

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI ORGANİK ASİTLERLE ÜRETİLEN**  
**KİTOSAN KAPLAMA MATERYALİNİN**  
**YUMURTA RAF ÖMRÜ VE KABUK**  
**MUKAVEMETİNİ GELİŞTİRMEDE**  
**ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Özge CANSIZ**

**Danışman: Doç. Dr. Cengiz CANER**

**Aralık, 2006**  
**ÇANAKKALE**

**FARKLI ORGANİK ASİTLERLE ÜRETİLEN  
KİTOSAN KAPLAMA MATERYALİNİN  
YUMURTA RAF ÖMRÜ VE KABUK  
MUKAVEMETİNİ GELİŞTİRMEDE  
ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Gıda Mühendisliği Bölümü, Gıda Teknolojisi Anabilim Dalı**

---

**Özge CANSIZ**

**Danışman: Doç. Dr. Cengiz CANER**

**Aralık, 2006**

**ÇANAKKALE**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Özge CANSIZ tarafından Doç. Dr. Cengiz CANER yönetiminde hazırlanan “FARKLI ORGANİK ASİTLERLE ÜRETİLEN KİTOSAN KAPLAMA MATERYALİNİN YUMURTA RAF ÖMRÜ VE KABUK MUKAVEMETİNİ GELİŞTİRMEDE ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç Dr. Cengiz CANER

Yönetici

Prof. Dr. Arsan BİLİŞLİ

Jüri Üyesi

Doç. Dr. İsmet KAYA

Jüri Üyesi

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŞEKKÜR

Tüm çalışmalarım boyunca, sahip olduğu bilgi ve tecrübesini benimle paylaşmaktan kaçınmayan, her türlü yardımını, desteğini ve fedakârlığı esirgemeyen ve beni daima cesaretlendiren Danışmanım Sayın Doç. Dr. Cengiz CANER' e;

Bilgi ve tecrübeleriyle daima yol gösteren Bölüm Başkanımız Sayın Prof. Dr. Arsan BİLİŞLİ' ye;

Çalışmam süresince beni daima cesaretlendiren, maddi ve manevi desteğini hiç esirgemeyen, bilgilerini benimle paylaşmaktan kaçınmayan Sayın Araştırma Görevlisi Mehmet Seçkin ADAY' a;

Çalışmamın renk analizlerinin yapılmasındaki katkı ve yardımlarından ötürü Sayın Yrd. Doç. Dr. Ümran ENSOY' a;

Çalışmamın viskozite analizlerinin yapılmasındaki katkı ve yardımlarından dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. Yonca K. YÜCEER ve Sayın Araştırma Görevlisi Müge İŞLETEN' e;

Çalışmamın mineral madde tayinlerinin yapılmasındaki katkı ve yardımlarından dolayı Sayın Uzman Bayram KIZILKAYA' ya;

Çalışmam süresince manevi destek ve yardımlarını esirgemeyen Değerli Hocalarıma ve Araştırma Görevlisi Arkadaşlarıma;

Manevi desteklerini esirgemeyen, bilgilerini benimle paylaşan, her zaman yanımda olduklarını hissettiren Sayın Gıda Mühendisi Burcu GENÇ ve Sayın Çevre Mühendisi Murat BEYHAN' a;

Yaşamım boyunca, anlayışları, maddi-manevi her türlü desteklerini ve fedakârlıklarını benden hiçbir zaman esirgemeyen annem Ayfer ŞENOL, babam Şükrü CANSIZ ve kardeşim Müge CANSIZ' a;

Teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Özge CANSIZ, 2006

## **SİMGELER VE KISALTMALAR**

**AA:** Asetik Asit

**Ch:** Kitosan

**HU:** Haugh Unit

**LA:** Laktik Asit

**ICP-AES:** Inductively Coupled Plasma -Atomic Emission Spectrometry

**PA:** Propiyonik Asit

**PEG:** Polietilen Glikol

**UC:** Kaplanmamış

**YI:** Yolk indeks

# FARKLI ORGANİK ASİTLERLE ÜRETİLEN KİTOSAN KAPLAMA MATERYALİNİN YUMURTA RAF ÖMRÜ VE KABUK MUKAVEMETİNİ GELİŞTİRMEDE ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

## ÖZET

Yumurta doğal ambalaja 'kabuğa' sahip olmasına rağmen, hızla bozulur ve iç kalitesini kaybeder. Farklı organik asit ile üretilen kitosan kaplamaların [asetik-(Ch-AA), laktik-(Ch-LA), ve propiyonik (Ch-PA)], taze yumurtanın raf ömrünü arttırma (ağırlık kaybı, haugh birimi, sarı indeks, pH, renk değerleri (L, a ve b), mineral madde, kabuk kırılma mukavemeti ve müşteri beğenilirliği) etkinliği değerlendirilmiştir.

Kitosan ile kaplanmış tüm yumurtalar, kaplanmamışlardan daha yüksek iç kalite değerlerine sahiptirler. Kaplanmışlar, kaplanmamışla kıyaslandığında daha düşük ağırlık kaybı gözlenmiştir (% 3.45 Ch-PA, % 3.53 Ch-LA ). Genel ortalama Haugh birimi kontrol grubunda 53,88 iken kaplanmış yumurtalarda 64 değerindedir. Yolk indeks değerleri, 4 haftalık ortalama kontrol grubunda 0,27, Ch-AA ile kaplananlarda 0,34, Ch-LA ve Ch-PA ile kaplananlarda 0,35'dir. Kaplanmamış yumurta 1 hafta depolama sonunda 'A' derecesinden 'B' ye düşmüştür. Ch-LA ve Ch-PA kaplamalar 4 hafta boyunca 'A' derecesini korur. Kitosan kaplama ayrıca 4 haftalık depolama sonunda yumurta sarısında mineral miktarını muhafazada da etkindir (özellikle kalsiyum, demir ve magnezyum).

Kaplanmamış yumurta beyazlarının ortalama pH değerleri 9,11 iken Ch-AA ile kaplananlar 8,79, Ch-LA ile kaplananlar 8,78, Ch-PA ile kaplananlar ise 8,68 değeri vermiştir. Dört hafta depolama sonunda kaplanmamış yumurta beyazı kaplanmışlardan daha düşük viskoziteye sahiptir (6,38) Ch-AA ile kaplanan yumurtaların akı 7,50, Ch-LA ile kaplanan grubun akı 8,167 ve Ch-PA ile kaplanan yumurtaların akı 7,94 viskozite değeri vermiştir. Tüm kaplanmış yumurtaların kaplanmamışlardan daha yüksek kabuk kırılma mukavemeti değerlerine sahiptir. Ch-LA daha yüksek direnç değerine sahiptir. Kaplanmış yumurtaların kabuk, ve sarı

(L\*), (a), (b), kroma ve hue değerleri kaplanmamış olanlarla benzerdir. Albumin (L) değerleri kaplanmamışla kıyasla daha yüksektir. Duyusal analizde panelistler tarafından genel kabul edilebilirlik açısından, kaplanmışlar ve kaplanmamışlar arasındaki fark ayırt edilememiştir.

Kitosan kaplama özellikle laktik asit, yumurta i kalitesi ve kabuk kırılma direncini etkin şekilde korumaktadır. Albumin kalitesinin (pH, vizkozite ve renk) llmesi yumurta i kalitesinin belirlenmesinde etkili olarak kullanılabilir.

**Anahtar kelimeler:** yumurta, raf ömrü, kabuk direnci, kitosan, kaplama, ICP, haugh birimi, yolk indeks, viskozite, tüketicici beğenilirliği.

Bu alışma TÜBİTAK tarafından (Proje No: TOVAG-104O293) desteklenmiştir.

**SEARCHING THE ACTIVITY OF CHITOSAN BASED COATINGS  
PRODUCED WITH DIFFERENT KINDS OF ORGANIC ACIDS TO  
IMPROVE THE SHELF LIFE AND PUNCTURE STRENGTH OF SHELL  
EGGS**

**ABSTRACT**

Despite eggs having a natural package-shell, they are perishable and could lose quality. Chitosan containing organic acids [acetic-(Ch-AA), lactic-(Ch-LA), and propionic (Ch-PA)] were applied to shell eggs to evaluate on eggs interior quality properties (weight loss, Haugh unit, yolk index, pH, color: L, a, b), mineral amounts, puncture strength and also consumer preferences).

All chitosan coated eggs showed greater interior quality than uncoated. The lower weight loss (3.45 % for Ch-PA, 3.53 % for Ch-LA for) was observed in the coated eggs than control. Chitosan coated Ch-PA and Ch-LA maintained a higher Haugh units and yolk index than uncoated. Uncoated changed from grade 'A' to 'B' after 1 week of storage. Ch-LA and Ch-PA acid maintained eggs in grade 'A' during 4 weeks. Chitosan coating maintained the mineral amounts (especially calcium, iron and magnesium) in yolks after 4 weeks storage.

The albumen pH of the uncoated eggs was significantly higher than coated and increased during storage. Uncoated had significantly lower albumen viscosity than the coated. Viscosity of albumen of eggs Ch-LA was significantly higher than Ch-AA.

All chitosan coated eggshells showed significantly higher puncture strength than those of uncoated eggs. Coated shell egg with Ch-LA also exhibited significantly higher puncture strength. Ch-LA effectively maintain in preserving albumen quality and puncture strength. Shell and yolk lightness ( $L^*$ ), (a), (b), chrome and hue values of coated eggs was similar of uncoated. There were significant differences in color (L) appearance in albumen among coated and from



uncoated. Based on sensory evaluation, consumers could not differentiate the coated from uncoated eggs.

Albumen quality (pH, viscosity and color) measurements are effectively used to measure of freshness as interior quality of eggs.

**Keywords:** eggs, shelflife, puncture strength, chitosan, coating, ICP, haugh unit, yolk index, viscosity, consumer preference.

The present M.Sc. thesis was supported by TUBITAK (TOVAG-104O293).

## İÇERİK

	<b>Sayfa</b>
TEZ SINAV SONUÇ BELGESİ.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vii
<b>BÖLÜM 1- GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Yenilebilir Filmler ve Kaplamalar.....	4
1.1.1. Yenilebilir Filmler ve Kaplamaların Sınıflandırılması.....	6
1.1.1.1. Polisakkaritler.....	7
1.1.1.2. Proteinler.....	7
1.1.1.3. Lipitler.....	8
1.1.1.4. Karışımlar.....	8
1.1.2. Film Katkıları.....	8
1.1.3. Yenilebilir Film ve Kaplama Üretim Metotları.....	9
1.1.3.1. Çözelti Dökme.....	9
1.1.3.2. Eriterek Dökme.....	9
1.1.3.3. Ekstruzyon.....	9
1.1.4. Filmlerin Gıdalara Uygulanma Yöntemleri.....	9
1.1.4.1. Daldırma Yöntemi.....	9
1.1.4.2. Püskürtme Yöntemi.....	10
1.1.4.3. Dökme Yöntemi.....	10
1.2. Kitosan.....	10
1.2.1. Kitin ve Kitosanın Tarihçesi.....	12
1.2.2. Kitin ve Kitosanın Kimyasal Özellikleri.....	13
1.2.3. Kitosanın Antimikrobiyal Aktivitesi.....	15
1.2.4. Kitosanın Antioksidan Etkisi.....	16
1.2.5. Kitin ve Kitosanın Gıda Endüstrisinde Kullanım Alanları.....	16
1.2.5.1. Kitin ve Kitosanın Yenilebilir Film Endüstrisinde	18
Uygulamaları.....	

1.3. Yumurta.....	19
1.3.1. Yumurtanın Kimyasal Özellikleri.....	24
1.3.1.1. Protein.....	27
1.3.1.2. Lipit.....	27
1.3.1.3. Vitamin.....	30
1.3.1.4. Mineral Maddeler.....	30
1.3.2. Yumurtanın Morfolojik Yapısı.....	31
1.3.2.1. Kabuk.....	32
1.3.2.2. Kabuk Zarları.....	33
1.3.2.3. Hava Keseleri.....	34
1.3.2.4. Yumurta Akı (Albumin).....	34
1.3.2.4.1. Vitellin Membran.....	37
1.3.2.4.2. Şalaza.....	37
1.3.2.5. Yumurta Sarısı (Yolk).....	37
1.3.3. Yumurtada Kalite Kriterleri.....	39
1.3.4. Taze ve Bayat Yumurta.....	42
1.3.4.1. Taze Yumurta ve Özellikleri.....	42
1.3.4.2. Bayat Yumurta ve Özellikleri.....	43
1.3.4.3. Taze ve Bayat Yumurtaların Şekillerle Karşılaştırılması.....	45
1.3.5. Yumurta Muhafaza Yöntemleri.....	47
1.3.5.1. Daldırma Yöntemi.....	47
1.3.5.2. Termostabilizasyon (Isı) Yöntemi.....	48
1.3.5.3. Dondurma Yöntemi.....	48
1.3.5.4. Kurutma Yöntemi.....	49
1.3.5.5. Dezanfektan Yöntemi.....	49
1.3.5.6. Soğuk Depo Yöntemi.....	50
1.3.5.7. Ultraviyole Yöntemi.....	50
1.3.5.8. İnce Tuz Yöntemi.....	50
1.3.5.9. Kaplama Yöntemi.....	51
<b>BÖLÜM 2 - ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....</b>	<b>52</b>

<b>BÖLÜM 3 – MATERYAL VE METOT.....</b>	<b>57</b>
3.1. Materyal.....	57
3.1.1. Yumurta.....	57
3.1.2. Kitosan.....	57
3.1.3. Organik Asitler.....	57
3.2. Metot.....	57
3.2.1. Kaplama Materyalinin Hazırlanması.....	57
3.2.2. Yumurtaların Kaplanması.....	58
3.2.3. Yapılan Analizler.....	58
3.2.3.1. Ağırlık Kaybı Analizleri.....	58
3.2.3.2. Haugh Birimi Analizleri.....	59
3.2.3.3. Yolk İndeksi Analizleri.....	59
3.2.3.4. Albumin pH Analizleri.....	60
3.2.3.5. Mineral Madde Analizleri.....	60
3.2.3.6. Renk Analizleri.....	60
3.2.3.7. Tüketici Testleri.....	61
3.2.3.8. Albumin Viskozite Analizleri.....	61
3.2.3.9. Kabuk Kırılma Direnci Analizleri.....	62
3.2.3.10. İstatistiksel Analizler.....	62
<b>BÖLÜM 4 – BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>63</b>
4.1. Ağırlık Kaybı Analiz Sonuçları.....	63
4.2. Haugh Birimi Analiz Değerleri.....	64
4.3. Yolk İndeks Analiz Sonuçları.....	66
4.4. Albumin pH Analiz Değerleri.....	68
4.5. Mineral Madde Analiz Değerleri.....	69
4.6. Renk Analizleri Sonuçları.....	70
4.6.1. Kabuk Renk Analizleri Sonuçları.....	70
4.6.2. Albumin Renk Analizleri Sonuçları.....	71
4.6.3. Sarı Renk Analizleri Sonuçları.....	72
4.7. Tüketici Testleri Sonuçları.....	73
4.8. Albumin Viskozitesi Sonuçları.....	74

4.9. Kabuk Kırılma Direnci Sonuçları.....	75
<b>BÖLÜM 5 – SONUÇ.....</b>	<b>77</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>80</b>
<b>Ek.....</b>	<b>I</b>
<b>Tablolar.....</b>	<b>II</b>
<b>Şekiller.....</b>	<b>IV</b>
<b>Yaşam Öyküsü.....</b>	<b>V</b>

# BÖLÜM 1

## GİRİŞ

Temel hayvansal gıda kaynaklarından biri olan yumurta bütün besin maddelerini yoğun bir şekilde içerdiğinden, insan sağlığı üzerinde ve ülke ekonomisinde önemli bir yere sahiptir. 2000 yılı D.İ.E. verilerine göre; Türkiye’de 64.709 bin adet yumurta tavuğu mevcut olup, bu tavukların da 12 milyon 224 bin adedi Marmara Bölgesi’nde bulunmaktadır. Bu rakam, toplam ülke üretimimizin yaklaşık % 20’sini ifade etmektedir. Marmara Bölgesi ve Çanakkale ili, kanatlı hayvan ve yumurta potansiyeli yönünden oldukça iyi konumdadır (Anonim, 2004a,b, c, d, e).

Türkiye’de yumurta sanayisi, gelişmeye ihtiyaç gösteren bir sektördür. Yumurta sektörü, gerek Türkiye’de çok istikrarsız bir gidiş sergilediği için gerekse istikrarın korunmasında bir anahtar niteliği taşıdığından yumurta sanayisinin geliştirilmesine özel önem verilmesi gerekmektedir (Anonim, 2004a).

Artan nüfusun besin maddesi ihtiyacının karşılanmasında birim başına üretimin arttırılmasının yanında, ürünlerin kayıp oranının azaltılması ve raf ömrünün arttırılması gerekmektedir. Yumurta sektöründe en ciddi problemlerin başında; yumurta kabuğundaki çatlak ve kırılmaların yanında depolama sırasında yumurta iç kalitesinin hızla bozulması ve nem kaybı gelmektedir (Wong 1996; Yücel, 2000; Koelkebeck ve diğ., 2001; Berardinelli ve diğ., 2003; Bhale ve diğ., 2003; Tayyar, 2005).

Türkiye’de yumurta sektörü, dış ticaret anlamında çok büyük bir varlık gösterememektedir. Bunun nedenleri; üretim girdi maliyetlerinin çok yüksek olması, özellikle yem hammaddelerinin bir kısmının yüksek gümrük vergileri ile yurt dışından temin edilmesi, hayvan hastalıkları ile ilgili problemler, ürünlerin hijyenik kalitesi ile ilgili sorunlar ve gıda kontrol sistemindeki yetersizliklerdir. Bu nedenlerden dolayı, A.B.D. ve A.B. ülkeleri ile rekabet etmemiz mümkün olamamaktadır. Sektörün dünyaya açılabilmesi için; ürün ihraç edebilmesi ve

maliyetlerin düşürülmesi ile birlikte gıda kontrol sistemlerinin etkin bir şekilde uygulanması gerekmektedir (Anonim, 2004a).

1993 yılında, A.B.D.'de United Egg Producers, üretilen 71,4 milyar yumurtanın % 1'inin çatlak ya da kırık olduğunu tespit etmiştir. Bu sonuçların ülke ekonomisindeki kaybı yaklaşık olarak 37 milyon Amerikan Doları'dır (Wong ve diğ., 1996). Ülkemizde rakamsal verilere ulaşılammış olup bu değerlerden aşağı değildir.

Üretilen yumurtanın tüketiciye sunumu konusunda bazı sistemlerin uygulanması gerekir. Bu tür sistemlerde, öncelikle yumurtaların kırık ve kirli olanları ayrılmakta, geri kalan yumurtalar ise ağırlıklarına göre sınıflandırılmaktadır. Seçilen yumurtalar, yıkanıp mumlandıktan sonra ambalajına konulmaktadır. Bu tür sistemin avantajı; üretim ve son kullanma tarihleri belirlenerek ambalajına yazılmış bir ürün elde etmek ve en önemlisi de ürünü hijyenik açıdan mümkün olan en temiz şekilde tüketiciye sunmaktır (Anonim, 2004a).

Yumurtanın üretim merkezlerinde toplanması, sınıflandırılması, muhafazası ve tüketiciye ulaştırılması (taşınması) sırasında zamanla biyolojik, kimyasal ve fiziksel değişiklikler meydana gelmektedir. Bu değişiklikler sonucunda kısa sürede bozularak sağlık açısından zararlı hale gelmektedir. Yumurtada meydana gelen çatlama ve kırılmalar da ciddi oranda ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Yumurta üretiminin ticari boyutu, üreticilerin öncelikleri arasında girmiştir (Wong 1996; Yücel, 2000; Koelkebeck ve diğ., 2001; Berardinelli ve diğ., 2003; Bhale ve diğ., 2003; Tayyar, 2005). Ancak, bu konudaki bilimsel araştırma ve makalelerdeki artış, yumurta sanayisi boyutundaki artışa paralel değildir.

Bu nedenle yumurtaların dayanma süresini uzatmaya ve kabuk mukavemetinin artırılarak kırılma oranının azaltılmasına yönelik metotların araştırılması büyük önem kazanmıştır. Uygun ambalajlama ve muhafazanın yapılması ile söz konusu kayıplar en aza indirilerek yumurtaların raf ömürleri artırılabilir. Bu amaçla, pek çok gıdada olduğu gibi yumurta kalitesinin muhafazası, kabuğun güçlendirilmesi ve

meydana gelebilecek zararların azaltılması için değişik kaplama materyalleri kullanılabilir. Yumurta kabuğunun kırılma oranının azaltılması konusunda birtakım çalışmalar olsa da yapılan çalışmalar yeterli olmayıp farklı kaplama materyallerin kullanımına, bu kayıpların minimize edilmesi açısından ihtiyaç duyulmaktadır (Wong 1996; Koelkebeck ve diğ., 2001). Yumurta kabuk direnci, kırılmaya karşı direncini ortaya koyan bir kriter olup, kabuk kalitesiyle ilişkili yapılan çalışmalarda yaygın başvurulan bir yöntemdir.

Kaplama materyalleri; gıdayı çevreden, mikroorganizma kontaminasyonundan ya da etrafındaki üründen korumak için ince şekilde “deri” olarak kullanılabilen materyal olup, gıdalara uygulanabilirliği uzun zamandır araştırılmaktadır. Bu kaplama materyalleri, gıdayı ayrıca mekaniksel olarak dış etkilerden koruyabilirler (Krotcha ve De Mulder-Johnstan, 1997; Baldwin, 1999; Xie ve diğ., 2002). Kaplama materyalleri; proteinler, polisakkaritler, lipitler veya bunların karışımından üretilerek ürünlerin yüzeyine direkt uygulanırlar. Gıdada, kütle transferini (gaz girişi ve çıkışlarını) azaltarak fizyolojik olayları ve su kaybını minimuma indirerek raf ömürlerini uzatabilirler.

Bu çalışmada, üretici firmadan günlük (taze) alınan yumurtalar, değişik organik (asetik, laktik ve propiyonik) asitler kullanılarak üretilen kitosan kaplama materyali ile kaplanmış olup, kaplanmış ve kaplanmamış (kontrol) yumurtalarda, düzenli olarak kalite kriterleri (ağırlık kaybı, haugh birimi, sarı indeksi, albumin pH’sı), ayrıca; depolama sonunda kabuk kırılma direnci değerleri, viskozite, mineral madde değeri, renk analizleri ve tüketici beğenilirliği araştırılmıştır.

Farklı organik asitlerle üretilen kitosan kaplama materyali ile yumurtanın raf omrunun (kalite kriteri üzerine) uzatılması ve yumurta kabuğunun mekaniksel direncinin arttırılması, böylece yumurta kayıplarının en aza indirilmesinin, ülkemiz ekonomisine önemli yararlar sağlanacağı kesindir.



## 1.1. Yenilebilir Filmler ve Kaplamalar

Gıdalar, dış ortamla temas halinde bulunduğunda, nem ve aroma kaybı, mikroorganizmalarla kontaminasyon, oksidasyon gerçekleşerek ürünün raf ömrü, kalitesi ve duyuşal özellikleri hızla azalmaktadır. Ambalajlama teknikleri, çevrenin olumsuz etkilerine karşı gıdaların kalitesinin korunmasına, raf ömürlerinin arttırılmasına ve duyuşal özelliklerini korumasına yönelik olan tekniklerdir (Krochta ve De Mulder-Johnston, 1997).

Ambalaj; gıdayı dış etkilerden korur, içindeki maddeyi bir arada tutarak taşıma ve pazarlama işlemlerini kolaylaştırır. Üretimden tüketime kadarki süreçte gıdanın niteliklerinin değişmesini kısmen ya da tamamen önleyen bir sargılama işlemidir (Anar, 1999).

Güvenilir, dayanıklı ve ekonomik olan plastik ambalajlar, meyve ve sebzeler başta olmak üzere hemen hemen bütün gıda ambalaj sektöründe kullanılmaktadır (Ben-Yeoshua ve diğ., 1995). Ancak, çevreye verdiği zarar nedeniyle Avrupa'da plastiğın diğeri alternatif materyallerle yer değiştirmesi durumunda, atık paket ağırlığının % 400, hacminin % 250 ve paketleme fiyatının % 200 artacağı hesaplanmıştır. Bu yüzden plastiğe alternatif, etkili ve ucuz materyal arayışı devam etmektedir (Krochta ve De Mulder- Johnston, 1997).

Tüketiciler tarafından bir gıdanın kabul edilebilirliği, o ürünün besinsel, duyuşal ve hijyenik özellikleriyle yakından ilgilidir. Ancak, gıdanın bu özellikleri, işleme ve depolama sürecinde değişim gösterebilir. Bu değişimler, gıdanın çevresindeki maddelerden ya da ortam ile arasındaki etkileşimden kaynaklanır. Bu yüzden, yeni paketleme ve depolama tekniklerine veya bu tür işlemleri destekleyici maddelere ihtiyaç duyulmaktadır (Debeaufort ve diğ., 1998; Kılınççeker ve Doğan, 2002; Küçüköner ve diğ., 2003).

Bu arayışlardan biri olan, yenilebilir filmleri ve kaplamaları içeren yenilebilir ambalajlar, gıdanın kalitesini koruyan, doğal ve biyolojik olarak geri dönüşümlü

maddelerden yapıldıkları için çevreyi kirletmeyerek çevrenin korunmasına katkıda bulunan bir ambalajlama çeşididir (Debeaufort ve diğ., 1998; Fang ve diğ., 2002).

Yenilebilir kaplamalar, gıdanın üzerinde yenilebilir özellikte olan bir materyalle oluşturulan ince bir katmandır (Krochta ve De Mulder-Johnston, 1997; Xie ve diğ., 2002; Suyatma ve diğ., 2005).

Yenilebilir filmler ile gıdaların ambalajlanması uzun zamandan beri araştırılmaktadır. Gıdanın dış yüzeyini kaplama, gıdanın içine yerleştirildiği veya gıda komponentleri içinde kullanılması şeklinde tanımlanır. Kaplama materyalleri, gıdayı çevreden korumak için ince şekilde “deri” olarak kullanılabilen materyallerdir. Gıdayı çevresel etkilerden, mikroorganizma ve kimyasal madde geçişinden koruyarak bariyer ve mekanik direnç sağlayan, ürünün raf ömrünü arttıran materyallerdir (Xie ve diğ., 2002).

Yenilebilir film ve kaplamalar ile gıdanın muhafazası sırasında çevre ile etkileşimi kısıtlanır, dolayısıyla bozulma geciktirilir. Ayrıca pişme esnasında gıdanın dağılmasını önleyici etki yapar ve yağın, gıda tarafından emilimini azaltır (Debeaufort, 1998; Kılınççeker ve Doğan, 2002).

Yenilebilir kaplama ve filmler ile özellikle meyve ve sebzelerde solunum sırasında dokuda bulunan karbondioksit gazı fiziksel olarak tutulmakta, mevcut oksijen azaltılmakta ve böylece modifiye edilmiş ortam oluşturulmaktadır (Lendthanangkul ve Krochta, 1996; Ball, 1997; Lee ve diğ., 2003; Han ve diğ., 2004). Ayrıca su buharı bariyer özellikleri ile yenilebilir kaplamalar, su kaybını asgariye indirmektedir (Baldwin, 1994; Bustillos ve diğ., 1994, Gennadios ve diğ., 1997; Lee ve diğ., 2003; Alleoni ve Antunes, 2004). Rengin korunmasını sağladığı gibi yumuşama ve tekstür değişimlerini azaltıcı etki yapmaktadır (Lendthanangkul ve Krochta, 1996; Ali ve Lazan, 1997; Mitra ve Baldwin, 1997; Lee ve diğ., 2003; Alleoni ve Antunes, 2004; Han ve diğ., 2004).

Yenilebilir film ve kaplamalar, gıdayı mekanik olarak korur, uçucu bileşenleri ve aromanın kaybını önler, su buharının ve oksidasyonun neden olduğu bozulma reaksiyonlarını azaltır (Hershko ve Nussinovitch, 1998; Kılınççeker ve Doğan, 2002; Xie ve diğ., 2002; Lee ve diğ., 2003; Alleoni ve Antunes, 2004; Han ve diğ., 2004).

Oksijen; yağda acılaşıma, enzimatik kararma, mikrobiyal gelişme ve vitamin kaybı gibi bozulma reaksiyonlarında etkilidir. Yenilebilir kaplamalar ile oksijen ve karbondioksit geçişi azalmakta ve böylece ürün çevresindeki karbondioksit ve oksijen konsantrasyonları kontrol altına alınarak ürünün raf ömrü arttırılabilmektedir (Sothornvit ve Krochta, 2000).

Yapılan araştırmalar sonucunda, uygun formülasyonda hazırlanan yenilebilir film ve kaplamalar, uygulandığı gıdada kızartma anında yağın kısa sürede bozulmasına neden olan üründen parça kopmasını (ürün bütünlüğünün muhafazası) ve su geçişini önler (Kılınççeker ve Doğan, 2002).

Yenilebilir filmlerin maliyeti, diğer birçok ambalaj malzemesine göre çok daha ucuzdur. Polimerik ambalaj malzemeleri ile birlikte kullanılabilirler. Uygulandıkları gıdaların duyuşal özelliklerini de geliştirirler. Gıdaların besin değerini arttırarak (özellikle peynir altı suyu proteinleri) ürünle birlikte tüketilebilirler. Çevre kirliliğini önlerler. Antimikrobiyal ve antioksidan özellik taşırlar (Guilbert, 1986; Gennadios ve Weller, 1990; Torres, 1994).

Son yıllarda yapılan birçok araştırma, yenilebilir film ve kaplamaların kullanılmasıyla gıda maddesinin kalitesinin korunduğunu ve paketleme işleminin etkisini arttırdığını göstermektedir (Küçüköner ve diğ., 2003, Suyatma ve diğ., 2005).

### *1.1.1. Yenilebilir Filmler ve Kaplamaların Sınıflandırılması*

Yenilebilir film ve kaplama malzemeleri genel olarak; polisakkaritler, proteinler, lipitler ve bu grupların karışımlarından elde edilirler (Krochta, 1997;

Krochta ve De Mulder-Johnston, 1997; Hershko ve Nusinnovitch, 1998; Kılınççeker ve Doğan, 2002; Küçüköner ve diğ., 2003; Caner ve Küçük, 2004).

#### *1.1.1.1. Polisakkaritler*

Selüloz türevleri, yosun, bitkisel gamlar (pektinler, alginatlar), kitin, kitosan, nişasta ve nişasta türevleri bu gruba dahildir (Krochta, 1997; Krochta ve De Mulder-Johnston, 1997; Kılınççeker ve Doğan, 2002; Küçüköner ve diğ., 2003; Caner ve Küçük, 2004).

Polisakkarit filmlerin gaz geçirgen özellikleri düşüktür. Hidrofilik yapıda olduklarından fiziksel nem bariyer özellikleri düşüktür (Kester ve Fenama, 1986; Baldwin ve diğ., 1995; Gontard ve diğ., 1996). Ancak kaplanan ürünün, nem içeriğini koruması, su buharı basıncına karşı iyi bir bariyer özellik sağladığını gösterir (Baldwin, 1994).

#### *1.1.1.2. Proteinler*

Bitkisel kökenli proteinler; mısır, zein, gluten, soya proteini, yerfıstığı proteindir. Hayvansal kökenliler ise; kollajen, jelatin, kazein ve peynir altı suyu proteinlerinden film oluşturulabilir (Gontard ve diğ., 1992; Baldwin, 1999; Fang ve diğ., 2002; Kılınççeker ve Doğan, 2002; Küçüköner ve diğ., 2003; Caner ve Küçük, 2004).

Hidrofilik yapıda olduklarından nem ve sıcaklıktan çok fazla etkilenirler (Baldwin, 1999). Oksijen, karbondioksit ve lipitlere karşı iyi bariyer özelliği gösterirler (Krochta, 1997; Krochta ve De Mulder-Johnston, 1997; Chan ve Krochta, 2001; Fang ve diğ., 2002; Caner ve Küçük, 2004). Ürüne parlaklık kazandırarak (Trezza ve Krochta, 2000), besin değerini artırırlar (Baldwin ve diğ., 1995).

Uygulandıkları ürüne, iyi sayılabilecek mekaniksel dayanıklılık kazandırır (Fang ve diğ., 2003; Küçüköner ve diğ., 2003; Caner ve Küçük, 2004).

#### *1.1.1.3. Lipitler*

Doğal mumlar ve türevleri (parafin mumlar, arı mumu, bal mumu), reçineler (şellak), asetogliserin, yağ asitleri ve monogliseritler bu gruptadır (Bustillos ve diğ., 1994; Bustillos ve Krochta,1997; Merodio ve diğ., 1997; Kılınççeker ve Doğan, 2002; Küçüköner ve diğ., 2003; Caner ve Küçük, 2004).

Hidrofobik özellikte olmaları nedeniyle su buharına karşı iyi bir bariyerdirler ve ürüne parlaklık kazandırır (Kader ve diğ., 1985; Baldwin,1994; Ball, 1997; Callaegarin ve diğ., 1997; Baldwin, 1999; Debeaufort ve diğ., 2000; Küçüköner ve diğ., 2003; Caner ve Küçük, 2004).

Lipit kaplamalar, polimer olmadıklarından tek başlarına düzgün sabit film oluşturamazlar (Caner ve Küçük, 2004). Yağ asitleri ve monogliseritler, çoğunlukla diğer kaplama materyalleri ile birlikte kullanılmakta ve emülsifiyer olarak görev yapmaktadır (Bustillos ve diğ., 1994; Bustillos ve Krochta,1997).

#### *1.1.1.4. Karışımlar*

Yenilebilir film ve kaplamalar, polisakkarit, protein ve/veya lipitlerin karışımı şeklinde olabilir. Bu tür film ve kaplamaların avantajları; farklı özellikteki kaplamaların, değişik etkilerinden faydalanmaktır. Örneğin; lipitler iyi bir su bariyeri özelliği sağlarken, polisakkaritler mekaniksel direnci arttırmaktadırlar (Kester ve Fennema, 1986; Caner ve Küçük, 2004).

#### *1.1.2. Film Katkıları*

Yenilebilir film ve kaplama çözeltilerine, gıdaya ve kaplama materyaline bazı özellikler kazandırması için bir takım katkı maddeleri eklenebilir. Plastikleştiriciler, kaplama materyallerinin esnekliğini, yırtılmaya karşı direncini arttırmak ve kırılabilirliğini azaltmak için; antimikrobialler, antioksidantlar, fungusitler, vitaminler, aroma ve renk maddeleri de gıda güvenliğini arttırmak, besin değeri ve kalitesini

zenginleştirmek amacıyla film çözeltisi içine eklenebilir (Anker, 1996; Baldwin, 1999; Caner ve Küçük, 2004).

### *1.1.3. Yenilebilir Film ve Kaplama Üretim Metotları*

Yenilebilir film ve kaplamalar, Caner ve Küçük (2004)'e göre 3 şekilde üretilir:

#### *1.1.3.1. Çözelti Dökme*

Polisakarit ve protein özellikte olan kaplamaların çoğu su-etanol çözeltisinde çözünmektedir.

#### *1.1.3.2. Eriterek Dökme*

Lipit filmler, katı katmanın eritilmesiyle üretilirler.

#### *1.1.3.3. Ekstrüzyon*

Suda çözünmeyen film kaplamaları, ekstrüzyon yöntemi ile levha halinde üretilebilirler.

### *1.1.4. Filmlerin Gıdalara Uygulanma Yöntemleri*

#### *1.1.4.1. Daldırma Yöntemi*

Bu yöntemde ürünler, sıvı kaplama materyali içeren bir tankın içine daldırılmakta, su ve solventin uzaklaştırmak amacıyla düzgün bir zemin üzerinde kurumaları için bir süre bekletilmektedir. Et, balık ve tavuklara asetilgliserid; meyve ve sebzelere mum uygulamaları bu yöntemde örnektir (Debeaufort ve diğ., 1998; Hershko ve Nussinovitch, 1998; Caner ve Küçük, 2004).

#### 1.1.4.2. Püskürtme Yöntemi

Bu yöntem, püskürtücüler altından geçen ürünlere kaplama materyallerinin direkt ürüne püskürtülmesi şeklinde uygulanır. Özellikle meyve ve sebzelerin kaplanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Avantajları; diğer yöntemlere göre daha düzgün bir kaplama sağlanır, homojen ve ince katman elde edilir (Krochta ve diğ., 1994; Hershko ve Nussinovitch, 1998; Baldwin, 1999, Caner ve Küçük, 2004).

### 1.2. Kitosan

Kitin, yeryüzünde selülozdan sonra en fazla bulunan doğal, toksik olmayan bir biyopolimerdir. Karides, yengeç, istakoz gibi deniz kabuklularının iskelet maddesinden, böceklerden ve fungusların hücre yapısından üretilmektedir (Sandford,1989; Winterowd ve Sandford, 1995; Shahidi ve diğ., 1999; Jeon ve diğ., 2002; Agulló ve diğ., 2003; Bhale ve diğ., 2003; Çaklı ve Kılınç, 2004; Devlieghere ve diğ., 2004; Gällstedt ve Hedenqvist, 2004; Möller ve diğ., 2004; Bautista-Baños ve diğ., 2005; Gümüşderelioğlu ve diğ., 2005; Kurt ve Zorba, 2005; Suyatma ve diğ., 2005).

Deniz kabuklularının iskelet maddesi, % 30-40 protein, % 20-40 kalsiyum ve magnezyum tuzları, % 20-30 kitin, % 0-14 lipitten oluşmaktadır. Bu oranlar tür ve mevsim farklılıklarına göre değişmektedir (Agulló ve diğ., 2003; Çaklı ve Kılınç, 2004).

Amerika Birleşik Devletleri'nde katı atıkların % 10-50'sini kabuklu deniz ürünleri oluşturmaktadır. Kabuklu artıkların çoğunu kabuk, iç organlar ve az miktarda et parçaları oluşturmaktadır. Deniz ürünlerinin atık maddesinin değerlendirilerek kitin eldesi ülke ekonomilerine yarar sağlamaktadır (Shadidi ve diğ., 1999; Çaklı ve Kılınç, 2004; Suyatma ve diğ., 2005).

Deniz kabuklularından kitin eldesi her ne kadar ekonomik açıdan daha iyi olsa da funguslardan kitin eldesi daha avantajlıdır. Çünkü ham madde homojen bir

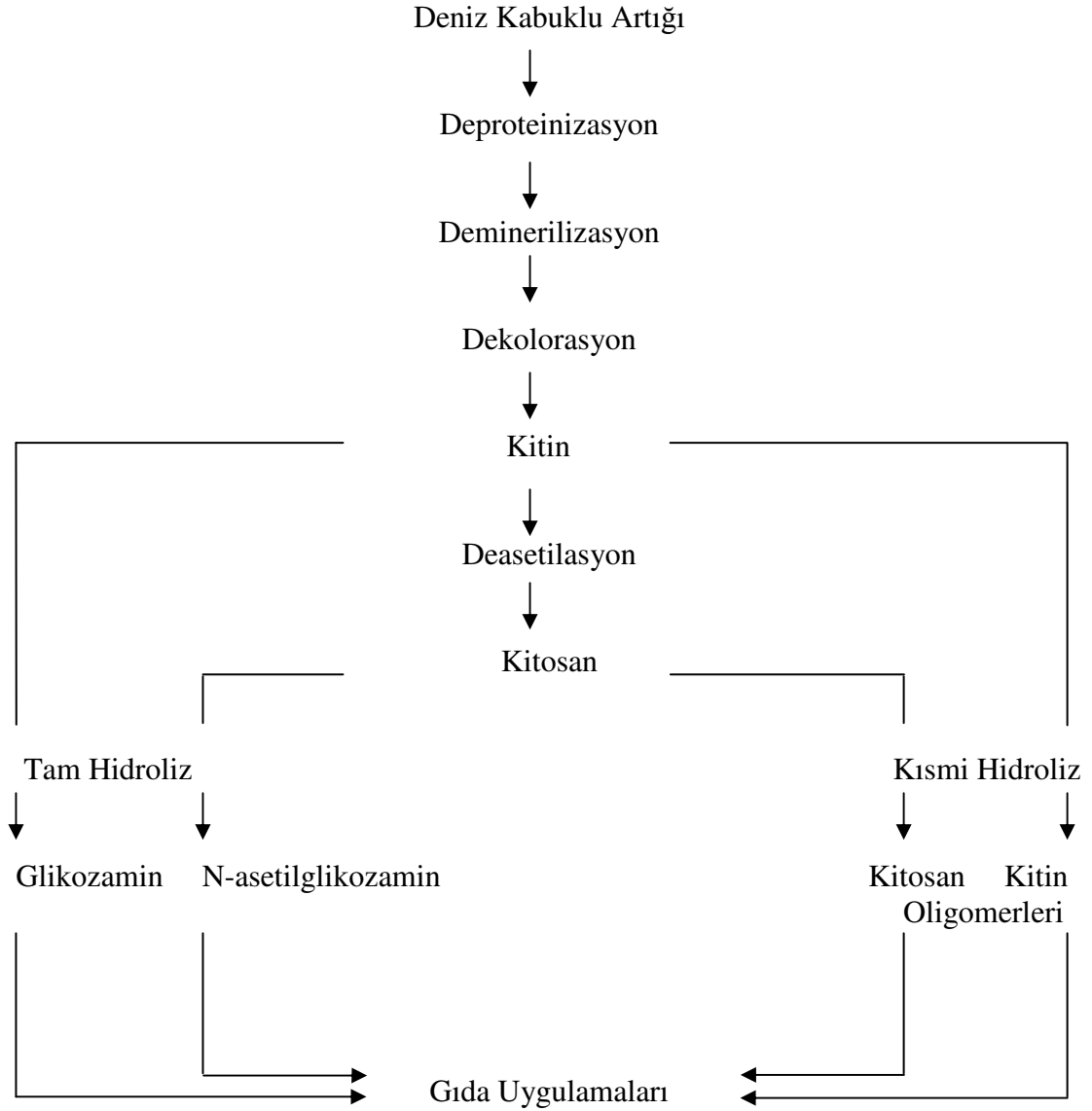
yapıdadır ve demineralizasyon işlemini gerektirmez; ayrıca yıl boyunca elde edilebilir özelliktedir (Kurt ve Zorba, 2005).

Kitosan, kitinin deasetilasyonu sonucu elde edilmektedir (Sandford, 1989; Caner ve diğ., 1998; Shahidi ve diğ., 1999; Agulló ve diğ., 2003; Pen ve Jiang, 2003; Han ve diğ., 2004; Vartiainen ve diğ., 2004; Bautista-Baños ve diğ., 2005; Ham-Pichavant ve diğ., 2005).

Şekil 1’de kitin ve kitosan eldesi gösterilmektedir. İlk aşama, kabukta bulunan proteinlerin sodyum hidroksit ile muamele sonucu uzaklaştırılması işlemidir (deproteinizasyon). Kalsiyum karbonat ve kalsiyum fosfat gibi mineral maddeler, hidroklorik asit ile ekstrakte edilirler (demineralizasyon). Renk ayırımı yapılır (dekolorasyon). Yıkama aşamasından sonra elde edilen kitin kurutulur (Sandford, 1989; Çaklı ve Kılınç, 2004).

Kitosan eldesinde kitin, N-asetil bağlarının hidrolizasyonu için yoğun NaOH ile muamele edilir. Yıkama işlemi gerçekleştirilir ve pH ayarlaması yapılır. Bu aşamada toz kitosan elde edilir. Daha kaliteli bir kitosan eldesi için kitosan, asetik asit vb asitlerde çözündürülerek, filtrasyon işlemi ile saflığı artırılır. Artırılmış kitosan daha da saf hale getirilebilmek için yeniden izole edilebilir. Bu sayede, suda çözünen kitosonyum asit tuzu ya da çökeltisi elde edilebilir (Sandford, 1989).





Şekil 1. Kitin ve kitosan eldesi (Shahidi ve diğ., 1999).

### 1.2.1. Kitin ve Kitosanın Tarihçesi

Kitin, 1811 yılında, Henri Braconnot adında Fransız bir bilim adamı tarafından, mantardan izole edilerek keşfedilmiştir. 1823’de Odier, kitini böceklerin derilerinde bulmuş ve Yunanca ‘zarf’ anlamına gelen ‘chitin’ ismini vermiştir. Ayrıca Odier, böceklerde keşfetmiş olduğu kitinin, Braconnot’ın mantarda keşfetmiş olduğu kitinle aynı kimyasal yapıya sahip olduğunu fark etmiştir (Sandford, 1989; Winterowd ve Sandford, 1995; Shahidi ve diğ., 1999; Kurt ve Zorba, 2005).

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

1936'da Rigby, kitin ve kitosan ile yapmış olduğu çalışmalar ile patent almıştır. Yapmış olduğu çalışmalarda kitinin; karides ve yengeç kabuklarından izole edilerek üretildiğini, kitosan ve kitosan türevlerinin nasıl hazırlandığını, kitosan bazlı emülsiyonların, filmlerin ve filamentlerin üretimini ve selülozik maddelerin kaplanmasında kullanıldığını açıklamıştır (Winterowd ve Sandford, 1995).

### *1.2.2. Kitin ve Kitosanın Kimyasal Özellikleri*

Kitin, yaklaşık % 70-90 oranında *N*-asetil-D-glikozaminden ve % 10-30 D-glikozaminden oluşan bir polisakarittir.  $\beta$  (1→4) glikozidik bağları ile bağlı olup, 2-asetamido-2-deoksi- $\beta$ -D-glikoz formundadır. Kitinin deasitle formu olan kitosan ise, % 75-95 oranında glikozaminden ve % 5-25 oranında ise *N*-asetil-glikozaminden oluşmuştur. Yapısı ise, (1→4)-2-amino-2-deoksi- $\beta$ -D-glikoz şeklindedir (Sandford, 1989; Winterowd ve Sandford, 1995; Caner ve diğ., 1998; Shadidi ve diğ., 1999, Çaklı ve Kılınç, 2004; Devlieghere ve diğ., 2004; Gällstedt ve Hedenqvist, 2004; Möller ve diğ., 2004; Vartiainen ve diğ., 2004; Bautista-Baños ve diğ., 2005; Gümüşderelioğlu ve diğ., 2005; Ham-Pichavant ve diğ., 2005; Kurt ve Zorba, 2005; Suyatma ve diğ., 2005).

Kitosan; 3 tane fonksiyonel reaktif grup içermektedir. C-2 pozisyonunda bir amino grubu ve C-3 ve C-6 pozisyonlarında birincil ve ikincil hidroksil grupları bulunmaktadır (Shadidi ve diğ., 1999; Çaklı ve Kılınç, 2004; Kurt ve Zorba, 2005).

Kitosan ve kitinin 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. Bu durum kitosanı ayıraçlara kolay ulaşılabilir hale getirmektedir (Winterowd ve Sandford, 1995).

Kitosan, daha yüksek primer amin grubu konsantrasyonuna sahip olarak, daha nükleofiliktir. Isıl işlemde sonra ve erimeden önce bozulmaya uğrar. Bu da; erime noktasının olmadığı bir göstergesidir (Winterowd ve Sandford, 1995; Kurt ve Zorba, 2005.)

Kitosan, nötr ve alkali çözeltilerde çözünmez. Fakat asidik pH'larda serbest olan amino gruplarının katyonik amino gruplarından protonlanmasından dolayı asidik çözeltilerde çözünür (Winterowd ve Sandford, 1995). Özellikle asetik asit, kitosan filmlerin üretimi için iyi bir çözücüdür (Sandford, 1989; Caner ve diğ., 1998; Jiang ve Li, 2001; Gümüşderelioğlu ve diğ., 2005).

Kitosan asidik pH'larda polikasyonik özellik taşır (pK= 6,2-6,8). Pozitif yüklü  $NH_3^+$  etkisi ile negatif yüklü iyonlar ile etkileşebilmektedir. Özellikle demir, bakır, magnezyum gibi birçok metal iyonu ile etkileşebilmekte, bu özelliğinden toksik, ağır metallerin ayrıştırılmasında yararlanılmaktadır (Sandford, 1989; Jeon ve diğ., 2002; Agulló ve diğ., 2003; Gümüşderelioğlu ve diğ., 2005; Ham-Pichavant ve diğ., 2005).

Kitin ve kitosan, asit ya da baz katalazlı hidrolizlerden kolay etkilenir. Asidik ya da bazik koşullarda, C-2'deki N-asetil gruplarından asetik asit ayrılarak primer amino gruplarına geçer. Asidik koşullar, depolimerizasyona neden olur. Ayrıca, az da olsa depolimerizasyon alkali ortamlarda da gerçekleşir. Nitroz asit, kitosanın serbest amido grupları ile reaksiyona girerek  $\beta$ -glikozidik bağın kırılmasına ve kitosanın deamidasyonuna neden olur (Winterowd ve Sandford, 1995; Kurt ve Zorba, 2005).

Tablo 1, kitin ve kitosan için en yaygın çözücülerini içermektedir. Kitosan için birkaç tane çözücü olmasına rağmen; kitosan neredeyse sulu asit çözeltilerin tamamında çözünebilmektedir.

Tablo 1. Kitin ve kitosan için yaygın çözücüler (Winterowd ve Sandford, 1995)

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

Tablo 1’de görüldüğü gibi kitinin çözüldüğü tüm çözeltiler toksiktir ve bu yüzden gıda uygulamalarında kullanılması sakıncalıdır. Ancak kitosanın çözüldüğü birçok çözücü tüketim açısından sakınca oluşturmaz, jel ve köpük oluşumu için uygundur (Winterowd ve Sandford, 1995).

Kitin ve kitosanın su tutma ve yağ bağlama kapasitesi, indirgenmesi, bioaktivitesi, sertliği gibi özellikleri bu materyalleri çekici kılmıştır (Çaklı ve Kılınç, 2004).

### *1.2.3. Kitosanın Antimikrobiyal Aktivitesi*

Kitosan, kitinden daha iyi bir antimikrobiyal aktiviteye sahiptir. Kitosanın antimikrobiyal etkisi polikatyonik özelliğinden kaynaklanmaktadır. pH 6’nın altında kitosanın glikoz monomerinin C-2 pozisyonunda bulunan  $\text{NH}_3^+$  grubunun pozitif yükü, negatif yüklü mikrobiyal hücre zarları ile elektrostatik etkileşimlerinin sonucu mikrobiyal zarların hücre bütünlüğünü bozar. Kitosan, şelat ajanı gibi davranarak, seçici bir şekilde metallerle bağlanır; toksin üretimi ve mikrobiyal gelişimi engeller. Konakçı dokuda savunma proseslerini aktif hale getirir. Su bağlayıcı ajan gibi davranarak, çeşitli enzimleri inhibe eder. Kitosan mikroorganizmanın nükleosuna girerek DNA’ya bağlanır, mRNA ve protein sentezini engeller (Sandford, 1989; Shahidi ve diğ., 1995; Agulló ve diğ., 2003; Devlieghere ve diğ., 2004; Möller ve diğ., 2004; Vartiainen ve diğ., 2004; Bautista-Baños ve diğ., 2005; Kurt ve Zorba, 2005).

Kitosan ve türevlerinin minimum inhibasyon konsantrasyonları, bakteri kültürüne bağlı olarak değişmekte ve bu değişim kitosanın depolimerizasyonuna ve asetilasyon derecesine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Kitosanın belli oranda hidrolizi, tuzlu ortamdaki mikrobiyal inaktivasyonu arttırmakta ve küf gelişimini önemli oranda engellemektedir. Ancak, ileri derecede gerçekleşen hidroliz, kitosanın antimikrobiyal etkisini kaybetmesine neden olduğundan, hidrolizasyon seviyesi önemlidir (Agulló ve diğ., 2003; Çaklı ve Kılınç, 2004; Devlieghere ve diğ., 2004; Kurt ve Zorba, 2005).

#### *1.2.4. Kitosanın Antioksidan Aktivitesi*

Oksidasyon; gıdalarda, yağlarda acılaşıma, mikrobiyal gelişme, enzimatik kararma ve vitamin kaybı gibi birçok bozulmaya neden olarak ürünün raf ömrünün azalmasını sağlar (Kurt ve Zorba, 2005).

Kitosan, oksidatif reaksiyonu katalizleyen metaller ile şelat oluşturarak antioksidan etki göstermektedir (Agulló ve diğ., 2003; Kurt ve Zorba, 2005).

#### *1.2.5. Kitin ve Kitosanın Gıda Endüstrisinde Kullanım Alanları*

Kitin ve kitosanın düşük toksitite ve sindirilebilirliği olduğu kadar kitosanın aşırı yağ ve kolesterolü düşürücü etkisi olduğu belirtilerek bu selüloz benzeri biopolimerlerin gıdalarda kullanımına potansiyel oluşturduğu 1980 yılında Sugano ve diğerleri, 1982 yılında Watkins ve Knorr tarafından tespit edilmiştir (Çaklı ve Kılınç, 2004).

1983 yılında United States Food and Drug Administration (USFDA), kitosanın yem katkı maddesi olarak kullanımını onaylamıştır (Shahidi ve diğ., 1999; Han ve diğ., 2004).

Kitin ve kitosanın gıda endüstrisinde kullanım alanları oldukça yaygındır (Tablo 2). Yenilebilir filmlerin yapılmasında, atık suların arıtılmasında, meyve

suyunun durultulması ve asiditesinin kontrolünde, reolojik ve emülsifikasyon özelliklerin geliştirilmesinde, enkapsilasyon ve enzim immobilizasyonunda, gıdalarda antioksidan ve antimikrobiyal ajan olarak kullanılmaktadır (Sandford,1989; Shadidi ve diğ., 1999; Agulló ve diğ., 2003; Çalkı ve Kılınç, 2004; Devlieghere ve diğ., 2004; Gällstedt ve Hedenqvist, 2004; Bautista-Baños ve diğ., 2005; Gümüşderelioğlu ve Özdemir, 2005; Kurt ve Zorba, 2005).

Tablo 2. Kitosanın gıda sanayinde farklı kullanım alanları (Shahidi ve diğ., 1999).

Uygulama alanı	Örnekler
Antimikrobiyal Ajan	Bakteriosid Fungusid Küf sayımı
Yenilebilir Film ve Kaplama Endüstrisi	Gıda ve çevre arasındaki kütle transferini (nem ve gaz) kontrol eder Antimikrobiyal özellik sağlar Antioksidan etki Duyusal nitelikleri korur Sıcaklık kontrolünü sağlar Enzimatik esmerleşmeyi kontrol altına alır Solunumu dengeler
Katkı Maddesi	Meyve sularının durultulması ve deasidifikasyonu Doğal lezzet 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 ingrediенти
Gıda Atıklarının Değerlendirilmesi	Topaklaşmaya meğil Agar fraksiyonları
Suyun Arıtılması	Fenolik madde, pestisit ve metal iyonları ile etkileşim
Diğer Uygulamalar	Enzim immobilizasyonu Enkapsülasyon Analitik ayıraç

Bunun yanı sıra; sağlık, çevre, enerji ve kozmatik gibi alanlarda da kullanılmaktadır. Ayrıca, doğal olması, toksik olmaması, serum kolesterolü seviyesini düşürmesi ve tümör oluşumunu engelleyebilmesi gibi faydaları da vardır (Sandford,1989; Shadidi ve diğ., 1999; Çalkı ve Kılınç, 2004; Devlieghere ve diğ., 2004; Gällstedt ve Hedenqvist, 2004; Bautista-Baños ve diğ., 2005; Gümüşderelioğlu ve Özdemir, 2005; Kurt ve Zorba, 2005).

#### *1.2.5.1. Kitin ve Kitosanın Yenilebilir Film Endüstrisinde Uygulamaları*

Film oluşturucu özellikleri nedeniyle kitosan, uzun zamandan beri gıda kaplama materyali olarak kullanılmaktadır. Kitosan filmler; güçlü, dayanıklı, esnek ve sağlamdır (Caner ve diğ., 1998). Oksijen ve nem geçirgenliğini kontrol etmekle birlikte (Caner ve diğ., 1998), ürüne antimikrobiyal ve antioksidan etki sağlamaktadır (Shahidi ve diğ., 1995). Bazı enzimleri inaktive ederek, gıdalarda renk, antosiyanin, flavonoid ve toplam fenolik madde içeriğindeki değişimleri geciktirmekte ve bazı duyuşsal özelliklerdeki değişimi azaltabilmektedir (Jeon ve diğ., 2002; Agulló ve diğ., 2003; Batista-Baños, 2005; Kurt ve Zorba, 2005).

Seçici gaz geçirgenliği özellikleri ile kitosan filmler, uygulandıkları gıdanın raf ömrünü arttırlar (Agulló ve diğ., 2003).

Kittur ve diğ. (1998)'ne göre kitosan filmleri, taze gıda ve yüksek su aktiviteli gıda ürünlerinde raf ömrünü arttırmak için kullanılabilir (Shahidi ve diğ., 1995). Özellikle iç atmosferi modifiye ettiğinden meyve ve sebzelerin olgunlaşmasını geciktirmektedir (Jiang ve Li, 2001; Jeon ve diğ., 2002; Batista-Baños, 2005).

Kitosan filmler, antimikrobiyal özellikleri ile bir nevi aktif paketleme teknolojisi sağlamaktadır (Agulló ve diğ., 2003).

### **1.3. Yumurta**

Yumurta, kanatlılardan elde edilen önemli bir besin maddesidir. Yumurta denilince genelde tavuk yumurtası anlaşılmasına karşılık, bazen kaz, ördek, bildircin, devekuşu ve hindi yumurtaları da bu konuda işlenir. Yumurta, Türk Standartları ve Türk Gıda Kodeksi'ne göre farklı şekilde tabir edilmektedir: Türk Standartlarına göre; yumurta, tavuktan (*Gallus domesticus*) elde edilen kabuklu bir ürün olarak, Türk Gıda Kodeksi'ne göre ise; yumurta, sadece evcil tavuktan (*Gallus gallus var. domesticus*) elde edilen yumurta olarak sınırlandırılmıştır (Avan ve Alişarlı, 2002; Tayyar, 2005; Anonim, 2006).

Yumurta, tüketici tarafından kolay temin edilebilen, ucuz, besin değeri yüksek, insan beslenmesi ve ülke ekonomisi açısından önemli bir gıdadır (Avan ve Alişarlı, 2002).

Düşük fiyata yüksek kalitede protein sağlar. Tablo 3 ve 4'te yumurtaların \$ ve TL üzerinden fiyatları verilmiştir.



Tablo 3. Yumurta fiyatları (ABD \$/ton), (Anonim, 2004a).

<b>Yıllar</b>	<b>Firma Bilgileri</b>	<b>D.İ.E. Bilgileri</b>
1995	1,81	1,23
1996	1,41	1,31
1997	1,21	1,17
1998	1,00	1,06

Tablo 4. Türkiye’de yumurta fiyatları (TL/ton), (Anonim, 2004a).

<b>Yıllar</b>	<b>Yumurta</b>
1994	26,237
1995	60,996
1996	111,921
1997	189,020
1998	281,720

Yumurta, hayvansal kaynaklı gıda maddeleri içerisinde besin öğeleri ve yüksek kalitede protein içeriği nedeniyle süt ve etle karşılaştırılabilecek değerli bir gıda maddesidir. Bayatlaması dışında özel ambalajı (kabuk) sayesinde hiçbir şekilde hile yapılamaması da yumurtaya büyük bir önem kazandırmaktadır (Yücel, 2000; Tayyar, 2005).

Yumurta anne sütünün dışında insanın ihtiyacı olan tüm besinleri içeren tek besinimizdir (Tayyar, 2005).

İnsan organizmasının ihtiyacı olan tüm besin maddelerinin hemen hemen hepsini içermesinden dolayı biyolojik değeri yüksek olan bir besin maddesidir. Yumurtanın biyolojik değeri 94’tür (Bunun anlamı ise, vücutta 94 g proteinin oluşması için 100 g yumurta proteinin alınması gerektiğidir) Yumurta proteini olan albumin, tüm proteinler arasında biyolojik değeri en yüksek olan proteindir. Sindirilme derecesi yüksek olduğu gibi içerdiği dengeli esansiyel amino asitleri yapısıyla hemen hemen tamamı vücut tarafından kullanılmaktadır. Tüketiminden en

geç 2-3 saat sonra mideyi terk eder ve vücut bu besinden % 95-98 oranında yararlanır (Yücel, 2000; Şenköylü, 2001; Tayyar, 2005).

Yumurta, yağlarca da zengin bir besin maddesidir. Doymuş ve doymamış yağ asitleri ile birlikte özellikle lesitin, sefalin ve kolesterolü içerir (Şenköylü, 2001; Tayyar, 2005).

Yumurta, kilo yapmaktan kaçınan kişilerin diyetlerinde yer alan önemli bir besin maddesidir. 58 g ağırlığındaki bir yumurtanın enerji değeri yaklaşık 82 kcal olup, bir dilim ekmeğin verdiği enerjinin 1/3' i kadardır (Şenköylü, 2001).

Yumurta, çeşitli hastalıkların tedavisinde, şeker hastalığı, anemi, ülser ve kolit gibi hastalıkların diyetlerinde yer alan önemli bir besin maddesidir (Yücel, 2000; Tayyar, 2005).

Yumurta, vitamin ve mineral bakımından zengin bir gıda maddesidir. Başta Ca, P, Na, K olmak üzere Fe, Cu, S, Cl, I, FI elementlerini içerir. Yağda eriyen A, D, E, K vitaminleri ile suda eriyen B-kompleksi vitaminlerince de zengindir. Bir tek C-vitaminini içermez (Şenköylü, 2001; Tayyar, 2005).

Günümüzde sağlıklı bir tavuk yılda ortalama 240 yumurta vermektedir. Birleşmiş Milletlerde her yıl yaklaşık 65 milyar yumurta üretilmektedir. Türkiye'de 40 milyon adet yumurta tavuğu olduğu ve bu tavuklardan yılda 8,5-9 milyar adet yumurta üretildiği tahmin edilmektedir. Tablo 5' te bazı ülkeler ve kişi başına düşen yumurta tüketim adedi verilmiştir (Yücel, 2000).

Tablo 5. Bazı ülkelerde kişi başına düşen yumurta tüketimi (Yücel, 2000).

Ülke	Yumurta adedi (yıl)
A.B.D.	300
Japonya	320
Türkiye	120-130

Yumurta tek olarak tüketildiği gibi birçok ürünün işlenmesi sırasında emülgatör, renklendirici, aroma verici, kabartıcı, nem tutucu ve kalınlaştırıcı özellikleri nedeniyle katkı maddesi olarak da kullanılmaktadır (Anonim, 2004a; Tayyar, 2005).

1981-1993 yılları arasında yumurta üretimi 2,2 kat artış göstermiştir. 1998 yılında da ülkemiz, yumurta üretimi ile ilk 13 ülke arasında yer almaktadır (Tablo 6).

Tablo 6. 1998 yılı yumurta üretiminde lider ülkeler (Anonim, 2004a).

Ülke	Üretim (metrik ton)
Çin	17.814.000
A.B.D.	4.724.000
Japonya	2.580.000
Rusya Federasyonu	1.700.000
Hindistan	1.611.000
Meksika	1.422.000
Brezilya	1.415.000
Fransa	954.000
Almanya	847.000
İtalya	751.000
Endonezya	664.000
İngiltere	645.000
Türkiye	630.000
İran	625.000
Hollanda	591.000

Tabloda, başlıca yumurta üreticisi ülkelerin; Çin, ABD, Japonya, Rusya Federasyonu, Hindistan ve Meksika olduğunu görmekteyiz.

Tablo 7. 1979-1998 yılları arasında ülkemizde üretilen tavuk yumurtası sayıları (Anonim, 2004a).

Yıl	Yumurta sayısı (bin adet/ton)
1980	4.134.719
1985	5.837.682
1990	7.698.637
1995	10.268.668

Yumurta, dünyada yaygın olarak kullanılan gıdalardan birisidir. Bu nedenle yumurta sektörü, dünya sanayisinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Dünyada 1997 yılı yumurta üretimi 47 milyon metrik tona yaklaşmış, 1995 ve 1996 yılları ile karşılaştırıldığında, % 9 ve % 4'lük bir artış göstermiştir (Tablo 8). Ortalama yumurta ağırlığı 55 gram olarak alındığında, 1997 yılında tüm dünyada üretilen yumurta sayısı 850 milyar adedi aşmaktadır (Anonim, 2004a).

Tablo 8. Bölgelere göre dünyada yumurta üretimi (milyon metrik ton), (Anonim, 2004a).

Bölge	1990	1995	%pay	1996	1997	%pay
Afrika	1,55	1,77	4,1	1,71	1,77	3,8
K.Amerika	5,70	6,41	14,9	6,51	6,66	14,2
G.Amerika	2,23	2,62	6,1	2,64	2,69	5,7
Asya	13,80	22,53	52,3	25,12	26,56	56,5
Avrupa	7,08	9,51	22,1	9,24	9,16	19,5
Okyanusya	0,24	0,22	0,5	0,22	0,22	0,5
Rusya	4,58	-	-	-	-	-
Dünya	35,18	43,08	100	45,43	47,05	100
Yumurta	3788	4219		4436	4602	
Tav.						
(milyon)						

### 1.3.1. Yumurtanın Kimyasal Özellikleri

Kabuksuz yumurtanın, % 75'i sudan, % 11'i lipidden, % 0,72'si karbonhidrattan, % 11,8'i proteinden ve % 11,7'si mineral maddelerden oluşmaktadır (Tablo 9) (Anonim, 2004a; Kovacs-Nolan ve diğ., 2005).

Tablo 9. 100 g kabuksuz yumurtanın kimyasal bileşimi (Anonim, 2004a).

İçerik	% değerler
Protein	11,8
Toplam lipid	11
Tek doymamış yağ asidi	3,8
Çok doymamış yağ sidi	1,4
Karbonhidrat	0,72
Mineral	11,7
Su	75

Kabuklu yumurtanın ise; % 65,6'sını su, % 10,5'ini lipid, % 0,9'unu karbonhidrat, % 12,1'ini proteinler ve % 10,9'unu mineral maddeler oluşturmaktadır (Yücel, 2000; Şenköylü, 2001; Mc Williams, 2001; Tayyar, 2005).

Tablo 10. 58 g kabuklu yumurtanın kimyasal bileşimi (%) (Yücel, 2000).

İçerik	Tüm yumurta	Kabuk	Yumurta akı	Yumurta sarısı
Ağırlık (g)	58	6	33	19
Su	65,6	1,6	87,9	48,7
Kurumadde	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 madde	10,9	95,1	0,6	1,1

Yumurta sarısı, yumurtanın besin maddelerince en yoğun olan kısmıdır (Tablo10). Yumurta sarısı, protein bakımından % olarak düşünöldüğünde yumurta akından yani albuminden daha yoğundur. Albumindeki protein % 10,6 iken sarıda % 16,6'dır. Ancak miktar olarak albuminde daha fazladır. Sarıda, protein miktarı 2,78 g olduğu halde albuminde 3,5 g'dır (Şenköylü, 2001; Tayyar, 2005).

Yumurtanın kimyasal bileşimi, sabit olmayıp; kalıtıma, beslenme şekline ve bakım şartlarına göre değişiklik göstermektedir (Tayyar, 2005).

Tablo 11. 50 g yenilebilir yumurtanın içerdiği besin elementleri (Tayyar; 2005).

<b>Besin elementi</b>	<b>Bütün</b>	<b>Beyaz</b>	<b>Sarı</b>
Enerji (kkal)	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 asitleri (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 <sub>6</sub> vitamini (mg)	0,070	0,001	0,0069
Folat (mcg)	23,5	1,0	22,5
Vitamin B12 (mcg)	0,50	0,07	0,43
Vitamin A (IU)	317	0	317
Vitamin E (mg)	0,70	0	0,70
Vitamin D (IU)	24,5	0	24,5
Kolin (mg)	215,1	0,42	214,6
Biotin (mcg)	9,98	2,34	7,58
Kalsiyum, Ca (mg)	25	2	23
Demir, Fe (mg)	0,60	0,01	0,59
Magnezyum, Mg (mg)	5	4	1
Bakır, Cu (mg)	0,007	0,002	0,004
İyot, I (mg)	0,024	0,001	0,0022
Çinko, Zn (mg)	0,55	0	0,52
Sodyum, Na (mg)	63	55	7
Manganez, Mn (mg)	0,012	0,001	0,0012

Yumurtadaki yağın tamamı, yumurta sarısında yoğunlaşmıştır. Ayrıca yumurta sarısı, yumurtanın vitamin ve mineral maddelerce en zengin kısmıdır (Şenköylü, 2001).

#### *1.3.1.1. Protein*

Yumurta, biyolojik olarak yüksek değerli bir gıda olup, biyolojik değeri 94'tür. Yumurta proteini, diğer gıdaların proteinlerinin ölçülmesinde standart olarak kullanılır. Yumurta proteininden elde edilen fayda % 93,7 iken; bu değer sütte % 84,5; balıkta % 76 ve sığır etinde % 74,3'tür (Yücel, 2000; Şenköylü, 2001; Tayyar, 2005).

Yumurta proteini insan vücudunda sentezlenemeyen ve kesinlikle besinler ile dışarıdan alınması gerekli olan 'esansiyel amino asitleri' yeterli ve dengeli miktarlarda içermektedir (Şenköylü, 2001; Tayyar, 2005). Tablo 12'de yumurtanın içerdiği esansiyel amino asitler ve miktarları verilmiştir.

#### *1.3.1.2. Lipit*

Hayvansal kaynaklı bir besin olmasına rağmen yumurtanın yağ içeriği düşüktür. Büyük bir yumurtada 4,5 g civarında yağ bulunur. Bunun 1,5 g'ını doymuş yağ asitleri, geriye kalan kısmı ise doymamış yağ asitleri şeklindedir (Tayyar, 2005).

Yumurtanın kolesterolü, bitkiler aleminde bulunmayan, sadece hayvan organizmasının vücudunda sentezlenen  $C_{27}H_{45}OH$  formülüyle gösterilen, lipit grubuna giren bir bileşiktir. Yapılan çalışmalar, yumurtadaki kolesterol miktarının yumurtanın büyüklüğüne bağlı olarak 180-210 mg arasında olduğunu göstermektedir. Yumurta akında kolesterol ve yağ yoktur. Lipidlerin çoğu yumurta sarısında bulunmaktadır (Şenköylü, 2001).

Yumurta sarısının lipid içeriği % 32-36 arasında değişir ve bunun ortalama % 62,2'sini olein ve palmitin, % 25,22'sini lesitin, % 5,3'ünü kolesterol



oluşturmaktadır. Doymamış yağ asitleri bakımından zengin olan yumurta linoleik asit ve esansiyel yağ asitlerinin önemli bir kaynağıdır (Tayyar, 2005).

Tablo 12. Yumurta proteinlerindeki aminoasitlerin % oranları (Yücel, 2000).

Aminoasitler	Yumurta sarısı		Yumurta akı				Kabuk membranı
	ovovitelin	ovolivetin	ovoalbumin	ovokonalbumin	ovoglobulin	ovomukoid	Ovokreatin
Alanin	0,7	6,0	8,3	-	-	-	3,5
Arjinin	8,6	5,8	5,4	5,1	4,7	5,6	12,9
Aspartik asit	1,0	3,0	7,1	-	-	1,8	3,4
Glutamik asit	12,4	6,8	15,7	-	-	2,0	9,1
Glisin	0,8	-	2,0	-	-	-	3,9
Histidin	1,9	1,4	1,8	2,5	1,4	4,0	4,2
Lösin	10,0	10,6	12,8	-	-	4,0	7,4
Lisin	5,9	5,5	5,1	6,4	5,7	1,6	5,2
Metionin	2,9	2,4	5,0	-	-	1,7	-
Fenil alanin	1,5	2,0	5,2	-	-	4,0	-
Prolin	3,3	2,2	4,8	-	-	2,4	3,9
Serin	0,5	-	1,2	-	-	-	-
Sistin	1,2	3,2	1,2	3,4	-	6,2	12,7
Treonin	4,9	-	3,5	-	-	-	-
Triptofan	1,4	1,7	1,7	5,7	4,1	2,2	2,7
Tirozin	5,1	5,1	4,3	4,9	4,2	4,7	3,3
Valin	2,1	9,8	5,5	-	-	-	1,1

### 1.3.1.3. Vitamin

Yumurta, yağda eriyen A, D, E, K vitaminleri ile suda eriyen B-kompleksi vitaminlerini 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; Tayyar, 2005). Tablo 13'te yumurtanın yenilebilen kısmının vitamin içerikleri verilmiştir.

Tablo 13. Yumurtanın yenilebilen kısımlarındaki vitaminler ve miktarları (Tayyar, 2005).

<b>Vitaminler (mg)</b>	<b>Tüm yumurta</b>	<b>Yumurta sarısı</b>	<b>Yumurta akı</b>
Askorbik asit (C vitamini)	0	0	0
Thiamin	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
Vit. B <sub>6</sub>	0.060	0.053	0.001
Folasin(mcg)	32	26	5
Vit. B <sub>12</sub> (mcg)	0.773	0.647	0.021

### 1.3.1.4. Mineral Maddeler

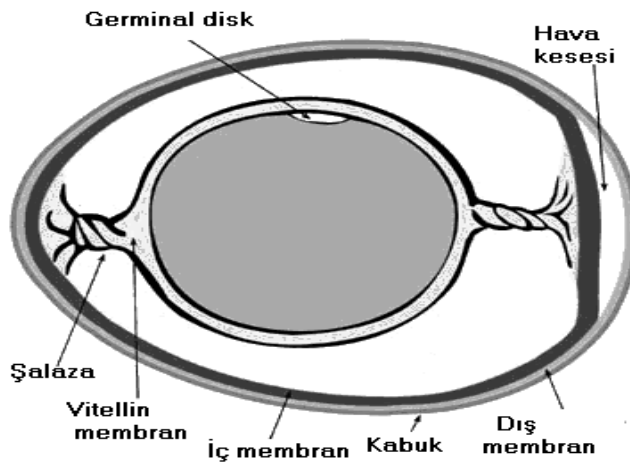
Yumurta, zengin bir mineral kaynağıdır. Özellikle büyüme-gelişme ve bağışıklık sisteminde rolü olan çinkoyu içerir. Demir, fosfor, sodyum, klor, magnezyum ve mangan gibi mineral maddeleri yeterli oranda içerir. Demir, beslenme açısından oldukça önemlidir. Organizma, yumurtada bulunan demiri olduğu gibi asimile eder. Yumurtadaki kalsiyumun büyük bir bölümü kabukta yer alır (Şenköylü, 2001; Tayyar, 2005).

Tablo 14. Yumurtanın yenilebilen kısmının mineral madde miktarları (Tayyar, 2005).

<b>Mineral</b>	<b>Tüm Yumurta (mg)</b>	<b>Yumurta Sarısı (mg)</b>	<b>Yumurta Akı (mg)</b>
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

### 1.3.2. Yumurtanın Morfolojik Yapısı

Yumurta, dıştan içeri doğru sırasıyla; kabuk, kabuk zarı, hava keseleri, yumurta akı (sıvı albumin ve katı albumin), şalaza, yumurta sarısı ve embriyodan oluşur (Şekil 2) (Yücel, 2000; McWilliams, 2001; Şenköylü, 2001; Tayyar, 2005).



Şekil 2. Yumurtanın morfolojik yapısı (Tayyar, 2005)

Tablo 15. Yumurtayı oluşturan kısımların ağırlık ve % esasları (Şenköylü, 2001).

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

Tablo 15'te görüldüğü gibi, hem ağırlık hem de % olarak incelendiğinde, yumurtanın büyük bir kısmını albumin (yumurta akı)'in oluşturduğu görülmektedir.

Kabuk ve zarların oranı, iri ve küçük yumurtalarda aynı olup; yumurta sarısı, iri yumurtalarda, küçüklere oranla daha büyüktür (Şenköylü, 2001).

#### 1.3.2.1. Kabuk

Kabuk, yumurtanın en dış kısmını kaplayan, yumurtaya şekil ve rengini veren, yumurtanın içini dış etkenlerden koruyan tabakadır (Şenköylü, 2001).

Yumurta kabuğunun rengi, ait olduğu hayvana göre farklıdır (genetik faktörler). 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 ilgi bulunmamaktadır (Yücel, 2000; Tayyar, 2005).

Kabuğun % 94'ünü inorganik maddeler ve geriye kalan kısmını su ve organik maddeler oluşturmaktadır (Şekil 16). İnorganik materyalin büyük bir kısmını kalsiyum karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) oluşturur. Ayrıca, az miktarda Mg, P ve Mn içerir. Organik kısım ise glukoprotein yapısındadır ve kabuğa homojen bir şekilde yayılmamıştır (Şenköylü, 2001).

Tablo 16. Yumurta kabuğunun kimyasal bileşimi (Tayyar, 2005).

<b>Unsur</b>	<b>Miktar (%)</b>
Kalsiyum Karbonat	93,7
Magnezyum Karbonat	1,0
Kalsiyum Fosfat	1,0
Organik Maddeler	3,3
Su	0,1

Yumurta kabuğunda sayıları 7.500-17.000 arasında değişen, gözenekli bir yapı –porlar- yer almaktadır. Porlar, yumurtanın çevresi ile nem ve gaz alış-verişini sağlarlar. Yumurta kabuğunda dağılımları düzenli (üniform) değildir. Yumurtanın küt ucunda yoğun, sivri ucunda ise seyrek bir dağılım göstermektedir. Yumurtanın orta kısmında ise küt ve sivri ucun arasında bir yoğunlukta dağılım gösterir. Kalın kabuklu yumurtalarda por sayısı azdır (Yücel, 2000; Şenköylü, 2001; Tayyar, 2005).

Yumurta uterustayken organik maddelerden oluşan ve ‘kütikül’ adı verilen bir tabakayla örtülüdür. Bu tabaka kayganlığı ile ovopozisyon olayını kolaylaştırır. Porların yüzeyini kaplayarak, yumurtaya mikroorganizma girişini engeller. Ancak kütikül tabakası, yumurtlamadan kısa bir süre sonra kurur ve zamanla koruyucu özelliğini kaybeder. Zamanla kaybolup, donuk bir görüntü sağlar (Yücel, 2000; Şenköylü, 2001; Tayyar, 2005).

#### *1.3.2.2. Kabuk Zarları*

Kabuk zarı, yumurta kanalındaki salgı hücrelerinden oluşan bir salgı ürünüdür.

Kabuk zarları, glukoprotein yapısında olup, kreatin liflerinden oluşur. İç ve dış kısımlarda olmak üzere iki tanedir. Dışta bulunan, içtekinin üç katı olup, kabuğa sınımsıkı bağlıdır. İçteki yumurta membranıdır (Yücel, 2000; Şenköylü, 2001).

Kabuk zarları; kuluçkaya konan yumurtalara oksijen geçişi sağladığı gibi, yumurtaya mikroorganizma girişini engeller ve yumurtanın kurummasını önler (Şenköylü, 2001).

#### 1.3.2.3. Hava Keseleri

Yumurtanın yumurtlandığı andaki sıcaklığı, tavuğun vücut sıcaklığı, yani 41 °C'dir. Dış ortamın sıcaklığının daha düşük olması nedeniyle yumurtanın iç kısmında yer alan yapılar büzülür. Kabukta yer alan porlardan hava girerek, hava kesesi oluşur. Hava boşluğunun hacmi, yumurtadaki nemin, buhar halinde yumurta kabuğunun porlarından dışarı atılması ve yumurta içeriğinin giderek küçülmesi nedeni ile bekleme süresine bağlı olarak artar. Yumurta nem kaybettiğçe hava keseleri büyür. Hava keselerinin sık ve büyük oluşu en önemli bayatlık göstergesi olarak bilinir (Lucisano ve diğ., 1996; Yücel, 2000; Şenköylü, 2001; Berardinelli ve diğ., 2003; Tayyar, 2005).

#### 1.3.2.4. Yumurta Akı (Albumin)

Yumurtanın hacim ve ağırlık bakımından en fazla kısmını albumin oluşturmaktadır (% 57). Bu kısım ortalama % 88 su ve % 12 kurumaddeden oluşmaktadır. Ancak kurumadde oranı, çeşitli koşullara göre % 9-15 arasında değişebilmektedir (Yücel, 2000; Şenköylü, 2001; Kovacs-Nolan ve diğ., 2005; Tayyar, 2005). Yumurta akı ayrıca % 11 civarında protein içermektedir (Tablo 17).

Tablo 17. Yumurta albumininin kimyasal kompozisyonu (Şenköylü, 2001).

İçerik	%	Gram
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, çeşitli yoğunluktaki tabakalardan oluşan yumurta akı doldurmaktadır. Katı albumin ve sıvı albumin olmak üzere ikiye ayrılır (Meuer ve Egbers, 1990; Yücel, 2000; McWilliams, 2001; Şenköylü, 2001; Anonim, 2004b; Tayyar, 2005).

Yumurta akı, yaklaşık 12 adet protein (ovalbumin, konalbumin, ovomukoid, lizozim, G<sub>2</sub> globulin, G<sub>3</sub> globulin, ovomusin, flavoprotein, ovoglikoprotein, ovomakroglobulin, ovoinhibitör ve avidin) içerir (McWilliams, 2001; Kovacs-Nolan ve diğ., 2005).

Tablo 18. Yumurta akı proteinlerinin bileşimi (Yücel, 2000).

<b>Cinsi</b>	<b>Miktarı (%)</b>
Ovalbumin	57,6
Konalalbumin	19,7
Ovoglobulin+Ovomukoid	14,8
Hareketsiz fraksiyon	2,8
Lizozim	5,1

Yumurta akının büyük bir bölümünü oluşturan ovalbuminde; glutamik asit, lösin, alanin ve aspartik asit gibi amino asitler yer almaktadır.

Yumurta akının % 0,9'unu oluşturan karbonhidratların, % 0,4'ü serbest haldeki glikoz, geriye kalan % 0,5'i ise karbonhidrat-peptit bileşiklerinden ibarettir (Yücel, 2000).

Yumurta akı, bulutsu ve yeşilimsi-sarı renktedir. Bu rengi laktoflavin (Vit B<sub>2</sub>) sağlamaktadır. Yüksek sıcaklıkta proteinler denatüre olduklarından albumin, beyaz renge dönüşmektedir. Albuminde, iz halinde kolesterol ve kreatin de yer almaktadır. Yaklaşık % 0,6 oranında bulunan mineral maddeler ise kükürt, potasyum, sodyum, klor, fosfor, kalsiyum, magnezyum ve fosfordur. İz elementler olarak da silisyum, kurşun, bor, bakır, alüminyum, flor, iyot, mangan, molibden, vanadyum, titan ve çinko yer almaktadır (Lucisano ve diğ., 1996; Yücel, 2000; Şenköylü, 2001).



Taze bir yumurta, düz bir zemin üzerine kırılıp, yandan ya da üstten bakıldığında yumurta sarısını çevreleyen iki albumin tabakasının varlığı dikkati çeker: Katı albumin ve sıvı albumin tabakası. Katı albumin, yumurta sarısını çevreleyen kısımdır. En dışta kalan kısım ise daha sıvı yapıdan oluşan ince albumin tabakasıdır (Meuer ve Egbers; 1990; Şenköylü, 2001).

Yumurta akı zarlarının, yumurta sarısını sarması ve albuminin vizkozitesi nedeniyle yumurta sarısının kabukla teması engellenmektedir. Yumurta akı, mikroorganizmaların üremelerini güçleştiren antimikrobiyal etkiye sahiptir. Albuminde yer alan lizozim adlı enzim, gram-pozitif mikroorganizmaların hücre zarlarını eritmektedir. Konalalbumin, içerdiği demir ve bakır; avidin de biotini mikroorganizmaların demir, bakır ve biotini kullanamayacakları bileşiklere dönüştürmektedir. Ovomukoid ise tripsini inhibe ederek mikroorganizmaların yıkımlanmalarına yol açmaktadır (Şenköylü, 2001; Kovacs-Nolan ve diğ., 2005; Tayyar, 2005).

Katı albumin, yumurta tazeliği ile yakından ilgilidir. Bu tabaka, zamanla ve özellikle sıcaklığın, pH'nın, karbondioksit kaybının da etkisiyle, sıvı albumine dönüşür. Maillard reaksiyonu ile yumurta proteinlerinin bağ yapısı değişir. Ovomusin-lizozim kompleksi, katı albumin viskozitesini yakından ilgilendirir. Bu kompleksin bağlarının kırılması ile yüksek glikoz içerikli  $\beta$ -ovomusin katı albumin tabakasına geçerek suda çözünmeyen karbondioksit oranı azalır (Lucisano ve diğ., 1996; Toussant ve diğ., 1999). Katı albumin, yumurtada bir kalite kriteri olup, en önemli bayatlık göstergesidir (Meuer ve Egbers, 1990; Silversides and Scott, 2001; Şenköylü, 2001; Berardinelli ve diğ., 2003).

Yumurta albumini, katı ve sıvı albuminin dışında ayrıca vitellin membran ve şalazayı da içermektedir (Yücel, 2000; McWilliams, 2001; Şenköylü, 2001; Tayyar, 2005).

#### 1.3.2.4.1. Vitellin Membran

Vitellin membran, katı albuminden oluşan jelatin görünümünde ince bir film tabakası olup, yumurta sarısını sıkı bir şekilde sarar.

#### 1.3.2.4.2. Şalaza

Vitellin membran kalınlaştıktan sonra, uzanan lifleri şalaza adı verilen yapıyı oluşturur (Yücel, 2000). 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 ise kopar.

#### 1.3.2.5. Yumurta Sarısı (Yolk)

Yumurta sarısı diğer bir deyişle yolk, albuminden hem miktar hem de bileşim bakımından farklıdır. Yolkun su oranı, albumine göre azdır. Tablo 19'da yumurta sarısının bileşimi verilmiştir.

Tablo 19. Yumurta sarısının kimyasal kompozisyonu (Şenköylü, 2001).

İçerik	%	Gram
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

Yumurtanın merkezinde yer alır ve küre şeklindedir. Kesiti incelendiğinde iç içe yer almış, açıklı koyulu halkalardan oluştuğu gözlenebilir. Bunun nedeni sarı rengi veren karatenoidin yoğunluğundan kaynaklanır. Rengi, açık sarı-koyu turuncu

arasında değişmektedir. Yumurta sarısının rengini yemle birlikte alınan ksantofiller oluşturur. Bununla beraber, az konsantrasyonda olmakla beraber kriptoksantin, karoten, ovoflavin ve protoporfirin de mevcuttur. Yumurta sarısının rengi ile besleyici değeri arasında herhangi bir ilişki yoktur (Meuer ve Egbers, 1990; Şenköylü, 2001; Tayyar, 2005).

Yumurta sarısında, karbonhidratlar yaklaşık olarak % 1 oranında bulunur.

Yumurta sarısındaki başlıca mineral maddeler; fosfor, kalsiyum, magnezyum, klor, potasyum, sodyum, kükürt, demir; silisyum, bakır, kurşun, brom, flor, mangan, alüminyum, titan, iyot, arsenik, vanadyum gibi iz elementlerdir (Yücel, 2000).

Besin maddelerince en yoğun kısım da yumurta sarısıdır. Yumurta sarısı, protein bakımından % olarak düşünöldüğünde, albuminden daha yoğundur, ancak; miktar olarak düşünöldüğünde albuminden daha azdır (Şenköylü, 2001).

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

Yumurta sarısı lipoproteinleri; aspartik asit, treonin, serin, glutamik asit, prolin, glisin, alanin, valin, metiyonin, izolösin, lösin, tirozin, fenil alanin, lisin, histidin, arjinin, triptofan ve sistin aminoasitlerinden oluşmaktadır (Yücel, 2000).

Açık ve koyu sarı renkteki yumurta sarısı yağında sabunlaşmayan kolesterol ve renk maddelerinden başka palmitin ve stearin trigliseritleri, serbest yağ asitleri ve fosfatidler bulunmaktadır. Fosfatidler de kefalin (sarıda 0,4 g), lesitin (sarıda 1,6 g) ve sfingomyelin (sarıda 0,004 g)'den oluşmaktadır.

Tablo 20. Yumurta sarısındaki başlıca yağ asitleri (Yücel, 2000).

Yağ asitleri	% Miktarları
Palmitik asit	23,5
Stearik asit	14,0
Palmitoleik asit	3,8
Oleik asit	38,4
Linoleik asit	16,4
Linolenik asit	1,4
Araşidonik asit	1,3

### 1.3.3. Yumurtada Kalite Kriterleri

Yumurtaların değer ve fiyat üzerinden pazarlanabilmesi için kalitelerine göre sınıflandırılmalarının büyük önemi vardır. Yumurtalar genellikle fiziksel ve kimyasal nitelikteki kalite unsurları dikkate alınarak sınıflandırılırlar (Şenköylü, 2001).

Yumurtalar ağırlıklarına göre 7 farklı gruplarına ayrılırlar (Tablo 21).

Tablo 21. Ağırlığa göre yumurta sınıfları (Anonim, 2006).

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

Ülkemizde yemeklik yumurtalarla ilgili standart, TSE (Türk Standartları Enstitüsü) tarafından hazırlanmış ve *naturel yumurta sınıfları* adı altında belirtilmiştir (Yücel, 2000; Şenköylü, 2001).

Türk Standartları Enstitüsü'nün tavuk yumurtasına ilişkin hazırladığı standartta yumurtalar; 'naturel', 'konserve' ve 'sanayiye mahsus yumurtalar' olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Naturel yumurtalar, yumurtlandıktan sonra hiçbir fiziksel veya kimyasal yöntemle işlem görmeden piyasaya sürülen yumurtalardır. Konserve yumurtalar, tavuktan alındıktan sonra, koruma amacıyla kimyasal ve fiziksel metotlarla işlem gören (düşük ısıda bir aydan daha uzun saklananlar dahil) yumurtalardır (Şenköylü, 2001).

Yumurtada kalite kriteri olan albumin yüksekliğinin ölçümü için özel bir mikrometre kullanılarak haugh birimi hesaplanır. Diğer kalite ölçümleri ise, aynı mikrometre kullanılarak ölçülen albumin indeks ve yolk indekstir (McWilliams, 2001; Silversides and Scott, 2001; Berardinelli ve diğ., 2003). Sıcaklık etkisiyle bu değerler, yumurta bayatlamaya devam ettikçe azalma gösterir (Meuer ve Egbers, 1990; Lucisano ve diğ., 1996; Toussant ve diğ.,1999; Silversides and Scott, 2001; Şenköylü, 2001).

Depolama süresince, porlardan CO<sub>2</sub> ve nem kaybı ile yumurta ağırlığı azalmaktadır. Porlardan karbonasyon kaybı, albumin pH'sını da önemli oranda etkilemektedir. Taze yumurtanın pH'sı yaklaşık 7,6 dolaylarındayken, yumurta bayatladığı zaman alkalinitesi artarak 9,4'e kadar yükselmektedir (Lucisano ve diğ., 1996; Hisil ve Ötles, 1997; McWilliams, 2001; Silversides ve Scott,2001; Berardinelli ve diğ., 2003; Anonim, 2004f, Anonim 2005a).

Tablo 22. Yumurtaların kalite derecelerine göre sınıflandırılması (Yücel, 2000; Şenköylü, 2001)

Derece	Adlandırma	Özellikleri	Tolerans	Kullanılma Yeri
AA	Taze, lüks	Kabukları temiz, kırıksız. Normal hava boşluğu 3 mm'yi aşmamalı Beyazı berrak ve katı. HU>72 Sarımsı tam ortada, kenarları muntazam ve hafif açık renkte bulunmalı.	İçinde % 15-20 A kalite yumurta ve maksimum % 5 diğer düşük kaliteli yumurtalar bulunabilir	En iyi kalite sofraya yumurtası
A	Taze, ekstra	AA derecesindeki özelliklere sahip. Ancak hava boşluğu 6 mm'yi bulabilir. HU=55-71 Kabuklar temiz, çatlaksız.	İçinde % 15-20 B kalite yumurta ve maksimum % 5 diğer düşük kaliteli yumurtalar bulunabilir	Sofra yumurtası
B	Standart	Hava boşluğu 9 mm'yi bulabilir. Beyazı berrak, ancak hafif gevşek. HU= 31-54 Sarımsı tam ortada değil. Kabuk temiz, kırıksız ve çatlaksız.	Diğer düşük derecelerdeki yumurtalardan % 10-20 oranında bulunabilir.	Mutfak işleri, pastacılık
C	Ticari	Hava boşluğu 9 mm'yi aşabildiği gibi az çok hareketli olabilir. Beyaz, berrak, yer değiştirebilir, birkaç ufak kan lekesi bulunabilir. HU< 30 Sarımsı, çok belirli benek bulunabilir, kan lekesi bulunmamalıdır.	Daha düşük kaliteli yumurta maksimum % 20 oranında bulunabilir.	Mutfak işleri, pastacılık

#### *1.3.4. Taze ve Bayat Yumurta*

Yumurtanın, taze ya da bayat olduğu analizler ile anlaşılabilir. Bunu dışında, kimyasal yöntemlere gerek duyulmadan yapılan bazı fiziksel analizler de bize yumurta hakkında bilgi verebilmektedir.

##### *1.3.4.1. Taze Yumurta ve Özellikleri*

Yumurta düz bir zemin üzerine kırıldığı zaman yumurta sarısı ortada, etrafında katı (kalın) albumin, onun etrafında da sıvı (ince) albumin yer alır (McWilliams, 2001).

Yumurta sarısı yukarı doğru bombeleşmiş olup, kalın albumin yüksekliği fazladır (Meuer ve Egbers, 1990).

Katı albumin rengi sarı-yeşil olup, bulutsu bir görünüme sahiptir (Şenköylü, 2001).

Taze yumurta pH 'sı yaklaşık olarak 7,6 dolaylarındadır (McWilliams, 2001; Anonim, 2004f; Anonim, 2005a; Tayyar, 2005).

Taze yumurtaya üstten bakıldığında, iç içe geçmiş üç katman halinde görülmektedir: 1) En içte ve merkezde bulun yumurta sarısı, 2) Onu hemen çevreleyen katı albumin ve 3) Katı albumini saran sıvı albumin yer almaktadır(Şekil 3).

## Taze Yumurta

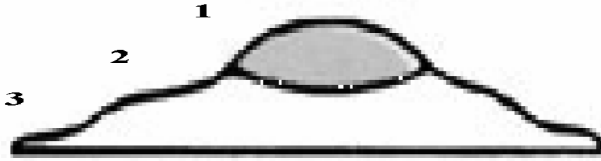
Sarı, kubbe  
şeklinde



İnce ve kalın albumin tabakası belirgin



Şekil 3. Taze yumurtanın yandan ve üstten görünüşü (Anonim, 2003).



Şekil 4. Taze yumurtanın yandan görünüşü (Anonim, 2005b).

Düz bir zemin üzerine kırılan yumurtaya yandan bakılacak olunursa, bu üç katman net şekilde gözlenebilmektedir. Yumurta sarısı, yukarı doğru bombeli, merkezde, onu hemen çevreleyen katı albumin yüksek, katı albuminin etrafında sıvı albumin yer almaktadır (Şekil 4).

### 1.3.4.2. Bayat Yumurta ve Özellikleri

Depolama süresince, katı albumin, hızla sıvı albumine dönüşerek viskozitesi azalır ve yumurta sarısından uzaklaşır (Lucisano ve diğ., 1996; McWilliams, 2001; Avan ve Alişarlı, 2002; Tayyar, 2005).



Depolama boyunca, yumurta sarısı yukarı doğru bombe özelliğini kaybeder ve yavaş bir şekilde yayılmaya başlar. Katı albumin, ince albumin içerisinde dağılarak, yüksekliğini kaybeder (Şekil 5).



Şekil 5. Bayat yumurtanın yandan görünüşü (Anonim, 2005b).

### **Bayat Yumurta**

Sarı yassılaştırmış



Albumin incelmış ve yayılmış



Şekil 6. Bayat yumurtanın yandan ve üstten görünüşü (Anonim, 2003).

Bayat yumurtada, yumurta sarısı artık merkezde değil, katı albuminle birlikte yavaşça yayıldığı ve sıvı albuminin genişliği net görülür (Şekil 6).

İleri derece bayatlamış yumurtalar, düz bir zemin üzerine kırıldığında, yolk patlar ve yumurta akı içinde dağılır (Şenköylü, 2001; Avan ve Alisharlı, 2002). Katı albumin, sıvı albumine dönüşürken bayatlama esnasında, şalaza ve vitellin membran gerginleşir ve kopar. Yumurta sarısı, patlar ve dağılır (Lucisano ve diğ., 1996; Berardinelli ve diğ., 2003).

Porlardan, CO<sub>2</sub> geçişi ve nem kaybı ile yumurta ağırlığında azalmalar olur ve sıcaklık etkisi ile yumurta kabuğunun kırılmaya karşı direnci azalır (Lucisano ve diğ., 1996; Hisil ve Ötles, 1997; Yücel, 2000; Avan ve Alişarlı, 2002).

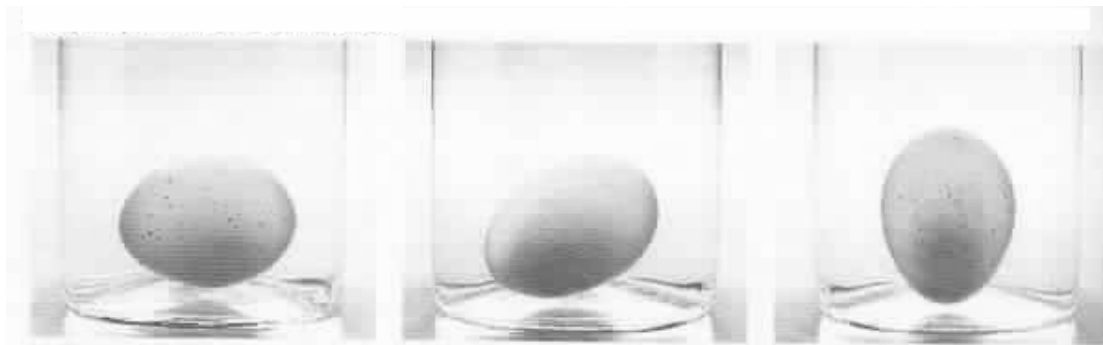
Yumurta, nem kaybettiğçe hava keseleri artar ve büyür (Lucisano ve diğ., 1996; McWilliams, 2001; Şenköylü, 2001).

Yumurta renginde kahverengileşme başlar, kükürtlü bileşiklerin neden olduğu ağır ve kötü koku oluşur (McWilliams, 2001; Anonim, 2003).

Depolama süresince, porlardan CO<sub>2</sub> kaybı ile yumurta pH'sı devamlı olarak artarak pH 9,6'ya ulaşır. (Lucisano ve diğ., 1996; McWilliams, 2001; Silversides ve Scott, 2001; Avan ve Alişarlı, 2002; Anonim, 2004f; Anonim, 2005a; Tayyar, 2005).

#### *1.3.4.3. Taze ve Bayat Yumurtaların Şekillerle Karşılaştırılması*

Su içeren bir bardak içerisine yerleştirilen yumurtalar hakkında tazelik-bayatlık yorumları yapabiliriz. Şekil 7'de içinde su bulunan bardaklara yerleştirilen günlük, 1 haftalık ve 3 haftalık yumurtaları görmekteyiz. Yumurta, depolama süresince ağırlığını kaybeder. Ayrıca, içindeki hava keseleri artar. Bu nedenle Şekil 7'de görüldüğü gibi, taze yumurta bardağın dibinde yer alırken, bayat yumurta suda yüzmektedir.



Günlük yumurta

1 Haftalık yumurta

3 Haftalık yumurta

Şekil 7. Ağırlıklarına göre yumurtaların tazelik-bayatlık testi (Anonim, 2005c ).

Düz bir zemin üzerine kırılan taze ve bayat yumurtalar arasındaki farkları anlamak oldukça kolaydır. Günlük, 1 haftalık ve 3 haftalık yumurtalar verilmiştir. Depolama süresince yumurtada meydana gelen değişimler incelenmiştir. Günlük yumurtada yumurta sarısı merkezdeyken, 1 hafta sonra merkezden artık ayrılmaya başladığı, 3 hafta sonra ise artık merkezde olmadığı görülmektedir. Aynı şekilde, günlük yumurtada katı albumin belirgin ve yüksekliği fazlayken, 1 hafta sonra yüksekliğinde azalma meydana gelmiş ve 3. haftada artık tamamen sıvı albumine dönüşerek, katı albumin tabakası kaybolmuştur (Şekil 8).



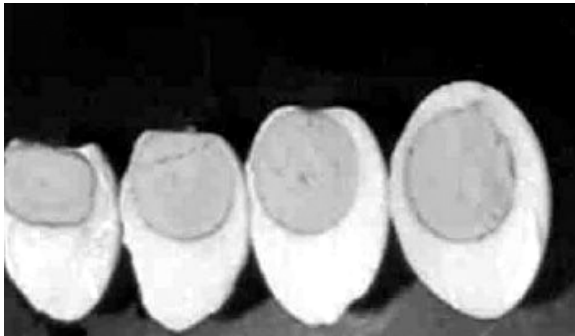
Günlük yumurta

1 Haftalık yumurta

3 Haftalık yumurta

Şekil 8. Düz bir zemin üzerine kırılan yumurtanın tazelik-bayatlık testi (Anonim, 2005c).

Şekil 9’da 14 gün boyunca farklı sıcaklıklarda depolanan haşlanmış yumurtalar verilmiştir. Yumurta akı, yüksek sıcaklıklarda parlak rengini kaybetmiş, yumurta sarısı ise merkezden uzaklaşmıştır. Şekil dikkatli incelendiğinde, sıcaklığa bağlı ağırlık kaybı da dikkatten kaçmamaktadır.



Şekil 9. Farklı sıcaklıklarda 14 gün muhafaza edilmiş yumurtaların haşlama sonrası kesitleri (Avan ve Alişarlı, 2002).

### *1.3.5. 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. Uygun olmayan depolama şartlarındaki yumurtalar kısa sürede bozularak sağlık açısından risk oluşturur. Bu nedenle, yumurtaların dayanma süresini uzatmaya yönelik konservasyon yöntemleri önem kazanmıştır. Ancak yumurtanın kalitesini koruyarak raf ömrünü arttırmaya yönelik yöntemler, yumurtadaki gelişmeleri durdurmaz, geciktirebilir (Lucisano ve diğ., 1996; Wong, 1996; Yücel, 2000; Avan ve Alişarlı, 2002; Berardinelli ve diğ., 2003; Bhale ve diğ., 2003; Koelkebeck ve diğ., 2001; Tayyar, 2005)

#### *1.3.5.1. Daldırma Yöntemi*

Bu yöntem içinde en fazla kullanılan kireç suyu ve su camı eriyiğine yatırma yöntemidir. Su camı, potasyum silikat ve sodyum silikat karışımından oluşmaktadır (Yücel, 2000; Tayyar, 2005).

Kireç suyuna daldırma yönteminde 1-2 kg sönmemiş kireç, 10 litre suda söndürülerek 24 saat dinlendirilmiş kireç suyu, taştan oyulmuş ya da beton havuzlar içersine küt kısmı yukarı gelecek şekilde yerleştirilen yumurtalar üzerine en üst sınır 5-6 cm üst hizasına kadar dökülmektedir. Ayrıca bu amaçla garantol (hazır kireç suyu) da kullanılabilir (Yücel, 2000).

Bu yöntemle yumurtalar, 9-12 ay saklanabilmektedir (Tayyar, 2005).

Ancak; bu yöntemin birçok dezavantajı bulunmaktadır. Bu yöntem kullanıldığında, yumurtaların dış görünümü pürüzlü bir yapı göstermekte, kabuk direncini yitirmekte ve özellikle pişirme sırasında çatlamaktadır. Yumurta akının rengi, hafif yeşilimsi olup oldukça sulanmıştır. Ayrıca yumurtalarda ak ve sarı

kısımları birbirinden kolaylıkla ayrılmaz ve köpürme özelliği gösterir (Yücel, 2000; Tayyar, 2005).

#### *1.3.5.2. Termostabilizasyon (Isı) Yöntemi*

Gerek kabuklu gerekse de sıvı yumurtaların muhafazasında kullanılan yaygın yöntemlerden biri de ısıtım işlem uygulamasıdır. Pastörizasyon ya da termostabilizasyon adı verilen bu yöntemde yumurtalar su ve yağ içerisinde ısıtım işlemine tabi tutulmaktadır (Tayyar, 2005).

Kirli yumurtaların yıkandıktan sonra termostabilizasyon işlemine tabi tutulması, dayanma süresini uzatmaktadır (Yücel, 2000).

Yağ içerisinde 60 °C'de 10 dk; su içerisinde 54,4 °C'de 30 dk ısıtım işlemine yumurta beyazının en dış kısmında ince bir koagüle tabakası oluşmakta ve böylece bu tabaka nem kaybını engellediği gibi mikroorganizmalara karşı bir bariyer görevi de yapmaktadır (Tayyar, 2005).

#### *1.3.5.3. Dondurma Yöntemi*

Bu yöntemde; yumurtalar kırılmakta, görünüş ve koku yönünden kontrol edildikten sonra tanklara doldurularak homojen yapıda bir sıvı elde etmek amacıyla basınç altında bir süzgeçten geçirilmektedir (Yücel, 2000).

Yumurtalar kırılmadan önce 200-500 ppm klor içeren çözeltinin püskürtülmesi yöntemi ile dezenfekte edilmektedir. Daha sonra otomatik kırma makinaları ile kırılmaktadır. Yumurta içeriğine; kabuk parçalarını ve şalazayı uzaklaştırmak için filtrasyon işlemi uygulanmakta, karıştırılıp standardize edildikten sonra hızlı dondurma yöntemi ile dondurulmaktadır. Dondurulmuş yumurtalar -17,8 °C ile 20,5 °C arasında depolanmaktadır. Dondurularak muhafaza edilen yumurtanın çözündürülmesinde 10-15 °C'de 8-15 saat; 2-3 °C'de 48-72 saat önerilmektedir (Tayyar, 2005).

#### *1.3.5.4. Kurutma Yöntemi*

Kurutma işlemi, yumurtanın ortalama olarak % 75'ini oluşturan suyun önemli bir kısmı uzaklaştırılarak, ağırlık bakımından normal bir yumurtanın ¼' ü oranında bir ürün elde edilmesidir. Ağırlıkça sağlanan bu avantajın yanı sıra, taze yumurtanın taşınması sırasındaki kayıpların da önüne geçilmiş olur (Yücel, 2000; Tayyar, 2005).

Bugün uygulanan modern yöntemlerde, vakum odalarında düşük sıcaklık uygulaması ile yumurta içeriğinin suyu uçurulmak suretiyle kurutulmuş yumurta elde edilmektedir (Yücel, 2000).

Diğer bir yöntem de püskürtme yöntemidir. Bu sistemde sıvı haldeki yumurta içeriği sıcak havada ince zerreciklere dönüştürülmek üzere püskürtülerek buhar haline dönüşe su, emilerek alınmaktadır. Başlangıçta 160 °C olan sıcaklık, daha sonra kısa sürede 40 °C'ye düşürülerek yumurtada fiziksel ve kimyasal değişimlerin olması önlenmektedir (Yücel, 2000; Tayyar, 2005).

Yumurta tozu, yumurtanın tüm özelliklerini taşımaktadır. Yumurta tozu, belirli ölçülerde su ile karıştırılarak sıvılaştırıldıktan sonra taze yumurtanın kullanıldığı yerlerde kullanılabilir (Yücel, 2000).

#### *1.3.5.5. Dezenfektan Yöntemi*

Dezenfeksiyon maddeleri ile yıkama yöntemi daha çok kuluçkaya bırakılacak yumurtalara uygulanmaktadır (Yücel, 2000).

Yumurtaların dezenfeksiyonunda potasyum permanganat, hipoklorit, % 5'lik kloramin ve % 5-10'luk soda çözeltileri kullanılmaktadır (Yücel, 2000; Tayyar, 2005).

#### *1.3.5.6. Soğuk Depo Yöntemi*

Yumurta muhafazasında en yaygın kullanılan yöntemdir. Uygun şartlarda yumurtalar, soğuk depolarda 6-7 ay kadar muhafaza edilebilmektedir. Depolama süresini uzatmak ve kalite kaybını minimuma düşürmek için soğuk depo sıcaklığının -1 °C ile -2 °C arasında, nisbi nemin ise % 90 olması gerekmektedir. Ticari olarak 6 ay ve daha fazla saklanacak yumurtalar için soğuk hava deposu sıcaklığı -1,7 °C ile 0 °C, nisbi nemin ise % 70-80 olması önerilmektedir (Tayyar, 2005).

Yumurtaların saklandığı soğuk deponun havasına % 45 oranında CO<sub>2</sub> ilave edilerek aerob mikroorganizmaların üremeleri engellenmektedir. Ayrıca soğuk depo havasının m<sup>3</sup>'üne 3-5 mg ozon ilave edilip nisbi nem % 90'a ve sıcaklık 0 °C'ye çıkarılmaktadır (Yücel, 2000).

#### *1.3.5.7. Ultraviyole Yöntemi*

Soğuk depo yumurtaların, ultraviyole lambaları ile sterilize edilmesi oldukça güçtür. Çünkü etkili bir sterilizasyonun sağlanması için yumurtaların teker teker işlem görmeleri gerekmektedir. Bu nedenle UV uygulamasının pratik bir önemi yoktur.

İyonize ışınların kullanımı ile iyi sonuçlar alınmışsa da bu uygulama birçok ülkede tartışma konusu olmuş ve yasaklanmıştır (Yücel, 2000).

#### *1.3.5.8. İnce Tuz Yöntemi*

Bu yöntemde; tahtadan yapılmış sandık, kasa gibi kapların içi önce ambalaj kağıdı ile kaplanarak taban kısmına ince tuz tabakası yayılmaktadır. Bu tabakanın üzerine yumurtalar dikine ve küt burnu yukarıda olmak üzere yerleştirilerek, üzeri tekrar ince tuz tabakası ile örtülmektedir. Tekrar yumurta ve en sonunda tuz tabakası ile örtülerek serin bir yerde muhafaza edilmektedir.

Bu yöntem ile yumurtalar, aylarca muhafaza edilmektedir. Ancak az da olsa ağırlık kaybı görülmekte ve lezzetleri hafif tuzlu olmaktadır (Yücel, 2000).

#### *1.3.5.9. Kaplama Yöntemi*

Taze yumurtalar; parafin, kazein gibi madeni yağlarla ya da zeytinyağı gibi bitkisel yağlarla kaplanarak serin depolarda muhafazaya alınmaktadır. Bu şekilde yumurtalar 1-2 ay saklanabilmektedir (Hışıl ve Ötles; 1997; Yücel, 2000).

Bu maddelerin kullanım amacı; yumurta kabuğunu kuru tutmak, yumurta içerisine oksijen girişini ve yumurtadan karbondioksit ile nem çıkışını azaltmaktır (Hisil ve Ötles; 1997; Tayyar, 2005).



## BÖLÜM 2

### ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Caner ve diğ. (1998), kitosan filmlerin mekanik ve geçirgenlik özelliklerine farklı organik asitler ve konsantrasyonlarının, plastikleştirici konsantrasyonun ve depolama süresinin etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada % 3'lük kitosan, plastikleştirici olarak polietilenglikol (PEG) kullanarak, asetik asit, formik asit, laktik asit ve propiyonik asitin uzama, gerilme kuvveti, su buharı geçirgenliği ve oksijen geçirgenliğini 9 haftaya kadar uzanan bir depolama süresince incelemiştir. Su buharı ve oksijen geçirgenliği ile gerilme kuvvetinin depolama süresinden bağımsız olduğunu; ancak depolama süresinin uzamayı etkilediğini saptanmıştır. Sonuçlara göre, oksijen geçirgenliği en düşük laktik asit (% 7,5 konsantrasyonlu) olmak üzere sırasıyla asetik asit, propiyonik asit ve formik asit (% 7,5 konsantrasyonlu) kaydedilmiştir. Plastikleştirici konsantrasyonu ile oksijen geçirgenliği arasında doğru bir orantı bulmuşlardır. Laktik asitin (% 7,5 konsantrasyonlu) en düşük gerilme kuvveti verirken, en yüksek uzama sonuçlarını verdiği saptanmıştır. Su buharı geçirgenliğinin, asit türüne çok da duyarlı olmadığını ve en düşük su buharı geçirgenliğini asetik asit (% 1 konsantrasyonlu) verirken, en yüksek değeri de laktik asitin verdiği sonucuna varılmıştır.

El Chaouth ve diğ. (1991), salatalık ve biberleri kitosan kaplama materyali (% 1 ve % 1,5'lik konsantrasyonda) ile kaplayarak % 85 nisbi nem içeren 13 °C ve 20 °C'de depolamışlardır. Depolama süresince ağırlık kaybı, solunum ve kalite kriterlerini incelemiştir. Kitosanın konsantrasyonunu % 1'den % 1,5'e çıkardıklarında ağırlık kaybında önemli oranda azalma kaydetmişlerdir. Kitosan kaplama ile salatalık ve biberlerde solunumun azaltıldığını ve böylece ürünlerin daha geç solduğunu, renk kaybının azaltıldığını ve antifungal etkinin sağlandığını belirtmişlerdir.

Devlieghere ve diğ. (2004), deasetilasyon derecesi % 94 ve molekül ağırlığı 43 KDa olan kitosanın (40-750 mg/l) antimikrobiyal etkisini, nişasta, peynir altı suyu proteini, NaOCI ve ayçiçeği yağı ile birlikte etkinliğini, çilek ve marula kazandırdığı

özellikleri araştırmışlardır. Gram-negatif bakteriler, uygulanan kitosana duyarlı olurken, gram-pozitif bakteriler değişken özellik göstermiş, mayalar ise orta hassasiyet sergilemiştir. Nişasta, peynir altı suyu proteini ve NaOCI, kitosanın antimikrobiyal etkisine negatif etki sağlarken, ayçiçeği yağı herhangi bir etki sağlamamıştır. Kitosan, çileklerde herhangi bir olumsuz etki yaratmazken, marula acı tat kazandırmıştır.

Don ve diğ. (2004), kitosanın, kabuğu soyulmuş lişi meyvelerinin (Çin'e has ince kabuklu, tatlı bir meyve) kalite ve raf ömrü üzerine etkisini araştırmışlardır. Lişi meyvelerini % 0, % 1, % 2 ve % 3'lük kitosan ile kaplayıp -1 °C'de depolayarak yaptıkları çalışmada; kitosanın, meyvede raf ömrü süresince ağırlık kaybını azalttığı, duyuşal özelliklerini koruduğu ve peroksidaz ve polifenoloksidazın etkisini geciktirdiği sonucuna varmışlardır.

Lucisano ve diğ. (1996), farklı sıcaklıklarda depoladıkları yumurta albuminlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Depolama süresine bağlı olarak, proglutamik asidin düz bir şekilde arttığını, ürodinin ise hızla arttığını saptamışlardır. Düşük sıcaklıkta furozinin yavaşça arttığını gözlemlemişlerdir (Ürocin ve proglutamik asit, sıcaklığa bağlı olarak depolama süresince yumurtanın raf ömrü azaldıkça artmaktadır. Furozin ise yumurta tazeliği ile yakından ilgili olup Maillard reaksiyonunun bir indikatörü olarak bilinmektedir). Depolama süresince sıcaklık artışına bağlı olarak viskozitenin de arttığı sonucuna varmışlardır.

Silversides ve Scott (2001), yaptıkları bir çalışmada depolama ve yumurtlama yaşının iki farklı ırktan olan yumurta kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Sonuçlara göre, depolama süresince tavuk yaşi ve ırkının, albumin yüksekliği üzerine etkili olduğunu, fakat albumin pH'sına herhangi bir tesiri olmadığını saptamışlardır.

Berardinelli ve diğ. (2003), yumurta kalitesine vibrasyonun etkisini araştırdıkları çalışmada, 8 gün boyunca depoladıkları yumurtalara 0,5 g (r.m.s., 1 g: 9,807 m s<sup>-2</sup>) ivme ile zamana bağlı artarak 5-20, 20-35, 35-50, 50-65, 65-80 Hz derecelerde, 5saat sürede titreşim uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre,

titreşim arttıkça haugh biriminin azaldığı, vitellin membranının zayıfladığı, hava keselerinin arttığı; fakat yolk indekste herhangi bir değişikliğin söz konusu olmadığı saptanmıştır.

Ferreira ve Del Mastro (1998), 0 kGy, 5 kGy, 15 kGy, 25 kGy dozlarında Co<sup>60</sup> ışınıni endüstriyel yumurta akı tozu, sarısı tozu ve tüm yumurta tozuna uygulayarak ışınlamanın reolojik özelliklere etkisini araştırmışlardır. Işınlama uygulamasından sonra yumurta tozlarını % 10 konsantrasyonla rehidre etmişlerdir. Yaptıkları çalışma, sıcaklık derecesi arttığı zaman tüm yumurtada viskozitenin azaldığı, 5 kGy dozda ışın uygulamasında da viskozitenin azaldığı; fakat diğer dozlarda viskozitenin sabit kaldığı sonucunu vermiştir. Yumurta beyazı viskozitesinin, ne sıcaklık ne de ışın dozundan etkilenmediğini, ancak yumurta sarısının ışın dozu arttıkça farklılık gösterdiğini ve rengin azaldığını saptamışlardır.

Iametti ve diğ. (1999), yüksek basıncın albumin üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, jelleşmeyi önlemek için yüksek basınç öncesi NaCl ve sükröz kullanarak, yumurta albuminine 450, 600 ve 800 MPa basınç uygulamışlardır. Uygulanan basıncın maksimum sıcaklığını 36 °C ve süresini maksimum 10 dk olarak belirlemişlerdir. Sonuç olarak, basınç uygulamasının albumin içeriğine herhangi bir zarar vermediğini, viskoziteyi arttırdığını, köpük ve ısı jelleşmesini koruduğunu belirtmişlerdir.

Avan ve Alişarlı (2002), yaptıkları bir çalışmada 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 oda sıcaklığında (24-26 °C) % 65-75 nisbi nemde ve 4. grupta 35 °C'de % 65-70 nisbi nemde depolamışlardır. Depolamanın 0., 3., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 49. günlerinde yoğunluk, hava kararması, ağırlık kaybı, protein, yağ, su miktarı, pH, NH<sub>3</sub> ve H<sub>2</sub>S miktarı, kabuk kalınlığı, haugh birimi, sarı ve albumin indeksi ile mikrobiyolojik analizler yapmışlardır. Sonuçlara göre, A kalite bir yumurtada aranan kalite kriterlerinin 4 °C'de % 55-60 relatif nemde 28. güne, 15 °C'de % 65-70 nisbi nemde 10-14. güne,

oda sıcaklığında (24-26 °C) % 65-75 nisbi nemde 10. güne ve 35 °C'de % 65-70 nisbi nemde 3-7. güne kadar korunduğunu saptamışlardır.

Hisil ve Ötles (1997), iki farklı ırktan elde ettikleri yumurtaları, su camı (sodyum silikat), kireç (kalsiyum hidroksit ve tuz) ve parafin ile kaplayarak, oda sıcaklığında % 48-52 nisbi nem ve buzdolabı koşullarında % 85-86 nisbi nemde depolayarak B<sub>1</sub> vitamin kaybını incelemişlerdir. Sonuçlara göre, istatistiksel olarak, ırka bağlı B<sub>1</sub> vitamini azalmasının önemli olmadığı, kaplama materyallerinden ise parafinle kaplanan yumurtanın her sıcaklık derecesinde B<sub>1</sub> vitamini değerini diğer kaplananlardan (su camı ve kireç) ve kaplanmayan kontrol grubundan daha iyi koruduğu saptanmıştır.

Wong ve diğ. (1996) yumurtaları, mineral yağı veya yumurta albumini, soya proteini, gluten ve mısır proteininden hazırlanan çözeltiler ile kaplayarak; 1., 3., 5., 7., 10., 14., 21. ve 28. günlerde oda sıcaklığında depolayarak kaplanmış ve kaplanmamış (kontrol grubu) yumurtalarda, iç kaliteyi (nem kaybı, HU, pH) ve kabuk (direnç, renk, kalınlık ve morfolojik yapı) özelliklerini incelemiştir. Mısır proteini ile kaplanan yumurtalar, en düşük nem kaybı, yüksek haugh birimi ile kırılmaya karşı en yüksek mukavemet değerleri vermiştir. Işık mikroskopisi, en yoğun kabuk yapısının mısır proteini ile kaplanmış olan yumurtalarda olduğunu ayrıca göstermiştir. Sonuçta, protein bazlı kaplamaların (mısır proteini ve gluten) kabuk direncini arttırdığı belirtilmiştir.

Xie ve diğ. (2002), yenilebilir filmlerin, yumurtadaki mekanik ve bakteriyel özelliklerini araştırmaya çalışmışlardır. Kalıntıları ve bakteriyel yükü azaltmak için yumurtaları çeşme suyu, sodyum karbonat çözeltisi (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 2,5 g/l) ve sodyum hipoklorit çözeltisi (NaOCl, 100 ppm) ile yıkayıp, her gruptan seçtikleri yumurtaları kontrol olarak belirlemişlerdir. Geriye kalan yumurtaları, soya protein izolat (SPI), peynir altı suyu protein izolat (WPI), karboksimetilselüloz (CMC) ve buğday gluteni (WG) ile kaplamışlardır. Kaplama materyallerinin hidrofobitesini incelediklerinde, en yüksek hidrofobiteyi WPI verirken, en düşük değeri SPI ve WG'nin verdiğini saptamışlardır. Kaplama materyallerinin -özellikle WPI'nın- mikrobiyal etkiyi

sınırladıklarını belirlemişlerdir. Kabuk kırılma direnci analizleri en yüksek kırılma direncinin NaOCI ile yıkanıp SPI ile kaplanan yumurtalarda olduğunu göstermiştir.

Bhale ve diğ. (2003), yüksek (1100 KDa), orta (746 KDa) ve düşük (470 KDa) molekül ağırlıklı kitosan ile yumurtaları kaplayarak, 25 °C'de 5 haftalık depolama süresince ağırlık kaybı, haugh birimi ve yolk indeksini incelemişlerdir. Yüksek molekül ağırlıklı kitosanın, düşük ve orta molekül ağırlıklı kitosana göre ağırlık kaybı analizlerinde daha etkili olduğunu saptamışlardır. Farklı molekül ağırlıkları ile kitosana kaplanan yumurtaların, kontrol grubu yumurtalardan en az 3 hafta daha iyi iç kalite özellikleri sağladığını gözlemlemişlerdir. Duyusal analizlerde tüketicilerin kaplanmış yumurtaları kontrol grubundan ayırt edemedikleri ve kaplanmış yumurtaların genel kabuledilebilirliğinin diğerlerinden farklı olmadığı sonucuna varmışlardır.

Alleoni ve Antunes (2004), yaptıkları bir çalışmada peynir altı suyu proteini konsantresi (% 8) ile yumurtaları kaplamışlardır. Kaplanmış ve kaplanmamış yumurtaları 25 °C'de 4 hafta depolayarak, depolamanın 3., 7., 10., 14., 21. ve 28. günlerinde ağırlık kaybı, haugh birimi ve albumin pH'sını incelemişlerdir. Kaplama işleminden önce yumurtadaki mikrobiyal yükü inhibe etmek için haugh birimi ve pH'sını inceleyecekleri yumurtaları ayırarak, diğer yumurtalara % 1'lik sodyum hipoklorit çözeltisi ile sanitasyon işlemi uygulamışlardır. Sonuç olarak, kaplanmış yumurtalarda, kaplanmamış olanlara oranla daha az ağırlık kayıpları gerçekleşirken, haugh biriminin kontrol grubundan daha yüksek değerler verdiğini ve pH'nın kaplanmamışlardan daha düşük çıktığını saptamışlardır.

## **BÖLÜM 3**

### **MATERYAL VE METOT**

#### **3.1. Materyal**

##### *3.1.1. Yumurta*

Bu çalışmada, bine yakın yumurta kullanılmış olup, analizler 3 tekerrürlü yapılmıştır. Günlük, temiz, sağlam, beyaz kabuklu ve orta büyüklükteki yumurtalar, üretici firma olan Bozlar Tavukçuluk'tan temin edilmiştir.

##### *3.1.2. Kitosan*

Deasetilasyon derecesi % 89,9 olan, yengeç ve karides kabuklularından üretilmiş, tatsız ve kokusuz nitelikli kitosan (Vanson, Redmond, WA, USA) kullanılmıştır.

##### *3.1.3. Organik Asitler*

Kitosan kaplama materyalinin çözünürlüğünü ve etkinliğini arttırmak için asetik asit (Glacial Riedel- de Haen 27225), laktik asit (% 88 Riedel-de Haen 27714) ve propiyonik asit (Merck, 8.00605.1000) kullanılmıştır.

#### **3.2. Metot**

##### *3.2.1. Kaplama Materyalinin Hazırlanması*

Kitosan kaplama çözeltileri, Caner ve diğ. (1998)'ne göre hazırlanmıştır. 3 g kitosan, 100 ml destile su ile magnetik karıştırıcıda karıştırılarak üzerine % 1 konsantrasyonda organik asitler eklenmiştir. Hazırlanan çözelti düşük sıcaklıkta (40 °C), 45 dk kadar magnetik karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra kırılgenliğini önlemek amacıyla plastikleştirici olarak polietilen glikol (0,25 ml/g kitosan) eklenmiştir.

Plastikleştirici eklendikten sonra çözelti, düşük sıcaklıkta tamamen karışması için yaklaşık 15 dk kadar magnetik karıştırıcıda tutulmuştur.

### *3.2.2. Yumurtaların Kaplanması*

Yumurtalar, kaplanmadan önce yüzeyindeki kalıntıların uzaklaştırılması için çeşme suyu ile yıkanmıştır. Kuruduktan sonra yumurtalar, hazırlanan beher içindeki çözeltilere daldırılarak 1 dk süre kaplama çözeltisi içinde bekletilerek kaplanmışlardır (Xie ve diğ., 2002). Kaplama işlemi el ile gerçekleştirilmiş olup, 1 kez daha tekrarlanmıştır. Kurutma işlemi oda sıcaklığında, 24 saat, karton kutular üzerine konan alüminyum folyolara kaplanan yumurtaların yerleştirilmesi ile gerçekleşmiş olup, zaman zaman yumurtalar ters yüz edilmiştir.

Kaplanan yumurtalar, 30'arlı karton kutulara yerleştirilerek, kaplandığı materyale göre 4 farklı gruba ayrılmıştır: Kontrol grubu, kitosan-asetik asitle kaplanmış, kitosan-laktik asitle kaplanmış, kitosan-propiyonik asitle kaplanmış olmak üzere gruplandırılmıştır.

### *3.2.3. Yapılan Analizler*

Ağırlık kaybı, haugh birimi, yolk indeksi ve albumin pH'sı analizleri depolama süresince 1., 2., 3. ve 4. haftalarda; mineral madde analizleri ise depolamanın 4. haftasında; 4. haftanın sonunda kabuk, albumin (yumurta akı) ve yolk (yumurta sarısı) renk analizleri ve tüketici testleri; viskozite ve kabuk kırılma direnci analizleri ise depolamanın 5. haftasında yapılmıştır.

#### *3.2.3.1. Ağırlık Kaybı Analizleri*

Her gruptan 10'ar adet yumurta, ağırlık kaybı analizleri için seçilmiştir. Depolama süresince oda sıcaklığında saklanan yumurtaların, 0,001 gram duyarlılıktaki hassas terazide , periyodik ölçümlerle ağırlık kayıpları hesaplanmıştır

(Wong ve diğ., 1996; Avan ve Alişarlı, 2002; Bhale ve diğ., 2003; Alleoni ve Antunes; 2004). Ağırlık kaybının hesaplanması için şu formül kullanılmaktadır:

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

B.Y.A. = Başlangıç yumurta ağırlığı

S.Y.A. = Son yumurta ağırlığı

### 3.2.3.2. Haugh Birimi Analizleri

Katı albuminin, yumurta sarısı etrafından yaklaşık 1 cm uzaklığındaki 5 noktadan, yerden yüksekliği dijital kumpas (CD-15CP, Mitutoya Ltd. Hampshire, UK) ile ölçülmüştür. 5 noktanın ortalaması alınarak, formülasyona yerleştirilip, haugh birimi hesaplanmıştır (Yücel, 2000; Şenköylü, 2001; Avan ve Alişarlı, 2002; Bhale ve diğ., 2003; Alleoni ve Antunes; 2004).

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

H = Katı albuminin yerden yüksekliği (mm)

G = Yumurta ağırlığı

TSE'ye göre; haugh birimi 72'den fazla olanlar AA sınıfı (mükemmel) yumurta, 55-71 arası olanlar A sınıfı (iyi) yumurta, 55 altı B sınıfı (kötü) yumurta; 30 altı C sınıf (çok kötü) yumurta olarak değerlendirilmektedir.

### 3.2.3.3. YolK İndeksi Analizleri

Yumurta sarısının, yüksekliğinin ve eninin dijital kumpas (CD-15CP, Mitutoya Ltd. Hampshire, UK) ile ölçülüp, formülasyona yerleştirilmesi ile hesaplanmıştır (Yücel, 2000; Şenköylü, 2001; Avan ve Alişarlı, 2002; Bhale ve diğ., 2003).

$$\text{Yolk indeksi} = \frac{hx100}{R}$$



h= Yumurta sarısı yüksekliği

R= Yumurta sarısı çapı

#### *3.2.3.4. Albumin pH Analizleri*

Yumurtalar kırıldıktan sonra, katı ve sıvı albumin tabakası, yolkten ayrılarak karıştırıcıda (Waring Blender Model 32 BL 80 Waring Com, Torrington, Connecticut) 20 sn homojenize edildikten sonra, 4, 7 ve 9 buffer solüsyonu kullanılarak standardize edilen pH-210 metre (Hanna Inst. Woonsocket, RI) ile ölçülmüştür.

#### *3.2.3.5. Mineral Madde Analizleri*

Yumurta sarısı, mineral maddeler bakımından zengin olduğu için mineral madde analizleri sadece sarıda yapılmıştır. Her gruba ait belirlenen 6 yumurtadan 0,5 g örnek alınarak porselen tüpler içine yerleştirilip, üzerine 4 ml HNO<sub>3</sub> eklenip, mikrodalga fırınında (Berghof Speed Wave MWS-2, Eningen-Germany) yakma işlemi 3 basamakta gerçekleştirilmiştir: 1) 2 dk/100°C, 2) 5 dk/170°C, 3) 1 dk/100°C. Yakma işlemi sonrası, elde edilen örneklere 50 ml destile su eklenmiştir. Filtrasyon işleminden sonra oluşan çözeltiden 1 ml alınıp, 0,9 ml destile su eklenerek mineral analizi (Ca, Cu, Fe, Mg, Mn ve Zn) için ICP-AES (Varian Liberty Series, Thermo Jarrel Ash, IRIS Advantage Franklin, MA, USA) ile ölçülmüştür. Mineral madde analizleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Merkez Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

#### *3.2.3.6. Renk Analizleri*

Yumurta kabuğu, akı ve sarısı renk analizleri, Minolta Renk Ölçüm cihazı ile (Minolta Chroma Meter, Model CR-300, Minolta. Co. Ltd., Japan) gerçekleştirilmiştir. Analizler, yumurtanın kabuk, ak ve sarı kısımlarından 4 farklı noktadan ölçülerek ortalamaları alınmak sureti ile gerçekleştirilmiştir. Minolta Kalorimetresine göre; L, a, b değerleri L; parlaklık-beyazlık, +a; kırmızı, -a; yeşil,

+b; sarı, -b; mavi değerleri vermektedir (Bhale ve diğ., 2003). Elde edilen değerler aşağıdaki formülasyona yerleştirilerek renk analiz sonuçları elde edilmiştir.

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

$$\Delta L = L_{\text{kaplama}} - L_{\text{kontrol}}$$

$$\Delta a = a_{\text{kaplama}} - a_{\text{kontrol}}$$

$$\Delta b = b_{\text{kaplama}} - b_{\text{kontrol}}$$

Chroma değerleri; Chroma =  $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ ;

Hue angle değerleri; Hue angle =  $\tan^{-1} \left[ \frac{b^*}{a^*} \right]$  formüllerine göre hesaplanmıştır.

### 3.2.3.7. Tüketici Testleri

Tüketici testleri, 76 panelist ile gerçekleştirilmiştir. 9 puanlık hedonik skala kullanılarak panelistlerden, kaplanmış ve kaplanmamış yumurtaları; yüzey düzgünlüğü, yüzey parlaklığı, yüzey kokusu, yüzey yapışkanlığı ve genel kabuledilebilirliklerine göre puanlandırmaları istenmiştir (Bhale ve diğ., 2003). Tüketici testinde kullanılan hedonik değerlendirme skalası EK-A'da verilmiştir.

### 3.2.3.8. Albumin Viskozite Analizleri

Her grup için 20 adet yumurta belirlenerek, yumurtalar kırıldıktan sonra, albumin kısmı sarıdan ayrılarak viskozimetre tüpü içine yerleştirilmiştir. Ölçümler, 20 °C'de, LV-SC4-18 başlığı kullanılarak Brookfield viskozimetresi (Model DV II+ Pro and Rheocalc software; Brookfield Engineering Laboratories, Inc., MA) ile 30 rpm hızda gerçekleştirilmiştir. İlk ölçüm, başlığın 20 sn, ikinci ölçüm ise başlığın 10 sn dönüşünden, miliPascal saniye olarak kaydedilmiştir. Tork ise üretici firmanın tavsiyesi üzerine % 10-100 arasında uygulanmıştır.

### *3.2.3.9. Kabuk Kırılma Direnci Analizleri*

Her grup için belirlenen 20 adet yumurta, üst ve alt kısımlarından, 5 mm/sn hızda kabuğu delen 3 mm prop kullanılarak tekstür analiz cihazı (TA.XT2, Texture Technologies Cor., Scarsdale, N.Y., USA) ile kırılarak, elde edilen kabuk kırılma direnci değerleri kg/f cinsinden kaydedilmiştir (Xie ve diğ., 2002).

### *3.2.3.10. İstatistiksel Analizler*

Bu çalışmada farklı organik asitlerle üretilen kitosan kaplamanın depolama süresi boyunca yumurta kalitesi üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan tüm analizlerde, kaplanmış ve kaplanmamış yumurtalarda herhangi bir farklılığın saptanması için varyans analiz tekniklerinden yararlanılmıştır. Söz konusu istatistiksel analizlerin yapılmasında SAS (version 6) istatistik programından yararlanılmıştır. İstatistiksel farklılık p değerinin 0,05 veya daha küçük olmasına göre belirlenmiştir.

## BÖLÜM 4

### BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 4.1. Ağırlık Kaybı Analiz Sonuçları

4 haftalık depolama süresince, kitosan-organik asit kaplamanın, yumurta ağırlık kayıplarını istatistiksel olarak önemli ( $p<0,05$ ) oranda azalttığı saptanmıştır. Kaplama materyalleri arasında farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır. Ağırlık kaybı, ilk hafta kontrol grubunda 2,497 değere sahipken; kaplanmışlarda bu değer 1,65 ile 1,73 arasındadır. Üçüncü haftada kaplanmış yumurtalardaki ağırlık kaybı değeri (% 4,02-4,19), kontrol grubun 2. haftadaki ağırlık kaybı değerine (% 4,15) eşittir. Dördüncü haftada kontrol grubunda ağırlık kaybı % 7,387 olurken kaplanmışlarda bu değer % 5,243 ile % 5,418 arasında değişmektedir (Tablo 23).

Tablo 23. Ağırlık kaybına (%) göre tanıtıcı istatistikler

Kaplama	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	2,497 <sup>e</sup>	4,156 <sup>c</sup>	5,816 <sup>f</sup>	7,387 <sup>g</sup>	4,964 <sup>A</sup>
Ch-AA	1,7310 <sup>a</sup>	2,954 <sup>b</sup>	4,192 <sup>c</sup>	5,418 <sup>d</sup>	3,573 <sup>B</sup>
Ch-LA	1,651 <sup>a</sup>	3,016 <sup>b</sup>	4,099 <sup>c</sup>	5,362 <sup>d</sup>	3,532 <sup>B</sup>
Ch-PA	1,683 <sup>a</sup>	2,867 <sup>b</sup>	4,021 <sup>c</sup>	5,243 <sup>d</sup>	3,453 <sup>B</sup>
Standart hata	(0,0759)	(0,0759)	(0,0759)	(0,0759)	(0,037)

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

Yumurtada ağırlık kaybı, depolama süresince kabuktaki porlardan karbon dioksit ve nem kaybı ile gerçekleşmektedir. Bu, Wong ve diğ. (1996), Bhale ve diğ. (2003), Alleoni ve Antunes (2004) tarafından da doğrulanmıştır.

Wong ve diğ. (1996), mineral yağ, yumurta albumini, soya protein izolatu, gluten ve mısır proteini ile kapladıkları yumurtalarda 28. günün sonunda en fazla

ağırlık kaybının kaplanmamış olanlarda (% 11,1), en az ağırlık kaybının ise mısır proteini ile kaplananlarda (% 3,1) olduğunu bildirmişlerdir. Mineral yağı ile kaplananlarda ağırlık kaybı % 9,2; yumurta albumini ile kaplananlarda % 7,9; soya proteini izolatu ile kaplananlarda % 6,5 ve glutende ise % 4,2 olduğunu belirlemişlerdir. Bhale ve diğ. (2003), 25 °C’de 5 hafta depolama süresince en fazla ağırlık kaybının kaplanmamış yumurtalarda olduğunu (% 7,84), farklı konsantrasyonda hazırlanan kitosanla kaplanmış olan yumurtalarda ise kontrolden daha az ağırlık kaybı (ortalama % 6,8) olduğunu bildirmişlerdir. Alleoni ve Antunes (2004), peynir altı suyu proteini konsantrat ile kapladıkları yumurtaların, 25 °C’de 28 gün depolama sonunda kontrol grubundan daha az ağırlık kaybı gerçekleştirdiğini belirtmişlerdir.

Ağırlık kaybı analizleri, depolama süresine, depolama sıcaklığına, yumurta ebadına, nisbi neme ve kabuk porlarına bağlıdır. Farklı kaplamalar ile kabuğa ince deri şeklinde bir koruma tabakası uygulanarak, kabuk porlarından nem kaybı ve karbondioksit geçişi ile oluşan nem kaybı kısmi olarak azaltılabilmektedir.

#### **4.2. Haugh Birimi Analiz Değerleri**

Haugh birimi albumin kalitesiyle ilişkili olup, önemli bir kalite kriteridir. Yüksek haugh birimi değerleri, yumurtanın iyi kalitede olduğunu göstermektedir (Yücel, 2000; Şenköylü, 2001; Avan ve Alişarlı, 2002; Bhale ve diğ., 2003; Alleoni ve Antunes; 2004). Depolama süresince kaplanmamış yumurtalar, kitosan-organik asit ile kaplanan yumurtalardan daha düşük haugh birimi değerleri vermiştir (Tablo 24). Depolama süresince HU değerleri tüm yumurtalarda azalmıştır, fakat en çok azalma kaplanmamış grupta gerçekleşmiştir. Kaplama materyallerinin HU değerleri üzerine etkisi, kabuktan karbondioksit kaybını azaltarak pH’nın yükselmesini engellemesi ve böylece ovomusin-lizozim kompleksinin zarar görmemesi ile albumin yapısının korunması şeklinde açıklanabilmektedir.

Tablo 24. HU değerlerine göre tanıtıcı istatistikler

Kaplama	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	74,167 <sup>a</sup>	58,467 <sup>e,g</sup>	52,235 <sup>h</sup>	47,057 <sup>j</sup>	37,491 <sup>k</sup>	53,884 <sup>A</sup>
Ch-AA	74,167 <sup>a</sup>	68,245 <sup>b</sup>	65,206 <sup>c,d</sup>	58,189 <sup>e</sup>	53,054 <sup>f,h</sup>	63,771 <sup>B</sup>
Ch-LA	74,167 <sup>a</sup>	70,621 <sup>k</sup>	67,361 <sup>b,d</sup>	60,377 <sup>g,i</sup>	55,556 <sup>m</sup>	65,616 <sup>C</sup>
Ch-PA	74,167 <sup>a</sup>	69,572 <sup>b,k</sup>	66,460 <sup>b,d</sup>	59,931 <sup>e,l</sup>	54,575 <sup>f,m</sup>	64,941 <sup>C</sup>
SE	(0,99)	(0,7712)	(0,7712)	(0,6763)	(0,6763)	(0,35)

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

Tabloda da görüldüğü üzere, kontrol grubu yumurtaların 2. haftada vermiş olduğu HU değerlerinden, organik asit-kitosanla kaplanmış olan yumurtalar 4. haftada bile daha yüksek sonuçlar vermiştir.

Ch-LA (65,616) ve Ch-PA (64,941) ile kaplanmış yumurtaların ortalama HU değerleri arasında istatistiksel olarak bir fark yoktur. Ancak, Ch-AA ile kaplanan yumurtalar, diğer kaplama gruplarından istatistiksel olarak daha düşük HU değerleri (63,771) vermiştir. Kontrol grubu yumurtalarda HU değerleri ise istatistiksel olarak en düşüktür (53,884).

HU sonuçlarına göre, kaplanmamış olan yumurtalar 2 haftalık depolama süresince A kaliteden B kalite değerine düşmüştür. Buna rağmen, tüm kaplanmış olan yumurta 3 hafta boyunca A kalite değerini korumuştur. Ch-LA ve Ch-PA ile kaplanan yumurtalar ise A kalite HU değerlerini 4 hafta boyunca korumuştur (Tablo 25). Sonuçlar, albumin kalitesinin Ch-LA ve Ch-PA kaplama materyalleri ile korunabileceğini göstermektedir.

Tablo 25. HU derecelerine göre tanıtıcı istatistikler

Kaplama	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta
Kontrol	AA	A	B	B	B
Ch-AA	AA	A	A	A	B
Ch-LA	AA	A	A	A	A
Ch-PA	AA	A	A	A	B/A

A ve B değerleri yumurtanın iç kalitesi ile ilgilidir. Ağırlığı ile ilgili değildir. AA> 72 HU; A> 55 HU; B=31-54 HU; C< 30 HU.

Analiz sonuçları, Wong ve diğ. (1996), Bhale ve diğ. (2003), Alleoni ve Antunes (2004) tarafından bulunan kaplanmış yumurtaların sonuçlarına benzemektedir.

Wong ve diğ. (1996), depolamanın 28. gününde kaplanmamış yumurtalarda 32,4 HU belirlerken buna rağmen mısır proteini ile kaplanan yumurtalarda 52,6 HU değerini saptamışlardır. Mısır proteini ile kaplanan yumurtaların A kalite değerlerini 3 hafta boyunca koruduğunu belirtmişlerdir. Bhale ve diğ. (2003), kaplanmamış yumurtaların 0. haftada AA kaliteden, 1.hafta B kaliteye düştüğünü, buna rağmen farklı molekül ağırlıklı kitosan içeren kalama ile yumurtaların 2 hafta boyunca A kalite değerlerini ve 5 haftalık depolama süresince B kalitesini koruduklarını belirtmişlerdir. Alleoni ve Antunes (2004), yaptıkları çalışmada peynir altı suyu protein konsantrat ile kapladıkları yumurtaların 28 günlük depolama süresince HU değerinin A kalite değerini koruduklarını, buna rağmen kaplanmamış yumurtaların HU değerlerinin C kaliteye kadar düştüğünü belirtmişlerdir.

### 4.3. Yolk İndeks Analiz Sonuçları

Yolk indeksi, yumurta sarısının kalitesini belirlemede kullanılan bir analizdir. Vitellin membranın etkisini kaybetmesi ve albuminden kaynaklanan suyun difüzyonu sonucu sarının sıvılaşması ile yolk indeks değeri azalmaktadır. İleri

derecede bayatlamalarda vitellin membranının kopması ile yumurta sarısı patlamakta ve albumin içinde dağılmaktadır (McWilliams, 2001; Şenköylü, 2001; Avan ve Alişarlı, 2002; Lucisano ve diğ., 1996; Berardinelli ve diğ., 2003).

Yolk indeks, yumurta tazeliği ile yakından ilgili olup, sarının eni ve yüksekliğinin ölçümü ile belirlenmektedir (Bhale ve diğ., 2003). Tablo 26’da kaplanmış ve kontrol grubu yumurtaların depolama boyunca yolk indeks değerleri verilmiştir. Kontrol grubu kaplanmamış yumurtaların yolk indeks değerleri kaplanmışlardan düşük çıkmış ve depolama süresince değerlerdeki düşüşler hızla devam etmiştir. Tablo 26’dan da anlaşıldığı gibi kitosanla kaplanmış olan yumurtalarda yolk indeks değeri 4. hafta 0,269 ile 0,292 arasında yer alırken, bu değerlerin kaplanmamış yumurtanın 2. haftada vermiş olduğu yolk indeks değerinden fazla olduğu dikkatten kaçmamaktadır. Genel ortalamada kontrol grubu 0,272 iken Ch-LA ve Ch-AA grupları 0,349 ile 0,340 arasındadır. Ch-PA 0,353 değeriyle en yüksek YI değerine sahiptir.

Tablo 26. Yolk İndeks değerlerine göre tanıtıcı istatistikler

Kaplama	0. hafta	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	0,447 <sup>a</sup>	0,301 <sup>d,e</sup>	0,251 <sup>f</sup>	0,211 <sup>h</sup>	0,155 <sup>I</sup>	0,272 <sup>A</sup>
Ch-AA	0,447 <sup>a</sup>	0,3673 <sup>b,l</sup>	0,326 <sup>c</sup>	0,294 <sup>d,e</sup>	0,269 <sup>f,g</sup>	0,340 <sup>B</sup>
Ch-LA	0,447 <sup>a</sup>	0,372 <sup>b</sup>	0,340 <sup>c,j</sup>	0,301 <sup>d,k</sup>	0,283 <sup>d,g</sup>	0,349 <sup>B,C</sup>
Ch-PA	0,447 <sup>a</sup>	0,365 <sup>b,l</sup>	0,349 <sup>j,l</sup>	0,313 <sup>c,e,k</sup>	0,292 <sup>d</sup>	0,353 <sup>C</sup>
SE (Standart hata)	(0,0093)	(0,0071)	(0,0066)	(0,0076)	(0,0071)	(0,34)

Tabloda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır.

Sonuçlar, Bhale ve diğ. (2003) ile desteklenmektedir. % 2 konsantrasyonda kitosan kullanıldığı takdirde yolk kalitesinin korunabileceğini açıklamışlardır. 5 hafta süresince 25 °C’de depoladıkları kontrol grubu yumurtalar ile % 1, % 2 ve % 3 konsantrasyonda yüksek, orta ve düşük moleküler ağırlıklı kitosan ile kaplanan yumurtaların yolk indeks değerini incelemiştirlerdir. 2. hafta kontrol grubu yolk indeks



değeri 0,26 iken, farklı molekül ağırlıklı ve konsantrasyondaki kitosan kaplama ile kaplanan yumurtalardaki yolk indeks değeri 0,37 ile 0,40 arasında değişmekte olduğu saptanmıştır. 2. haftanın sonunda sarının albumin içerisinde dağılması nedeniyle 3., 4. ve 5. haftalarda kontrol grubunda yolk indeks değeri saptanamamıştır. 5. hafta sonunda en yüksek yolk indeks değerini % 2 konsantrasyondaki orta moleküler ağırlıktaki kitosan ile kaplanmış grup vermiştir (0,31).

#### **4.4. Albumin pH Analiz Değerleri**

Albumin pH'sı yumurta iç kalitesi ile yakından ilişkilidir. Depolama boyunca yumurta, kabuktaki porlardan devamlı olarak nem ve karbondioksit kaybetmektedir. Bu da pH'nın artmasına neden olmaktadır. Taze bir yumurta albuminin pH'sı yaklaşık 7,6 iken, bu değer yumurta bayatladıkça artmakta ve 9,6'ya kadar çıkmaktadır (Lucisano ve diğ., 1996; McWilliams, 2001; Avan ve Alisharlı, 2002; Tayyar, 2005). Organik asit-kitosanla kaplanmış olan tüm yumurtaların albumin pH'sı, kontrol grubunun albumin pH'sından düşük çıkmıştır. İstatistiksel analizler, albumin pH'sının oda sıcaklığında depolama süresince devamlı arttığını göstermektedir. Ancak bu değer, farklı organik asit içeren kitosan kaplama materyalleri ile azaltılabilmektedir (Tablo 27). Kaplama materyali, kabuğu saran bir yapı olduğundan nem ve karbondioksit kayıplarını minimize etmede başarılı olmuştur. Kontrol grubu yumurtalarda, 4. haftada albumin pH'sı 9,30 değerini verirken; Ch-AA ile kaplananlar için pH 8,85; Ch-LA ile kaplananlar için 8,75 ve Ch-PA ile kaplananlar için 8,73 olarak saptanmıştır. Genel ortalamada Ch-LA (8,70) ve Ch-PA (8,68) ile kaplanan yumurtaların albumin pH'sı, Ch-AA (8,79) ile kaplanan ve kontrol grubu (9,16) yumurtalarından daha düşük çıktığı belirlenmiştir. Sonuçlar, çeşitli organik asitler içeren kitosan kaplamanın, bariyer oluşturarak porlardan CO<sub>2</sub> kaybını engellediğini ve pH'nın yükselmesini önlediğini göstermiştir.

Tablo 27. Albumin pH'sına göre tanıtıcı istatistikler

Kaplama	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	Ortalama
Kontrol	8,99 (0,020) <sup>a</sup>	9,13 (0,018) <sup>b</sup>	9,21 (0,018) <sup>c</sup>	9,30 (0,018) <sup>d</sup>	9,16 (0,009) <sup>A</sup>
Ch-AA	8,70 (0,021) <sup>k,g,e</sup>	8,79 (0,018) <sup>l,h</sup>	8,82 (0,018) <sup>i</sup>	8,85 (0,018) <sup>i</sup>	8,79 (0,009) <sup>B</sup>
Ch-LA	8,63 (0,021) <sup>g,f</sup>	8,70 (0,020) <sup>k,g,e</sup>	8,73 (0,021) <sup>k,h</sup>	8,75 (0,015) <sup>h,e</sup>	8,70 (0,009) <sup>C</sup>
Ch-PA	8,60 (0,020) <sup>f</sup>	8,67 (0,020) <sup>k,g,f</sup>	8,72 (0,018) <sup>k,h</sup>	8,74 (0,017) <sup>k,h</sup>	8,68 (0,009) <sup>C</sup>

Tabloda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır.

Albumin pH analiz sonuçları, Alleoni ve Antunes (2004)'in çalışmaları ile yakın değerler vermiştir. Peynir altı suyu protein konsantratu ile kaplanan yumurtaların pH'sı, depolama süresince kaplanmamış yumurtalarinkinden düşük çıkmıştır. Depolama süresince kaplanmamış gruptaki ortalama pH artışı % 19 iken, kaplanmış gruptaki ortalama artış % 5 olarak saptanmıştır. 4 hafta sonunda kaplanmamış yumurtaların pH'sı 9,09 ile 9,44 arasında değişirken; kaplanmış yumurtaların pH'sı 8,01 ile 8,33 arasında değer vermiştir.

#### 4.5. Mineral Madde Analiz Değerleri

Yumurta sarısı, yumurtanın mineral maddelerce en zengin kısmıdır (Yücel, 2000; Şenköylü, 2001; Tayyar, 2005). Yumurta sarısının mineral madde miktarı tayininde, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn ve Zn analiz edilmiştir. İstisna değerlerin dışında, kaplanmış yumurtaların mineral madde değerleri kontrol yumurtalarından yüksek çıkmıştır. Yumurta sarısının mineral madde içeriğinde değişken değerleri ile büyük varyasyon göstermiştir (varyasyon katsayıları Ca için % 13,77; Cu için % 13,54; Fe için % 16,53; Mg için % 21,32; Mn için % 18,56). Bu varyasyonlar Manson ve diğ. (1993) ile bağdaşmaktadır. İstatistiksel olarak Cu ve Zn değerleri arasında fark gözlenmemiştir. Kaplanmış yumurtaların Ca, Fe ve Mg değerleri kaplanmamış yumurtalardan daha yüksek çıkmıştır (Tablo 28). Kaplanmış yumurtalarda bu değerlerin daha yüksek çıkması kaplama materyalinin bariyer oluşturucu özelliği ile kayıpları minimize etmesi, kitosan ve eklenen organik asitlerden gelen mineral madde ile açıklanabilmektedir.

Tablo 28. Mineral madde içeriğine göre tanıtıcı istatistikler (mg/g)

Kaplama	Ca	Cu	Fe	Mg	Mn	Zn
Kontrol	0,684 <sup>a</sup> (0,043)	0,0063 (0,00036)	0,0214 <sup>a</sup> (0,0018)	0,0983 <sup>a</sup> (0,011)	0,00057 <sup>a</sup> (0,00005)	0,0223 (0,0021)
Ch-AA	0,729 <sup>a, b</sup> (0,04)	0,0069 (0,00031)	0,0239 <sup>a, b</sup> (0,0018)	0,1341 <sup>b</sup> (0,01)	0,00063 <sup>a, b</sup> (0,00005)	0,0234 (0,0018)
Ch-LA	0,805 <sup>a, b</sup> (0,04)	0,0065 (0,00038)	0,0292 <sup>b</sup> (0,0015)	0,1315 <sup>b</sup> (0,01)	0,00069 <sup>b</sup> (0,000055)	0,0285 (0,0021)
Ch-PA	0,823 <sup>b</sup> (0,047)	0,0064 (0,00033)	0,0275 <sup>b</sup> (0,0016)	0,1368 <sup>b</sup> (0,011)	0,00078 <sup>b</sup> (0,000055)	0,0256 (0,0022)

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

#### 4.6. Renk Analizleri Sonuçları

##### 4.6.1. Kabuk Renk Analizleri Sonuçları

Renk, tüketici tercihinde en önemli etkenlerden ve ürünün satın alınmasında direkt etkili faktörlerden birisidir. Ürünün, tüketicinin alışık olduğu renkten farklı olması, tüketicide bir önyargı oluşturur. Örneğin mavi renkte bir portakalı hiç bir tüketici tercih etmez.

Kaplamanın neden olabileceği renk değişimlerinin araştırılabilmesi amacıyla yumurta kabuğunda renk analizleri yapılmıştır. Kaplama materyalinin renk açısından etkinliğini anlaşılabilmesi için kabukta L\*, a\*, b\* değerleri hesaplanarak kaplanmış ve kaplanmamış yumurtalar arasında bir karşılaştırılma yapılmıştır. L\* değerleri, kabuktaki parlaklığın bir göstergesidir, değer arttıkça parlaklık da artmaktadır. -a\* değerleri yeşilliğin göstergesi olup, bu değerler kaplanmış ve kaplanmamış

yumurtalarda -0,40'tan -0,57'ye kadar değişmektedir (Tablo 29). Pozitif b\* değerleri, sarılığın göstergesi olup, kaplanmış ve kaplanmamış yumurtalarda 1,85 ile 2,83 arasında değerler vermiştir.  $\Delta E^*_{ab}$  3' ten küçük olduğunda, renk farkı çıplak gözle ayırtedilemeyecek düzeydedir. Tablo 29'a bakıldığında kaplanmış ve kaplanmamış yumurtaların a\* değerleri -0,49 ile -1,40 değerleri arasında seyir aldığı ve 3' ten küçük olduğu farkedilmektedir. L\* değerleri ise 93,73 ile 92,68 arasında değişim göstermiştir. Kabuğun Chroma değerleri 1,92 ile 2,88 arasında değişirken tüm yumurta örneklerinde, Hue değerleri 79,36 ile 74,02 arasında değişim göstermiştir. Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere; yumurta kabuğuna kaplama materyali herhangi bir olumsuz etki katmamıştır.

Tablo 29. Kabuk rengine göre tanıttıcı istatistikler (4. haftanın sonunda elde edilen değerler)

Kaplama	L* değeri	a* değeri	b* değeri	$\Delta E^*_{ab}$	Chroma	Hue
Kontrol	93,73	-0,40	1,91		1,955	77,971
Ch-AA	92,89	-0,53	1,85	0,85	1,929	74,021
Ch-LA	92,68	-0,53	2,83	1,40	2,887	79,363
Ch-PA	93,64	-0,57	2,36	0,49	2,437	76,236

#### 4.6.2. Albumin Renk Analizleri Sonuçları

Yumurta albumini, beyaz renkte olup, karbondioksit varlığının nedeni ile bulutsu bir görünüme sahiptir. Yumurta bayatlamaya başladıkça karbondioksit kaybı ile albumindeki bulutsu görünüm yerini daha transparan bir yapıya bırakmaktadır. Bu nedenle, albumindeki renk değerleri yumurta tazeliği ile yakından ilgilidir. L\* değeri depolama ve raf ömrü ile ilgili çalışmalarda yumurta tazeliğinin tespitinde önemli kriterlerden birisidir. Tüm yumurta örneklerinin L\*, a\* ve b\* değerleri istatistiksel olarak farklıdır (Tablo 30). L\* değerleri kontrol grubunda 75,80 iken kaplanmış gruplardakilerin daha yüksek değerler (78,95-80,19) verdiği görülmektedir. L\* değerlerinden de anlaşılacağı üzere depolama boyunca albuminin beyaz ve parlak yapısı kaplama materyalleri ile muhafaza edilmiş ve böylelikle raf ömrünü korumuştur.  $\Delta E^*_{ab}$  değerleri 3'ten büyük değerler verdiği için, kaplanmış ve

kaplanmamış yumurta albuminleri arasındaki renk farkı, çıplak gözle ayırtedilebilmektedir. Chroma değerleri 6,55 ile 8,29 arasında değişirken, Hue değerleri 66,4 ile 69,38 arasında değişim göstermiştir.

Tablo 30. Albumin rengine göre tanıtıcı istatistikler (4. haftanın sonunda elde edilen değerler)

Kaplama	L* değeri	a* değeri	b* değeri	$\Delta E^*_{ab}$	Chroma	Hue
Kontrol	75,80	-2,75	7,31		7,812	69,364
Ch-AA	78,95	-2,50	6,65	3,21	7,110	69,389
Ch-LA	80,19	-2,62	6,01	4,57	6,557	66,401
Ch-PA	78,95	-3,01	7,72	3,18	8,294	68,671

#### 4.6.3. Sarı Renk Analizleri Sonuçları

Yumurta sarı rengi, yemle birlikte alınan ksantofil, kriptoksantin, karoten, ovoflavin ve protoporfirinden oluşmaktadır (Meuer ve Egbers, 1990; Şenköylü, 2001; Tayyar, 2005). Depolama süresine, karotenoidler oksidasyon nedeniyle azalma gösterirler. L\* değerleri kaplanmış ve kaplanmamış yumurtalarda 59,89 ile 61,76 arasında değişim göstermiştir. a\* değerleri 4,96 ile 6,29 arasında değişirken, b\* değerleri 1,56 ile 2,64 arasında değişim göstermiştir.  $\Delta E^*_{ab}$  değerleri 3'ten büyük olduğu için, kaplanmamış ve kaplanmış yumurta sarıları arasındaki renk ayrımı çıplak gözle ayırtedilememektedir. Chroma değerleri 38,24 ile 40,82 arasında değişim gösterirken; Hue değerleri 80,98 ile 83,01 arasında değişmiştir (Tablo 31).

Tablo 31. Yumurta sarısı rengine göre tanıtıcı istatistikler (4. haftanın sonunda elde edilen değerler)

Kaplama	L* değeri	a* değeri	b* değeri	$\Delta E^*_{ab}$	Chroma	Hue
Kontrol	61,57	6,29	39,72		40,221	80,989
Ch-AA	60,20	5,97	38,87	1,64	39,331	81,262
Ch-LA	59,89	5,48	37,85	2,64	38,246	81,758
Ch-PA	61,76	4,96	40,52	1,56	40,825	83,012

#### 4.7. Tüketici Testleri Sonuçları

Bir ürünün genel kabuledilebilirliği önemli bir kalite kriteridir. Çünkü; hedef, tüketicidir. Tüketicinin beğeni, ihtiyaç ve isteklerini karşılamayan bir ürün yarım sayıldığı gibi piyasada tutunamaz.

Bu analizde, kaplanmış yumurtaların tüketicide yarattığı etkiler (yüzey düzgünlüğü, parlaklığı, kokusu, yapışkanlığı ve genel kabuledilebilirliği) ile kontrol grubu arasında fark olup olmadığını saptamak hedeflenmiştir.

76 kişi üzerinde yapılan tüketici testine göre; tüketiciler, organik asit-kitosanla kaplanmış yumurtalar ile kaplanmamış yumurtaları birbirinden ayırt edememişlerdir (Tablo 32). Kaplanmış ve kaplanmamış yumurtaların yüzey kokusu ve parlaklığı arasındaki farkın önemli olmadığı saptanmıştır ( $p < 0,05$ ). Ch-LA ile kaplananlar dışında, kontrol ve kaplanmış yumurtalar arasında yüzey düzgünlüğü ve yapışkanlığı arasında bir fark saptanamamıştır. Tüketiciler, Ch-LA ile kaplanan yumurtaların daha pürüzlü ve yapışkan bir yapıda olduğuna karar vererek genel kabuledilebilirlik değerlerini, kaplanmamış ve diğer materyallerle kaplanarlardan daha düşük puanlarla değerlendirmişlerdir.

Tablo 32. Tüketici testlerine göre tanıtıcı istatistikler

Kaplama	Yüzey Düzgünlüğü	Yüzey Parlaklığı	Yüzey Kokusu	Yüzey Yapışkanlığı	Genel Kabul edilebilirlik
Kontrol	6,26 (0,133) <sup>a</sup>	6,20 (0,152) <sup>a</sup>	4,43 (0,195) <sup>a</sup>	1,48 (0,148) <sup>a</sup>	6,71 (0,134) <sup>a</sup>
Ch-AA	5,82 (0,142) <sup>a,b</sup>	6,04 (0,158) <sup>a</sup>	4,70 (0,183) <sup>a</sup>	1,71 (0,153) <sup>a</sup>	6,44 (0,118) <sup>a</sup>
Ch-LA	5,71 (0,154) <sup>b,c</sup>	6,17 (0,140) <sup>a</sup>	4,60 (0,162) <sup>a</sup>	2,61 (0,152) <sup>b</sup>	6,20 (0,123) <sup>a</sup>
Ch-PA	6,06 (0,129) <sup>a,c</sup>	6,51 (0,125) <sup>a</sup>	4,85 (0,172) <sup>a</sup>	1,83 (0,149) <sup>a</sup>	6,65 (0,116) <sup>a</sup>

Tablodaki sünlarda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır  $p < 0,05$ .

#### 4.8. Albumin Viskozitesi Sonuçları

Yumurtadaki katı albumin, depolama süresince orjinal yapısını kaybederek sıvı albumine dönüşmektedir (Meuer ve Egbers, 1990; Lucisano ve diğ., 1996; Toussant ve diğ.,1999; Silversides and Scott, 2001; Şenköylü, 2001; Berardinelli ve diğ., 2003). Katı albuminin, sıvı albumine dönüşmesinde sıcaklık, nem ve karbondioksit kaybı ve pH'nın önemi büyüktür. Ayrıca Maillard reaksiyonu sonucu da katı albumin sıvı albumine dönüşebilmektedir (Lucisano ve diğ., 1996).

pH'nın artışı, albuminin ovumusin-lizozim kompleksini etkilemektedir. Ovumusin-lizozim kompleksi elektrostatik bağlar ile stabil haldedir ve albumin viskozitesinden sorumludur. pH'nın artması, ovumusin-lizozim bağlarının kırılmasına ve katı albuminin sıvılaşarak sıvı albumin haline gelmesine neden olmaktadır (Lucisano ve diğ., 1996).

Viskozite analizlerinde, albuminin newtonien bir akışkan olduğu saptanmıştır. Depolamanın 5. haftasında yapılan analizlere göre; değerler 6,385 ile 8,167 arasında değişmektedir (Tablo 33). Kaplanmış yumurtaların albumin viskoziteleri, kaplanmamış olanlardan yüksek çıkmıştır. Kaplanmış olanlardan en yüksek viskozite değerlerini istatistiksel olarak Ch-LA ile kaplananlar vermiştir. Organik asit-kitosan kaplamanın, yumurta albumin viskozitesinin korunmasında istatistiksel olarak etkili olduğu saptanmıştır.

Albumin viskozitesi analizleri HU analizlerinin bir nebze sağlaması şeklindedir. Bilindiği üzere yüksek HU değerleri yumurtanın tazelik ölçüsüdür. Çünkü, HU analizinde amaç, raf ömrü süresince sıvılaşan katı albumin tabakasını saptamaktır. Albumin viskozitesi analizindeki amaç da aynı olmakla beraber daha hassas sonuçlar verdiği için HU değerlerinin kesinliğinin saptanması nedeniyle yapılmıştır.

Tablo 33. Albumin viskozitesine göre tanıtıcı istatistikler

Kaplama	Viskozite (mPa s)
Kontrol	6,385 <sup>a</sup> (0,2)
Ch-AA	7,50 <sup>b</sup> (0,19)
Ch-LA	8,167 <sup>c</sup> (0,18)
Ch-PA	7,94 <sup>b,c</sup> (0,2)

Tablodaki sünlarda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır.

#### 4.9. Kabuk Kırılma Direnci Sonuçları

Depolama süresince yumurta iç kalitesinin azalması dışında, en çok karşılaşılan problemlerin başında taşıma esnasında gerçekleşen kırılma ya da çatlama gelmektedir.

Yumurta kabuğu, yapısı itibariyle porlardan (gözeneklerden) oluşmaktadır. Sayıları 7.500 ile 17.000 arasında değişen bu porlar, yumurtanın kısımlarına göre farklı yoğunluk göstermektedir. Yumurtanın üst kısmında, alt kısmına oranla daha az por bulunmaktadır. Ayrıca, üst kısmının kabuk kalınlığı, alttan daha kalındır. Bu nedenle, yumurtanın üst kısmı, alt kısmına göre basınca daha dayanıklıdır (Yücel, 2000; Şenköylü, 2001; Xie ve diğ., 2002; Tayyar, 2005).

Depolamanın 5.haftasında yapılan kabuk kırılma direnci analizlerine göre, kontrol grubu yumurtaların, kaplanmış yumurtalara göre kırılma direnci daha fazladır. Ch-PA ve Ch-AA ile kaplanan yumurtaların alt ve üst kısımlarının kabuki kırılma dirençleri arasında istatistiksel olarak bir fark yoktur. Analizlerde en yüksek değerleri Ch-LA ile kaplanan yumurtalar vermiştir. Sonuçlar, kaplama materyallerinin kabuk kırılma direnci üzerinde etkili olduğunu göstermiştir (Tablo 34).

Kaplama materyalleri ile kabuk kırılma direnci % 20 arttırılmıştır.

Kontrol grubu kabukların üst kısmının kırılma direnci 3,721 ile tüm kaplanmışlardan düşüktür. Ch-LA (4,81) istatistiksel olarak en yüksek değere



sahiptir. Ch-AA (4,09) ve Ch-PA (4,37) se istatistiksel olarak benzer değere sahip olup kontrol grubundan yüksek olup, istatistiksel olarak Ch-LA'den düşüktür.

Tablo 34. Kabuğun alt ve üst kırılma dirençlerine (kgf) göre tanıtıcı istatistikler

Kaplama	Üst	Alt
Kontrol	3,721(0,13) <sup>a</sup>	3,344(0,11) <sup>a</sup>
Ch-AA	4,09 (0,12) <sup>b</sup>	3,813(0,10) <sup>b</sup>
Ch-LA	4,81(0,13) <sup>c</sup>	4,445(0,08) <sup>c</sup>
Ch-PA	4,37 (0,13) <sup>b</sup>	4,09(0,11) <sup>b</sup>

Tablodaki sütunlarda farklı harflerle gösterilenler istatistiksel olarak farklıdır.

Sonuçlar, Xie ve diğ. (2002)'nin yaptığı çalışma ile desteklenmektedir. Soya proteini, peynir altı suyu protein izolat, karboksi metil selüloz ve buğday proteini ile kaplanan yumurtalar, kaplanmamışlara göre daha yüksek kırılma direnci değerleri vermiştir. Tüm yumurtalarda üst kabuk kırılma direnç değeri altkabuk kırılma direncine göre daha yüksek değerler vermiştir. Kontrol grubu yumurtalar 29,66 kabuk kırılma direnci verirken, sodyum hipoklorit (NaOCI) ile yıkanıp soya protein izolat (SPI) ile kaplanan yumurtalar 34,27 kabuk kırılma direnci vermiştir.

## BÖLÜM 5

### SONUÇ

Bu çalışmada; asetik asit, laktik asit, propiyonik asit içeren kitosan kaplamanın depolama süresince yumurta iç kalitesi, tüketici beğenirliği ve kabuk kırılma direnci üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

4 haftalık depolama süresince yumurta raf ömrünü saptamada periyodik olarak ağırlık kaybı, haugh birimi, albumin pH'sı, yolk indeksi ve mineral madde analizleri; 4. haftanın sonunda kabuk, albumin (yumurta akı) ve yolk (yumurta sarısı) renk analizleri ile tüketici testleri ve 5. haftada ise viskozite ve kabuk kırılma direnci analizleri yapılmıştır.

Depolama süresince organik asit-kitosanla kaplanmış olan tüm yumurtalar, kontrol grubu yumurtalara göre iç kalite özelliklerini daha iyi muhafaza ettiği görülmüştür. Kontrol grubu yumurtalardaki depolama süresince ağırlık kaybının daha fazla olduğu (% 4,96); buna rağmen en az ağırlık kaybının Ch-PA ile kaplanan yumurtalarda (% 3,45), Ch-LA kaplanan yumurtalarda (% 3,53) ve Ch-AA (3,57) olduğu saptanmıştır.

Genel ortalama olarak Ch-PA (64,94) ve Ch-LA (65,616) ile kaplanmış yumurtalar, Ch-AA (63,77) ile kaplanmış yumurtalardan daha yüksek haugh birimi değeri verirken, kontrol grubu en düşük değeri (53,88) vermiştir. Kontrol grubu yumurtalar, depolamanın 1. haftasında A ve B kalite değeri verirken, Ch-LA ve Ch-PA ile kaplanmış olan yumurtalar 4 hafta boyunca A kalite değerini korumuştur. Haugh birimi analizleri, Ch-LA ve Ch-PA ile kaplanmış olan yumurtaların A kalite değerini kontrol grubu yumurtalardan en az 3 hafta ve Ch-AA ile kaplanmış yumurtalardan 1 hafta daha fazla koruduğunu göstermiştir.

Genel ortalama olarak Ch-PA (0,353) ve Ch-LA (0,349) ile benzer yolk indeksi değerleri verirken, Ch-AA (0,34) Ch-LA ile aynı fakat Ch-PA'dan düşük değer vermiştir. Kontrol grubu 0,27 ile istatistiksel olarak en düşük değeri vermiştir.

Kaplanmamış yumurtaların albumin pH'sı, depolama boyunca kaplanmış yumurtalarinkinden yüksek çıkmıştır. Genel ortalama olarak kontrol 9,16 ile en yüksek değere sahip olup Ch-PA (8,68) ve Ch-LA (8,70) en düşük pH değerine sahiptirler. Ch-AA 8,79 ile kontrol grubu ve diğer kaplanmış gruplar arasında bir değer vermiştir.

Mineral madde analizleri ile organik asit-kitosanla kaplanmış olan yumurtaların depolama süresince mineral değerlerini (özellikle kalsiyum, demir ve magnezyum konsantrasyonları) koruduğu gözlenmiştir.

Yukarıda adı geçen yumurta iç kalite kriterlerinin depolama süresince kitosan kaplama materyalleri tarafından etkin şekilde muhafaza edildiği belirlenmiştir. Kitosan kaplama materyali yumurta tazeliğinin muhafazasında potansiyel olarak kullanılabilir.

Kabuk kırılma direnci, kaplanmış olan tüm yumurtalarda kaplanmamışlara göre daha yüksek çıkmıştır. Ch-LA ile kaplanmış olan yumurtaların kabuk kırılma direnci en yüksek değeri vermiştir. Kabuk kırılma direnci kabuğun üst kısmında kontrol grubu 3,72 değer verirken kaplanmış grupta bu değer 4,09-4,81 arasındadır. Kabuğun alt kısmında kontrol 3,34 iken kaplanmış grupta bu değer 3,81-4,45 arasındadır. Kitosan kaplamanın yumurta kırılma direncini arttırdığı, böylelikle taşıma ve depolama sırasında yumurtada meydana gelen çatlama-kırılma oranlarının ciddi anlamda azaltılabileceği kesindir.

4. haftanın sonunda kaplanmış yumurtaların kabuk ve yolk (yumurta sarısı), L<sup>\*</sup>, a<sup>\*</sup> ve b<sup>\*</sup> değerleri kontrol grubundan farklılık göstermemiştir. Kaplanmış ve kaplanmamış yumurtalar arasındaki en çok renk farkı, albumin üzerinde görülmüştür. Kontrol grubu albumin L değeri 75,80 iken kaplanmışlar 78-80 arasındadır. L<sup>\*</sup> değeri yumurta tazeliğini belirlediğinden, renk ölçümlerinde en önemli parametredir.

Kontrol grubu yumurtaların albumin viskozitesi, kaplanmış olan yumurtalardan düşük çıkmıştır. Ch-LA(8,167 mPs) ile kaplanmış olan yumurtaların albumin

viskozitesinin, Ch-AA (7,50 mPs) ile kaplanmış olan yumurtaların albumin viskozitesinden yüksek çıktığı, buna rağmen Ch-LA (7,94 mPs) ile kaplanmış yumurtaların albumin viskozitesi ile Ch-PA ile kaplanmış yumurtaların albumin viskozitesi arasında bir fark olmadığı saptanmıştır. Albumin viskozite ölçümü hassas sonuçlar vermesi bakımından yumurtanın depolama süresi boyunca tazeliğinin belirlenmesinde başarıyla kullanılabilir.

Duyusal analizde ise, panalistlerin organik asit-kaplanmış yumurtaları, kontrol grubundan ayırt edemedikleri ve organik asit-kitosanla kaplanmış yumurtaların genel kabul edilebilirliğinin, kontrol grubundan farklı olmadığı saptanmıştır. Kaplamanın duyusal olarak olumsuz bir etki yaratmadığı saptanmıştır.

Besin değeri yüksek olan yumurtanın depolama süresini arttırmaya ve taşıma sırasında kırılgnlığını minimize etmeye yönelik çalışmaların artırılması gerekmektedir. Böylece değerli bir gıda maddesi olan yumurta kayıpları en aza indirilebilecek ve ülke ekonomisine fayda sağlanacaktır.

## KAYNAKLAR

- Anonim. 2003 <http://www.nutrition.org.uk/eggs.html>.
- Anonim. 2004a. <http://ekutup.dpt.gov.tr/hayvanci/oik587.pdf>.
- Anonim. 2004b. <http://tarimsurasi.tarim.gov.tr/PDFLER/VI.Konisyon.pdf>.
- Anonim. 2004c. <http://www.tarim.gov.tr/arayüz/6/icerik.asp?fl=üretim/istatistikler>.
- Anonim. 2004d. <http://www.die.gov.tr/istTablolar.htm#tar>.
- Anonim. 2004e. [http://www.istanbul-tarim.gov.tr/haberler/master/h\\_varligi.htm](http://www.istanbul-tarim.gov.tr/haberler/master/h_varligi.htm).
- Anonim. 2004f. <http://www.georgiaeggs.org/pages/color.html>.
- Anonim. 2005a. <http://newton.ex.ac.uk/teaching/CDHW/egg/#shell>.
- Anonim. 2005b. [www.calmeinefoods.com/basiceggfacts.htm](http://www.calmeinefoods.com/basiceggfacts.htm).
- Anonim. 2005c. <http://recipehut.homestead.com/fresheggtest.html>.
- Anonim.2006. <http://www.kkgm.gov.tr/mevzuat/khk560/Kodeks/Tebliğler/2000-11.htm>
- 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.
- Alleoni, A. C. C., Antunes, A. J. 2004. Internal Quality of Eggs Coated with Whey Protein Concentrate. *Sci. Agr.*, 61 (3): 276-280.
- Ali, Z. M., Lazan, H. 1997. *Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits*, In Mitra, S.K. Ed., CAB International, London, UK, 145-166 p.
- Anar, Ş. 1999. Gıdalarda Ambalajın Önemi; Et ve Et Ürünlerinin Ambalajlanması. *Dünya Gıda Dergisi*, (Kasım1999): 52-53.
- Anker, M. 1996. *Edible and Biodegradable Films and Coatings for Food Packaging*. The Swedish Institute for Food and Biotechnology, Gteborg, Sweden. 115p.
- Avena-Bustillos, R. J., Krochta, J. M., Saltveit, M. E., Rojas-Villegas, R. J., Saucedo-Perez, J. A. 1994. Optimization of Edible Coating Formulations on Zucchini to Reduce Water Loss. *Journal of Food Engineering*, 21: 197-214.
- Avena-Bustillos, R. J., Krochta, J. M., Saltveit, M. E. 1997. Water Vapor Resistance of Red Delicious Apples and Celery Sticks Coated with Edible Caseinate-Acetylated Monoglyceride Films. *Journal of Food Science*, 62 (2): 351-354.

- Avan, T., Alişarlı, M. 2002. Muhafaza Şartlarının Yumurtanın Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Etkisi. *YYÜ. Vet. Fak. Derg.*, 13 (1-2): 98-107.
- Baldwin, E. A. 1994. Edible Coatings for Fresh Fruits and Vegetables: Past, Present and Future. *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*, In Eds Krochta, J.M., Baldwin, E.A. and Nisperos-Carriedo, M.O. Technomic Publishing Company Inc, Lancaster, 25-64 p.
- Baldwin, E. A., Nisperos- Carriedo, M. O. and Baker, R. A. 1995. Use of Edible Coatings to Preserve Quality of Lightly and Slightly Processed Products. *Critical Reviews in Food and Nutrition*, (35): 509-524.
- Baldwin, E. A. 1999. Surface Treatments and Edible Coatings in Food Preservation. In *Handbook of Food Preservation*. Ed. Rahman M.S., Marcel Dekker, Inc, New York, 577-609.
- Ball, J. A. 1997. Evaluation of Two Lipid Based Edible Coatings for Their Ability to Preserve Postharvest Quality of Green Bell Peppers. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute, Thesis of the Master of Science, 97 p.
- 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](http://www.elsevier.com/locate/cropro).
- Ben-Yehoshua, S., Fang, D., Rodov, V., Fishman, S. 1995. New Developments in Modified Atmosphere Packaging. *Plasticulture*, 106 (3):33-39.
- 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.
- Bhale, S., No, H. K., Prinyawiwatkul, W., Farr, A. J., Nadarajah, K. And Meyers S. P. 2003. Chitosan Coating Improves Shelf Life of Eggs. *Sensory and Nutritive Qualities of Food*, 68 (7): 2378-2383.
- Braconnot, H. 1881. Sur La Nature Des Champignons. *Ann. Chim. Phys.* 79:265.
- Callagarin, F., Quezada-Gallo, J. A., Debeaufort, F., Voilley, A. 1997. Lipids and Biopackaging. *JAOCs*, 74 (10) 1183-1192.

- 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.
- Caner, C. ve Küçük, M. 2004. Yenilebilir Film ve Kaplamalar. *Akademik Gıda Dergisi*. Mart-Nisan 2004, yıl:2 sayı:8.
- Chan, M. A., Krochta, J. M. 2001. Solutions for People, Processes and Paper. *Color and Gloss of Whey-Protein Coated Paperboard*, 57.
- Çaklı, Ş., Kılınç, B. 2004. Kabuklu Su Ürünleri İşleme Artıklarının Endüstriyel Alanda Değerlendirilmesi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 21 (1-2): 145-152.
- 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.
- Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J. A., Delparto, B., Voilley, A. 2000. Lipid Hydrophobicity and Physical State Effects on the Properties of Blayer Edible Films. *Journal of Membrane Science*, 4679: 1-8.
- Devliehere, 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.
- Dong, H., Cheng, L., Tan, J., Zheng, K., Jiang, Y. 2004. Effects of Chitosan Coating on Quality and Shelf Life of Peeled Litchi Fruit. *Journal of Food Engineering*, 64: 355-358.
- El Chaouth, A., Arul, J. and 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 Preservation*, 15: 359-368.
- Fang, Y., Tung, M. A., Britt, I. J., Yada, S., and Dalgleish, D. G. 2002. Tensile and Barrier Properties of Edible Films Made from Whey Proteins. *JFS: Food Engineering and Physical Properties*, 67 (1): 188-193.
- Ferreira, L. F. S. and Del Mastro N. L. 1998. Rheological Changes in Irradiated Chicken Eggs. *Radiat. Phys. Chem.*, 52 (1-6): 59-62.
- 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.

- Gennadios, A., Weller, C. L. 1990. Edible Films and Coatings from Wheat and Corn Proteins. *Food Technology*, 44 (10): 63-69.
- Gennadios, A., Hana, M. A., Kurth, B. L. 1997. Application of Edible Coatings on Meats, Poultry and Seafoods: A Review. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 30: 337-350.
- Guilbert, S., 1986. Technology and Application of Edible Protective Film. In Matathlouthi, M. Ed. *Food Packaging and Preservation*, Elsevier Applied Science Publishers, New York, 371-394.
- Gümüşderelioğlu, M., Özdemir, E. 2005. Her Derde Deva Polimerler Kitin ve Kitosan. *Bilim ve Teknik, Tübitak, Bilimin Bilmedikleri*, Eylül 2005, 454: 80-82 s.
- Gontard, N., Guilbert, S., Cuq, J. L. 1992. Edible Wheat Gluten Films: Influence of the Main Process Variables on Film Properties Using Response Surface Methodology. *Journal of Food Science*, 57 (1): 190-195.
- Gontard, N., Thibault, R., Cuq, B., Guilbert, S. 1996. Influence of Relative Humidity and Film Composition on Oxygen and Carbon dioxide Permeabilities of Edible Films. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 44: 1064-1069.
- Han, C., Zhao, Y., Leonard, S. W., Traber, M. G. 2004. Edible Coatings to Improve Storability and Enhance Nutritional Value of Fresh and Frozen Strawberries (*Fragaria x ananassa*) and Raspberries (*Rubus idaeus*) [www.elsevier.com/locate/postharvbio](http://www.elsevier.com/locate/postharvbio), 33: 67-78.
- Ham-Pichavant, F., Sèbe, G., Pardon, P., Coma, V. 2005. Fat Resistance Properties of Chitosan-Based Paper Packaging For Food Applications, Article in Press. [www.elsevier.com/locate/carbpol](http://www.elsevier.com/locate/carbpol).
- Hershko, A., Nussinovitch, A. 1998. Physical Properties Of Alginate-Coated Onion (*Allium cepa*) Skin. *Food Hydrocolloids*, 12: 195-202.
- Hisil, Y. and Ötles, S. 1997. Changes of Vitamin B<sub>1</sub> Concentrations During Storage of Hen Eggs. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 30: 320-323.
- Hoppe-Seiler, F. 1894. Ueber Chitin und Zellulose. *Ber. Deut. Chem. Gesell.* 27:3329.



- Iametti, S., Donnizzelli, E., Pitta, P., Rovere, P. P., Squarcina, N. And Bonomi, F. 1999. Characterization of High-Pressure-Treated Egg Albumen. *J. Agric. Food Chem.*, 47: 3611-3616.
- Jiang, Y., Li, Y. 2001. Effects of Chitosan Coating on Postharvest Life and Quality of Longan Fruit. *Food Chemistry*, 73: 139-143.
- Jeon, Y. J., Kamil, Y. V. A. and 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.
- Kader, A. A., Kasmire, R. F., Mitchell, F. G., Reid, M. S., Sommer, N. F., Thompson, J. F. 1985. *Postharvest Technology of Horticultural Crops: Cooperative Extension University of California Division of Agriculture and Natural Resources Special Publication: 3311, California, USA, 192 p.*
- Kester, J. J., Fenama, O. 1986. Edible Films and Coatings, Review. *Food Technology*, 40 (12): 47-52.
- Kılınççeker, O., Doğan, İ. S. 2002. Kaplama Ürünlerinde Tahıl Unlarının Kullanımı. *Hububat Ürünleri Teknolojisi ve Kongre Sergisi*, 441-450 s.
- Kurt, Ş. Ve Zorba, Ö. 2005. Kitin (Chitin), Kitosan (Chitosan) ve Türevlerinin Gıdalarda Kullanım Olanakları. *Gıda*, 30 (6):371-378.
- Küçüköner, E., Kılınççeker, O., Doğan, S. 2003. Gıdalara Yenilebilir Kaplama Uygulamalarında Süt Ürünlerinin Kullanım Olanakları. *Süt Endüstrisinde Yeni Eğitimler Sempozyumu*, 251-256.
- Koelkebeck, K. W, Bell, D. D., Carey, J. B., Anderson, K. E. and Darre, M. J. 2001. Egg Marketing in National Supermarkets: Products, Packaging, and Prices. Part 3. *Poultry Science*, 80: 396-400.
- Kovacs-Nolan, J., Phillips, M. and 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.
- Krochta, J. M., Baldwin, E., Nisperos, M. 1994. *Edible Coating and Film to Improve Food Quality*. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster, Basal, 379 p.
- Krochta, J. M. ve De Mulder-Johnston, C. 1997. Edible and Biodegradable Polymer Film: Challenges and Opportunities. *Food Technology*, 51 (2): 61-74.

- Krochta, J. M. 1997. Film, Edible. In: Brody, A., Marsh, K.S., Willey, J. Sins Inc, Eds. *The Willey Encyclopedia of Packaging Technology*, 397-400.
- Lee, J. Y., Park, H. J., Lee, C.Y., Choi, W. Y. 2003. Extending Shelf-Life of Minimally Processed Apples with Edible Coatings and Antibrowning Agents. *Lebensm.-Wiss.- U.-Technol.*, 36: 323-329.
- Lendthanangkul, S., Krochta, J. M. 1996. Edible Coating Effects on Postharvest Quality of Green Bell Peppers. *Journal of Food Science* 61 (1): 176-179.
- Lucisano, M., Hidalgo, A., Comelli, E. M. and Rossi, M. 1996. Evolution of Chemical and Physical Albumen Characteristics During the Storage of Shell Eggs. *J. Agric. Food Chem.*, 44: 1235-1240.
- Manson, J. M., Picken K. J., Draper, M. H., Thompson, R. 1993. Variation Among Individual White-Leghorn Hens in the Concentration of Minerals in the Albumen and Yolk Content of Their Eggs. *Br. Poult. Sci.* 34 (5):899-909.
- McWilliams, M. 2001. Eggs. *Foods Experimental Perspectives*, Chapter 16: 355-377p.
- Merodio, C., De La Plaza, J. L. 1997. In Mitra, S.K. Ed. *Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits*, CAB International, London, UK, 269-294 p.
- Meuer, H. J. and Egbers, C. 1990. Changes in Density and Viscosity of Chicken Egg Albumen and Yolk During Incubation. *The Journal of Experimental Zoology*, 255: 16-21.
- Mitra, S. K., Baldwin, E. A. 1997. In Mitra, S.K. Ed. *Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits*, CAB International, London, UK, 85-122 p.
- Möller, H., Grelier, S., Pardon, P. and Coma, V. 2004. Antimicrobial and Physicochemical Properties of Chitosan-HPMC-Based Films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 6585-6591.
- Odier, A. 1823. Memoire Sur La Composition Chimique Des Parties Corness Des Insects. *Mem. Soc. Hist. Nat. Paris* 1:29.
- Pen, L. T., Jiang, Y. M. 2003. Effects of Chitosan Coating on Shelf Life and Quality of Fresh-Cut Chinese Water Chestnut. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.*, 36: 359-364.

- Rigby, G. W. 1936. Deacetylated Chitin and Salts of Same. *U.S. Patent* 2, 040, 879.
- Rouget, C. 1859. Des Substances Amylacees Dans Le Tissue Des Animaux, Specialement Les Articules (Chitine). *Compt. Rend.* 48:792.
- Sandford, P. 1989. Chitosan: Commercial Uses and Potential Applications. *In Chitin and Chitosan* (Skjak- Break, G., Anthonsen, T. and Sandford, P. Eds). Elsevier Applied Science, New York, 51-69 p.
- SAS Institute Inc. SAS User Guide, version 6. Statistical Analysis Systems. Institute: Cary, NC.
- 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. And Scott, T. A. 2001. Effects of Storage Layer Age on Quality of Eggs from Two Lines of Hens. *Poultry Science*, 80: 1240-1245.
- Sothornvit, R., Krochta, J. M., Agric, J. 2000. Plasticiser Effect on Oxygen Permeability of  $\beta$ -Lactoglobulin Films. *Food Chemistry*, 48: 6298-6302.
- Suyatma, N. E., Tighzert, L. And Copinet, A. 2005. Effects of Hydrophilic Plasticizers on Mechanical, Termal, and Surface Properties of Chitosan Films. *J. Agric. Food Chem.*, 53: 3950-3957.
- Şenköylü, N. 2001. Yumurtanın Biyolojik Özellikleri. *Modern Tavuk Üretimi*, Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Hayvansal Üretim Bölümü, 3 (4): 55-64s.
- Tayyar, M. 2005. Yumurta Hijyeni.  
<http://homepage.uludag.edu.tr/~mtayyar/yumurtahijyeni.htm>
- Toussant, J. M. ve Latshaw, D. J. 1999. Ovomucin Content and Composotion in Chicken Eggs with Different Interior Quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79:1666-1670.
- Torres, J. A. 1994. Edible Films and Coatings from Proteins. In Hettiarachchy, N.S. and Ziegler, G.R. Eds. *Protein Functionality in Food Systems*, Marcel Dekker Inc, NY, 467-507 p.
- Trezza, T. A., Krochta, J. M. 2000. The Gloss of Edible Coatings as Affacted by Surfactants, Lipids, Relative Humidity and Time. *Journal of Food Science*, 65 (4): 658-662.

- Vartiainen, J., Motion, R., Kulonen, H., Rättö, M., Skyttä, E., Ahvenainen, R. 2004. Chitosan-Coated Paper: Effects of Nisin and Different Acids on the Antimicrobial Activity. *Journal of Applied Polymer Science*, 94: 986-993.
- 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 p.
- 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.
- Xie, L., Hettiarachchy, N. S., Ju, Z. Y., Meullenet, J., Wang, H., Slavik, M. F. and 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.
- Yücel, A. 2000. Yumurta. Yumurta ve Bal, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yardımcı Ders Notları, 4: 5-36s.

## EK-A

Tarih / / 2006

- Bu test, size sunulan yumurta örneklerinin kalite kriterlerini belirlemek için yapılmaktadır. Lütfen;
- 1) Size verilen yumurta örneklerini yüzey düzgünlüğü, yüzey parlaklığı, yüzey kokusu, yapışkanlık ve genel kabuledilebilirlik açısından değerlendiriniz.
  - 2) Skalalarda 1; ürünün sizde bıraktığı izlenimin en az değerini, 9; ürünün sizde bıraktığı etkinin en fazla değerini göstermektedir.
  - 3) Puanlama yaparken, skala üzerindeki rakamları daire içine alarak ürün kod numarasını yazınız.

**Katılımınız için teşekkürler...☺**

### **Yüzey Düzgünlüğü:**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Düzensiz Olmayan					En Düzgün				

### **Yüzey Parlaklığı:**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Parlak Olmayan					En Parlak				

### **Yüzey Kokusu:**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Koku Yok					Ağır Koku (Yumurta kokusu hariç)				

### **Yapışkanlık:**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yapışkan Değil					Zamk Gibi Yapışkan				

### **Genel Kabuledilebilirlik:**

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kabul Edilemez					En Fazla Kabul				

<b>TABLolar</b>	<b>SAYFA</b>
<b>Tablo 1.</b> Kitin ve kitosan için en yaygın çözücüler.....	15
<b>Tablo 2.</b> Kitosanın gıda sanayinde kullanım alanları.....	17
<b>Tablo 3.</b> Yumurta fiyatları.....	20
<b>Tablo 4.</b> Türkiye’de yumurta fiyatları.....	20
<b>Tablo 5.</b> Bazı ülkelerde kişi başına düşen yumurta tüketimi.....	21
<b>Tablo 6.</b> 1998 yılı yumurta üretiminde lider ülkeler.....	22
<b>Tablo 7.</b> 1979-1998 yılları arasında ülkemizde üretilen tavuk yumurtası sayıları.....	23
<b>Tablo 8.</b> Bölgelere göre dünyada yumurta üretimi.....	23
<b>Tablo 9.</b> 100 g kabuksuz yumurtanın kimyasal bileşimi.....	24
<b>Tablo 10.</b> 58 g kabuklu yumurtanın kimyasal bileşimi.....	24
<b>Tablo 11.</b> 50 g yumurtanın içerdiği besin elementleri.....	26
<b>Tablo 12.</b> Yumurta proteinlerindeki aminoasitlerin % oranları.....	29
<b>Tablo 13.</b> Yumurtanın yenilebilen kısımlarındaki vitaminler ve miktarları.....	30
<b>Tablo 14.</b> Yumurtanın yenilebilen kısmının mineral madde miktarları.....	31
<b>Tablo 15.</b> Yumurtayı oluşturan kısımların ağırlık ve % esasları.....	32
<b>Tablo 16.</b> Yumurta kabuğunun kimyasal bileşimi.....	33
<b>Tablo 17.</b> Yumurta albuminin kimyasal kompozisyonu.....	34
<b>Tablo 18.</b> Yumurta akı proteinlerinin bileşimi.....	35
<b>Tablo 19.</b> Yumurta sarısının kimyasal kompozisyonu.....	37
<b>Tablo 20.</b> Yumurta sarısındaki başlıca yağ asitleri.....	39
<b>Tablo 21.</b> Ağırlığa göre yumurta sınıfları.....	39
<b>Tablo 22.</b> Yumurtaların kalite derecelerine göre sınıflandırılması.....	41
<b>Tablo 23.</b> Ağırlık kaybına göre tanıtıcı istatistikler.....	63
<b>Tablo 24.</b> HU değerlerine göre tanıtıcı istatistikler.....	65
<b>Tablo 25.</b> HU derecelerine göre tanıtıcı istatistikler.....	66
<b>Tablo 26.</b> Yolk indeksine göre tanıtıcı istatistikler.....	67
<b>Tablo 27.</b> Albumin pH’sına göre tanıtıcı istatistikler.....	69

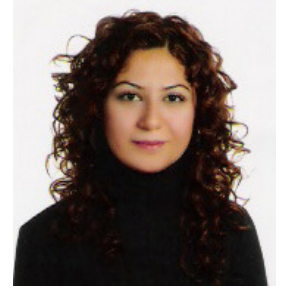
<b>Tablo 28.</b> Mineral madde içeriğine göre tanıtıcı istatistikler.....	70
<b>Tablo 29.</b> Kabuk rengine göre tanıtıcı istatistikler.....	71
<b>Tablo 30.</b> Albumin rengine göre tanıtıcı istatistikler.....	72
<b>Tablo 31.</b> Yumurta sarısı rengine göre tanıtıcı istatistikler.....	72
<b>Tablo 32.</b> Tüketici testlerine göre tanıtıcı istatistikler.....	73
<b>Tablo 33.</b> Albumin viskozitesine göre tanıtıcı istatistikler.....	75
<b>Tablo 34.</b> Kabuğun alt ve üst kırılma dirençlerine göre tanıtıcı istatistikler.....	76

<b>ŞEKİLLER</b>	<b>SAYFA</b>
<b>Şekil 1.</b> Kitin ve kitosan eldesi.....	12
<b>Şekil 2.</b> Yumurthanın morfolojik yapısı.....	31
<b>Şekil 3.</b> Taze yumurthanın yandan ve üstten görünüşü.....	43
<b>Şekil 4.</b> Taze yumurthanın yandan görünüşü.....	43
<b>Şekil 5.</b> Bayat yumurthanın yandan görünüşü.....	44
<b>Şekil 6.</b> Bayat yumurthanın yandan ve üstten görünüşü.....	44
<b>Şekil 7.</b> Ağırlıklarına göre yumurtaların tazelik-bayatlık testi.....	45
<b>Şekil 8.</b> Düz bir zemin üzerine kırılan yumurthanın tazelik-bayatlık testi.....	46
<b>Şekil 9.</b> Farklı sıcaklıklarda 14 gün muhafaza edilmiş yumurtaların haşlama sonrası kesitleri.....	46



**Özge CANSIZ (Gıda Mühendisi)**

Adres : Emlak Konutları 2. Kısım A/12 Erguvan Apt. Daire: 45  
59860 Çorlu/ TEKİRDAĞ - TÜRKİYE  
Ev Telefonu : +90-282-673 38 45  
Cep telefonu : +90-535-841 50 11  
: +90-555-712 12 77  
e-mail : cansiz\_ozge@yahoo.com



**KİŞİSEL BİLGİLER :**

Uyruğu / Cinsiyeti : T.C. / Bayan  
Doğum Yeri : Dört Yol  
Doğum Tarihi : 17.08.1982  
Medeni Hali : Bekar  
Pasaport : Yeşil Pasaport

**MESLEKİ DENEYİM:**

**TESCO KİPA**

Hazır yemek, Açık Şarküteri, Kapalı Şarküteri ve Donuk Gıda  
Departmanları Departman Şefi  
2006

Çorlu/TEKİRDAĞ

**INETI ( Instituto Nacional De Engenharia, Tecnologia e Inovação, I.P.)**

Gaz Kromatografisi-Yüksek Çözünürlüklü Kütle Spektrometresi İle  
Gıdalarda Dioksin Analizleri (Staj).  
2005

Lizbon/PORTEKİZ

**Balin / Karın Gıda**

Üretim, Kalite Kontrol, Araştırma-Geliştirme (Staj).  
2003

Çorlu/TEKİRDAĞ

**Coca-Cola İçecek**

Pet Şişe Üretimi, Kalite Güvence, Üretim (Staj).  
2003

Çorlu/TEKİRDAĞ

**Unilever A.Ş.**

Üretim (Staj).  
2002

Çorlu/TEKİRDAĞ

**ÖĞRENİM DURUMU:**

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi  
Gıda Mühendisliği Bölümü 2004-....  
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi  
Gıda Mühendisliği 2000-2004  
Mehmet Akif Ersoy Anadolu Lisesi  
1993-2000

Yüksek Lisans

ÇANAKKALE

Lisans

ÇANAKKALE

Lise

ÇORLU

**SERTİFİKALAR:**

*Technical Training for Prospective  
Food Engineers with Leonardo Da  
Vinci Programme*  
05.03.2005

euroyouth

Lizbon/PORTEKİZ

<i>Professional Practical Training</i> 04.03.2005 <i>Period in Analysis of Dioxins by</i> <i>Gas Chromatography-High Resolution Mass Spectrometry</i>	INETI	Lizbon/PORTEKİZ
<i>Portuguese Language Course</i> 31.12.2004	Portlingua	Lizbon/PORTEKİZ
<i>ISO 9001:2000</i> <i>Kalite Yönetim Sistemleri</i> 04.07.2004	Gıda Mühendisleri Odası	İzmir/TÜRKİYE
<i>Gıda İşletmelerinde</i> <i>HACCP</i> 26.05.2004	Ziraat Mühendisleri Odası	Çanakkale/TÜRKİYE

### **TEKNİK RAPORLAR VE SUNUMLAR:**

C. Caner, **O. Cansız** , and M.S. Aday. *Chitosan Coating Minimizes Eggshell Breakage and Improves Eggs Quality*. Journal of the Science of Food and Agriculture (Düzeltilme aşamasında).

C. Caner and **O. Cansız**. *Effectiveness of chitosan-based coating on improving shelf life of eggs*. Journal of the Science of Food and Agriculture (Düzeltilme aşamasında).

C. Caner ve **Ö. Cansız**. *Farklı Organik Asitlerle Üretilen Kitosan Kaplama Materyalinin Yumurtanın Raf Ömrü ve Kabuk Mukavemetini Geliştirmede Etkinliğinin Araştırılması*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir (proje no: 2005/1, 3000 YTL). Ekim,2005.

C. Caner ve **Ö. Cansız**. *Yumurtaların Raf Ömrünü Arttırmada Kitosan Kaplama Materyalinin Etkinliği*, TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir (proje no: TOVAG-104O293, 48000 YTL). Mayıs, 2005-Mayıs, 2006.

*Farklı Organik Asitler İçeren Kitosan Kaplamanın Yumurta Raf Ömrü ve Kabuk Kırılma Direnci Üzerine Etkisi*; Yüksek Lisans Semineri. Aralık, 2005.

*Kitosan, Şellak ve Whey Protein Gibi Kaplama Materyallerinin Yumurta Raf Ömrü Üzerine Etkisi*; Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyelerine sunum . Bahar, 2004.

### **YABANCI DİL BİLGİSİ:**

İngilizce, başlangıç seviyesinde Portekizce, başlangıç seviyesinde Almanca.