 1996. Evolution of Chemiceal and Physical Albumen Characteristics During the Storage of Shell Eggs. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 44: 1235-1240.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Remesy, C., Jimenez, L., 2004. Polyphenols: Food Sources and Bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79: 727-747.
- Martínez-Camacho A.P., Cortez-Rocha M.O., Ezquerro-Brauer J.M., Graciano-Verdugo A.Z., Rodríguez-Félix F., Castillo-Ortega M.M., Yépiz-Gómez M.S., Plascencia Jatomea M., 2010. Chitosan Composite Films: Thermal, Structural, Mechanical and Antifungal Properties. *Carbohydrate Polymers*, 82: 305-315.
- McHugh T.H., 2000. Protein-Lipid Interactions in Edible Films and Coatings. *Nahrung*, 44 (3): 148-151.
- McWilliams, M., 2001. Eggs. *Foods Experimental Perspectives*, 16: 355-377.

- Meuer, H.J., Egbers, C., 1990. Changes in Density and Viscosity of Chicken Egg Albumen and Yolk During Incubation. *The Journal of Experimental Zoology*, 255: 16-21.
- Möller, H., Grelier, S., Pardon, P., Coma, V., 2004. Antimicrobial and Physicochemical Properties of Chitosan-HPMC-Based Films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 6585-6591.
- Münnich, A., Lübke-Becker, A., 2004. *Escherichia coli* infections in newborn puppiesclinical and epidemiological investigations, *Theriogenology*; 62(3-4): 562-75.
- Nacz, M., Shahidi, F., 2004. Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography*, 1054(1-2): 95-111.
- Nizamlioğlu, N.M, Nas, S., 2010. Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler; Yapıları ve Önemleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5 (1): 20-35.
- No H.K., Meyers S.P., Prinyawiwatkul W., Xu Z., 2007. Applications of Chitosan for Improvement of Quality and Shelf Life of Foods: A Review. *Journal of Food Science*, 72 (5): 87-99.
- Oh, H., Kim, Y.J., Chang, E.J., 2001. Antimicrobial Characteristics Of Chitosan Against Food Spoilage Microorganisms İn Liquid Media And Mayonnaise. Department of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul Korea, 143-747.
- Olivas, G., Canovas, G.V., 2005. Edible Coating For Fresh Cut Ftuits, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45: 657-670.
- Ornum, V.J., 1992. Shrimp Waste-Must it be Wasted. *Info fish International* 6: 48-52.
- Owen, R.W., Giacosa, A., Hull, W.E., Hauber, R., Spiegelhalder, B., Bartsch, H., 2000. The antioxidant/anticancer potential of phenolic compounds isolated from olive oil. *European Journal of Cancer*, 36(10): 1235-1247.
- Panda, B., 1988. Processing and preservation of quail products. *Poultry Guide*, 16(11):85-97.

- Pandey, N.K., Mahapatra, C.M., 1982. Changes in quality and acceptability of chilled quail eggs during storage. *Avian Research*, 66:22-28.
- Park, S., Stan S.D., Daeschel M.A., 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.
- Peniche, C., Argüelles-Monal W., Goycoolea F.M., 2008. Chitin and Chitosan: Major Sources, Properties and Applications. In: Belgacem N. ve Gandini A., Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources, Elsevier, Amsterdam, 517-542.
- Polat, H., 2007. İşlenmiş et ürünlerinde yenilebilir filmlerin ve kaplamaların uygulamaları, Yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı.
- Poyraz, Ö., Akıncı, Z., Erdoğan, M., Güler, Ş., 2002. Bıldırcınlarda Cinsel Olgunluk Mevsiminin Bazı Yumurta Kalite Özelliklerine Etkisi. *Lalahan Hayvan Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 42 (1): 45- 58.
- Quipinga, Z., Wenshui, X., 2006. Effect of 1Methylcyclopropene and/or Chitosan Coating Treatments on Storage Life and Quality Maintenance of Indian Jujube Fruit, *Lebensmittel Wissenschaft Technology*, 40: 404–411.
- Rabsch, W., Tschape, H., Baumler, A.J., 2001. Non-typhoidal salmonellosis: emerging problems. *Microbes and Infection*, 3(3): 237-247.
- Ravi Kumar, M.N.V., 2000. A Review of Chitin and Chitosan Applications. *Reactive & Functional Polymers*, 46: 1-27.
- Rene, D.T., Yolanda, V., Zeno, A., 2001. Comparision of the antioxidant content of fruits, vegetables and tea measured as vitamin C equivalents. *Toxicology*, 166: 63-69.
- Robbins, R.J., 2003. Phenolic Acids in Foods: An Overview of Analytical Methodology. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 2866-2887.
- Roy, K., Kansal, R., Bartels, S.R., Hamilton, D.J., Shaaban, S., Fleckenstein, J.M., 2011. Adhesin Degradation Accelerates Delivery of Heat Labile Toxin by

- Enterotoksijenik *Escherichia coli*. *The Journal of Biological Chemistry*, 286(34): 29771-29779.
- Sagoo, S., Board, R., Roller, S., 2002. Chitosan inhibits growth of spoilage micro-organisms in chilled pork products. *Food Microbiology*, 19: 175-82.
- Sarıca, M., 1998. Işık Rengi ve Aydınlatma Şeklinin Bıldırcınların Büyüme ve Karkas Özelliklerine Etkileri. *Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 22: 103- 110.
- Scalbert, A., Williamson, G., 2000. Dietary Intake and Bioavailability of Polyphenols. *Journal of Nutrition*. 130: 2073S-2085S.
- Shahidi, F., Archchi, J.K.V., Jeon, Y.J., 1999. Food Applications of Chitin and Chitosan. *Trends in Food Science & Technology*, 10: 37-51.
- Silversides, F.G., Scott, T.A., 2001. Effects of Storage Layer Age on Quality of Eggs from Two Lines of Hens. *Poultry Science*, 80: 1240-1245.
- Siripatrawan, U., Noipha, S., 2012. Active Film From Chitosan Incorporating Green Tea Extract For Shelf Life Extension of Pork Sausages. *Food Hydrocolloids*, 27: 102-108.
- Suyatma, N.E., Tighzert, L., Copinet, A., 2005. Effects of Hydrophilic Plasticizers on Mechanical, Termal, and Surface Properties of Chitosan Films. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 53: 3950-3957.
- Şeker, İ., 2003. Bıldırcınlarda Kuluçkalık Yumurtaların Döllülük Oranına ve Kuluçka Sonuçlarına Bazı Faktörlerin Etkisi. *Y.Y.Ü. Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14 (2): 42-46.
- Şengül, S., 2006. Türkiye’de Gelir Gruplarına Göre Gıda Talebi. *ODTÜ Gelişme Dergisi*. 31:115-148
- Şenköylü, N., 2001. Yumurtanın Biyolojik Özellikleri. *Modern Tavuk Üretimi, Trakya Üniversitesi, Tekirdag Ziraat Fakültesi, Hayvansal Üretim Bölümü*, 3 (4): 55-64.
- Tarakçıoğlu, I., Çay, A., Kanat, Z.E., Süpüren, G., 2006. Antimikrobik Lifler, Tekstil ve Konfeksiyon, 16 (2): 80-89.

- Tayar, M., 2005. Yumurta Hijyeni. <http://homepage.uludag.edu.tr/~mtayar/yumurtahijyeni.htm>
- Thapar, N., Sanderson, I., 2004. Diarrhoea in Children: An Interface Between Developing and Develop Countries, *The Lancet*, 363(9409): 641-653.
- Tharanathan, R.N., Kittur, F.S., 2003. Chitin-The Undisputed Biomolecule of Great Potential. *Crit Rev Food Science*. 43(1):61-87.
- Tharanathan, R.N., 2003. Biodegradable Films and Composite Coatings: Past, Present and Future, *Trends in Food Science and Technology*, 14: 71-78.
- Threlfall, E.J., 2005. Salmonella In: Borriello SP, Murray PR and Funke G (Eds.), Topley and Wilson's Microbiology and Microbial Infections, 10th Edition, part VI London: Hodder Arnold Publishers Ltd. 1398-1434.
- Torlak, E., Nizamlioğlu, M., 2011. Uçucu Yağ İçeren Yenilebilir Kitosan Filmlerinin *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* O157:H7 Üzerine Etkinlikleri, *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 17: 125-129.
- Tsai, G.J., Su, W.H., Chen, H.C., Pan, C.L., 2002. Antimicrobial Activity of Shrimp Chitin and Chitosan from Different Treatments and Applications of Fish Preservation. *Fisheries Science*, 68: 170-177.
- Tunail, N., 2000. Mikrobiyel infeksiyonlar ve intoksikasyonlar. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümü Yayınları, Ankara, Sim Matbaacılık Ltd.
- Ünlütürk, A., Turantaş, F., 1999. Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Basımevi Çınarlı-İzmir, 110-120.
- Ünver, B., 1987. Deneysel Yiyecek Hazırlama. Mars Matbaası Ankara.
- Valencia-Chamorro S.A., Palou L., Del Río M.A., Pérez-Gago M.B., 2011. Antimicrobial Edible Films and Coatings for Fresh and Minimally Processed Fruits and Vegetables: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51: 872-900.

- Vallance, B.A., Khan, M.A., Deng, W., Gruenheid, S., Finlay, B.B., 2004. Modelling enteropathogenic and enterohemorrhagic *E. coli* infections and disease. *Drug Discovery Today: Disease Models*; 1(1).
- Var, I., Evliya, B., 1995. Çeşitli yumurtalarda Salmonella taranması. *Gıda*, 20 (6): 387-391.
- Vatavali, K., Karakosta, L., Nathanailides, C., Georgantelis, D., Kontominas, M.G., 2013. Combined Effect of Chitosan and Oregano Essential Oil Dip on the Microbiological, Chemical and Sensory Attributes of Red Porgy (*Pagrus pagrus*) Stored in Ice. *Food Bioprocess Technology*, 6: 3510-3521.
- Vieria, N., Bates, S.J., Solberg, D., Ponce, K., Howsmon, R., Cevallos, W., Trueba, G., Riley, L., Eisenberg, N.S.J., 2007. High prevalence of enteroinvasive *Escherichia coli* isolated in a remote region of Northern Coastal Ecuador. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 76(2): 528-533.
- 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*, 1-9.
- Winterowd, J.G., Sandford, P.A., 1995. Chitin and Chitosan. In Stephen, A.M. Ed. *Food Polysaccharides and Their Applications*, Marcel Dekker Inc, NewYork, 13: 441-463.
- Wong, Y.C., Herald, T.J., Hachmeister, K. A., 1996. Evaluation of Mechanical and Barrier Properties of Protein Coatings on Shell eggs. *Poultry Science* 75: 417-422.
- Wu, C., Valdes, J.J., Bentley, W.E., Sekowski, J.W., 2003. DNA microarray for discrimination between pathogenic O157:H7 EDL933 and non-pathogenic *Escherichia coli* strains, *Biosensors Bioelectronics*; 19:1-8.
- Xie, L., Hettiarachchy, N.S., Ju, Z.Y., Meullenet, J., Wang, H., Slavik, M.F., Janes, M.E., 2002. Edible Film Coating Minimize Eggshell Breakage and Reduce Post-Wash Bacterial Contamination Measured by Dye Penetration in Eggs. *Journal of Food Science*, 67(1): 280-284.

- Xing, Y., Li, X., Xu, Q., Yun, J., Lu, Y., Tang, Y., 2011. Effects of Chitosan Coating Enriched with Cinnamon Oil on Qualitative Properties of Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L). *Food Chemistry*, 124: 1443-1450.
- Yalçın F., Yener G., 2007. Development of Antimicrobial Protective Food Coating Materials from Edible Alginate Films, (Yüksek Lisans Tezi), İzmir Institute of Technology, İzmir.
- Yalçın, S., Şehu. A., Sarıfakıoğulları, K., 2000. Yumurta tavuğu rasyonlarında laktik asit kullanımının bazı yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi. International Animal Nutrition Congress, Isparta.
- Yen, M.T., Tseng Y.H., Li, R.C., Mau M.J., 2005. Antioxidant properties of fungal chitosan from shiitake stipes, *Lebensmittel Wissenschaft Technology*, 40: 255-261.
- Yıldırım, İ., Yetişir, R., 1998. Japon Bildircinlarında (*Coturnix coturnix japonica*) Kuluçkalık Yumurta Ağırlığı ve Ebeveyn Yaşının Cıvıv Çıkış Ağırlığı ve 6. Hafta Canlı Ağırlığı Üzerine Etkileri. Tr. J. of *Veterinary and Animal Sciences*. 22: 315- 319.
- Yingyuad, S., Ruamsin, S., Leekprokok, T., Douglas, S., Pongamphai, S., Siripatrawan, U., 2006. Effect of Chitosan Coating and Vacuum Packaging on The Quality of Refrigerated Grilled Pork. *Packaging Technology and Science*, 19: 149-157.
- Yücel, A., 2000. Yumurta ve Bal, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yardımcı Ders Notları, Bursa, No:4.
- Zevallos, C., Krochta, J.M., 2003. Dependence Of Coating Thickness On Viscosity Of Coating Solution Applied To Fruits And Vegetables By Dipping Method, *Journal of Food Science*, 68: (2)503-510.
- Zhang, Z., Chen, L., Ji, J., Huang, Y., Chen, D., 2003. Antibacterial Properties of Cotton Fabrics Treated with Chitosan, *Textile Research Journal*, 73: (12)1103-1106.
- Zhang, L.Y., Zhu, J.F., 2003. Study on antimicrobial activity of chitosan with different molecular weights. *Carbonhy Polymer*. 54: 527-530.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Esin DERELİOĞLU
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 19.05.1984, Kahramanmaraş
e-posta : esinderelioglu@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	KSÜ /Biyoloji. Bölümü	2009
Lisans	ÇÜ/Biyoloji Bölümü	2007
Lise	Kadriye Çalık Anadolu Lisesi	2002