



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KİTOSANIN KAPLAMA MATERYALİ OLARAK ET
ENDÜSTRİSİNDE KULLANIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Halil İbrahim KAHVE

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Ayhan DURAN

AKSARAY, 2016

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ONAY BELGESİ

Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 142324301 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi, “Halil İbrahim KAHVE”, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “Kitosanın kaplama materyali olarak et endüstrisinde kullanımı” başlıklı tezini, aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr. Ayhan DURAN

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Özen ÖZBOY ÖZBAŞ

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ

Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Mehmet AKBULUT

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

Teslim Tarihi: 13.12.2016

Savunma Tarihi: 30.12.2016

ÖNSÖZ

İnsan beslenmesinde önemli yer tutan hayvansal gıdalardan birisi de kırmızı ettir. Kırmızı et hem taze bir ürün oluşundan hem de taşıdığı niteliklerden ötürü raf ömrü kısa olan bir üründür. Raf ömrünün kısa oluşu ise etin taşınması ve depolanmasını güçleştirmektedir. Var olan depolama sistemleri ise yüksek maliyetlerden ötürü kullanılamamaktadır. Son yıllarda gıdaların muhafazasında yenilebilir kaplama materyalleri kullanılmay başlanmıştır. Yenilebilir film ve kaplamalar, gıdayla birlikte tüketilebilen, doğal kaynaklardan elde edilen, nem, gaz ve katı hareketliliğini kontrol edebilen, düşük maliyetli kaplamalardır. Bu çalışmada yenilebilir bir film olarak kullanılan kitosanın ve vakum paketlemenin kırmızı etlerdeki mikrobiyal ve kimyasal değişimlere etkisi araştırılmıştır.

Halil İbrahim KAHVE
Aralık, 2016

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserleri her kullanışında alıntı yaparak yararlandığımı belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Halil İbrahim KAHVE
İmza

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım süresince bilgi ve deneyimiyle bana yol gösteren, tezimin hazırlanmasında yardımlarını ve yönlendirmelerini esirgemeyerek büyük katkı sağlayan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Ayhan DURAN' a sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tez sürecim boyunca her zaman beni destekleyen Doç. Dr. Mustafa ARDIÇ'a Aksaray Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü mesai arkadaşlarım Arş. Gör. Cemil GEZGİN'e, Arş. Gör. M. Haydar TERZİ'ye Arş. Gör. A. Tarık TORUN'a, Arş. Gör. Hakan ERASLAN'a ve tez çalışmam sırasında karşılaştığım aksaklıklarda yardımını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Melayib BİLGİN hocama sonsuz teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan ve bana her konuda destek olan annem Nevin KAHVE' ye, babam İlyas KAHVE'ye ve ailemin diğer fertlerine çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	ii
DOĞRULUK BEYANI.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÖZET.....	vii
ABSTRACT	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
SİMGELER DİZİNİ	xi
KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	2
1.1 Dünyada Et Endüstrisinin Genel Durumu.....	2
1.2 Avrupa Birliğinde Et Endüstrisinin Güncel Durumu	2
1.3 Türkiye’ de Et Endüstrisinin Genel Durumu.....	3
2.YENİLEBİLİR FİMLER VE KAPLAMALAR.....	7
2.1 Yenilebilir Filmlerin Temel Kullanım Amaçları.....	8
2.2 Yenilebilir Filmlerin Sınıflandırılması	8
2.2.1 Polisakkarit bazlı kaplamalar	9
2.2.2 Protein bazlı kaplamalar	9
2.2.3 Lipid bazlı kaplamalar	10
2.2.4 Karma kaplamalar	10
3. KİTOSAN	11
3.1 Kitin ve Kitosanın Kimyasal Yapısı.....	13
3.2 Kitinden Kitosan Üretimi	14
3.2.1 Kimyasal yöntem	15
3.2.2 Biyolojik yöntem	16
3.3 Kitosanın Özelliklerine Etki Eden Parametreler	17
3.3.1 Deasitalasyon derecesi	17

3.3.2 Molekül ağırlığı	17
3.3.3 Viskozite	17
3.3.4 Çözünürlük.....	18
3.3.5 Renk	18
3.4 Kitosanın Kullanım Alanları	19
3.4.1 Kitosanın gıda endüstrisinde kullanımı	20
3.5 Kitosanın et endüstrisinde kullanımıyla ilgili araştırmalar	22
4. MATERYAL VE METOT	25
4.1 Materyal.....	25
4.1.1 Dana Eti	25
4.1.2 Kitosan solüsyonunun hazırlanması	26
4.1.3 Etlere Kitosan Solüsyonunun Uygulanması	27
4.1.4 Vakum Paketli Etlerin Hazırlanması	28
4.2 Metot	29
4.2.1 TBA analizi.....	29
4.2.2 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Sayısı	30
4.2.3 Staphylococcus Aureus Sayısı	30
4.2.4 Salmonella Testi	31
5. BULGULAR VE TARTIŞMA	34
5.1 Bulgular	34
5.2 Tartışma.....	56
5.2.1 Toplam mezofil aerob bakteri sayısına etki	56
5.2.2 Staphylococcus aureus sayısına etki	57
5.2.2 TBA sayısına etki.....	58
KAYNAKLAR	60
ÖZGEÇMİŞ.....	67

ÖZET

KİTOSANIN KAPLAMA MATERYALİ OLARAK ET ENDÜSTRİSİNDE KULLANIMI

Bu çalışmada karbonhidrat bazlı yenilebilir bir film materyali olan kitosan ve vakum ambalajlamanın, kırmızı etlerin mikrobiyal ve kimyasal özelliklerine etkisi araştırıldı. Kırmızı etlerin yüksek su kapasitesili taze ürünler olmasından dolayı, raf ömürleri kısadır. Bu nedenle son zamanlarda kırmızı etlerin raf ömürlerini artırmaya yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle yenilebilir olması, toksik hiçbir etkisinin olmaması, antimikrobiyal ve antifungal etkisi gibi birçok avantajından dolayı kitosan da et endüstrisinde yenilebilir kaplama olarak kullanılmaktadır.

Çalışmada normal kırmızı et, kitosanla kaplanmış kırmızı et, vakum ambalajlanmış kırmızı et ve kitosanla kaplanmış vakum ambalajlanmış etler +4°C’de depolanmıştır. Vakum ambalaj uygulanmamış etlerde depolama süresi 7 gün seçilmiş ve numuneler 0, 3, 5 ve 7. günlerde analize alınmıştır. Vakum ambalajlı etlerde ise depolama süresi 45 gün seçilmiş ve numuneler 0, 15, 30 ve 45. günlerde analize alınmıştır.

Kitosan kaplama ve vakum ambalajlama uygulanmış kırmızı etlerde mikrobiyolojik olarak toplam mezofil aerob bakteri sayısı, *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella* analizleri yapılmıştır. Kimyasal olarak ise etlerdeki TBA sayıları incelenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda kitosanın, toplam mezofil aerob bakteri sayısı ve *Staphylococcus aureus* sayısındaki artışı önemli ölçüde ($p<0,05$) engellediği, vakum paketlemenin ise kırmızı ette TBA sayısını düşürmede daha etkili olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kırmızı et, kitosan, kaplama, vakum, paketleme, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, TBA.

ABSTRACT

THE USE OF CHITOSAN AS A COATING MATERIAL ON MEAT INDUSTRY

In this study, chitosan which is a material of carbohydrate based edible films and its effects on vacuum packaging and microbial and chemical properties of red meat were studied. Red meat has a limited shelf life due to being fresh with having high amount of water activity. Therefore, plenty of studies have recently been carried out to enhance the shelf life of red meat. For this reason, chitosan is also used as an edible packaging material due to many advantages such as being edible, having no toxic effects and showing antimicrobial and antifungal activity and so on.

In the study, normal red meat, normal red meat covered with chitosan, red meat which is vacuum packaged and vacuum packaged plus chitosan covered red meat were stored at + 4°C. The storage time of meat samples which are not vacuum packaged were selected as to be 7 days and during this time the samples were analyzed on the first, third, fifth and seventh days, respectively. On the other hand, the storage time of vacuum packaged red meats were selected as to be 45 days and during this time the samples were analyzed on the first, fifteenth, thirtieth and forty fifth days, respectively.

Total mesophile aerob bacteria, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* counting analysis were performed on chitosan coated and vacuum packaged red meat samples. As a chemical analysis, on the other hand, TBA numbers were analyzed.

It has been concluded that chitosan remarkably inhibited the the growth of total mesophile aerobes, *Staphylococcus aerus* ($p<0,05$) and that vacuum packaging was more effective on reducing the TBA number on red meat.

Key Words: Meat, chitosan, coating, vacuum, packaging, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, TBA.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1: Yıllara göre kesilen hayvan sayıları.	5
Şekil 3.1: Kitosanın toz halindeki görünümü.	11
Şekil 3.2: Kitinin kimyasal formülü.	13
Şekil 3.3: Kitosanın kimyasal formülü.	14
Şekil 4.1: Buzdolabında depolanmaya hazır etler.	26
Şekil 4.2: Kitosan solüsyonunun hazırlanması.	27
Şekil 4.3: Kitosan solüsyonu uygulanmış etin görünümü.	28
Şekil 4.4: Vakum ambalajlanmış etler.	28
Şekil 4.5: TBA analizi için hazırlanan destilasyon düzeneği.	29
Şekil 4.6: Toplam Mezofil Aerob Bakterilerin Genel Görünümü.	30
Şekil 4.7: <i>Staphylococcus aureus</i> ' un petride görünümü.	31
Şekil 4.8: <i>Staphylococların</i> genel görünümü.	31
Şekil 4.9: Singlepath Salmonella Test Kiti.	32
Şekil 4.10: Singlepath Salmonella test kitinin uygulanışı.	33
Şekil 5.1: Farklı uygulama şekillerinin kırmızı etteki TMAB sayılarına etkisini gösteren grafik.	35
Şekil 5.2: Farklı uygulama şekillerinin kırmızı etlerdeki <i>Staphylococcus aureus</i> sayısına etkisini gösteren grafik.	42
Şekil 5.3: Farklı uygulama şekillerinin kırmızı etteki TBA sayısına etkisini gösteren grafik.	50

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1: Dünya geneli hayvan sayısı kesilen hayvan ve et üretimini gösteren çizelge (USDA, 2013).	2
Çizelge 1.2: Avrupa Birliğinde hayvan varlığı ve kırmızı et üretimi (URL-1).	2
Çizelge 1.3: Türkiye’de 1991-2013 yılları arasında kesilen hayvan sayısı ile et üretim miktarları.	4
Çizelge 5.1: Toplam mezofil aerob bakteri sayıları log kob/gr.	35
Çizelge 5.2: Farklı uygulama şekillerinin 0. günde kırmızı etteki TMAB sayısına etkisine ait varyans analizi sonuçları.	36
Çizelge 5.3: Farklı uygulama şekillerinin 3. günde kırmızı etteki TMAB sayısına etkisine ait varyans analizi sonuçları.	36
Çizelge 5.4: Farklı uygulama şekillerinin 3. günde kırmızı etteki TMAB sayısına etkisine ait Duncan testi sonuçları.	37
Çizelge 5.5: Farklı uygulama şekillerinin 5. günde kırmızı etteki TMAB sayısına etkisine ait varyans analizi sonuçları.	37
Çizelge 5.6: Farklı uygulama şekillerinin 5. günde kırmızı etteki TMAB sayısına etkisine ait Duncan testi sonuçları.	38
Çizelge 5.7: Farklı uygulama şekillerinin 7. günde kırmızı etteki TMAB sayısına etkisine ait varyans analizi sonuçları.	38
Çizelge 5.8: Farklı uygulama şekillerinin 7. günde kırmızı etteki TMAB sayısına ..	39
etkisine ait Duncan testi sonuçları.	39
Çizelge 5.9: TMAB analizi sonuçlarının günlere karşı değişimlerini gösteren varyans analizi sonuçları.	39
Çizelge 5.10: Normal kırmızı ette tespit edilen TMAB sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.	40
Çizelge 5.11: Kitosanla kaplanmış kırmızı ette tespit edilen TMAB sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.	40
Çizelge 5.12: Vakum Paketlenmiş Kırmızı Ette tespit edilen TMAB sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.	41
Çizelge 5.13: Kitosanla kaplanmış vakum paketlenmiş kırmızı ette tespit edilen TMAB sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.	41
Çizelge 5.14: <i>Staphylococcus aureus</i> bakteri sayıları.	42
Çizelge 5.15: Farklı uygulama şekillerinin 0. günde kırmızı etteki <i>Staphylococcus aureus</i> sayısına etkisine ait varyans testi sonuçları.	43
Çizelge 5.16: Farklı uygulama şekillerinin 3. günde kırmızı etteki <i>Staphylococcus aureus</i> sayısına etkisini gösteren varyans analizinin sonuçları.	43

Çizelge 5.17: Farklı uygulama şekillerinin 3. günde kırmızı etteki <i>Staphylococcus aureus</i> sayısına etkisini gösteren Duncan testi sonuçları.	43
Çizelge 5.18: Farklı uygulama şekillerinin 5. günde kırmızı etteki <i>Staphylococcus aureus</i> sayısına etkisini gösteren varyans analizinin sonuçları.	44
Çizelge 5.19: Farklı uygulama şekillerinin 5. günde kırmızı etteki <i>Staphylococcus aureus</i> sayısına etkisini gösteren Duncan testi sonuçları.	44
Çizelge 5.20: Farklı uygulama şekillerinin 7. günde kırmızı etteki <i>Staphylococcus aureus</i> sayısına etkisini gösteren varyans analizinin sonuçları.	45
Çizelge 5.21: Farklı uygulama şekillerinin 7. günde kırmızı etteki <i>Staphylococcus aureus</i> sayısına etkisini gösteren Duncan testi sonuçları.	45
Çizelge 5.22: <i>Staphylococcus aureus</i> analizi sonuçlarının günlere karşı değişimlerine ait grup istatistiklerinin varyans analizi sonuçları.	46
Çizelge 5.23: Normal Kırmızı Ette tespit edilen <i>Staphylococcus aureus</i> sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.	46
Çizelge 5.24: Kitosanla kaplanmış kırmızı ette tespit edilen <i>Staphylococcus aureus</i> sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.	47
Çizelge 5.25: Vakum Ambalajlanmış Kırmızı Ette tespit edilen <i>Staphylococcus aureus</i> sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.	47
Çizelge 5.26: Kitosanla kaplanmış vakum ambalajlı ette tespit edilen <i>Staphylococcus aureus</i> sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.	48
Çizelge 5.27: <i>Salmonella</i> var/yok testi sonuçları	49
Çizelge 5.28: TBA analizi sonuçları.	50
Çizelge 5.29: Farklı uygulama şekillerinin 0. günde kırmızı etteki TBA sayısına etkisini gösteren varyans analizi sonuçları.	51
Çizelge 5.30: Farklı uygulama şekillerinin 3. günde kırmızı etteki TBA sayısına etkisini gösteren varyans analizi sonuçları.	51
Çizelge 5.31: Farklı uygulama şekillerinin 3. günde kırmızı etteki TBA sayısına etkisini gösteren Duncan testi sonuçları.	51
Çizelge 5.32: Farklı uygulama şekillerinin 5. günde kırmızı etteki TBA sayısına etkisini gösteren varyans analizi sonuçları.	52
Çizelge 5.33: Farklı uygulama şekillerinin 5. günde kırmızı etteki TBA sayısına etkisini gösteren Duncan testi sonuçları.	52
Çizelge 5.34: Farklı uygulama şekillerinin 7. günde kırmızı etteki TBA sayısına etkisini gösteren varyans analizi sonuçları.	53
Çizelge 5.35: Farklı uygulama şekillerinin 7. günde kırmızı etteki TBA sayısına etkisini gösteren Duncan testi sonuçları.	53
Çizelge 5.36: TBA analizi sonuçlarının günlere karşı değişimlerine ait grup istatistiklerinin varyans analizi sonuçları	54

Çizelge 5.37: Normal kırmızı ette tespit edilen TBA sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.	54
Çizelge 5.38: Kitosanla kaplanmış kırmızı ette tespit edilen TBA sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.	55
Çizelge 5.39: Vakum ambalajlanmış kırmızı ette tespit edilen TBA sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.	55
Çizelge 5.40: Kitosanla kaplanmış vakum ambalajlanmış kırmızı ette tespit edilen TBA sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.	56



SİMGELER DİZİNİ

nm	Nanometre
gr	Gram
kg	Kilogram
l	Litre
°C	Celcius (Santigrad derece)
ml	Mililitre
pH	Hidrojen iyon konsantrasyonu

KISALTMALAR DİZİNİ

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BPW	Buffered Pepton Water
DNA	Deoksiribonükleik Asit
FAO	Food and Agriculture Organization
HCl	Hidroklorik asit
ISO	International Organization for Standardization
KOB	Koloni oluşturan birim
MRD	Maximum Recovery Diluent
mRNA	Mesajcı Ribonükleik Asit
NaOH	Sodyum hidroksit
PCA	Plate Count Agar
PDA	Potato Dextrose Agar
RVS	Rappaport Vasiliadis Soy Broth
TAGEM	Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
TBA	Tiyobarbitürik asit,
TBARS	Thiobarbituric acid reactive substances
TMAB	Toplam mezofil aerob bakteri
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumunu
USD	United States Dollar
USDA	United States Department of Agriculture

1. GİRİŞ

1.1 Dünyada Et Endüstrisinin Genel Durumu

Günümüzde artan nüfus ve azalmakta olan doğal kaynaklar yüzünden yeterli ve dengeli beslenmenin önemi giderek artmıştır. Bireylerin sağlıklı beslenmeleri için gerekli temel gıda maddelerinin bitkisel ve hayvansal kaynaklı olması, ülkelerde tarım politikalarının kurulmasını ve geliştirilmesini gerektirmektedir. Böylece, bireylerin gerekli gıda maddelerine istenen düzeyde ve minimum maliyetle ulaşmaları sağlanacaktır.

Hayvansal gıdalarda bulunan proteinler, eksojen aminoasitleri içermesinden dolayı tam proteinler olarak kabul edilir ve beslenme açısından önem taşırlar. Yapılan araştırmalar yeterli ve dengeli beslenmek için günlük protein ihtiyacının %40-50' sinin hayvansal kaynaklı gıdalardan (kırmızı et, beyaz et, süt ve yumurta) karşılanması gerektiğini söylemektedir. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) verilerine göre gelişmiş ülkelerde günlük diyetin %70' ini hayvansal kaynaklı gıdaların oluşturduğu, ülkemizde ise bu oranın %27 civarında olduğu belirtilmektedir. Hayvansal kaynaklı gıda tüketiminde gelişmiş ülkelerle arasında önemli bir fark bulunan ülkemizde, bu farkın özellikle kırmızı et tüketiminde olduğu dikkat çekmektedir (Türkiye Kırmızı Et Sektörü ve Rekabet Politikası, 2010).

Dünya genelinde kırmızı et üretimi incelendiğinde, 2013 yılı itibariyle toplam 4 milyar 613 milyon büyük ve küçükbaş hayvan varlığı tespit edilmiştir. Bunlardan 2 milyar 660 milyonu kesilmiş ve toplamda 189 milyon ton kırmızı et üretilmiştir. Dünya genelinde türlere göre kırmızı et üretim oranları incelendiğinde ise, sığır etinin %33'lük bir paya sahip olduğu görülmektedir. Türkiye ve diğer ülkeler arasındaki tüketim tercihi farklılıklarından dolayı, Türkiye'de sığır etinin, toplam kırmızı et üretimindeki payı çok yüksektir (Serhat Kalkınma Ajansı, 2015).

Çizelge 1.1: Dünya geneli hayvan sayısı kesilen hayvan ve et üretimini gösteren çizelge (USDA, 2013).

TÜR	Hayvan Sayısı	Kesilen (baş)	Et Üretimi	Et Üretimi Payı
Koyun	1.078.948.201	537.791.052	8.532.257	4, 5
Sığır	1.428.636.207	295.771.893	62.325.464	33, 0
Manda	194.168.699	24.355.890	3.411.523	1, 8
Domuz	965.855.414	1.375.216.72	109.215.302	57, 8
Keçi	921.431.865	425.947.124	5.168.151	2, 7
Deve	24.085.522	1.729.262	360.014	0, 2
TOPLAM	4.613.125.908	2.660.811.94	189.012.711	100, 0

Nisan 2013 tarihli veriler ışığında dünyadaki sığır sayısı incelendiğinde ilk sırada Hindistan'ın 327 milyon baş hayvan sayısı ile geldiği görülmektedir. Hindistan'dan sonra ise 203 milyon baş hayvan sayısı ile Brezilya gelmektedir. Brezilya'yı ise 104 milyon baş hayvan sayısı ile Çin izlemektedir. Dünya'da üretilen toplam sığır ve manda eti miktarı ise ilgili yıl verilerine bakıldığında 65,7 milyon ton olmuştur. Bu değer toplam et üretiminin %34,8'ini oluşturmuştur (USDA, 2013).

1.2 Avrupa Birliğinde Et Endüstrisinin Güncel Durumu

Avrupa Birliği (AB)' ne üye ülkeler, tarımda ve hayvancılıkta ileri teknolojilerden faydalanarak gelişmiş teknikler sayesinde büyük ölçekte üretim yapmaktadırlar. Bu durum birim alandan elde edilen gelir miktarını artırmakta ve az gelişmiş ülkelere kıyasla ciddi bir fark yaratmaktadır. AB'de Dünya düzeyi ile kıyaslandığında; hayvan sayısı düşük olmakla birlikte, üretilen kırmızı et miktarı diğer ülkelere oranla çok daha yüksek seyretmektedir.

Çizelge 1.2: Avrupa Birliğinde hayvan varlığı ve kırmızı et üretimi (URL-1).

	2011	2012
Stok (Baş)		
Sığır ve Manda	88.155.937	88.223.891
Koyun ve Keçi	111.313.593	110.341.639
Kesilen (Baş)		
Sığır ve Manda	29.725.197	27.583.220
Koyun ve Keçi	72.961.042	70.426.961
Kırmızı Et Üretim (Ton)		
Sığır ve Manda	8.306.156	7.994.796
Koyun ve Keçi	1.016.761	992.749

Avrupa’da tarım ve hayvancılık alanında yaşanan bu gelişmeler, üretimdeki verimliliği giderek artırmaktadır. AB’ye üye ülkeler, sığır-manda ve koyun-keçi sayıları esas alındığında Dünya et üretiminin yaklaşık %15’ini karşılamaktadır. Avrupa kıtasındaki ülkelerin tamamı ise bu miktarın yaklaşık %30’unu karşılamaktadır. Karkas et verimleri AB ülkeleri bazında incelendiğinde ise; koyun ve kuzu da 14,8 kg, sığır ve danada hayvan başına 290 kg, koyun ve kuzu da 14,8 kg; keçi de 9,7 kg ve manda da ise 200 kg seviyelerindedir (FAO, 2014). Ayrıca AB ülkelerinde ki hayvancılık işletmelerinde, işletme başına düşen hayvan sayısı 44 baş hayvan olarak tespit edilmiştir. Ayrıca bu durum, üretim maliyetlerinin düşürülmesi yönünde yapılan uygulamaların başarılı olduğunu göstermektedir.

1.3 Türkiye’ de Et Endüstrisinin Genel Durumu

Dünya genelinde toplam sığır ve dana eti üretiminin %20,6’sını Amerika Birleşik Devletleri (ABD) oluşturmaktadır. ABD’yi %14 ile Avrupa Birliği takip etmektedir. Türkiye’nin Dünya kırmızı et üretimindeki payı incelendiğinde ise bu oranın %1,6-1,8 seviyesinde olduğu görülmektedir. Bir tarafta AB ülkelerinin ihtiyaç fazlası oluşan kırmızı et üretimi, diğer tarafta ise Türkiye’ de son yıllarda oluşan kırmızı et talebi AB için avantajlı bir durum oluşturmaktadır. Türkiye perspektifinden bakıldığında ise konu ile ilgili bütün alanlarda olumsuzluklara neden olmaktadır (Karakuş, 2011).

Türkiye’nin 1980-1984 yılları arasında toplam ihracatı 5 milyar dolarken, Ortadoğu ülkelerine yılda ortalama 300-400 milyon dolarlık kırmızı et ihracatı gerçekleştirmiştir. 1980 yılı içerisinde yapılan damızlık ithalatı, 1990 yılında başlayan kasaplık hayvan ve et ithalatları, hayvan sayılarında önemli bir düşüşe neden olmuştur. Bu düşüşten en çok etkilenen ise küçükbaş hayvan sayımız olmuştur (Kaymakçı vd., 2005).

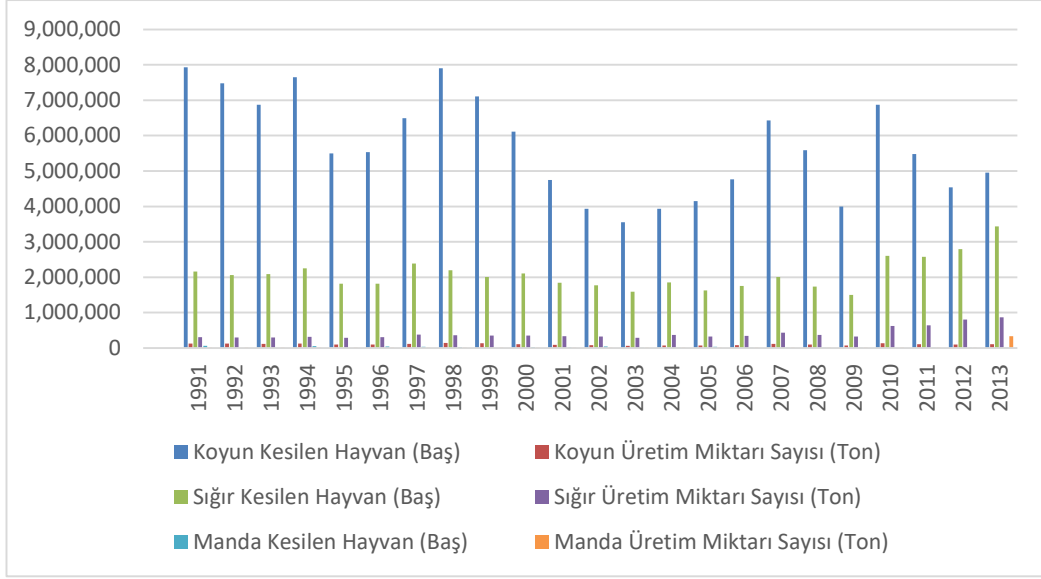
1991 yılında yaklaşık 60 milyonun üzerinde olan küçükbaş hayvan (koyun, keçi) sayısı, giderek azalarak 2009 yılında 30 milyona kadar düşmüştür. 1990 yılında nüfusumuzun 60 milyon, 2009 yılında da yaklaşık 80 milyon olduğu bilindiğine göre, bu rakamlar kişi başına düşen küçükbaş birim hayvan sayısının azaldığını göstermektedir. Son yıllarda süt fiyatlarının düşüklüğü nedeniyle büyükbaş damızlık hayvanların, özellikle doğurabilir dişilerin (anaç) kesime gönderilmesi ülke hayvan

varlığının azalmasının önemli nedenlerinden biri olarak göze çarpmaktadır (Karakuş, 2011).

2009 yılından sonra ise alınan önlemler sayesinde, ülkemizde kırmızı et üretimi 2011 ve 2013 yılları arasında her yıl istikrarlı bir şekilde artmıştır. Bu artış toplamda % 28’lik bir oran olarak kendini göstermiştir. 2011 yılında 776.915 ton olan toplam kırmızı et üretimi 2013 yılında ise 996.125 ton seviyesine ulaşmıştır (Serhat Kalkınma Ajansı, 2015). Türkiye’de 1991-2013 yılları arasında kesilen hayvan sayıları ve et üretim miktarları Çizelge 1.3’te verilmiştir.

Çizelge 1.3: Türkiye’de 1991-2013 yılları arasında kesilen hayvan sayısı ile et üretim miktarları.

Yıllar	Koyun		Sığır		Manda	
	Kesilen Hayvan (Baş)	Üretim Miktarı Sayısı (Ton)	Kesilen Hayvan (Baş)	Üretim Miktarı Sayısı (Ton)	Kesilen Hayvan (Baş)	Üretim Miktarı Sayısı (Ton)
1991	7.926.513	128.626	2.162.860	309.563	59.913	8.803
1992	7.478.617	122.887	2.064.982	300.652	54.5	7.967
1993	6.868.528	112.806	2.085.350	296.066	50.3	7.131
1994	7.650.160	126.306	2.249.483	316.654	56.705	8.162
1995	5.493.520	102.115	1.820.770	292.447	38.31	6.094
1996	5.536.300	98.127	1.816.000	301.828	20.1	3.140
1997	6.488.056	116.104	2.382.346	379.541	36.296	5.640
1998	7.899.041	144.703	2.200.475	359.273	27.257	4.762
1999	7.104.853	132.476	2.006.758	349.681	28.24	5.196
2000	6.110.853	111.139	2.101.583	354.636	23.518	4.047
2001	4.747.268	85.661	1.843.320	331.589	12.514	2.295
2002	3.935.393	75.828	1.774.107	327.629	10.11	1.630
2003	3.554.078	63.006	1.591.045	290.455	9.521	1.709
2004	3.933.973	69.715	1.856.549	364.999	9.858	1.950
2005	4.145.343	73.743	1.630.471	321.681	8.92	1.577
2006	4.763.394	81.899	1.750.997	340.705	9.658	1.774
2007	6.428.866	117.524	2.003.991	431.963	9.532	1.988
2008	5.588.906	96.738	1.736.107	370.619	7.251	1.334
2009	3.997.348	74.633	1.502.073	325.286	4.857	1.005
2010	6.873.626	135.687	2.602.246	618.584	15.72	3.387
2011	5.479.546	107.076	2.571.765	644.906	7.255	1.615
2012	4.541.122	97.334	2.791.034	799.344	7.426	1.736
2013	4.958.226	102.943	3.430.723	869.292	2.403	336.000



Şekil 1.1: Yıllara göre kesilen hayvan sayıları.

- Çizelge incelendiğinde sığır cinsinden kesilen hayvan sayısının yıllar itibariyle dalgalanma gösterdiği görülmektedir. 1991 yılına göre 2013 yılı itibariyle yaklaşık 26 bin başlık bir düşüş yaşanmasına rağmen et verimi 2013 yılında 1991 yılına göre 560 tonluk bir artış göstermiş ve 869 tona ulaştığı görülmektedir. Son 20 yılda uygulanan modern tarım teknolojilerinin ve et verimi yüksek olan simental, montofon gibi kültür ırklarının kullanılması ve bu ırkların melezlerinin yaygınlaşmasından dolayı et veriminde önemli bir artış olduğu düşünülmektedir
- Ülkemizdeki kişi başı et tüketimi, Dünya ülkeleriyle kıyaslandığında halen oldukça düşük seviyededir. Bununla birlikte, ülkemizde kişi başına düşen kırmızı et tüketimi son yıllarda dikkat çekici bir artış göstererek 16 kg seviyesine yükselmiştir. Bu artışa rağmen kişi başı et tüketiminin halen düşük olmasının nedeni ise canlı hayvan arzının ülke nüfusuna göre yeterli olmayışı (kişi başına düşen kırmızı et üretiminin 11 kg seviyesinde olması) ve bu arz eksikliğinin yarattığı fiyat artışının hane halkı alım gücünden yüksek olması olarak düşünülmektedir (Yörük, 2013).
- Yukarıda bahsedilen dezavantajlar dışında bunlarla birlikte ülkemizde gelişmiş ülkelere nazaran sektörel dezavantajlar bulunduğu da göz ardı edilmemelidir. Sektörel dezavantajların başlıca nedenleri ise ırk ıslahının yeterli seviyede yapılmaması ve verimliliği yüksek ırkların yeterince yaygınlık kazanmaması, besiye yönelik yem bitkisi üretiminin yetersiz olması olarak sıralanabilir. Her ne

kadar ülkemizde kesilen hayvan sayısına oranla elde edilen et miktarı günden güne artsa da Türkiye’de hayvan başına et veriminin, gelişmiş ülkelere kıyasla halen çok düşük seviyede olduğu unutulmamalıdır.

- Bu bağlamda Dünya’daki gelişmeler takip edildiğinde et endüstrisinde; gen teknolojisi, modern mezbaha otomasyonlarının kurulması, sıcak ayırma teknolojisi, analizlerde yeni spektrofotometrik yöntemlerin kullanılması, ıslanlama yöntemleri, yenilebilir film kaplamalar gibi konuların yoğun şekilde çalışıldığı görülmektedir. Bu uygulamaların hem hayvan başına düşen et verimini artırmak hem de üretilen etlerin raf ömürlerini uzatmak amacıyla yapıldığı bilinmektedir.



2.YENİLEBİLİR FİLMLER VE KAPLAMALAR

Gıdaların dış etkenlerden korunması, raf ömürlerinin artırılması amacıyla gıdaların yüzeyinde oluşturulan ince tabakalı, gıdayla birlikte tüketilebilen, sentetik olmayan, doğal kaynaklardan elde edilen gıdaların dış yüzeylerine veya gıda katmanları arasına uygulandığında nem, gaz ve katı hareketliliğini kontrol eden, tüketilebilir özellikteki ambalaj materyallerine yenilebilir filmler veya kaplamalar denmektedir (Işık vd., 2013). Yenilebilir filmler ve kaplamalar, düşük atık özellikleri, az maliyetli olmaları ve paket açıldıktan sonrada koruma sağlamalarından dolayı gıda endüstrisinde giderek popülerleşmeye başlamıştır (Cha ve Chinnan, 2004). Bunlar proteinlerden, polisakkaritlerden ve yağlardan hazırlanan devamlı matrisler olarak tanımlanmıştır (Çağrı vd., 2004).

12. ve 13. yüzyılda Çin’de portakallar ve limonların su kaybını yavaşlatmak için balmumuna daldırıldığı belirtilmektedir (Hardenberg, 1967). 15. Yüzyılda, Japonya’da ilk yenilebilir film soya sütünden geliştirilmiştir (Debeaufort vd., 1998). 16. Yüzyılda İngiltere’de rutubet kaybını önlemek için gıdalar domuz yağı ile kaplanmıştır. Örneğin; bu kaplamalar etlerde büzülmeyi önlemek için uygulanmıştır (Krochta vd., 1994). 19. Yüzyılda, fındık ve bademler, depolama süresince meydana gelen oksidasyon ve ransiditeyi önlemek için sakarozla kaplanmıştır (Debeaufort vd., 1998).

Günümüzde sebze, meyve, kuruyemiş, et, et ürünleri, süt, süt ürünleri, şekerler, tabletler olmak üzere çok sayıda endüstriyel gıdalar bulunmaktadır. Yenilebilir filmler genellikle bu alanların hepsinde kullanılabilir niteliktedir. Uygulama metotları ise köpükleme, püskürtme, dökme, damlatma ve daldırma metotlarıdır. Bu metotların hangisinin kullanılabilirliğinin belirlenmesinde gıdaların özellikleri ve tüketicilerin ihtiyaçları önemlidir. Özellikleri açısından birçok farklı şekilde (yenilebilir kaplama, antimikrobiyal kaplama vb.) bulunabilen kaplama çeşitlerinin son yıllarda önemi gittikçe artmaktadır. Bu kaplamalar (ambalajlar), cam, teneke ve polimer gibi ticari ambalajlama malzemelerine göre alternatif olarak geliştirilmiş

olup, günümüzde de hızla geliştirilmeye devam etmektedir. Bu ambalajlarla yüzeyleri kaplanmış olan meyve ve sebzelerin solunumu yavaşladığından olgunlaşma da gecikmektedir. Dolayısıyla mevsimine ait olmayan meyveleri, sebzeleri, daha diri, tat ve kokusu daha iyi şekilde yeme şansımız olmaktadır. Kaplama materyallerinin en önemli işlevlerinden biri de su buharı geçişine karşı gösterdikleri dirençtir. Bu sayede gıda maddelerinin ağırlık kayıpları azaldığı saptanmıştır (Krochta ve Johston, 1997). Gıda ambalajlama sistemleri, uygun gaz ve su geçirgenliği özelliğine, kimyasal ve mikrobiyolojik faktörlerden dolayı ürünün bozulmasını önleyen gaz atmosferi şartlarına uygun ambalajlama materyalinin seçiminin doğru yapılmasına dayanmaktadır. Gıda maddelerine uygulanan kaplamalar da ekstra bir çok avantaja sahip gıda ambalaj materyalleridir (Var vd., 2006).

2.1 Yenilebilir Filmlerin Temel Kullanım Amaçları

Günümüzde gıda endüstrisinde birçok alanda yaygın şekilde kullanılan yenilebilir film ve kaplamaların temel kullanım amaçları şu şekilde sıralanabilir;

- Nem ve oksijen etkilerine karşı gıdaları korumak
- Gıdaların yüzeyindeki kurumaları engellemek
- Yüzeydeki mikrobiyal bozulmaları geciktirmek
- Heterojen gıda maddelerinin su aktivitelerini korumak ve solütler, pigmentler, ve aromaların transferlerinin kontrolü
- Salamuranın absorpsiyonunu ve şurupların veya kızartma yağlarının osmotik dehidrasyonunu engellemek
- Üretim aşamalarında bozulmayı azaltmak ve yapısal bütünlüğü geliştirmek
- Yağlı olmayan veya yapışmayan gıdalarda yüzey görevini yerine getirmek
- Küçük porsiyonların birbirine yapışmasını önlemek
- Gıdalarda renk, aroma ve tat özelliklerini geliştirmek
- Üretim ve depolama aşamalarında lezzeti yakalamak

2.2 Yenilebilir Filmlerin Sınıflandırılması

Yenilebilir filmler genel olarak dört büyük başlıkta sınıflandırılabilir. Bunlar polisakkarit bazlı filmler, protein bazlı filmler, lipid bazlı filmler ve karma (kompozit) filmlerdir (Duran vd., 2015).

2.2.1 Polisakkarit bazlı kaplamalar

Genellikle, gaz geçirgenliklerinin düşük olması nedeniyle selüloz, pektin, kitin, kitosan, nişasta, yosun ve gam maddeleri gibi polisakkaritlerden elde edilen yenilebilir kaplamalar daha avantajlıdır. Fakat doğada hidrofilik yapıda olan bu polisakkaritler, fiziksel nem bariyerleri olarak çok iyi görev yapamamaktadır (Ali vd., 1997). Bu kaplamaların su buharı basıncına karşı bir nem bariyeri olarak görev yapmaları sayesinde, polisakkarit kaplamalarla kaplanan ürünün nem içeriğinin korunmasını sağlanmaktadır.

Bazı kaplamalar, nem kaybını korumaya ek olarak, oksijene karşı daha az geçirgenlik gösterebilmektedir. Örneğin, nişastadan yapılan amiloz kaplamalar oksijen geçirgenliğini önemli düzeyde azaltmaktadır (Baldwin, 1994).

Bununla beraber, patates nişastasından yapılan kaplamaların cevizlerde oksijen geçirgenliğini 1000 kat azalttığı tespit edilmiştir (Hurtado vd., 2001).

Kahverengi yosundan elde edilen bir polisakkarit olan alginatın, ürünün nem kaybını önlemekle beraber lipid oksidasyonu ile artan acılaşma üzerine olumlu etki yaptığı saptanmıştır. Kırmızı deniz yosunundan elde edilen bir polisakkarit olan karragenan ise yapay bir nem tabakası gibi görev yaparak, ürünün nem kaybını önemli seviyede azaltmıştır.

Selülozdan yapılan kaplamalar ise, ürüne oksijen girişini azaltmakta ve sınırlandırmakta, ürünün üzerinde bir su tabakası oluşturarak su kaybının bu tabakadan gerçekleşmesini sağlamaktadır (Koyuncu ve Savran, 2002).

2.2.2 Protein bazlı kaplamalar

Protein kaplamalar, genellikle hidrofilik yapıda ve nem absorpsiyonuna karşı duyarlı olduklarından dolayı, kaplamalar olarak en az geliştirilen materyal olarak göze çarpmaktadır. Bu nedenle nem ve sıcaklıktan çok fazla etkilendikleri bilinmektedir.

Film oluşturucu olarak kullanılan bitkisel kökenli proteinler arasında; mısır zeini, buğday gluteni, soya proteini, yer fıstığı proteini ve çiğit proteini sayılabilir. Keratin, kollajel, jelatin, kazein ve peynir altı proteini hayvansal kökenli kaplama materyalleridir. Sütten elde edilen kazein, dolmalık kabakta su kaybını azaltmak için emülsiyon kaplamalar şeklinde kullanılmaktadır. Peynir altı suyu proteininde

hazırlanan kaplamalar oksijen ve yağa karşı mükemmel seviyede bariyer oluşturmaktadır.

Bu kaplamalar ürüne yüksek oranda parlaklık kazandırır ve şellak reçinesi yerine ürünlerde kullanılabilirler. Mısırdaki zein proteini ise sert kabuklu ürünlerde oksitadif acılaşıma, bayatlama ve nemlenmeyi önlemek amacıyla kullanılmıştır.

Protein kökenli kaplamalar etkili nem bariyerleri olmadıkları için meyve ve sebzelerde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Bu nedenle süt proteinlerinin iyi gaz bariyerleri olduğu, fakat nem geçirgenliklerinin yüksek olması nedeniyle lipidlerle karıştırılarak kompleks kaplamalar şeklinde kullanılır (Koyuncu ve Savran, 2002).

2.2.3 Lipid bazlı kaplamalar

Bu tip kaplamalar, öncelikle, nem kaybına karşı iyi bariyerler olmalarını sağlayan hidrofobik özellikleri nedeniyle avantajlıdır. Ürünün solunumunu azaltarak, ömrünün uzamasını da sağlamaktadırlar. Ayrıca yüzey parlaklığını sağlamak amacıyla meyve ve sebzelerde kullanılabilmektedir (Koyuncu ve Savran 2002, Cha ve Chinnan 2004).

2.2.4 Karma kaplamalar

Bu kaplamalar; hidrofilik bir karışım içinde hidrofobik partiküllerin bulunduğu heterojen kaplamalar olarak hazırlanmaktadır. Bu kaplamaların özellikleri su buharı bariyer özelliklerine sahip olmaları ve suda çözünen bir kaplama özelliğinde olmalarıdır. Örnek olarak, polisakkarit kökenli kaplamalar üründen daha fazla ağırlık kaybına neden olurlarken, düşük oksijen geçirgenliğine sahip olan lipidleri içeren kaplamalar ise oksijensiz solunuma neden olmaktadır. Bu iki kaplama materyalinin kullanıldığı sukroz, yağ asiti esterleri gibi karma kaplama materyalleri geliştirilmiştir.

Kitosan ve laurik asit bulunan karma bir kaplamanın, kitosana nazaran su buharına karşı daha az geçirgenliğe sahipken, daha yüksek gaz geçirgenliğine sahip olduğu saptanmıştır.

Laurik asit; palmitik, oktanoik veya bütirik asitler; metil laurat, asetilli monogliseric veya propilen glikol stearat ile değiştirildiği zaman, su buharı geçiş oranının arttığı bulunmuştur. Sadece laurik asit içeren formülasyonlar, su kaybına karşı daha etkin bir bariyer özelliği göstermişlerdir (Koyuncu ve Savran, 2002).

3. KİTOSAN

Dünya genelinde, deniz ürünleri üreten şirketler tarafından büyük miktarda yengeç ve karides kabuğu değerlendirilemeden atık olarak çevreye atılmaktadır. Özellikle son yıllarda atıkların yeniden değerlendirilmesi stratejilerinin gündeme gelmesiyle birlikte, kabuklu su ürünlerinin atıkları çürümeye bırakılmak yerine, kimyasal veya biyolojik yöntemlerle yeniden değerlendirilmekte ve yeni ürünler elde edilmektedir. Bu şekilde elde edilen ürünlerin başında kitin gelmektedir. Kitinin başlıca türevi ise kitosandır (Demir ve Seventekin 2009, Kuzgun ve İnanlı 2013).



Şekil 3.1: Kitosanın toz halindeki görünümü.

Kitin doğada genellikle, deniz yosunları, deniz kabukluları, tek hücreliler (kamçılılar, amip kirpikliler vs.), selentereler, yumuşakçalar, bakteriler, mantarlar, böcekler ve bazı bitkilerde bulunur. En zengin kitin kaynaklarına bakıldığında ise; yengeç, karides, ıstakoz ve kerevit (tatlısu ıstakozu) kabukları karşımıza çıkmaktadır (Çalıklı vd., 2008). Kitin; ayrıca eklem bacaklı hayvanların da ana maddesidir.

Kitosan polimeri, biyopolimerler grubundan olup, tüm biyopolimerlerde olduğu gibi biyolojik ve kimyasal olarak üretilmekte ve benzersiz fonksiyonel avantajlara sahip

olduğu bilinmektedir. Biyopolimerler, sahip oldukları fonksiyonel özellikler nedeniyle değişik kullanım alanlarına sahiptir. Bunlar arasında stabilizatör, jelleştirici, bağlayıcı, dağıtma ajanı, kalınlaştırıcı, kayganlaştırıcı, ilaç taşıyıcı ajan olarak kullanıldığı alanlar sayılabilir. Biyopolimerlerin çoğunun günümüzde ticari olarak kullanıldığı bilinmekte ve gelecekte kullanımının artacağı düşünülmektedir (Varlık vd., 2004).

Kitin, selülozdan sonra dünyada en yaygın olarak bulunan ikinci biyopolimerdir. Yengeç, karides gibi kabuklu su ürünlerinin ana bileşenidir ve böceklerin iskeletinde ve mantarların hücre duvarlarının yapısında da bulunduğu bilinmektedir. Dünyada kitin üretiminin yıllık yaklaşık 150000 ton civarında olduğu belirtilmektedir. Bunun 56000 tonu karidesten, 39000 tonu çeşitli deniz kabuklularından, 32000 tonu mantarlardan ve 23000 tonu istiridyelerden elde edilmektedir (Guang, 2002). Karideste % 32 seviyesinde kitin bulunurken bu oran böcek kabuklarında yaklaşık % 23,5, yengeçte ise %17 seviyesindedir (Demir ve Seventekin, 2009).

Kitinin birçok türevi bulunmakla beraber, bunlar arasında en önemlisi ve en çok üretileni kitosandır. Kitosan, ilk kez 1811 yılında Henri Bracannot tarafından keşfedilmiştir. Bracannot, mantarlarda bulunan kitini sülfürik asitte çözmeye çalışmış ancak başarılı olamamıştır. 1894'de Hoppe-Seyler, kitini potasyum hidroksit içerisinde 180°C'de işleme sokmuş (deasetilasyon) ve asetil içeriği azaltılmış bir ürün olan "kitosan"ı elde etmiştir. 1934 yılında kitosandan film üretimi ve lif elde etmek konusunda olmak üzere iki patent alınmıştır. Aynı yıl, Clark ve Smith tarafından çok iyi oryante olmuş kitosan lifi üretimi de başarı ile gerçekleştirilmiştir (Demir ve Seventekin, 2009).

Kitin ve kitosan hakkındaki ilk kapsamlı yayın, 1977 yılında Muzarelli tarafından yapılmıştır. Daha sonra bu konuda çeşitli uluslararası sempozyumlar ve araştırmalar ile devam eden incelemeler günümüze kadar gelmiştir. Bu çok yönlü polimerlerin yeni uygulama alanlarını bulmaya ve uygulamaya yönelik akademik ve endüstriyel araştırmalar halen kapsamlı ve yoğun bir şekilde devam etmektedir (El-Tahlawy vd., 2005).

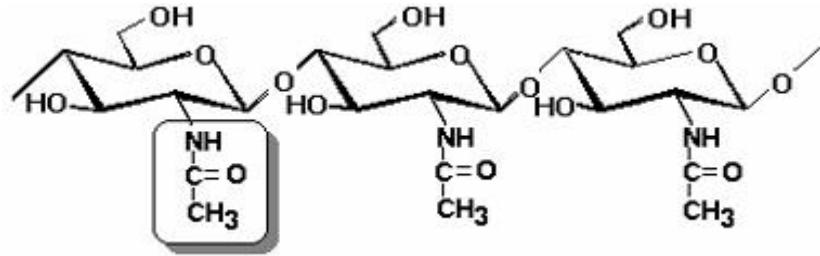
Kitin ve kitosan üretimi günümüzde özellikle ABD'nin Oregon, Washington, Virginia eyaletlerinde, ayrıca Japonya ve Antartika'daki kabuklu deniz hayvanlarından üretilen

konserve endüstrisine bağımlı olarak gerçekleştirilmektedir. Bu konuda özellikle Norveç, Meksika ve Şili gibi ülkeler çalışmalarını yürütmektedir. Örneğin “Flonac” ticari adıyla yengeç kabuklarından üretilen kitosan polimerinin 2000 yılı üretimi 1250 ton/yıl civarında olmuştur. Bir kilogramının üretim maliyeti ürün kalitesine ve üretim prosesine bağlı olarak 6 ile 32 USD arasında değişmektedir (Çaklı ve Kılınç 2004, El-Tahlawy vd., 2005).

Kabuklu su ürünleri artıklarının başta kitin olmak üzere çeşitli ürünlerin eldesi şeklinde değerlendirilmesiyle hem ekonomik açıdan kazanç hem de çevre açısından oldukça büyük yarar sağlanmış olmaktadır (Demir ve Seventekin, 2009).

3.1 Kitin ve Kitosanın Kimyasal Yapısı

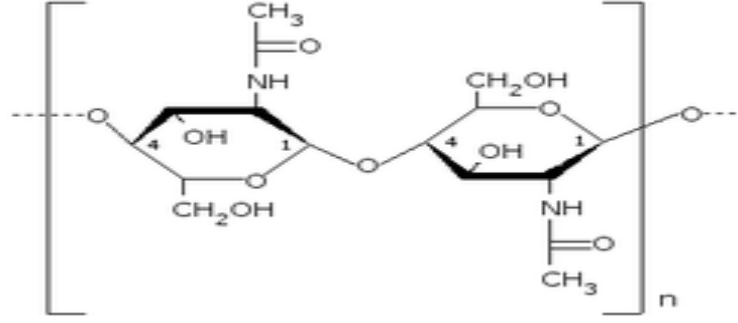
Bir polisakkarit olan kitin kimyasal olarak 2-asetamido- 2-deoksi-β-D-glukoz (N-asetil glukozamin)' dan oluşmaktadır. Kitinin düşük derecede deasetilasyonu yoluyla elde edilen kitosan ise (1→4)-2-amino-2-deoksi-D-glukoz (glukozamin) olarak bilinmektedir. Kitosan, 3 çeşit reaktif fonksiyonel gruba sahiptir. C-2, C-3 ve C-6 pozisyonlarında birinci ve ikinci hidroksil gruplarında birer amino grubu bulunmaktadır (Terbojevich ve Muzarelli, 2000).



Şekil 3.2: Kitinin kimyasal formülü.

Kokusuz, tatsız, beyaz renkte, yarı şeffaf toz veya partikül halde bulunan kitosan sindirim enzimlerine oldukça dayanıklıdır. Fakat bazı mikroorganizmalar tarafından parçalanabilir. Suda çözünmez özelliktedir ve sadece asidik çözücülerde (<6,0 pH) çözünebilmektedir. Çözündürmek için asetik, formik, laktik gibi organik asitler kullanılmaktadır. Ayrıca inorganik asitlerde çözünmesi oldukça sınırlıdır. % 1'lik hidroklorik asitte çözünür fakat sülfirik veya fosforik asitte çözünmez. Kitosan pH 6 dolaylarında çözündüğünden solüsyonlarının pH 7,0 ve üzerinde stabilitesi

bozulmaktadır. Bununla birlikte oda sıcaklığında uzun süre bekletilen kitosanın da stabilitesi bozulmaktadır (No vd., 2006).



Şekil 3.3: Kitosanın kimyasal formülü.

Kitin ve kitosanın moleküler yapıları benzer görünmesine rağmen, kimyasal özellikleri önemli derecede farklıdır. Kitin, yapısındaki molekül içi ve moleküller arası hidrojen bağları veya hidrofobik interaksiyonları nedeniyle, kimyasal olarak daha yüksek stabiliteye sahiptir. Ayrıca, kitinin kitosandan daha fazla kristalizasyona sahip olması, çeşitli uygulamalarda daha az reaktif olmasına neden olabilmektedir (Mazeau ve Rinaudo, 2004). Şüphesiz ki bu tür katkıların gıda uygulamalarında en önemli özelliklerinden biri de çözünürlükleridir. Kitosanın zincir boyunca çok sayıda katyonik kısmının olması, polariteyi ve elektrostatik itme derecesini artırarak çözünürlüğü artırmaktadır. Çözünürlük derecesi kitosanı kitinden ayıran en önemli farklardan biridir. Kitinin çözünürlüğü sınırlı olup, çözücü konusunda seçicidir. Ancak kitosan formik asit, asetik asit ve laktik asit gibi birçok sulu asit çözeltisinde çözünebilmektedir. Bununla birlikte, kitosanın polikasyonik özelliğe sahip olması, protein, anyonik polisakkaritler (alginat, karagenan ve pektin gibi), yağ asitleri ve fosfolipidler gibi negatif yüklü olabilen bileşenlerle kolay bir şekilde etkileşime girmesini sağlamaktadır (Tharanathan ve Kittur, 2003). Dolayısıyla kitosanın bu özellikleri, kitosanı gıdalarda kullanımı açısından kitine kıyasla daha avantajlı hale getirmektedir.

3.2 Kitinden Kitosan Üretimi

En bol kitin kaynakları olan ıstakoz, yengeç (Dungeness yengeci), karides (Pasifik karidesi) ve kerevit kabuklarından kolayca kitosan elde edilebilmektedir. Dünya genelinde denizcilik atıkları yıllık 1.2 milyon ton seviyesindedir. Kabuklu deniz

canlılarının yenebilir kısımları ayrıldıktan sonra bu atıkların yaklaşık %20'si değerlendirilmekte ve yeni bir ürün olarak sunulabilmektedir (Gökçe, 2008). Günümüzde kitinden kitosan eldesinde hem kimyasal hem de biyolojik yöntemler etkili şekilde kullanılmaktadır.

3.2.1 Kimyasal yöntem

Kitinden kitosan üretimi, atık kabuklarda bulunan kitinin uzaklaştırılması ve daha sonra belirli işlemlerin ardından kitosan elde edilmesi şeklinde ilerlemektedir. Bu işlem genel olarak dört aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; deprotenizasyon, demineralizasyon, ağartma ve deasetilasyon süreçleridir.

Kitin, doğal olarak birleşen polimerlerden meydana gelmektedir. Bu nedenle yapısında kuvvetli bağlı proteinler bulunmaktadır. Bu proteinler kuvvetli kovalent bağlarla bağlı olduklarından kolay ekstrakte edilemezler. Öncelikle kabuk artıkları, proteinleri çözmek için seyreltik NaOH çözeltisi ile (% 1-10) 65-100°C'de muameleye tabii tutulur. Hazırlama yöntemine bağlı olarak tepkime süresi 0.5-12 saat arasında değişmektedir. Deproteinizasyon işlemi ise; kabukların katı (kabuk):çözücü oranı 1:10 (w/v) olacak şekilde %3.5'luk sodyum hidroksit çözeltisi ile 65°C'de 2 saat boyunca sürekli karıştırılarak yapılır. Protein ekstraksiyon veriminin artırılması için deproteinizasyon basamağı demineralizasyondan daha önce gerçekleştirilir.

Demineralizasyon işleminde öncelikle, kalsiyum karbonatı kalsiyum klorür olarak çözmek için oda sıcaklığında çalkalama işlemi yapılır. Daha sonra seyreltik hidroklorik asitle ekstraksiyon yapılarak işlem tamamlanır. İşleme kurutulmuş kabukların 30 dakika 1N HCl ile oda sıcaklığında ve katı:çözücü oranı 1/15 (w/v) olacak şekilde sürekli karıştırılmasıyla devam edilir. Bu işlem sonucunda elde edilen üründe kül içeriği %31-36 arasındadır. Bu sonuç demineralizasyon işleminin önemini çok iyi göstermektedir.

Deproteinize ve demineralize işlemlerinden geçirilen kitinin rengi açık pembedir. Ona bu rengi sağlayan astaksantin pigmentidir. Fakat yapılan bu işlemlerin ardından kitinin ticari olarak kitosan olarak değerlendirilmesi için ağartma işlemine tabii tutulması gerekmektedir. Bu işlem sırasında kullanılacak olan kimyasalların ise kitinin ve kitosanın fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerini etkilemeyecek özellikte olması önemlidir. Aseton ile ekstraksiyon yapılarak beyaz kitin tozları elde edilebilmektedir.

%0.315 (v/v) sodyum hipoklorür çözeltisinde 5 dakika ağartma işlemine tabii tutulur. Sonra oda sıcaklığında 2 saat kurutulur. Burada katı: çözücü oranı 1/10 (w/v) seviyesindedir. Eğer ağartma işlemi istenen seviyede olmaz ise bu süre 1 saat daha uzatılır ve beyaz renkli kitin tozları elde edilir.

Deasetilasyon ise kitinden kitosan eldesinde kullanılan son evredir. Bu aşamada kitinin yapısındaki asetil grupları uzaklaştırılır. Böylece kitinin kitosana dönüşmesi sağlanır. Genel olarak demineralize olmuş kabuklardan elde edilen kitin; bazı asetil gruplarını veya tümünü uzaklaştırmak için derişik sodyum veya potasyum hidroksit çözeltisi (% 40-50) ile 100°C’de yarım saat kadar etkileştirilmesi ile gerçekleştirilir (katı: çözücü oranı 1.10 (w/v)) (Gökçe, 2008).

3.2.2 Biyolojik yöntem

Kitosanın mikrobiyal yöntemle sentezinde, *Mucor rouxii*, *Phycomyces blakesleeanus* gibi çeşitli mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Bu organizmaların hücre kültürleri kitosan üretimi için kullanılmaktadır. Elde edilen ürün *Aspergillus niger*’in kültür ortamına ilave edilmesiyle geliştirilmektedir. Bu yöntem sayesinde kitin deasetilasyonu sağlanmakta ve 96 saatlik inkübasyon süresi sonunda kitosan elde edilmektedir (Peker vd. 2006, Gagne 1993).

Proteazlar, kitin ve kitosan üretiminde deniz canlılarının kabuklarının deproteinizasyonu için kullanılabilmektedir.

Shimahara ve Takiguchi (1988), *Pseudomonas maltophilia*’dan elde edilen bakteriyel proteazı Crustacea kabukları ile muameleye sokmuşlardır. 24 saat sürenin sonunda kabuklardaki protein miktarının %1 seviyesine düştüğünü saptamışlardır.

Crustacea atıklarından proteinlerinin uzaklaştırılması için proteolitik enzimlerin kullanılmasına dair ilk girişimler tuna proteinaz, papain veya bakteriyel proteinazı kullanan Takeda ve Abe (1962), Takeda ve Katsuura (1964) ve Broussignac (1968) tarafından yapılmıştır. Bu araştırmacılar, enzimlerle muamele sonrasında kabuklardaki protein miktarını %5 seviyesine düşürmeyi başarmışlardır. Broussignac (1968) ise kitinden kitosan üretimi sırasında kabukların deproteinizasyonu için papain, tripsin veya pepsinin kullanılabileceğini söylemiştir (Polat, 2008).

3.3 Kitosanın Özelliklerine Etki Eden Parametreler

Kitinin çok çeşitli canlıda farklı oranlarda bulunmasından dolayı elde edilen kitosanın özellikleri farklılık gösterebilmektedir. Elde edilen kitosanın özelliklerine etki eden parametrelerden bazıları şunlardır; deasetilasyon derecesi, molekül ağırlığı, viskozite, çözünürlük ve renk.

3.3.1 Deasetilasyon derecesi

Kitin ve kitosan arasındaki temel farklılık, yapılarındaki asetil içeriğinden kaynaklanmaktadır. Aslında “Deasetilasyon Derecesi” kitinin yapısında bulunan aminoasetil gruplarından asetil grubunun uzaklaştırılma derecesini ifade etmektedir. Böylece bu işlem sonunda geride sadece amin grubu kalmaktadır. Kitosanın deasetilasyon derecesi en önemli parametre olarak sayılabilir. Çünkü başta çözünme özelliği olmak üzere birçok parametre üzerinde büyük etkisi bulunmaktadır. Kitinden kitosan elde edilmesi işleminde, deasetilasyon derecesi %60’ın üzerine çıktığında kitinin artık kitosan formuna geçtiği kabul edilmektedir (Jonathan vd. 1999, Vilchez vd. 2005). Bu deasetilasyon derecesi, kitinin hangi materyalden üretildiğine bağlı olarak ve üretim yöntemine göre %60-99 arasında değişebilmektedir.

3.3.2 Molekül ağırlığı

Kitosanın doğal ve sentetik polimerlere uygulamasında önemli olan diğer bir parametre de onun molekül ağırlığıdır. Kitin ve kitosanın molekül ağırlığı ise, elde edildiği kaynağa, üretim yöntemine ve özellikle deasetilasyon koşullarına (sıcaklık, zaman ve NaOH konsantrasyonu) bağlı olarak değişmektedir. Molekül ağırlığını etkileyen en önemli iki parametre sıcaklık ve ortamda bulunan çözünmüş oksijendir. Üretim esnasında ortamda çözünmüş oksijen varsa, kitosanın parçalanmasına neden olmakta ve molekül ağırlığını düşürmektedir. Diğer taraftan, çok yüksek sıcaklıklar da kitosanın molekül ağırlığına olumsuz etkide bulunmaktadır. Örneğin 280°C ve üzerindeki sıcaklıklarda kitosan parçalanmaya başlamakta, polimer zinciri kopmakta ve böylece molekül ağırlığı düşmektedir (Demir ve Seventekin, 2009).

3.3.3 Viskozite

Kitosanın özelliklerine etki eden parametrelerden bir diğeri de onun viskozitesidir. Viskozite ise üretim aşamasındaki demineralizasyon işlemiyle bağlantılıdır.

Demineralizasyon işleminin süresinin artması ile viskozite düşmektedir. Ayrıca, kitosan çözeltisinin viskozite açısından en iyi stabiliteyi yaklaşık +4°C’de gösterdiği bulunmuştur (Demir ve Seventekin, 2009).

3.3.4 Çözünürlük

Kitin, çok miktardaki molekül içi ve moleküller arası hidrojen bağları nedeniyle yarı kristalin yapıda bir polimerdir. Bu nedenle seyreltik asitlerde ve birçok organik çözücünde çözünmemektedir. Kitosan ise katyonik yapısı sayesinde pH’nın 6’dan düşük olduğu ortamlarda bazı çözeltilerde kolayca çözünebilmektedir. Diğer taraftan, inorganik asitler içerisinde ise kitosanın çözünürlüğü oldukça düşüktür. Kitosanın çözünmesi amacıyla genellikle laktik asit, formik asit ve asetik asit gibi organik asitler kullanılmaktadır. Bunlar arasında en çok kullanılan çözücü ise asetik asittir.

Kitosanın çözünürlüğünü etkileyen bazı parametreler bulunmaktadır. Bunlar; sıcaklık, çözücü konsantrasyonu ve partikül büyüklüğü gibi parametrelerdir. Yapılan araştırmalar iyi bir çözünürlük için kitosanın en az %75-80 deasetilasyon derecesine sahip olması gerektiğini göstermektedir.

Asidik ortamda NH_2 grubu, $-\text{NH}_3^+$ şeklinde bulunmakta ve ortamdaki anyonik gruplarla elektrostatik olarak etkileşime girmektedir. Protonlaşmış durumda ise katyonik polielektrolit davranışı göstermekte, viskoz çözeltiler oluşturmakta ve zıt yüklü molekül ve yüzeylerle etkileşime girebilmektedir. Kitosanın çözünürlüğü, kimyasal modifikasyonları, film veya lif oluşumu gibi kullanımları açısından da oldukça önemlidir (Demir ve Seventekin, 2009).

3.3.5 Renk

Kabuklu deniz hayvanlarının yapısında kitin ile kompleks oluşturan pigmentler bulunmaktadır. Bunlar 4-keto ve 3,4,4’- diketo- β -keroten türevleridir. Toz halindeki kitosan oldukça yumuşaktır. Rengi ise açık beyazdan açık sarıya doğru farklı tonlarda bulunmaktadır. Kitinden kitosan eldesi esnasında renk giderilmesi aseton ile sağlanmaktadır. Ekstraksiyon işleminden sonra % 0.3 NaClO^- ile oda sıcaklığında yapılan 5 dakika muamele sonunda gerçekleşmektedir. Bazı araştırmalarda, renk giderme işlemi için ayrıca; H_2O_2 , NaHSO_3 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ veya KMnO_4 gibi kimyasalların da kullanılabileceği söylenmiştir (Demir ve Seventekin, 2009).

3.4 Kitosanın Kullanım Alanları

1990'ların başına kadar endüstride kitosan kullanımı, sadece bitkilerin büyümesi ve su arıtımı gibi alanlarda kullanılmış ve kullanımı sınırlı seviyede kalmıştır.

İlerleyen yıllarda kitosan üzerine yapılan çalışmalar yoğunlaşmıştır. Bu çalışmalar ışığında kitosanın birçok fonksiyonel özelliği bulunmuştur. Bu özellikler arasında toksik etki taşınamaması, yenilebilir olması, biyouyumluluk ve biyobozunurluk özellikleri, antifungal, antibakteriyel ve antitümör özellikler taşıması sıralanabilir. Bu özellikler sayesinde kitosan geniş bir perspektifte umut vaat eden bir bileşen haline gelmiştir.

Kitosanın yapısında bulundurduğu fonksiyonel grupların katyonik polimer olma avantajı en önemli avantajıdır. Nano boyutta kitosan parçacıklarının hazırlanabilmesi özellikle gıda, kozmetik, biyomedikal ve farmasötik sektöründe oldukça ilgi uyandırmıştır.

Kitosanın uygulama alanlarını şu şekilde sıralanabilir;

- Atık su iyileştirme (Metal iyonlarının uzaklaştırılması)
- Su arıtma (İçme sularının temizlenmesi ve gıda proseslerinde)
- Çevre temizliği (Radyoaktif maddelerin ve atıklarının uzaklaştırılması)
- Tarım (Tohum kaplama, toprak kimyasallarının kontrollü salınımı, böcek ve parazit öldürme)
- Kâğıt-Kâğıt hamuru (Yüzey iyileştirme proseslerinde, kaplama ve fotoğrafik kâğıt üretiminde)
- Gıda endüstrisi (Boyar maddelerin uzaklaştırılması, içeceklerin temizlenmesi, besin koruması, renk dengesi, besleyici ilaç üretiminde, koku ve tat dengesinin sağlanmasında, besin dengesinin sağlanması)
- Biyoteknoloji (Enzim ve hücre immobilizasyonu, kromatografi, protein ayrılması ve hücre geri kazanımlarında)
- Kozmetik (Nemlendirici olarak ve saç, cilt bakım ürünlerinde)
- Membran (Geçirgenlik kontrolü, ters osmoz sağlanmasında)
- Ürün ayırımı ve geri kazanımı (Membran ayırımı, koagülasyon, kromatografik kolonlar, kapsülleme adsorbentleri)

- Biyomedikal (Yara iyileştirici özellikteki yara bantlarında, kanser tedavilerinde, kemik ve diş iyileştirici, cerrahi dikişler, diş uygulamaları, ilaç salım sistemleri, göz içi ve kontakt lensler, pıhtılaştırma etkisiyle ve eczacılık alanında)

3.4.1 Kitosanın gıda endüstrisinde kullanımı

Kitosan, antifungal, antibakteriyel, antitümör ve hipokolesterolemik işlevlerinin yanı sıra emülgatör, absorber, kıvam artırma, jelleşme, floklaşmayı sağlama, durultma, suyu ve boyayı bağlama gibi birçok önemli teknolojik özelliklere sahip olmasından dolayı gıda endüstrisinde etkin şekilde kullanılmaktadır.

3.4.1.1 Kitosanın antimikrobiyal etkisi

Kitosan polikatyonik özelliğinden dolayı antimikrobiyal etkiye sahiptir. Nitekim negatif yüklü olan maddelere karşı interaksiyon etkisi gösterdiği için küf, maya ve bakterilere karşı etkili olabilmektedir. Glikozamin rezidülerinin amin grubunun pKa değeri 6.3'tür. Dolayısıyla, pH 6.3'ün altında kitosanın glikoz monomerinin C-2 pozisyonunda bulunan NH_3^+ grubunun pozitif yükü, negatif yüklü mikrobiyal hücre zarlarıyla elektrostatik etkileşimlere girmektedir. Bu nedenle mikrobiyal zarların bütünlüğü bozulup, hücre bileşenlerinin iç ve dış zarlardan sızmasına yol açmaktadır (Liu vd., 2004).

Kitin ve kitosanın ileri sürülen diğer muhtemel antimikrobiyal etki mekanizmaları ise;

- Kitosanın şelat ajanı gibi davranması sonucu, seçici olacak şekilde metallere bağlanarak mikrobiyal gelişimi ve toksin oluşmasını engellemektedir.
- Su bağlayıcı ajan olarak davranmakta ve çeşitli enzimleri inhibe etmektedirler.
- Konakçı dokuda defans proseslerinin bir çoğunu aktif hale getirmektedirler.
- Kitosan mikroorganizmanın nükleusuna girerek DNA'ya bağlamakta ve mRNA'nın sentezini engellemektedir.

Kitosanın fiziksel ve kimyasal birçok özelliği asetilasyon ve çözünürlük derecesiyle yakından ilişkili olup, bu iki parametre polimerin elektrostatik yük yoğunluğunda önemli rol oynamaktadır. Bu durumun etkisini açıklayabilmek için, kitosanın asetilasyon derecesi ile antimikrobiyal aktivitesi arasındaki korelasyonu tespit etme çalışmaları devam etmektedir (Kurt ve Zorba, 2005).

Kitosanın pH 6,3'ün altında glikoz monomerlerinin C-2 pozisyonundaki pozitif yüklerinden dolayı çözünürlükleri ve antimikrobiyal aktiviteleri kitinden daha fazladır. Kitosan ve türevlerinin asgari inhibisyon konsantrasyonları, bakteri kültürüne bağlı olarak değişmektedir. Bu değişim kitosanın depolimerizasyon derecesine ve deasetilasyon derecesine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Kitosanın düşük depolimerizasyon ve yaklaşık 7.5 asetilasyon derecesi oldukça etkilidir. Kitosanın belli oranda hidrolizi, tuzlu ortamdaki mikrobiyal inaktivasyonu artırmakta ve birçok küfün gelişimini oldukça önemli derecede engellemektedir. Ancak hidroliz seviyesi oldukça önemli olup, ileri derecede gerçekleştirilen hidroliz kitosanın antimikrobiyal etkisini kaybetmesine neden olmaktadır (Agullo vd. 2003, Tharanathan ve Kittur 2003).

Kitosanın antimikrobiyal aktivitesi kitosan oligomerlerinden daha fazladır. %0.1 kitosan konsantrasyonunun genel olarak Gram pozitif bakteriler (*L. monocytogenes*, *S. aureus*, *L. plantarum*, *L. brevis*, *B. cereus*, *Bacillus megaterium* *L. bulgaricus*) üzerindeki bakteriyosidal etkisinin, Gram negatif bakteriler (*E. coli*, *Pseudomonas fluorescens*, *S. typhmuri*, *Vibrio parahaemolyticus*) üzerindeki etkisinden daha fazla olduğu bildirilmektedir (No vd., 2002).

3.4.1.2 Kitosanın antioksidan etkileri

Başta et ve süt ürünleri olmak üzere, gıdaların birçoğu yüksek seviyede yağ içermektedirler. Bu gıdalar içerisinde özellikle et ve ürünlerinde yağ oksidasyonu oldukça önemli bir problem olup, muhafaza süresini sınırlayan en önemli faktörlerden biridir. Yağlarda meydana gelen oksidasyonu önlemek amacıyla primer ve sekonder antioksidanlar kullanılabilir. Primer antioksidanlar fenolik gruplara sahip olmaları nedeniyle, oksidasyondan önce reaksiyona girmektedirler. Sekonder antioksidanlar ise oksidatif reaksiyonu katalizleyen metal iyonlarıyla şelat oluşturan antioksidanlardır. Kitosanın ise daha çok sekonder antioksidan etkisi bulunmaktadır (Agullo vd., 2003).

Doymamış yağ içeriği yüksek et ürünleri, oksidasyon sonucu aroma kaybı ve ransidite oluşumuna son derece elverişlidir. Antioksidan aktivite gösteren kitosanın, bu ürünlere ilave edilmesi durumunda, depolama süresince lipit oksidasyonunu geciktirdiği veya önlediği öne sürülmektedir.

3.4.1.3 Kitosanın yenilebilir film olarak kullanımı

Gıdaların dış yüzeyine uygulanan filmler, gıdalardaki fizyolojik, morfolojik ve fizikokimyasal değişimlerin kontrolünde etkili olabilmektedirler. Kitosan filmler oksijen ve nem geçirgenliğini kontrol edebilmekte, uygulandığı gıda üzerinde antioksidan ve antimikrobiyal etki yapabilmektedir (Roller ve Covill 1999, Coma vd. 2002).

Bununla birlikte, solunum oranını azaltmakta ve fungal gelişimi engelleyebilmektedir (Kittur vd., 2001). Bu durum özellikle meyve ve sebzelerin olgunlaştırılmasında oldukça önemlidir (El Ghaouth vd. 1991, Jiang ve Li 2001, Kittur vd. 2001, Pen ve Jiang 2003, Dong vd. 2004). Kitosan filmleri, meyvelerde, polifenol oksidaz ve peroksidaz aktivitelerini azaltmakta, renk, antosiyanin, flavonoid değişimlerini geciktirmektedir. Ayrıca toplam fenolik madde içeriğindeki değişimleri de geciktirmekte ve bazı duyuşsal özelliklerdeki değişimleri azaltabilmektedirler (Pen ve Jiang 2003, Tharanathan ve Kittur 2003).

3.4.1.4 Kitosanın suyun arıtılmasında kullanımı

Kitosanın, deniz ürünleri atıklarından elde edilen diğer polimerlere kıyasla, şelat oluşturma kapasitesi oldukça yüksektir. Birçok ağır ve toksik metali bağlayabilme kapasitesi 1 mM/g olarak bildirilmiştir (Varma vd., 2004). Dolayısıyla gıda üretimi sırasında atık hale gelen suların tekrar geri kazanılmasında veya güvenli atık olarak doğaya bırakılmasında kitosan ve türevlerinin kullanılması, bu sulardaki ağır ve toksik metallerin uzaklaştırılmasını sağlayabilmektedir. Diğer yöntemlerin uygulanmasının yeterince etkili olmamasından veya yüksek maliyetli olmasından dolayı, kullanılan suyun arıtılmasında kitosan kullanımı önemli bir alternatif haline gelmiştir (Shahidi vd. 1999, Tharanathan ve Kittur 2003). Bununla birlikte, kitosanın sorpsiyon kapasitesi ve seçiciliği, diğer ticari yöntemlerde kullanılan zeolitlerden, aktif karbondan veya organik sorbentlerden daha etkili olduğu saptanmıştır (Synowiecki ve Al-Khateeb, 2003).

3.5 Kitosanın et endüstrisinde kullanımıyla ilgili araştırmalar

Sagoo ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmada; domuz eti kıymasına % 0,3-0,6 konsantrasyonlarında kitosan katılmıştır. 4°C' de yapılan muhafazanın ilk günü toplam

aerob mezofil mikroorganizma, küf-maya ve laktik asit bakteri sayısında 3 log kob/g azalma sağlanmıştır. Mikroorganizma yükünün 18 günlük muhafaza periyodu sonunda kontrol gruplarında daima yüksek çıktığı bulunmuştur. Benzer işlemler % 1,0 konsantrasyonundaki kitosan çözeltilerine daldırılmış domuz sosislerinde de yapılmıştır. Aynı şekilde mikroorganizma sayılarında 7°C' de 18 gün yapılan muhafaza sonunda 1-3 log kob/g azalma kaydedilmiştir.

Youn vd., (2004) tarafından baharat katılmış etlerle yapılan çalışmalarda, % 0,1'den yüksek konsantrasyonlardaki kitosanın raf ömrünü artırdığı ve oksidasyonda belirgin bir azalma olduğu bildirilmiştir.

Darmadji ve Izumimuto (1994), tarafından bildirildiğine göre; % 0,5-1,0'lik kitosan konsantrasyonlarının köftelerde, *B. subtilis*, *Pseudomonas* gibi bozulma yapan bakterilerin sayısı yaklaşık 1-2 log azalmış ve kokuşma da yavaşlamıştır. Aynı çalışmada % 0,1'in üzerindeki konsantrasyonlar denemelerde kullanıldığında ise *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Micrococcus varians* gibi fermente et ürünlerinde önemli kültür bakterilerinin de üremelerinin engellendiği görülmüştür (Bostan vd., 2007).

Zivanovic vd., (2005), tarafından yapılan çalışmada kitosan filmleri hem tek başına, hem de kekik yağı ile birlikte *L. monocytogenes* ile kontamine edilmiş et ürünlerinde denenmiştir. Filmle kaplanan ürünler 10 °C' de 5 gün muhafaza edilmiş ve yapılan mikrobiyolojik analizlerde kitosan filminin *L. monocytogenes* sayısını 2 log kadar; % 1 ve % 2 kekik esansiyel yağı içeren kitosan filmlerinin ise 3,6 ve 4 log kadar azalttığı saptanmıştır.

Tsai vd., (2002), tarafından kitosanın balık etleri üzerine etkisi araştırılarak, balık filetolarının yüksek deasetilasyon derecesine sahip % 1' lik kitosan ile muamelesinin mezofil, psikrotrof, koliform, *Aeromonas* ve *Vibrio* üremesini yavaşlattığı, raf ömrünü 5 günden 9 güne uzattığı sonucuna varılmıştır (Bostan vd., 2007).

Jo vd. (2001) yaptıkları çalışmada; %0,2 kitosan oligomerinin (5000 Da) aerobik paketlenen sosislerin lipid oksidasyonunu 4 °C' de 3 haftalık muhafaza sonunda önemli ($p<0.05$) düzeyde azalttığını belirlemişlerdir. Bu çalışmada, kitosan oligomerinin renk tat ve tekstür üzerinde önemli bir farklılığa neden olmadığı da bildirilmektedir.

Kamil vd. (2002) yaptıkları çalışmada; farklı viskozitelere (14, 57, 360 cP) sahip kitosanların taze kıyılmış ve pişirilmiş balıkta (*Clupea harengus*) antioksidan etkilerini araştırmışlardır. 200 ppm kitosanın (14 cP) 4°C' de 8 günlük muhafaza sonunda, hidroperoksitleri % 61 ve TBARS değerini % 52 azalttığını saptamışlardır. Bu araştırmacılar ayrıca, düşük viskoziteye sahip (14 cP) kitosanın antioksidan etkisinin, diğer yüksek viskoziteye sahip kitosanolardan daha fazla olduğunu da bildirmişlerdir. Isıl işlem gören etlerde istenmeyen kokuların (warmed- over flavour; WOF) kontrol edilmesinde de kitosanın etkili olduğu ve 5000 ppm N-karboksilmetilkitosan'ın kıyılmış sığır etinde heksanal içeriğini %99 ve TBA' yı %93 azalttığı ifade edilmektedir.

Quattara vd. (2000) işlenmiş etler üzerinde yaptıkları bir çalışmada, propiyonik asidin 48 saat sonra kitosan matriksinden tamamen uzaklaştığı, asetik asidin ise bu sürede sınırlı oranda uzaklaştığı ve 168 saat sonra kitosan matriksinde asetik asidin %2-22'sinin geriye kaldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, asetik asidin kitosan matriksinden uzaklaşma oranının sosis, jambon ve pastırma uygulamalarında farklılık gösterdiği saptanmıştır. Bu çalışma ile ayrıca, propiyonik asit ve asetik asitle birlikte sinamaldehyd veya laurik asidin kullanıldığı kitosan filmlerinin *Lactobacillus sakei* üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı, ancak *Enterobacteriaceae* ve *Serratia liquefaciens* gelişimini engellediği tespit edilmiştir. Asetik asit ve sinamaldehyd içeren filmin bologna sosisleri üzerinde daha etkili olduğu da bildirilmiştir.

4. MATERYAL VE METOT

4.1 Materyal

Çalışmada yenilebilir film olarak kullanılan kitosanın dana etinde kaplama materyali olarak kullanılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda etler kitosan solüsyonuna daldırılmış ve +4°C’de depolanmıştır. Çalışmada dört grup oluşturulmuştur. Bu gruplar;

1. Normal kırmızı et
2. Kitosanla kaplanmış kırmızı et
3. Vakum ambalajlanmış kırmızı et
4. Kitosanla kaplanmış vakum paketlenmiş kırmızı et şeklindedir.

Yapılan literatür araştırması sonucunda dana etinin +4 °C’de raf ömrünün 7 gün, vakum paketlenmiş dana etinin raf ömrünün ise 6 hafta olduğu tespit edilmiştir. Gruplara hızlandırılmış raf ömrü testi yapılmıştır. Yapılan test sonucunda açıkta bekletilen kırmızı et ve vakumlu kırmızı etlerdeki mikroorganizma gelişimleri grafiğe dökülmüştür. Grafikler karşılaştırıldıktan sonra açıkta bekletilen kırmızı etin 3. gününün, vakum paketlenmiş etteki 15. gün, 5. günün 30. gün ve 7. günün 45. gün sonuçlarıyla karşılaştığı tespit edilmiştir. Bu sonuç, yapılan istatistiki değerlendirmelerde 4 grubun karşılıklı değerlendirilebilmesini sağlamıştır. Dolayısıyla zaman periyotları 0, 3, 5 ve 7. gün olarak adlandırılmıştır.

4.1.1 Dana Eti

Çalışmada dana etinin rosto kısmından hazırlanmış parça etler kullanılmıştır. Dana eti, Aksaray’da bulunan yerel bir market aracılığıyla temin edilmiştir. Etler temin edilir edilmez içi buz dolu straforlar eşliğinde soğuk hava zinciri kırılmadan Aksaray Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Gıda Biyoteknolojisi Laboratuvarına getirilmiştir. Etlerin kompozisyonu; 100 gramda 4.01 gr yağ, 18.97 gr protein olarak tespit edilmiştir. İlk gün ölçülen pH değeri ise 6.3 olarak bulunmuştur. Daha sonra etler 2x2 cm olacak şekilde parçalanmış ve 100’er gram olacak şekilde tartım yapılmıştır (Şekil 4.1).

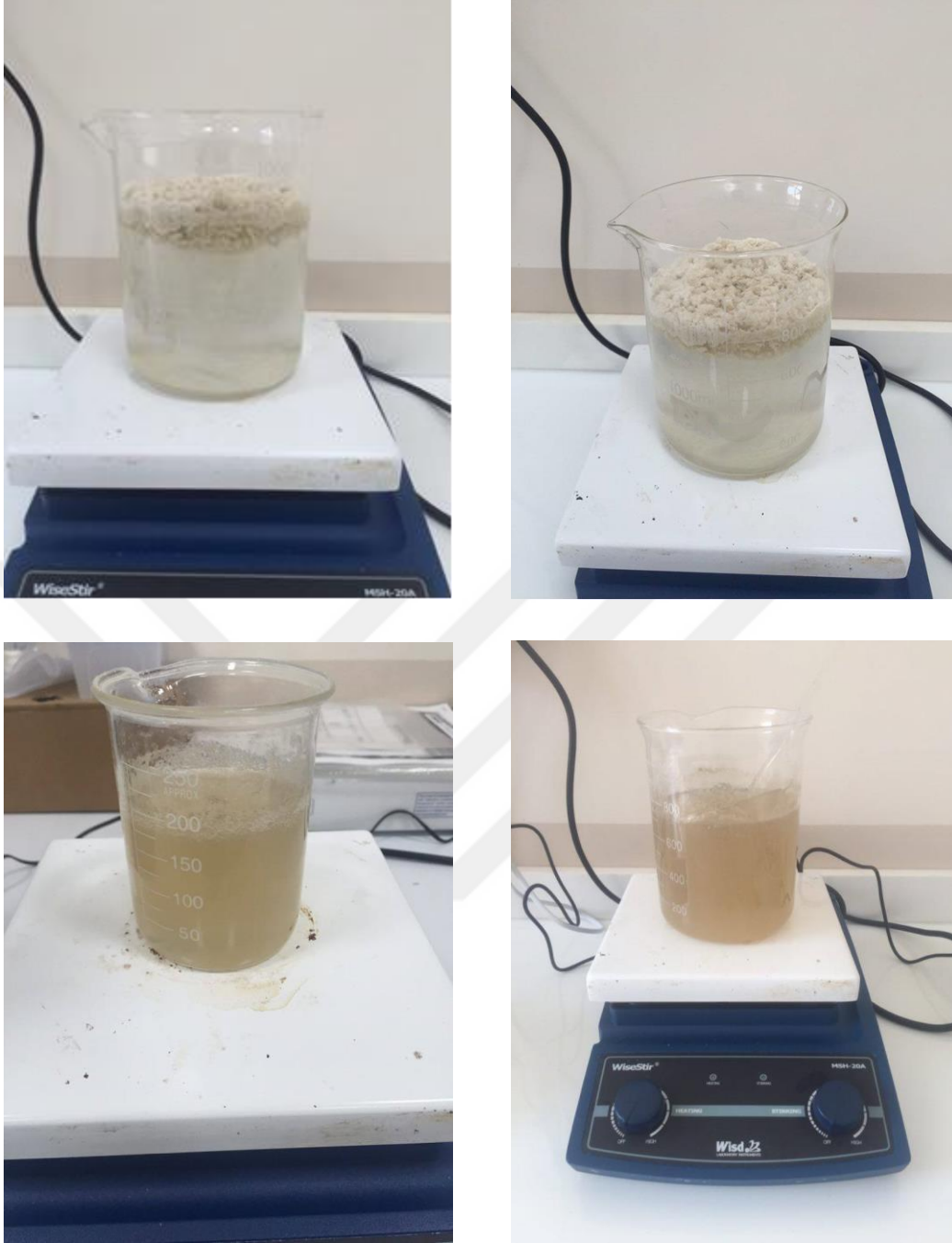


Şekil 4.1: Buzdolabında depolanmaya hazır etler.

4.1.2 Kitosan solüsyonunun hazırlanması

Çalışmada kullanılan kitosan Sigma Aldrich (448877, USA) firmasından temin edilmiştir. Kitosan, orta moleküler ağırlıktadır ve organik asitte çözünebilir özelliktedir.

Kitosan solüsyonu hazırlamak için 500 ml asetik asite 10 gr kitosan tartılmış ve iki gün boyunca manyetik karıştırıcıda çözünmesi için karıştırılmıştır. Dolayısıyla kullanılan kitosanın konsantrasyonu %2 olarak ayarlanmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: Kitosan solüsyonunun hazırlanması.

4.1.3 Etlere Kitosan Solüsyonunun Uygulanması

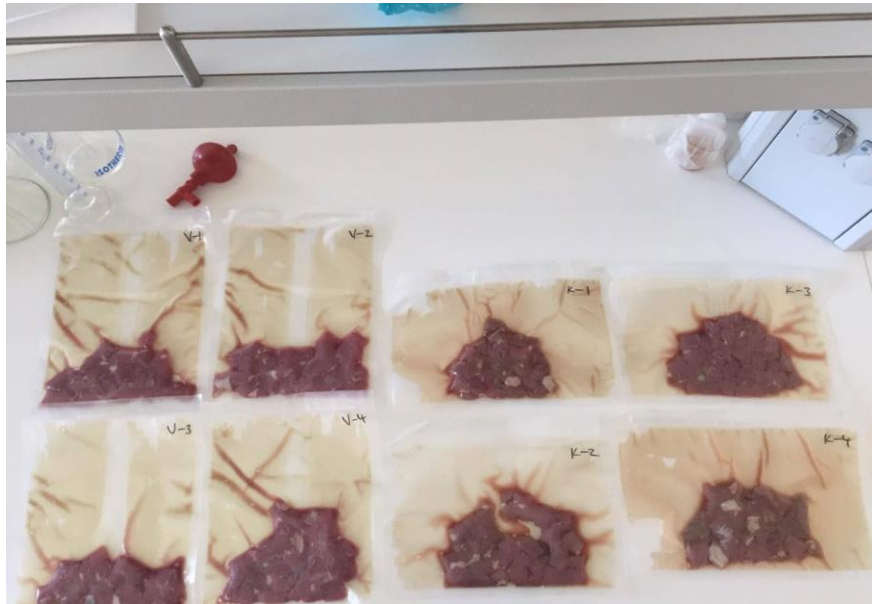
100'er gram olarak ayarlanmış dana etleri, kitosan solüsyonunun içerisine daldırılıp bütün yüzeylere temas edecek şekilde muamele edilmiştir. Solüsyonun etin yüzeyinde kuruması için soğuk hava üfleme dolapta 1 saat süreyle bekletilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3: Kitosan solüsyonu uygulanmış etin görünümü.

4.1.4 Vakum Paketli Etlerin Hazırlanması

Çalışmada kullanılacak olan etlerin vakum paketli olarak hazırlanması için Stilea (Rimini VS2140, Türkiye) marka vakum paket cihazı kullanılmıştır. 100'er gram hazırlanmış etler vakum poşetlerine doldurulmuş ve paketleme işlemi tamamlanmıştır.



Şekil 4.4: Vakum ambalajlanmış etler.

4.2 Metot

4.2.1 TBA analizi

Tarladgis ve ark. (1960)'ın uyguladığı yönteme göre yapılmıştır. Bu amaçla 50° C' deki distile su ile 10 gr örnek stomacher poşetine aktarılmış ve homojenize edilmiştir. Daha sonra örneğin üzerine 47.5 ml distile su ve 2.5 ml (1:2)'lik HCl   zeltisi ilave edilerek destilasyon işlemine geçilmiştir. 100 ml destilat toplanıncaya kadar destilasyon işlemine devam edilmiştir. Destilasyon işleminin sona ermesinin ardından destilat karıştırılarak 5 ml'si kapaklı deney tüplerine alınmıştır. Destilatın  zerine %90'lık 100 ml glacial asetik asit içerisinde 0.2883 gr çözdürülmüş 5 ml TBA reaktifi eklenmiş ve vorteksten geçirilmiştir. Daha sonra yine bir deney tüpüne 5 ml TBA reaktifi ve 5 ml distile su eklenip k r numune hazırlanmış ve vorteksten geçirildikten sonra tüpler kaynayan su banyosunda 35 dakika tutulup soğumaya bırakılmıştır. Son olarak spektrometre tüplerine aktararak 538 nm dalga boyunda köre karşı optik dansitesi okunmuştur. Elde edilen dansite değeri ise 7.8 ile çarpılarak 1000 gr örnekteki mevcut malonaldehit miktarı mg olarak hesaplanmıştır.

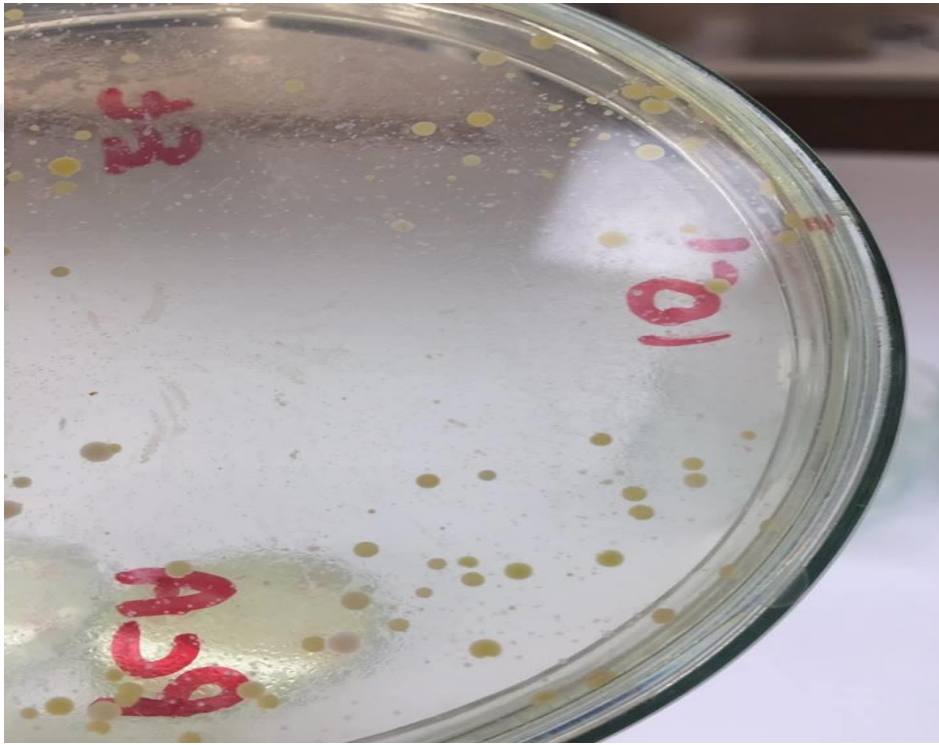


şekil 4.5: TBA analizi için hazırlanan destilasyon düzeneği.

4.2.2 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Sayısı

Et örnekleri, mikrobiyolojik analiz kurallarına uyularak laboratuara getirilmiştir. Çalışmaya dâhil edilen et örneklerinin her birinden aseptik şartlarda 10'ar gram tartılarak 90 ml Maximum Recovery Diluent ile homojenize edilmiştir.

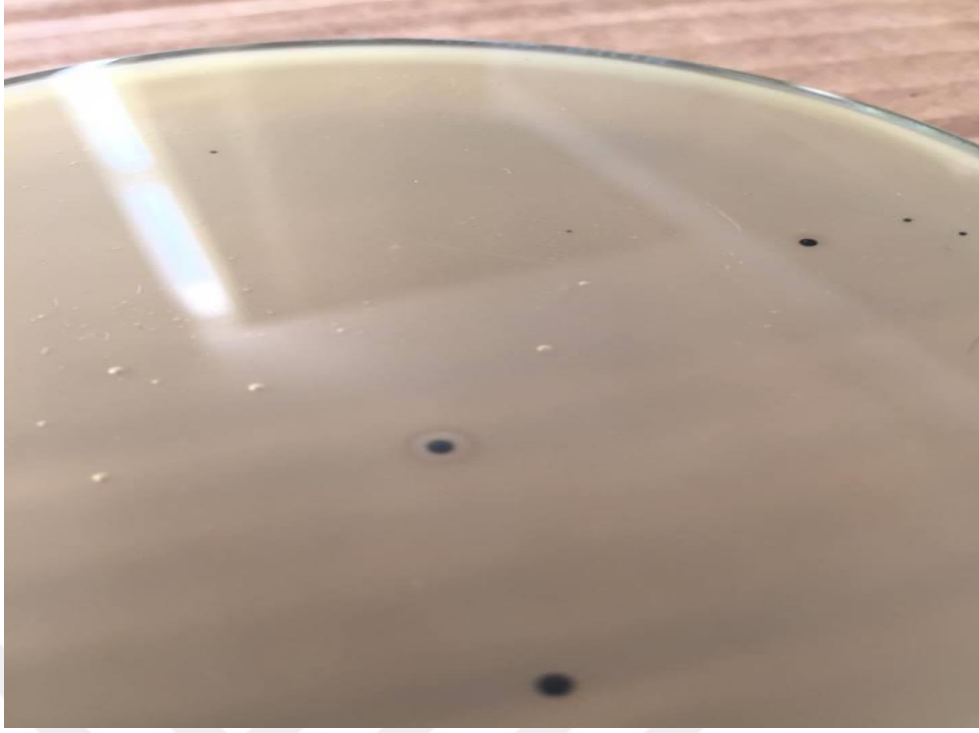
Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA, Sigma Aldrich) besiyeri kullanılmıştır. Yayma plak yöntemi ile ekim yapılan petriler 35-37°C'de 48 saat inkübe edildikten sonra değerlendirilmiştir. İnkübasyon bitiminde PCA 'daki koloniler sayılmış ve birimi kob/g olarak hesaplanmıştır (ISO 4833-2, 2013).



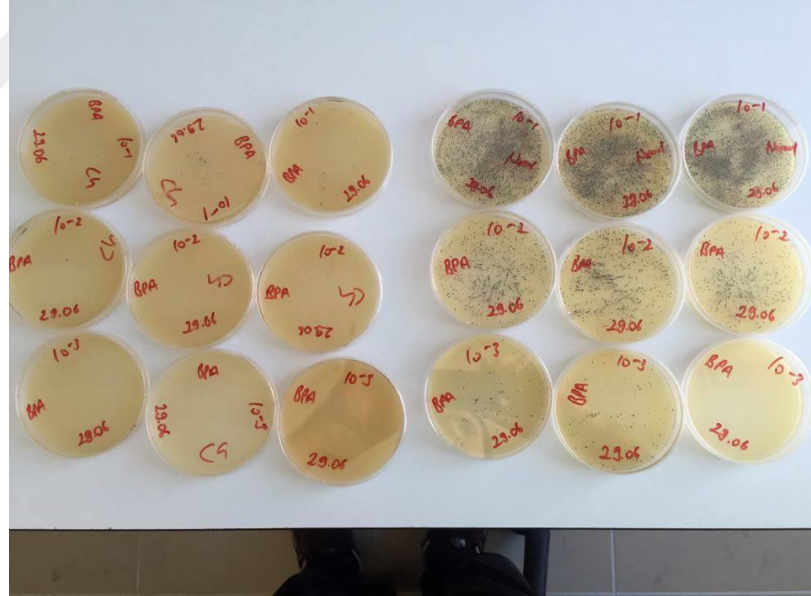
Şekil 4.6: Toplam Mezofil Aerob Bakterilerin Genel Görünümü.

4.2.3 Staphylococcus Aureus Sayısı

Et örnekleri, mikrobiyolojik analiz kurallarına uyularak laboratuara getirilmiştir. 10 g et örneği, 90 ml Maximum Recovery Diluent ile homojenize edilmiştir. Otoklavda sterilize edilmiş Baird-Parker Agar bazal besiyerine yumurta sarısı-tellurit emülsiyonu ilavesi yapılmıştır. 1 ml homojenizat 3 standart petri kutusundaki Baird-Parker Agar besiyerine dağıtılmıştır. Petriler 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Etrafı saydam zonlu 1-1,5 mm çaplı siyah koloniler *Staphylococcus aureus* olarak sayılmıştır (ISO 6888-2, 1999).



Şekil 4.7: *Staphylococcus aureus* 'un petride görünümü.



Şekil 4.8: *Staphylococların* genel görünümü.

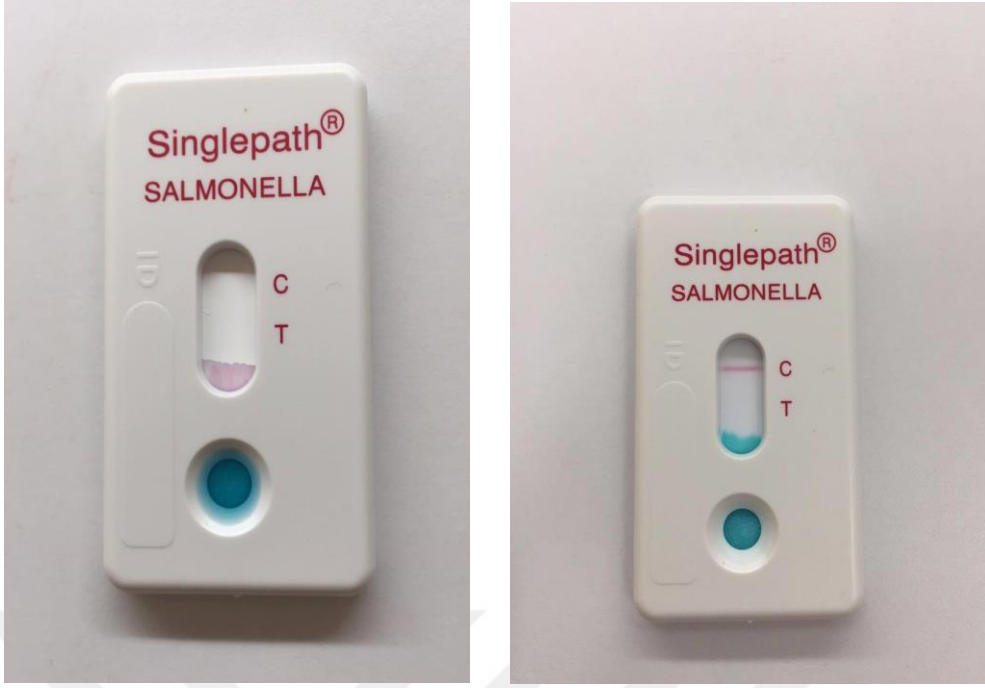
4.2.4 Salmonella Testi

Et örnekleri, mikrobiyolojik analiz kurallarına uyularak laboratuara getirilmiştir. 25 gram örnek, 225 ml tamponlanmış peptonlu suyla homojenize edilmiştir. Daha sonra selektif olmayan ön zenginleştirme amacı ile 37 °C' de 18 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra 10 ml RVS Broth' a ön zenginleştirme kültüründen

0.1 ml eklenmiş ve inkübasyon 41.5 °C’ de 24 saat olarak gerçekleştirilmiştir. İnkübasyon bitiminde bu kültürden tüplere 2 ml alınıp, kaynar su banyosunda 15 dakika tutulmuş ve oda sıcaklığına geldiğinde pastör pipet yardımıyla 5 damla Singlepath *Salmonella* kitine uygulanmıştır. Test kitinde “T” şeridinde kırmızı görülmesi analiz edilen gıdada *Salmonella* olduğunu, şeritte değişim olmaması örnekte *Salmonella* varlığının tespit edilemediğini göstermiştir (Singlepath *Salmonella*. Performance Tested Method, 060401).



Şekil 4.9: Singlepath Salmonella Test Kiti.



Şekil 4.10: Singlepath Salmonella test kitinin uygulanışı.

Yapılan analizler sonucunda petrilerde sayılan mikroorganizma sayısının hesaplanmasında kullanılan formül;

$$N = \frac{C}{V \times (n_1 + 0,1 \times n_2) \times d} \quad (4.1)$$

Formülde;

N: Örneğin 1 gramındaki mikroorganizma sayısı (kob/gr)

C: Sayımı yapılan petrilerdeki toplam mikroorganizma sayısı

V: Petri kutularına aktarılan hacim (ml)

N₁: Sayımın yapıldığı ilk dilüsyondaki petri kutusu adedi

N₂: Sayımın yapıldığı ikinci dilüsyondaki petri kutusu adedi

D: Sayımın yapıldığı ardışık iki seyrelti arasından daha derişik olanın seyreltme oranını ifade etmektedir.

4.3 İstatistiksel Analizler

Araştırmanın sonunda elde edilen veriler SPSS 22.0 paket programı kullanılarak, gruplar arasındaki zamana bağlı değişimler ve grupların kendi arasındaki değişimleri Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir (Duncan, 1955). Önem seviyesi $p < 0.05$ olarak alınmıştır.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

5.1 Bulgular

Bu çalışmada, kırmızı etlere yenilebilir film uygulaması ve vakum ambalaj uygulanmış ve kırmızı etler karbonhidrat bazlı bir yenilebilir film olan kitosan ile kaplanmıştır. Kırmızı etler hem +4°C 'de buzdolabında hem de yine +4°C'de vakum paketlenmiş şekilde bekletilmiştir.

Vakum paket uygulanmamış etler 7 günlük depolama sürecine tabi tutulmuş, vakum paketlenmiş etler ise 45 gün buzdolabında bekletilmiştir.

Normal kırmızı et ve kitosanla kaplanmış etlere 0, 3, 5 ve 7. günlerde, vakum paketli etlere ise 0., 15., 30. ve 45. günlerde mikrobiyolojik ve kimyasal analizler yapılmıştır.

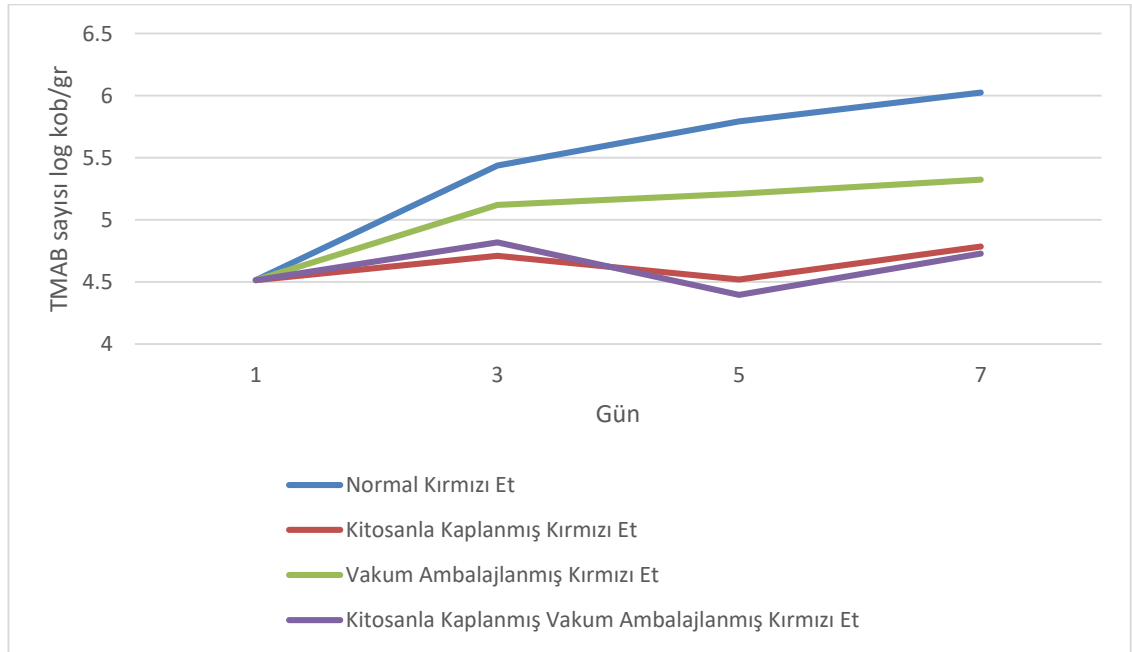
5.1.1 Toplam Mezofil Aerob Bakteri (TMAB) sayısı

Araştırma materyali olarak kullanılan kırmızı etlerde analiz süresince tespit edilen toplam mezofil aerob bakteri sayıları log kob/g olarak Çizelge 5.1'de verilmiştir

Çizelge 5.1: Toplam mezofil aerob bakteri sayıları log kob/gr.

Uygulama Şekli	Süre	1. Tekerrür			2. Tekerrür		
		I. Paralel	II. Paralel	III. Paralel	I. Paralel	II. Paralel	III. Paralel
Normal Kırmızı Et	0.Gün	4,44	4,44	4,44	4,59	4,59	4,59
	3.Gün	5,4	5,45	5,43	5,46	5,55	5,38
	5.Gün	5,77	5,95	5,51	5,8	5,99	5,74
	7.Gün	5,95	6,11	5,9	6,06	6,12	6,01
Kitosanla Kaplanmış Kırmızı Et	0.Gün	4,44	4,44	4,44	4,59	4,59	4,59
	3.Gün	4,69	4,6	4,75	4,75	4,69	4,79
	5.Gün	4,5	4,25	4,72	4,54	4,45	4,66
	7.Gün	4,7	4,95	4,53	4,86	4,66	5,01
Vakum Ambalajlanmış Kırmızı Et	0.Gün	4,44	4,44	4,44	4,59	4,59	4,59
	15.Gün	5,05	5,15	5,01	5,17	5,25	5,1
	30.Gün	5,15	5,09	5,21	5,28	5,19	5,35
	45.Gün	5,25	5,17	5,38	5,36	5,33	5,45
Kitosanla Kaplanmış Vakum Ambalajlanmış Kırmızı Et	0.Gün	4,44	4,44	4,44	4,59	4,59	4,59
	15.Gün	4,81	4,79	4,86	4,88	4,8	4,78
	30.Gün	4,38	4,27	4,44	4,47	4,27	4,55
	45.Gün	4,69	4,77	4,6	4,74	4,88	4,69

Farklı uygulama şekillerinin kırmızı etteki TMAB sayılarına etkisini gösteren grafik Şekil 5.1’de verilmiştir.



Şekil 5.1: Farklı uygulama şekillerinin kırmızı etteki TMAB sayılarına etkisini gösteren grafik.

Farklı uygulama şekillerinin 0. günde kırmızı etteki TMAB sayısına etkisine ait varyans testi sonuçlarında varyanslar eşit çıkmıştır (Çizelge 5.2) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmamıştır.

Çizelge 5.2: Farklı uygulama şekillerinin 0. günde kırmızı etteki TMAB sayısına etkisine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Uygulama Şekli	3	0,00	0,00
Hata	20	0,01	—

Farklı uygulama şekillerinin 3. günde kırmızı etteki TMAB sayısına etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 5.3’de verilmiştir.

Çizelge 5.3: Farklı uygulama şekillerinin 3. günde kırmızı etteki TMAB sayısına etkisine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Uygulama Şekli	3	1,95	151,39
Hata	20	0,01	—

Çizelgedeki varyans analizi sonuçlarından görüleceği gibi, uygulama şekilleri etteki TMAB sayısına istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) etki yapmıştır. Uygulama şekillerinin TMAB sayısındaki etkisine ait Duncan testi sonuçları Çizelge 5.4’de verilmiştir.

Çizelge 5.4: Farklı uygulama şekillerinin 3. günde kırmızı etteki TMAB sayısına etkisine ait Duncan testi sonuçları.

Uygulama Şekli	n	TMAB (log kob/gr)
Normal Kırmızı Et	6	5,44±0,05 ^a
Kitosanla Kaplanmış Et	6	4,71±0,06 ^d
Vakum Ambalajlanmış Et	6	5,12±0,08 ^b
Kitosanla Kaplanmış Vakum Paketlenmiş Et	6	4,82±0,04 ^c

*Farklı harflerle gösterilmiş sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Çizelgede de görüldüğü üzere farklı uygulama şekilleri 3. gün sonunda etlerdeki TMAB sayısına önemli (p<0.05) düzeyde etki etmiştir. Bütün gruplar arasında önemli düzeyde farklılıklar meydana gelmiştir. Bu farklılıklar arasından en büyük fark normal kırmızı et ve kitosanla kaplanmış et arasında oluşmuştur. Kitosanla kaplanmış etin TMAB sayısını önemli düzeyde düşürdüğü görülmektedir (p<0.05).

Farklı uygulama şekillerinin 5. günde kırmızı etteki TMAB sayısına etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 5.5’de verilmiştir.

Çizelge 5.5: Farklı uygulama şekillerinin 5. günde kırmızı etteki TMAB sayısına etkisine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Uygulama Şekli	3	2,53	129,57
Hata	20	0,01	—

Çizelgedeki varyans analizi sonuçlarından görüleceği gibi, uygulama şekilleri etteki TMAB sayısına istatistiki olarak önemli (p<0.05) etki yapmıştır. Uygulama şekillerinin TMAB sayısındaki etkisine ait Duncan testi sonuçları Çizelge 5.6’de verilmiştir.

Çizelge 5.6: Farklı uygulama şekillerinin 5. günde kırmızı etteki TMAB sayısına etkisine ait Duncan testi sonuçları.

Uygulama Şekli	n	TMAB (log kob/gr)
Normal Kırmızı Et	6	5,79±0,17 ^a
Kitosanla Kaplanmış Et	6	4,52±0,16 ^c
Vakum Ambalajlanmış Et	6	5,21±0,09 ^b
Kitosanla Kaplanmış Vakum Paketlenmiş Et	6	4,39±0,11 ^c

*Farklı harflerle gösterilmiş sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Çizelgede de görüldüğü üzere farklı uygulama şekilleri 5. gün sonunda etlerdeki TMAB sayısına önemli (p<0.05) düzeyde etki etmiştir. Kitosanla kaplanmış et ve kitosanla kaplanmış vakum ambalajlanmış kırmızı et birbiri arasında istatistiki açıdan fark bulunamamıştır. Ancak kitosanla kaplanmış olan bu gruplar, normal kırmızı et grubuyla en büyük farkı oluşturmuşlardır. Yani TMAB sayısında önemli düzeyde düşüşe neden olduğu görülmektedir.

Farklı uygulama şekillerinin 7. günde kırmızı etteki TMAB sayısına etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 5.7’de verilmiştir.

Çizelge 5.7: Farklı uygulama şekillerinin 7. günde kırmızı etteki TMAB sayısına etkisine ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Uygulama Şekli	3	2,17	143,31
Hata	20	0,01	—

Çizelgedeki varyans analizi sonuçlarından görüleceği gibi, uygulama şekilleri etteki TMAB sayısına istatistiki olarak önemli (p<0.05) etki yapmıştır. Uygulama şekillerinin TMAB sayısındaki etkisine ait Duncan testi sonuçları Çizelge 5.8’de verilmiştir.

Çizelge 5.8: Farklı uygulama şekillerinin 7. günde kırmızı etteki TMAB sayısına etkisine ait Duncan testi sonuçları.

Uygulama Şekli	n	TMAB (log kob/gr)
Normal Kırmızı Et	6	6,02±0,08 ^a
Kitosanla Kaplanmış Et	6	4,78±0,18 ^c
Vakum Ambalajlanmış Et	6	5,32±0,09 ^b
Kitosanla Kaplanmış Vakum Paketlenmiş Et	6	4,72±0,09 ^c

*Farklı harflerle gösterilmiş sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Çizelgede de görüldüğü üzere farklı uygulama şekilleri 7. gün sonunda etlerdeki TMAB sayısına önemli (p<0.05) düzeyde etki etmiştir. Kitosanla kaplanmış et ve kitosanla kaplanmış vakum ambalajlanmış kırmızı et arasında istatistiki açıdan fark bulunamamıştır. Ancak kitosanla kaplanmış olan bu gruplar, normal kırmızı et grubuyla en büyük farkı oluşturmuşlardır. Yani TMAB sayısında önemli düzeyde düşüşe neden olduğu görülmektedir.

Yapılan TMAB analizi sonuçlarının günlere karşı değişimlerine ait grup istatistiklerinin varyans analizi sonuçları Çizelge 5.9’da verilmiştir.

Çizelge 5.9: TMAB analizi sonuçlarının günlere karşı değişimlerini gösteren varyans analizi sonuçları.

Uygulama Şekilleri	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Normal Kırmızı Et	Uygulama Şekli	3	2.645.361	221.400,00
	Hata	20	0,01	-
Kitosanla Kaplanmış Et	Uygulama Şekli	3	0,11	6.122,24
	Hata	20	0,01	-
Vakum Ambalajlanmış Et	Uygulama Şekli	3	0,78	95.699,14
	Hata	20	0,00	-
Kitosanla Kaplanmış Vakum Paketlenmiş Et	Uygulama Şekli	3	0,22	30.137,61
	Hata	20	0,00	-

Çizelgedeki varyans analizi sonuçlarından görüleceği gibi, yapılan TMAB analizi sonuçlarının günlere karşı değişimlerine ait grup karşılaştırmaları istatistiki olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur. Uygulama şekillerinin TMAB sayısındaki etkisine ait Duncan testi sonuçları Çizelge 5.10’da verilmiştir.

Çizelge 5.10: Normal kırmızı ette tespit edilen TMAB sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.

Muhafaza süresi	n	TMAB (log kob/gr)
0. Gün	6	4,51± 0,08 ^d
3. Gün	6	5,43± 0,06 ^c
5. Gün	6	5,79± 0,17 ^b
7. Gün	6	6,02± 0,08 ^a

*Farklı harflerle gösterilmiş sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Çizelge incelendiğinde normal kırmızı etlerde TMAB sayısının depolama süresince sürekli arttığı saptanmıştır. Muhafaza süresi boyunca TMAB artışının istatistiki açıdan önemli (p<0.05) olduğu saptanmıştır. Herhangi bir işleme tabi tutulmamış kırmızı etlerin TMAB sayısındaki artış beklenen bir durumdur.

Çizelge 5.11: Kitosanla kaplanmış kırmızı ette tespit edilen TMAB sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.

Muhafaza süresi	n	TMAB (log kob/gr)
0. Gün	6	4,51± 0,08 ^b
3. Gün	6	4,71± 0,06 ^a
5. Gün	6	4,52± 0,16 ^b
7. Gün	6	4,78± 0,18 ^a

*Farklı harflerle gösterilmiş sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Çizelge incelendiğinde kitosanla kaplanmış kırmızı etlerde TMAB sayısının 3. güne kadar arttığı, 5. günde düştüğü ve 7. günde tekrar artışa geçtiği görülmektedir. Sonuç olarak TMAB sayının 3. gündeki artışından itibaren muhafazanın sonuna dek önemli bir artış göstermediği görülmektedir. Bu da kitosanla kaplamanın TMAB'ler üzerine durdurucu etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 5.12: Vakum Paketlenmiş Kırmızı Ette tespit edilen TMAB sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.

Muhafaza süresi	n	TMAB (log kob/gr)
0. Gün	6	4,51± 0,08 ^c
15. Gün	6	5,12± 0,08 ^b
30. Gün	6	5,21± 0,09 ^b
45. Gün	6	5,32± 0,09 ^a

*Farklı harflerle gösterilmiş sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Çizelge incelendiğinde muhafaza süresince vakum paketlenmiş kırmızı etlerdeki TMAB sayısındaki artış istatistiki olarak önemli düzeydedir. Bu bize TMAB’ler üzerinde vakum ambalajlamanın beklenen düzeyde etkili olmadığını göstermektedir.

Çizelge 5.13: Kitosanla kaplanmış vakum paketlenmiş kırmızı ette tespit edilen TMAB sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.

Muhafaza süresi	n	TMAB (log kob/gr)
0. Gün	6	4,51± 0,08 ^b
15. Gün	6	4,82± 0,04 ^a
30. Gün	6	4,39± 0,11 ^c
45. Gün	6	4,72± 0,09 ^a

*Farklı harflerle gösterilmiş sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Çizelge incelendiğinde kitosanlı kaplanmış vakum paketlenmiş etlerdeki TMAB sayısındaki artış hızının 15. günden muhafazasının sonuna kadar önemli düzeyde olmadığını göstermiştir. Hatta 30. günde artış hızında düşüş olduğu görülmüştür.

5.1.2 *Staphylococcus aureus* Sayısı

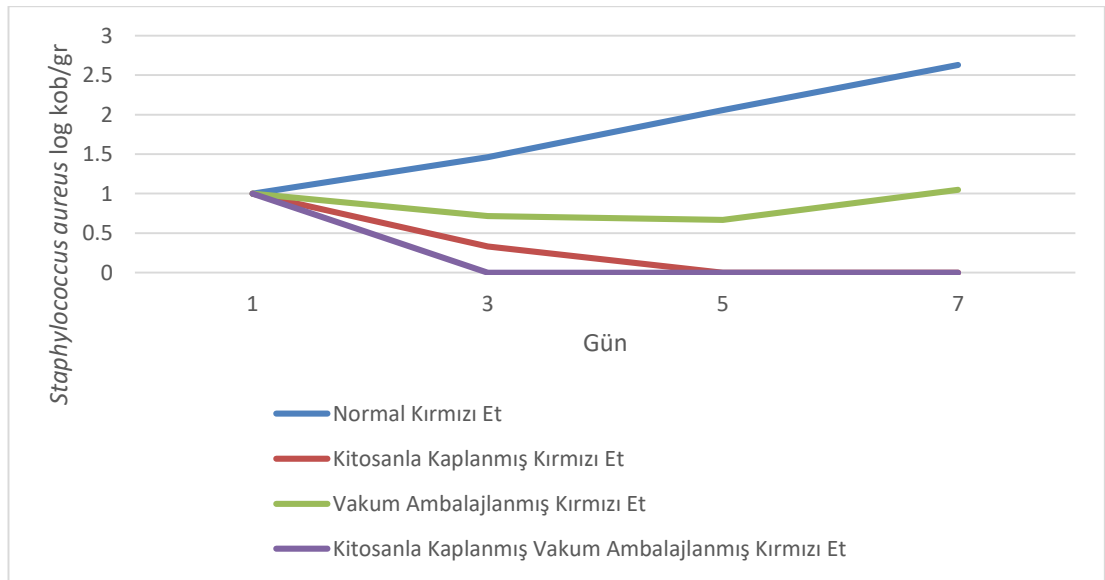
Araştırma materyali olarak kullanılan kırmızı etlerde analiz süresince tespit edilen toplam *Staphylococcus aureus* log kob/g olarak Çizelge 5.14’te verilmiştir.

Çizelge 5.14: *Staphylococcus aureus* bakteri sayıları.

Uygulama Şekli	Süre	1. Tekerrür			2. Tekerrür		
		I. Paralel	II. Paralel	III. Paralel	I. Paralel	II. Paralel	III.Paralel
Normal Kırmızı Et	0.Gün	2	2	0	0	0	2
	3.Gün	2,47	0	2	2,30	0	2
	5.Gün	2,77	2,60	2	2,47	2,47	0
	7.Gün	2,90	2,60	2,69	2,77	2,30	2,47
Kitosanla Kaplanmış Kırmızı Et	0.Gün	2	2	0	0	0	2
	3.Gün	2	0	0	0	0	0
	5.Gün	0	0	0	0	0	0
	7.Gün	0	0	0	0	0	0
Vakum Ambalajlanmış Kırmızı Et	0.Gün	2	2	0	0	0	2
	15.Gün	2,30	0	0	0	0	2
	30.Gün	2	0	0	0	2	0
	45.Gün	2,30	0	2	0	2	0
Kitosanla Kaplanmış Vakum Ambalajlanmış Kırmızı Et	0.Gün	2	2	0	0	0	2
	15.Gün	0	0	0	0	0	0
	30.Gün	0	0	0	0	0	0
	45.Gün	0	0	0	0	0	0

Farklı uygulama şekillerinin kırmızı etlerdeki *Staphylococcus aureus* sayısına etkisi Şekil 5.2’de verilmiştir.

Şekil 5.2: Farklı uygulama şekillerinin kırmızı etlerdeki *Staphylococcus aureus* sayısına etkisini gösteren grafik.



Farklı uygulama şekillerinin 0. günde kırmızı etteki *Staphylococcus aureus* sayısına etkisine ait varyans testi sonuçlarında varyanslar eşit çıkmıştır (Çizelge 5.15) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmamıştır.

Çizelge 5.15: Farklı uygulama şekillerinin 0. günde kırmızı etteki *Staphylococcus aureus* sayısına etkisine ait varyans testi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Uygulama Şekli	3	0,00	0,00
Hata	20	1,20	—

Farklı uygulama şekillerinin 3. günde kırmızı etteki *Staphylococcus aureus* sayısına etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 5.16’da verilmiştir.

Çizelge 5.16: Farklı uygulama şekillerinin 3. günde kırmızı etteki *Staphylococcus aureus* sayısına etkisini gösteren varyans analizinin sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Uygulama Şekli	3	0,65	151,39
Hata	20	0,01	—

Çizelgedeki varyans analizi sonuçlarından görüleceği gibi, uygulama şekilleri etteki *Staphylococcus aureus* sayısına istatistiki olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) etki yapmıştır. Uygulama şekillerinin *Staphylococcus aureus* sayısındaki etkisine ait Duncan testi sonuçları Çizelge 5.17’de verilmiştir.

Çizelge 5.17: Farklı uygulama şekillerinin 3. günde kırmızı etteki *Staphylococcus aureus* sayısına etkisini gösteren Duncan testi sonuçları.

Uygulama Şekli	n	<i>Staphylococcus aureus</i> (log kob/gr)
Normal Kırmızı Et	6	1,46±1,14 ^a
Kitosanla Kaplanmış Et	6	0,33±0,81 ^{ab}
Vakum Ambalajlanmış Et	6	0,71±1,11 ^{ab}
Kitosanla Kaplanmış Vakum Paketlenmiş Et	6	0,00±0,00 ^b

*Farklı harflerle gösterilmiş sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge incelendiğinde muhafazanın 3. gününde kitosanla kaplanmış vakum paketlenmiş olan grupta *Staphylococcus aureus* sayısının diğerlerine göre önemli ($p<0.05$) ölçüde azaldığı saptanmıştır.

Farklı uygulama şekillerinin 5. günde kırmızı etteki *Staphylococcus aureus* sayısına etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 5.18’de verilmiştir.

Çizelge 5.18: Farklı uygulama şekillerinin 5. günde kırmızı etteki *Staphylococcus aureus* sayısına etkisini gösteren varyans analizinin sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Uygulama Şekli	3	5,63	10,49
Hata	20	0,53	—

Çizelgedeki varyans analizi sonuçlarından görüleceği gibi, uygulama şekilleri, etteki *Staphylococcus aureus* sayısına istatistiki olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) etki yapmıştır. Uygulama şekillerinin *Staphylococcus aureus* sayısındaki etkisine ait Duncan testi sonuçları Çizelge 5.19’da verilmiştir.

Çizelge 5.19: Farklı uygulama şekillerinin 5. günde kırmızı etteki *Staphylococcus aureus* sayısına etkisini gösteren Duncan testi sonuçları.

Uygulama Şekli	n	<i>Staphylococcus aureus</i> (log kob/gr)
Normal Kırmızı Et	6	2,05±1,03 ^a
Kitosanla Kaplanmış Et	6	0,00±0,00 ^b
Vakum Ambalajlanmış Et	6	1,03±0,08 ^b
Kitosanla Kaplanmış Vakum Paketlenmiş Et	6	0,00±0,00 ^b

*Farklı harflerle gösterilmiş sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge incelendiğinde muhafazanın 5. gününde normal kırmızı ete yapılan muamelelerin *Staphylococcus aureus* sayısını azaltıcı etkiler gösterdiği görülmüştür. Özellikle kitosan ile yapılan muamelelerin etteki *Staphylococcus aureus* sayısını sıfırlayıcı etki gösterdiği görülmüştür.

Farklı uygulama şekillerinin 7. günde kırmızı etteki *Staphylococcus aureus* sayısına etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 5.20’de verilmiştir.

Çizelge 5.20: Farklı uygulama şekillerinin 7. günde kırmızı etteki *Staphylococcus aureus* sayısına etkisini gösteren varyans analizinin sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Uygulama Şekli	3	9,24	26,75
Hata	20	0,34	—

Çizelgedeki varyans analizi sonuçlarından görüleceği gibi, uygulama şekilleri etteki *Staphylococcus aureus* sayısına istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) etki yapmıştır. Uygulama şekillerinin *Staphylococcus aureus* sayısındaki etkisine ait Duncan testi sonuçları Çizelge 5.21’de verilmiştir.

Çizelge 5.21: Farklı uygulama şekillerinin 7. günde kırmızı etteki *Staphylococcus aureus* sayısına etkisini gösteren Duncan testi sonuçları.

Uygulama Şekli	n	<i>Staphylococcus aureus</i> (log kob/gr)
Normal Kırmızı Et	6	2,62±0,21 ^a
Kitosanla Kaplanmış Et	6	0,00±0,00 ^c
Vakum Ambalajlanmış Et	6	1,05±1,15 ^b
Kitosanla Kaplanmış Vakum Paketlenmiş Et	6	0,00±0,00 ^c

*Farklı harflerle gösterilmiş sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge incelendiğinde muhafazanın 7. gününde normal kırmızı ete yapılan muamelelerin *Staphylococcus aureus* sayısını azaltıcı etkiler gösterdiği görülmüştür. Özellikle kitosan ile yapılan muamelelerin etteki *Staphylococcus aureus* sayısını sıfırlayıcı etki gösterdiği görülmüştür.

Yapılan *Staphylococcus aureus* analizi sonuçlarının günlere karşı değişimlerine ait grup istatistiklerinin varyans analizi sonuçları Çizelge 5.22’de verilmiştir.

Çizelge 5.22: *Staphylococcus aureus* analizi sonuçlarının günlere karşı değişimlerine ait grup istatistiklerinin varyans analizi sonuçları.

Uygulama Şekilleri	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Normal Kırmızı Et	Uygulama Şekli	3	3.003.416	3.295.668
	Hata	20	0,91	-
Kitosanla Kaplanmış Et	Uygulama Şekli	3	1.333.333	2.857.143
	Hata	20	0,46	-
Vakum Ambalajlanmış Et	Uygulama Şekli	3	0,22	0,18
	Hata	20	1.211.125	-
Kitosanla Kaplanmış Vakum Paketlenmiş Et	Uygulama Şekli	3	1.500.000	5.000.000
	Hata	20	0,30	-

Çizelgedeki varyans analizi sonuçlarından görüleceği gibi, yapılan *Staphylococcus aureus* analizi sonuçlarının günlere karşı değişimlerine ait grup istatistikleri, istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) etki yapmıştır. Uygulama şekillerinin *Staphylococcus aureus* sayısındaki etkisine ait Duncan testi sonuçları çizelgelerde verilmiştir.

Çizelge 5.23: Normal Kırmızı Ette tespit edilen *Staphylococcus aureus* sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.

Muhafaza süresi	n	<i>Staphylococcus aureus</i> (log kob/gr)
0. Gün	6	$1,00 \pm 1,09^b$
3. Gün	6	$1,46 \pm 1,14^{ab}$
5. Gün	6	$2,05 \pm 1,03^{ab}$
7. Gün	6	$2,62 \pm 0,21^a$

*Farklı harflerle gösterilmiş sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge incelendiğinde normal kırmızı etlerde tespit edilen *Staphylococcus aureus* sayısının muhafaza süresince arttığı görülmektedir. Artışların özellikle de muhafazanın 7. gününde istatistiki olarak çok önemli olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 5.24: Kitosanla kaplanmış kırmızı ette tespit edilen *Staphylococcus aureus* sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.

Muhafaza süresi	n	<i>Staphylococcus aureus</i> (log kob/gr)
0. Gün	6	1,00 ± 1,09 ^a
3. Gün	6	0,33 ± 0,81 ^{ab}
5. Gün	6	0,00 ± 0,00 ^b
7. Gün	6	0,00 ± 0,00 ^b

*Farklı harflerle gösterilmiş sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Çizelge incelendiğinde kitosanla kaplanmış kırmızı etlerde *Staphylococcus aureus* sayısının muhafaza süresince önemli düzeyde azaldığı görülmektedir. Hatta muhafazanın sonlarına doğru *Staphylococcus aureus* sayısının tamamen sıfırlanmış olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.25: Vakum Ambalajlanmış Kırmızı Ette tespit edilen *Staphylococcus aureus* sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.

Muhafaza süresi	n	<i>Staphylococcus aureus</i> (log kob/gr)
0. Gün	6	1,00 ± 1,09 ^a
15. Gün	6	0,71± 1,11 ^a
30. Gün	6	0,66± 1,03 ^a
45. Gün	6	1,05± 1,15 ^a

*Farklı harflerle gösterilmiş sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Çizelge incelendiğinde vakum ambalaj uygulamasının *Staphylococcus aureus* sayısı istatistiki açıdan önemli derecede değişmemiştir. Bu durum vakumlamanın *Staphylococcus aureus* üzerine durdurucu etki gösterebileceğini akla getirmektedir.

Çizelge 5.26: Kitosanla kaplanmış vakum ambalajlı ette tespit edilen *Staphylococcus aureus* sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.

Zaman	n	<i>Staphylococcus aureus</i> (log kob/gr)
0. Gün	6	1,00 ± 1,09 ^a
15. Gün	6	0,00 ± 0,00 ^b
30. Gün	6	0,00 ± 0,00 ^b
45. Gün	6	0,00 ± 0,00 ^b

*Farklı harflerle gösterilmiş sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Çizelge incelendiğinde analizin 15., 30., ve 45. günlerinde *Staphylococcus aureus* 'un tespit edilemediği görülmektedir. Analizin ilk gününden itibaren kitosanla kaplayıp vakum uygulamanın *Staphylococcus aureus* sayısında önemli düzeyde (p<0.05) düşüşe neden olacağı görülmektedir. Hatta muhafazanın 15.gününden itibaren *Staphylococcus aureus* sayısının tamamen sıfırlanacağını göstermiştir.

5.1.3. *Salmonella* Var/Yok Testi

Örnek gruplarına *Salmonella* var/yok testi uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 5.27'de verilmiştir.

Çizelge 5.27: *Salmonella* var/yok testi sonuçları

Uygulama Şekli	Süre	1. Tekerrür			2. Tekerrür		
		I. Paralel	II. Paralel	III. Paralel	I. Paralel	II. Paralel	III. Paralel
Normal Kırmızı Et	0.Gün	-	-	-	-	-	-
	3.Gün	-	-	-	-	-	-
	5.Gün	-	-	-	-	-	-
	7.Gün	-	-	-	-	-	-
Kitosanla Kaplanmış Kırmızı Et	0.Gün	-	-	-	-	-	-
	3.Gün	-	-	-	-	-	-
	5.Gün	-	-	-	-	-	-
	7.Gün	-	-	-	-	-	-
Vakum Ambalajlanmış Kırmızı Et	0.Gün	-	-	-	-	-	-
	15.Gün	-	-	-	-	-	-
	30.Gün	-	-	-	-	-	-
	45.Gün	-	-	-	-	-	-
Kitosanla Kaplanmış Vakum Ambalajlanmış Kırmızı Et	0.Gün	-	-	-	-	-	-
	15.Gün	-	-	-	-	-	-
	30.Gün	-	-	-	-	-	-
	45.Gün	-	-	-	-	-	-

+: *Salmonella* pozitif -: *Salmonella* negatif

Yapılan analizler sonucunda hiçbir grupta *Salmonella* tespit edilememiştir.

5.1.4 TBA Analizi Sonuçları

Kırmızı etlerde bulunan lipidlerin oksitlenmesinin birincil aşamasında peroksitler oluşmaktadır. Oksitlenmenin birinci aşamasında tiyobarbitürik asit, ikincil lipid oksidasyon derecesini ölçen bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır.

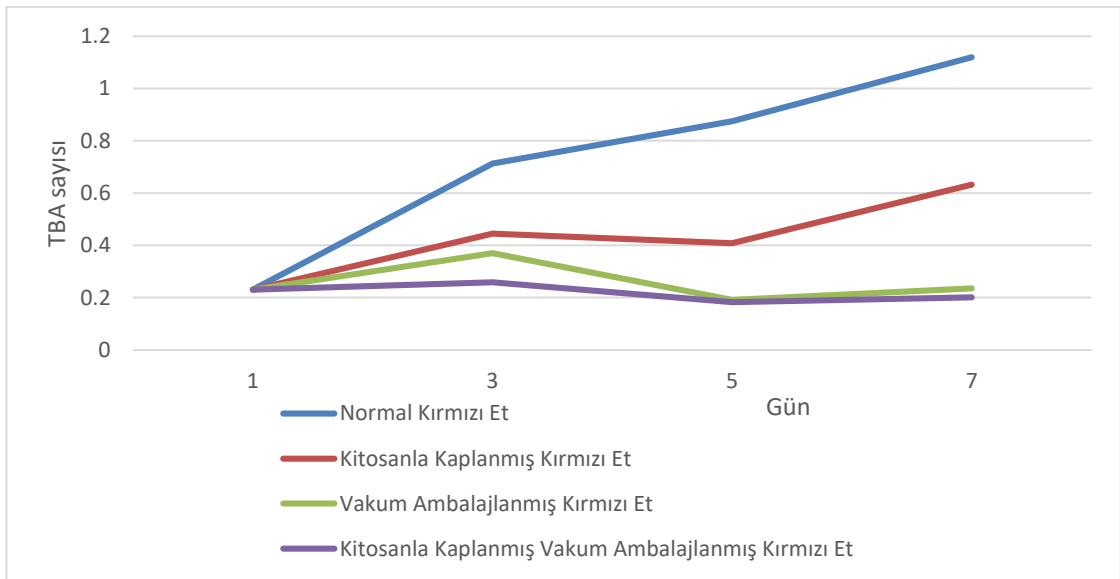
Farklı uygulama şekilleriyle muamele edilen kırmızı etlerde TBA değerlerindeki değişim Çizelge 5.28’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.28: TBA analizi sonuçları.

Uygulama Şekli	Süre	1. Tekerrür			2. Tekerrür		
		I. Paralel	II. Paralel	III. Paralel	I. Paralel	II. Paralel	III. Paralel
Normal Kırmızı Et	0.Gün	0,22	0,21	0,20	0,24	0,22	0,23
	3.Gün	0,70	0,69	0,73	0,71	0,72	0,73
	5.Gün	0,78	0,83	0,98	0,88	0,87	0,91
	7.Gün	1,11	1,04	1,30	0,95	1,10	1,22
Kitosanla Kaplanmış Kırmızı Et	0.Gün	0,22	0,21	0,20	0,24	0,22	0,23
	3.Gün	0,48	0,43	0,44	0,40	0,45	0,47
	5.Gün	0,42	0,40	0,49	0,31	0,41	0,42
	7.Gün	0,72	0,62	0,65	0,52	0,61	0,67
Vakum Ambalajlanmış Kırmızı Et	0.Gün	0,22	0,21	0,20	0,24	0,22	0,23
	15.Gün	0,33	0,39	0,37	0,38	0,36	0,39
	30.Gün	0,19	0,20	0,15	0,24	0,19	0,18
	45.Gün	0,22	0,20	0,27	0,25	0,24	0,23
Kitosanla Kaplanmış Vakum Ambalajlanmış Kırmızı Et	0.Gün	0,22	0,21	0,20	0,24	0,22	0,23
	15.Gün	0,24	0,27	0,23	0,29	0,22	0,24
	30.Gün	0,17	0,17	0,20	0,21	0,17	0,18
	45.Gün	0,19	0,24	0,18	0,21	0,20	0,19

Farklı uygulama şekillerinin kırmızı etteki TBA sayısına etkisini gösteren grafik Şekil 5.3’de verilmiştir.

Şekil 5.3: Farklı uygulama şekillerinin kırmızı etteki TBA sayısına etkisini gösteren grafik



Farklı uygulama şekillerinin 0. günde kırmızı etteki TBA sayısına etkisine ait varyans testi sonuçlarında varyanslar eşit çıkmıştır (Çizelge 5.29) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmamıştır.

Çizelge 5.29: Farklı uygulama şekillerinin 0. günde kırmızı etteki TBA sayısına etkisini gösteren varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Uygulama Şekli	3	0,00	0,00
Hata	20	0,00	—

Farklı uygulama şekillerinin 3. günde kırmızı etteki TBA sayısına etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 5.30’da verilmiştir.

Çizelge 5.30: Farklı uygulama şekillerinin 3. günde kırmızı etteki TBA sayısına etkisini gösteren varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Uygulama Şekli	3	0,22	390,80
Hata	20	0,00	—

Çizelgedeki varyans analizi sonuçlarından görüleceği gibi, uygulama şekilleri etteki TBA sayısına istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) etki yapmıştır. Uygulama şekillerinin TBA sayısındaki etkisine ait Duncan testi sonuçları Çizelge 5.31’de verilmiştir.

Çizelge 5.31: Farklı uygulama şekillerinin 3. günde kırmızı etteki TBA sayısına etkisini gösteren Duncan testi sonuçları.

Uygulama Şekli	n	TBA
Normal Kırmızı Et	6	0,71±0,01 ^a
Kitosanla Kaplanmış Et	6	0,44±0,02 ^b
Vakum Ambalajlanmış Et	6	0,37±0,02 ^c
Kitosanla Kaplanmış Vakum Paketlenmiş Et	6	0,25±0,02 ^d

*Farklı harflerle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır($P<0.05$).

Çizelge 5.31 incelendiğinde muhafazanın 3. gününde TBA sayılarındaki düşüş bütün gruplar arasında istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. En büyük istatistiksel fark ise normal kırmızı et ve kitosanla kaplanmış vakum ambalajlanmış kırmızı et grupları arasında oluşmuştur. Bu durum kitosanla kaplanmış vakum ambalajlama yönteminin başarısını ortaya koymaktadır.

Farklı uygulama şekillerinin 5. günde kırmızı etteki TBA sayısına etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 5.32’de verilmiştir.

Çizelge 5.32: Farklı uygulama şekillerinin 5. günde kırmızı etteki TBA sayısına etkisini gösteren varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Uygulama Şekli	3	0,62	274,61
Hata	20	0,00	—

Çizelgedeki varyans analizi sonuçlarından görüleceği gibi, uygulama şekilleri etteki TBA sayısına istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) etki yapmıştır. Uygulama şekillerinin TBA sayısındaki etkisine ait Duncan testi sonuçları Çizelge 5.33’de verilmiştir.

Çizelge 5.33: Farklı uygulama şekillerinin 5. günde kırmızı etteki TBA sayısına etkisini gösteren Duncan testi sonuçları.

Uygulama Şekli	n	TBA
Normal Kırmızı Et	6	$0,87\pm 0,06^a$
Kitosanla Kaplanmış Et	6	$0,41\pm 0,05^b$
Vakum Ambalajlanmış Et	6	$0,19\pm 0,02^c$
Kitosanla Kaplanmış Vakum Paketlenmiş Et	6	$0,18\pm 0,01^c$

*Farklı harflerle işaretlenmiş olan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır($p<0.05$).

Çizelge 5.33 incelendiğinde muhafazanın 5. gününde vakum paketlenmiş kırmızı et ve kitosanla kaplanmış vakum paketlenmiş kırmızı etlerde tespit edilen TBA sayıları arasında istatistiki açıdan önemli bir fark bulunamamıştır. Bu iki grup ile diğer gruplar arasındaki TBA sayılarında ise istatistiksel fark bulunmuştur. En büyük fark normal

kırmızı et ile vakum uygulaması yapılmış grupların etlerinde görülmüştür. Vakum uygulamalarının istatistiki olarak TBA üzerine önemli ($p<0.05$) etkisi olduğunu göstermiştir.

Farklı uygulama şekillerinin 7. günde kırmızı etteki TBA sayısına etkisine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 5.34’de verilmiştir.

Çizelge 5.34: Farklı uygulama şekillerinin 7. günde kırmızı etteki TBA sayısına etkisini gösteren varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Uygulama Şekli	3	1,09	207,06
Hata	20	0,00	—

Çizelgede 5.34’deki varyans analizi sonuçlarından görüleceği gibi, uygulama şekilleri etteki TBA sayısına istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) etki yapmıştır. Uygulama şekillerinin TBA sayısındaki etkisine ait Duncan testi sonuçları Çizelge 5.35’de verilmiştir.

Çizelge 5.35: Farklı uygulama şekillerinin 7. günde kırmızı etteki TBA sayısına etkisini gösteren Duncan testi sonuçları.

Uygulama Şekli	n	TBA
Normal Kırmızı Et	6	1,11±0,12 ^a
Kitosanla Kaplanmış Et	6	0,63±0,06 ^b
Vakum Ambalajlanmış Et	6	0,23±0,02 ^c
Kitosanla Kaplanmış Vakum Paketlenmiş Et	6	0,20±0,02 ^c

*Farklı harflerle gösterilmiş sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 5.35 incelendiğinde muhafazanın 7. gününde vakum paketlenmiş kırmızı et ve kitosanla kaplanmış vakum paketlenmiş kırmızı etlerde tespit edilen TBA sayısının diğer gruplarla arasında istatistiksel fark bulunmuştur. Normal kırmızı et ile vakum uygulanmış et grupları arasında istatistiki olarak önemli bir fark ($p<0.05$) olduğu

görülmüştür. Buda vakum uygulamanın TBA sayısını düşürmede etkili olduğu düşüncesini akla getirmektedir.

Yapılan TBA analizi sonuçlarının günlere karşı değişimlerine ait grup istatistiklerinin varyans analizi sonuçları Çizelge 5.36’da verilmiştir.

Çizelge 5.36: TBA analizi sonuçlarının günlere karşı değişimlerine ait grup istatistiklerinin varyans analizi sonuçları

Uygulama Şekilleri	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F
Normal Kırmızı Et	Uygulama Şekli	3	0,85	166.069.780
	Hata	20	0,00	-
Kitosanla Kaplanmış Et	Uygulama Şekli	3	0,16	77.418.438
	Hata	20	0,00	-
Vakum Ambalajlanmış Et	Uygulama Şekli	3	0,03	75.857.464
	Hata	20	0,00	-
Kitosanla Kaplanmış Vakum Paketlenmiş Et	Uygulama Şekli	3	0,00	17.186.936
	Hata	20	0,00	-

Çizelge 5.36’daki varyans analizi sonuçlarından görüleceği gibi, yapılan TBA analizi sonuçlarının günlere karşı değişimlerine ait grup karşılaştırmaları, istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Uygulama şekillerinin TBA sayısındaki etkisine ait Duncan testi sonuçları Çizelge 5.40’ta verilmiştir.

Çizelge 5.37: Normal kırmızı ette tespit edilen TBA sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.

Muhafaza süresi	n	TBA
0. Gün	6	0,22± 0,00 ^d
3. Gün	6	0,71± 0,01 ^c
5. Gün	6	0,87± 0,06 ^b
7. Gün	6	1,11± 0,12 ^a

*Farklı harflerle gösterilmiş sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 5.37 incelendiğinde normal kırmızı etlerde TBA sayısının depolama boyunca sürekli arttığı görülmektedir. Günler arasındaki farklar istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 5.38: Kitosanla kaplanmış kırmızı ette tespit edilen TBA sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.

Muhafaza süresi	n	TBA
0. Gün	6	$0,22 \pm 0,00^c$
3. Gün	6	$0,44 \pm 0,02^b$
5. Gün	6	$0,41 \pm 0,05^b$
7. Gün	6	$0,63 \pm 0,06^a$

*Farklı harflerle gösterilmiş sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 5.38 incelendiğinde kitosanla kaplanmış kırmızı etlerin TBA sayısının depolama boyunca önemli ($p<0.05$) düzeyde arttığı görülmüştür. Bu durum tek başına kitosan kaplamanın TBA sayısını düşürücü etki gösteremeyeceği kanısını oluşturmuştur.

Çizelge 5.39: Vakum ambalajlanmış kırmızı ette tespit edilen TBA sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.

Muhafaza süresi	n	TBA
0. Gün	6	$0,22 \pm 0,00^b$
15. Gün	6	$0,37 \pm 0,02^a$
30. Gün	6	$0,19 \pm 0,02^c$
45. Gün	6	$0,23 \pm 0,02^b$

*Farklı harflerle gösterilmiş sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 5.39 incelendiğinde vakum ambalajlanmış kırmızı etlerde yapılan TBA analizin muhafaza süresince değişiklikler gösterse de muhafaza süresinin sonunda ilk güne oranla önemli ($p<0.05$) bir artışa neden olmadığı görülmüştür.

Çizelge 5.40: Kitosanla kaplanmış vakum ambalajlanmış kırmızı ette tespit edilen TBA sayısının günlere karşı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları.

Muhafaza süresi	n	TBA
0. Gün	6	0,22± 0,00 ^b
15. Gün	6	0,25± 0,02 ^a
30. Gün	6	0,18± 0,01 ^c
45. Gün	6	0,20± 0,02 ^c

*Farklı harflerle gösterilmiş sonuçlar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Çizelge 5.40 incelendiğinde muhafaza süresi boyunca TBA sayısı üzerine kitosan ve vakum uygulamasının etkisinin önemli ($p<0.05$) düzeyde olduğu ve TBA sayısını düşürücü etki gösterdiği görülmüştür.

5.2 Tartışma

5.2.1 Toplam mezofil aerob bakteri sayısına etki

Yapılan çalışmada muhafaza sürelerinin sonunda gruplar incelendiğinde vakum ambalajlamanın TMAB sayısına beklenen etkiyi yapmadığı tespit edilmiştir. Vakum ambalajlı ve +4°C’de muhafaza edilen dana etinde yapılan bir çalışmada, TMAB sayısının ilk gün 6.99 log kob/gr olduğunu ve 7 günlük depolama sonucunda TMAB sayısının sürekli artarak 8.23 log kob/gr değerine yükseldiğini göstermiştir (Çiçek vd., 2014). Farklı ambalajlama yöntemlerinin dana etindeki fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklere etkisinin araştırıldığı bir diğer çalışmada, TMAB sayısının, açık şekilde +4°C’de bekletilen etlerde, bir haftalık depolama süresi boyunca 5.56 log kob/ml’den, 8.83 log kob/gr’ye yükseldiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca vakum ambalajlanmış etlerde ise TMAB sayısının 5.56 log kob/gr’den 8.26 log kob/ml’ye yükseldiğini saptanmışlardır (Çiçek vd., 2013). Yapılan bu araştırmalar çalışmamızın sonucunu destekleyici niteliktedir. Vakum ambalajlamanın TMAB sayısına beklenen etkiyi yapmamasında anaerobik mikroorganizmaların faaliyetlerine devam etmesi ve oksijensiz ortamın mikroorganizma gelişimini durdurmada yetersiz kalması (Hecer, 2012) önemli faktördür.

Çalışmada, muhafaza sürelerinin sonunda gruplar incelendiğinde kitosanla kaplanan grupların TMAB sayısını düşürdüğü görülmektedir. Pişmeye hazır et ürünlerinde kitosan kaplama uygulanan bir çalışmada, örneklerde TBA, TMAB ve *S. aureus* analizleri yapmışlardır. Araştırmacılar %2'lik kitosan solüsyonu kullanmış ve 14 gün depolama yapmışlardır. Koyun etlerinde ilk gün 6.1 log kob/gr olan değerin 3.4 - 6.1 log kob/gr değerine düştüğü saptanmıştır (Kanatt vd., 2013). Kitosan uygulanmış sosislerde raf ömrünün araştırıldığı bir çalışmada ise 15 günlük depolama sonunda TMAB sayısının ilk gün ki değere yakın olduğu saptanmıştır (Bostan ve Mahan, 2011). Araştırmacıların kitosan ile yaptıkları çalışmalar incelendiğinde, kitosanın TMAB sayısını durdurmada etkili olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar araştırmamızda elde edilen sonuçları desteklemektedir. Kitosanın TMAB sayısını durdurmada en önemli etkiler kitosanın kuvvetli antimikrobiyal ve antifungal özelliklerden kaynakladığı (Liu vd., 2004) düşünülmektedir.

5.2.2 *Staphylococcus aureus* sayısına etki

Yapılan çalışmada muhafaza sürelerinin sonunda gruplar arasındaki farklar incelendiğinde vakum ambalajlamanın *Staphylococcus aureus* sayısına beklenen etkiyi yapmadığı tespit edilmiştir. Vakum ambalajlı dilimlenmiş jambonda *Clostridium botulinum* ve *Staphylococcus aureus* analizleri yapılan bir çalışmada, vakum ambalajlamanın jambonda *Staphylococcus aureus* sayısını durdurduğu saptanmıştır (Christiansen and Foster, 1965). Yapılan bu araştırmalar çalışmamızın sonucunu destekleyici niteliktedir. Vakum ambalajlamanın beklenen etkiyi yapmamasında *Staphylococcus aureus*'un fakültatif anaerob olmasının etkisi olduğu düşünülmektedir (Kılınç ve Çaklı, 2001). Dolayısıyla oksijensiz ortam *Staphylococcus aureus* sayısını beklenen ölçüde düşürmemiş fakat normal kırmızı ete göre daha düşük sonuçlar elde edilmesine sebep olmuştur.

Yapılan çalışmada muhafaza sürelerinin sonunda gruplar arasındaki farklar incelendiğinde kitosanın *Staphylococcus aureus* üzerine inhibe edici etkisinin olduğu görülmektedir. Kitosanın et kaplamada kullanıldığı bir çalışmada araştırmacılar, kitosan kaplanmış etleri 30° C'de 48 saat ve 4° C'de 10 gün depolamışlardır. *Bacillus subtilis* IFO 3025, *Escherichia coli* RB, *Pseudomonas fragi* IFO 3458 and *Staphylococcus aureus* IAM 1011 bakterileri analiz edilmiş ve kitosanın bu bakterileri inhibe ettiği saptanmıştır (Darmadji ve Izumimoto, 1994). Kitosanın sarımsak yağı,

potasyum sorbat ve nisinle karıştırılıp belirli konsantrasyonlarda *E. coli*, *S. aureus*, *Salmonella trphimurium*, *L. monocytogenes* ve *B. cereus* mikroorganizmalarında etkinliğinin ölçüldüğü bir çalışmada, araştırmacılar kitosanın belirtilen bütün mikroorganizmalarda antimikrobiyal etki gösterdiğini saptamışlardır (Pranoto vd., 2005). Kitosan ve nanenin kompleks olarak kullanıldığı bir çalışmada, *E.coli*, *P. fluorences*, *S. trphimurium*, *S. aureus* ve *B. cereus* bakterilerinde analizler yapılmıştır. Araştırmacılar kullandıkları karışımın mikrobiyal aktiviteyi etki edip etmediğini tespit etmeye çalışmışlardır. Başlangıçta 6 log kob/gr olan *S. aureus* sayısının 24 saatlik süre sonunda sıfırlandığını tespit etmişlerdir (Kanatt vd., 2008). Kıymanın raf ömrünün uzatılması için yapılan bir çalışmada, +3°C’de depolanan ete kitosanla muamele edilmiştir. Araştırmacılar, kitosanın *E.coli*, *S. aureus* ve *S. enteritidis* organizmaları üzerine kesin bir inhibitör etki yaptığı saptamışlardır (Dehnad vd., 2014). Yapılan bu araştırmalar çalışmamızın sonucunu destekleyici niteliktedir. Kitosanın sahip olduğu antimikrobiyal ve antifungal özelliklerinden dolayı *Staphylococcus aureus* üzerine öldürücü etkisi olduğu düşünülmektedir. Ayrıca kitosanın hem gram (+) hem de gram (-) bakterilerde etkili olduğu bilinmektedir. *Staphylococcus aureus* ise gram (+) bir bakteridir. Kitosanın buradaki etki mekanizmasının ise seçici olacak şekilde metallerle bağlanması veya mikroorganizmaların nükleusuna girerek DNA’ya bağlanması sonucunda mRNA sentezini engellemesinden kaynaklandığı değerlendirilmektedir (Liu vd., 2004).

5.2.2 TBA sayısına etki

Yapılan çalışmamada elde edilen sonuçlar incelendiğinde kitosanın TBA sayısı üzerine düşürücü etkisi olduğu görülmektedir. Kitosanın et kaplamada kullanıldığı bir çalışmada araştırmacılar, kitosanın lipid oksidasyonunu ve kokuşmayı düşürdüğü tespit edilmiştir (Darmadji ve Izumimoto, 1994). Kitosan ile kaplanmış ve kaplanmamış pişmeye hazır et numunelerinde yapılan bir çalışmada TBA sayısına bakılmıştır. Araştırmacılar, bütün kitosanla kaplanmış örneklerdeki TBA sayısının kaplanmamış örneklerden daha düşük çıktığını tespit etmişlerdir (Kanatt vd., 2008). Gümüş sazan balığında yapılan bir çalışmada, balıklar kitosan ile kaplanmış ve -3° C’de 30 gün süreyle depolanmıştır. Örneklerde TBA analizi yapılmış ve bütün örneklerde TBA sayısının kitosanla kaplanmış olanlardan daha fazla çıktığı tespit edilmiştir (Fan vd., 2009). Elde edilen bu sonuçlar çalışmamızdaki sonuçlarla benzerlik taşımaktadır. TBA sayısı etlerde lipid oksidasyonunu ölçen bir parametredir.

Burada kitosanın et yüzeyinde bir bariyer oluşturarak etteki lipidlerin oksijenle temaslarını azalttığı düşünülmektedir (Liu vd., 2004). Bu bariyer sayesinde bütün kitosanlı gruplarda normal kırmızı ete göre TBA sayısının daha düşük çıktığı görülmektedir. Ayrıca kitosarla kaplanmış vakum paketlenmiş kırmızı ette, vakum paketlenmiş kırmızı ete göre TBA sayısının daha düşük çıkmasıda kitosanın bu bariyer özelliğini ispatlar niteliktedir.

Yapılan tez çalışmasında elde edilen sonuçlar incelendiğinde vakum ambalajlamanın TBA sayısını daha etkin bir şekilde düşürdüğü görülmektedir. Sığır filetosunda vakum ambalaj ve modifiye atmosferin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, araştırmacılar en düşük TBA değerinin vakum ambalajlanmış sığır filetolarında bulmuşlardır (John vd., 2005). Buradaki etkinliğin, vakum ambalajlama sayesinde ortamdaki bütün oksijenin uzaklaştırılması sonucunda etlerdeki lipid oksidasyonunun gecikmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Yanar ve Fenercioğlu, 1999).

Bu çalışmada gıda sektöründe yenilebilir film kaplaması olarak kullanılma olanakları araştırılan kitosanın antimikrobiyal ve antioksidatif etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda kitosanın mikroorganizmalar üzerine durdurucu ve öldürücü etkileri ortaya konmuştur. Kitosanın oksidatif bozulmanın da kısmen önüne geçtiği ancak vakum ambalaj ile kullanılması ile bu etkinin çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Agullo, E., Rodriguez, M.S., Ramos, V. ve Albertengo L. İ., 2003, Present and future role of chitin and chitosan in food. *Macromol. Biosci.* 3: 521-530.
- Ali, Z.M., Lazan, H., ve Guava, I., 1997, Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits, editor: S.K.Mitra, CAB International, London; UK, P. 145-166.
- Baldwin, E.A., 1994,. Edible coatings for fresh fruits and vegetables: past, present and future, In: *Edible Coatings and films to Improve Food Quality*, editor: Krochta J.M., Baldwin E.A. and Nisperos-Carriedo M.O., Techomic Publishing Company Inc., Lancaster, 25-64.
- Bostan, K., Aldemir, T., ve Aydın, A., 2007, Kitosan ve antimikrobiyal aktivitesi. *Türk Mikrobiyol Cem Dergisi*, 37 (2) : 118-127.
- Bostan, K., Mahan FI, 2011, Microbial quality and shelf-life of sausage treated with chitosan, *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 37 (2): 117-126.
- Cha, D.S. ve Chinnan M.S., 2004,. Biopolymer-based antimicrobial packaging: A Review. *Food Science and Nutrition*. Vol.(44). 223-237.
- Chen, C, Liao W.Y., ve Tsai G.J., 1999, Antibacterial effects of N-sulfonated and N-sulfabenzoyl chitosan and application to oyster preservation. *Journal of Food Protection*. 61(9):1124.
- Christiansen, L.N., ve Foster E.M, 1965, Effect of vacuum packaging on growth of *clostridium botulinum* and *staphylococcus aureus* in cured meats, *American Society for Microbiology*, 13 (6): 1023-1025.
- Coma, V., Martial-Gros A., Garreau S., Copinet A., Salin F. ve Deschamps A., 2002, Edible antimicrobial films based on chitosan matrix. *Journal of Food Sci.* Chicago, 67(3):1162.
- Çağrı, A., Üstünol Z., ve Ryser E.T., 2004, Antimicrobial edible films and coatings. *Journal of Food Protection*. 67 (4). 833-848.
- Çaklı, S., ve Kılınç, B., 2004, Kabuklu su ürünleri işleme artıklarının endüstriyel alanda değerlendirilmesi, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, Cilt: 21, Sayı:1-2. 145-152.

- Çalimli, A., Aktaş Z., Yıldız, N., Gökçe, Y., ve Cengiz B., 2008, Nano yapıdaki kitosan, hidroksiapatit ve kompozitlerinin sentezi ve parçacık karakterizasyonu, Proje no: 104M412 Proje Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı, Ankara, 90.
- Çiçek, Ü., Karabıyıklı, Ş., Kılınçer, F.N., Yıldırım, A.T., ve Cevahiroğlu H, 2014, Vakum ambalajlı olarak soğukta muhafaza edilen dana, kuzu ve tavuk etlerinin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri, GOP Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 31(1): 54-62.
- Çiçek, Ü., Karabıyıklı, Ş., Çabuk, D., İyiekmekçi, B., Kurbandurdiyev, H., ve Cevahiroğlu H, 2013, Dana etinin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine farklı ambalajlama yöntemleri ve depolama süresinin etkisi, GOP Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 31(1): 54-62.
- Darmadji, P., ve Izumimoto, M., 1994, Effect of chitosan in meat preservation. Meat Science 38, 243-254.
- Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J., ve Voilley A., 1998, Edible films and coatings: Tomorrow's Packagings. Critical Reviews in Food Science. 38(4). 299-313.
- Dehnad, D., Mirzaei H., Djomeh Z.E., ve Jafari SM, 2014, Thermal and antimicrobial properties of chitosan-nanocellulose films for extending shelf life of ground meat, Carbohydrate Polymers. 109: 148-154.
- Demir, A. ve Seventekin N., 2009, Kitin, kitosan ve genel kullanım alanları, Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3, 92-103.
- Dong, H., Cheng L., Tan J., Zheng K. ve Jiang Y., 2004, Effects of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. Journal of Food Engineering, 64:355-358.
- Duncan, D.B., 1955, Multiple Rang, Multiple F. Test. Biometrics. 11:1-42.
- Duran, A., Ardic, M., ve Kahve, H.I., 2015, Edible food coating. Conference of the International Journal of Arts & Sciences. 08(01). 131-134.
- El Ghaouth, A., Arul, J., Ponnampalam, ve R. and Boulet, A., 1991, Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. Journal of Food Science, 56: 1618-1620.
- El-Tahlawy, K.F., El-bendary, M.A., Elhendawy, A.G., ve Hudson, S.M., 2005, The antimicrobial activity of cotton fabrics treated with different crosslinking agents and chitosan, Carbohydrate Polymers. 60. 421-430.

- Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y., ve Chi, Y, 2009, Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage, Food Chemistry. 115 (1): 66-70.
- Gagne, N., 1993, Production of chitin and kitosan from crustacean waste and their use as a food processing aid, PhD Thesis, McGill University, Montreal, Canada.
- Gökçe, Y., 2008, Kitosan nano parçacıklarının sentezi. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara Üniversitesi.
- Guang, W.Y., 2002, The effect of chitosan and its derivatives on the dyeability of silk, Ph.D. Thesis, Hong Kong Polytechnic University.
- Hardenberg, R.E., 1967, Wax and related coatings for horticultural products-a bibliography. Agricultural Research Service Bulletin. USDA. Washington DC. 51-15.
- Hecer, C., 2012, Et teknolojisinde ambalajlama yöntemleri, Uludağ Univ. J. Fac. Vet. Med., 1: 57-61.
- Hurtado, M.L., Estevez A.M., ve Canovas G., 2001, Physical characterization of a potato starch edible coating used in walnut storage, In: Proc.4. Int.Conf.On Postharvest. Editors: R.Ben-Arie and S.Philosoph-Hadas.Acta Hort. 553,627-629.
- ISO 4833-2, 2013, Microbiology of the food chain - Horizontal method for the enumeration of microorganisms.
- ISO 6888-2, 1999, Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species).
- Işık, H., Dağhan, Ş., ve Gökmen, S., 2013, Gıda endüstrisinde kullanılan yenilebilir kaplamalar üzerine bir araştırma. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi. Cilt:8. No: 1. 26-35.
- Jiang, Y. ve Li Y., 2001, Effects of chitosan coating on post harvest life and quality of longan fruit. Food Chemistry, 73: 139-143.
- Jo, C., Lee, J.W, Lee K.H ve Byun, M.W., 2001, Quality properties of park sausage prepared with water-soluble chitosan oligomer. Meat Science, 59: 369-375.
- John, L., Cornforty, D., Carpenter, E.C, Sorheim, O., Pettee, C.B, ve Whittier D.R, 2005, Color and thiobarbituric acid values of cooked top sirloin steaks

packaged in modified atmospheres of 80% oxygen, or 0.4% carbon monoxide or vacuum, Meat Science, 69 (3): 441-449.

Jonathan, Z. K., Samuel, M.H, ve Katherine, A.M.C, 1999, Crosslinking of Chitosan fibers with dialdehydes: Proposal of a new reaction mechanis, Journal of Polymer Science: Part B: Polymer Physics, Vol. 37, 1079–1094.

Kamil, J.Y.V.A, Jeon, Y-J, ve Shahidi F., 2002, Antioxidative activity of chitosans ot different viscosity in cooked comminuted flesh ot herring (C/upea harengus). Food Chemistry, 79: 69-77.

Kanatt, R.S, Chander, R, ve Sharma, A, 2008, Chitosan and mint mixture: A new preservative for meat and meat products. Food Chemistry. 107: 845-852.

Kanatt, R.S, Rao, M.S, Chawla, S.P, ve Sharma, A, 2013, Effects of chitosan coating on shelf-life of ready-to-cook meat products during chilled storage, Food Science and Technology 53: 321-326.

Karakuş, K., 2011, Türkiye'nin canlı hayvan ve kırmızı et ithaline genel bir bakış. İğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Dergisi 1(1): 75-79.

Kaymakçı, M., Eliçin, A., Tuncel, E., Pekel, E., Karaca, O., Işın, F., Taşkın, T., Aşkın, Y., Emsen, H., Özder, M., Selçuk, E., ve Sönmez, R., 2005, Türkiye'de küçükbaş hayvan yetiştiriciliği. ZMO bildirileri, Ankara.

Kılınç, B., ve Çaklı Ş., 2001, Paketleme tekniklerinin balık ve kabuklu su ürünleri mikrobiyal florası üzerine etkileri, E. Ü. Su ürünleri dergisi, 18: 279-291.

Kittur, F.S, Saroja, N, Habibunnisa, R.N., ve Tharanathan, R.N., 2001, Polysaccharide based composite coating formulations for shelf-life extension of fresh banana and mango. Eur. Food Res. Technology, 213: 306-311.

Koyuncu, M.A., ve Savran, H.E., 2002, Yenilebilir kaplamalar, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi ,Yıl 6, Sayı 3,S. 73-83

Krochta, J. M., ve Baldwin, E. A., Nisperos-Carriedo M., 1994, Edible coating and films to improve food quality. Lancaster PA (CRC Pres).

Krochta, J.M., ve Johnston, C., 1997, Food Technology: Edible and biodegradable polymer films: Challenges and Opportunities (Scientific Status Summary) 51(2) 61-74.

Kurt, Ş., ve Zorba, Ö., 2005, Kitin, kitosan ve türevlerinin gıdalarda kullanım olanakları. GIDA. 30 (6). 371-378.

- Kuzgun, K.N., ve İnanlı, G. A., 2013, Kitosan üretimi ve özellikleri ile kitosanın kullanım alanları. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*. 6 (2). 16-21.
- Liu H, Du Y, Wang X., ve Sun L., 2004, Chitosan kills bacteria through cell membrane damage. *International Journal of Food Microbiology*, 95: 147-155.
- Mazeau, K., ve Rinaudo, M., 2004, The prediction of the characteristics of some polysaccharides from molecular modeling. Comparison with effective behavior. *Food Hydrocolloids*, 18: 885-898.
- No, H.K., Park N.Y., Lee S.H., ve Meyers S.P., 2002, Antibacterial activity of chitosan and chitosan oligomers with different molecular weights. *Int. Journal of Food Microbiology*. 74. 65-72.
- No, H.K, Kim, S.H, Lee, S.H., Park, N.Y., Lee, S.H, ve Prinyawiwatku, W., 2006, Stability and antibacterial activity of chitosan solutions affected by storage temperature and time. *Carbonhy Polym*. 65: 174-178.
- Peker, İ., Oktar, F., Eroğlu, M., ve Morkoç, E., 2006, Kerevit kabuklarından kitin üretilmesi ve kesilmiş sütün suyundan laktoz izolasyonu işleminde kullanılması, TÜBİTAK Proje No: 104M017, Ankara.
- Pen, L.T., ve Jiang, Y.M., 2003, Effects of chitosan coating on shelf life and quality of fresh-cut Chinese water chestnut. *Lebensrn.Wiss. U.-Technol.*, 36: 359-364.
- Polat, H., 2008, Kitin ve kitosan biyosorbentlerinin pembe karides (*parapenaeus ongirostris*) kabuk atıklarından sentezlenmesi karakterizasyonu ve karşılaştırmalı zehirli metal adsorpsiyon çalışmaları, TÜBİTAK Proje No: 106T111, İzmir.
- Pranoto, Y., Rakshit, S.K., ve Salokhe, V.M., 2005, Enhancing antimicrobial activity of chitosan films by incorporating garlic oil, potassium sorbate and nisin. *LWT*. 38: 859- 865.
- Roller, S., ve Covill, N., 1999, The antifungal properties of chitosan in laboratory media and apple juice. *International Journal of Food Microbiology*, 47: 67-77.
- Quattara, B., Simard, R.E., Piette, G., Begin, A., ve Holley, R.A., 2000, Inhibition of surface spoilage bacteria in processed meats by application of antimicrobial films prepared with chitosan, *International Journal of Food Microbiology*, 62: 139-148.
- Sagoo, S., Board, R., ve Roller, S., 2002, Chitosan inhibits growth of spoilage microorganisms in chilled pork products. *Food Microbiology*, v. 19, n. 2-3, p. 175-182.
- Serhat Kalkınma Ajansı, 2015, TRA2 Bölgesi Kırmızı Et Sektörü Stratejik Analiz. *FAO İstatistikleri*. 2014.

Shahidi, F., Arachchi, J.K.V., ve Jeon, Y.J, 1999, Food applications of chitin and chitosans. Trends in Food Science and Technology, 10(2): 3751.

Singlepath Salmonella. Performance Tested Method 060401.

Synowiecki, J., ve Al-Khateeb, N.A., 2003, Production, properties, and some new applications of chitin and its derivatives. Crit Rev Food Sci Nutr;43(2):145-71.

Takeda, M., ve Abe E., 1962, Norisho Soisan Koshusko Kenkyu Hokoku, 11, 339-406.

Takeda, M., ve Katsuura H., 1964, Suisan Daigaku Kenkyu Hokoku, 13, 109-116.

Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Younathan, M.T., ve Dugan, L.R., 1960, A distillation method for the quantitative determination of manolaldehyde in rancid foods. J. Am.n Oil Chem. Soc., 37, 44-48.

Terbojevich, M, ve Muzarelli, R.A., 2000, Chitosan. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd. Press.

Tharanathan, R.N., ve Kittur F.S., 2003, Chitin the undisputed biomolecule of great potential. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 43(1): 61-87.

Tsai, G.J., W. H. Su, H. C. Chen, ve C. L. Pan., 2002, Antimicrobial activity of shrimp chitin and chitosan from different treatments and applications of fish preservation. Fisheries Science. 68: 170-177.

TÜİK Türkiye ve Dünyada Kırmızı Et Sektörü Güncel Durumu 2013 verileri. <https://biruni.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul>

Türkiye Kırmızı Et Sektörü ve Rekabet Politikası, 2010, Rekabet Kurumu. <http://www.rekabet.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSekt%25c3%25b6r%2BRaporu%2Fsektorrapor5.pdf>

USDA, 2013, ABD Tarım Bakanlığı verileri. [https://www.nass.usda.gov/Publications/Ag_Statistics/2013/Introduction .pdf](https://www.nass.usda.gov/Publications/Ag_Statistics/2013/Introduction.pdf)

Var I., Erginkaya, Z., Güven M., ve Kabak B., 2006, Effects of antifungal agent and packaging material on microflora of kashar cheese during strage period. Food Control. 17. 132-136.

Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S., ve Baygar, T., 2004, Su ürünleri işleme teknolojisi, İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul. 473-474.

- Varma, A.J. Deshpande, S.V., ve Kennedy, J.F., 2004, Metal complexation by chitosan and its derivatives: a review. *Carbohydrate Polymers*. 55: 77-93.
- Vilchez, S., Jovancic, P., Manich, A.M., Julia, M. R., ve Erra P., 2005, Chitosan application on wool before enzymatic treatment, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 98, p. 1938-1946.
- Yanar, Y., ve Fenercioğlu, H., 1999, Sazan (*Cyprinus carpio*) etinin balık köftesi olarak değerlendirilmesi *Tr. J. Of Veterinary and Animal Sciences*, 23: 361-365.
- Youn, S.K., Her, J.H., Kim, Y.J., Choi, J.S., Park, S.M., ve Ahn, D.H., 2004, Studies on the improvement of shelf-life in spicy beef meat using chitosan. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 33 (11), 207-211.
- Yörük, M., 2013, Süt Et Gıda Sanayicileri ve Üreticileri Birliği (SETBİR) Gıda Mühendisleri Kongresi Bilgi Kirliliği ve Yansımaları- Ankara
- Zivanovic, S., Chi, S. ve Draughon, A.F., 2005, Antimicrobial activity of chitosan films enriched with essential oils. *Journal of Food Science*, 70, 45–51.
- URL-1, FAO İstatistikleri, <http://faostat3.fao.org/faostatgateway/go/to/download/Q/QA/E>, Alındığı Tarih: 10.07.2014

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Halil İbrahim KAHVE

Doğum Tarihi ve Yeri: 26/12/1989

E-posta adresi :ibrahimkahve@aksaray.edu.tr

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

**Lisans :Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü,
2012**

Yüksek Lisans :

Doktora :

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü

Araştırma Görevlisi 2014 – halen.