

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KEKİK YAĞI İÇEREN KİTOZAN KAPLAMALARIN MODİFİYE  
ATMOSFERDE AMBALAJLANAN SUCUKLARIN KALİTESİ ÜZERİNE  
ETKİSİ**

**Ayça ŞAHİN**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA  
2013**

**Her Hakkı Saklıdır**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### KEKİK YAĞI İÇEREN KİTOZAN KAPLAMALARIN MODİFİYE ATMOSFERDE AMBALAJLANAN SUCUKLARIN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Ayça ŞAHİN

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman. Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN

Bu çalışmada, kekik yağı içeren kitozan bazlı kaplamanın soğuk muhafaza boyunca (4°C) modifiye atmosferde ambalajlanan (MAA) dilimli sucukların mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel ve duyusal kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Üretilen sucuklar, dilimleme makinasıyla dilimlendikten sonra 3 gruba ayrılmıştır. Gruplardan birisine hiçbir işlem uygulanmamış (C), diğer iki gruba kitozan kaplama (K) ve %1 kekik yağı içeren kitozan kaplama (KK) uygulanmış; daha sonra tüm gruptaki sucuklar CO<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub> içeren MAA'ya tabi tutulup 106 gün 4°C'de muhafaza edilmiştir. Ürünün kimyasal bileşiminin belirlenmesi için başlangıçta nem, yağ, protein, kül ve tuz analizleri yapılmıştır; soğuk depolamanın 15 günlük periyotlarında ise pH değeri, enstrümental CIE\* açıklık-koyuluk (L\*), kırmızılık (a\*) ve sarılık (b\*) değerleri, tiyabarbitürik asit (TBA) değeri, toplam aerob mezofil bakteri (TAMB), toplam aerob psikrofil bakteri (TAPB), laktik asit bakteri (LAB), *Staphylococcus-Micrococcus* spp. ve toplam koliform bakteri sayıları saptanmıştır. Ayrıca ürünün duyusal özelliklerinde meydana gelebilecek değişimlerin belirlenmesi amacıyla duyusal analiz yapılmıştır.

Çalışmada, dilimli sucukların nem, protein, yağ, kül ve tuz içerikleri sırasıyla %40.37, %18.93, %32.59, %3.71 ve %2.60 olarak tespit edilmiştir. Kitozanla kaplanmış gruplarda kontrole göre TAMB ve TAPB sayılarında yaklaşık 3 log birimlik, LAB ve *Staphylococcus-Micrococcus* spp. sayılarında ise 2 log birimlik inhibisyon tespit edilmiştir (p<0.05). Toplam koliform bakteri sayısı da depolama süresince azalmıştır (p<0.05). Kitozan kaplama ve kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulamasının TBA değeri üzerinde genel olarak etkisi gözlenmemiştir (p>0.05). Çalışma süresince L\* değerleri tüm gruplarda artmıştır. Genel olarak C ve K grupları arasındaki a\* değerleri farkı önemsizken (p>0.05) kitozan kaplamaya kekik yağı ilavesinin a\* değerini olumsuz etkilediği saptanmıştır (p<0.05). Dilimli sucuklarda belirlenen b\* değeri depolama süresine bağlı olarak tüm gruplarda genel olarak artış göstermiştir (p<0.05). Duyusal analizde kitozan kaplama grupları arasında farka sebep olmamıştır (p>0.05). Kitozan kaplamada kullanılan kekik yağı lezzeti olumsuz etkilemiştir.

**Mart 2013, 76 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Sucuk, Kitozan, Kekik Yağı, Modifiye Atmosfer Ambalajlama

## ABSTRACT

Master Thesis

### EFFECT OF CHITOSAN COATINGS INCORPORATED WITH THYME ESSENTIAL OIL ON THE QUALITY OF MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGED SUCUK

Ayça ŞAHİN

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN

In this study, effect of edible chitosan coating incorporated with thyme essential oil on the quality of modified atmosphere packaged sucuk was investigated during refrigerated storage (4°C). Sliced sucuk were separated into three groups, one of them was control which was not coated, the other two groups were coated with chitosan or chitosan incorporated %1 (v/v) thyme essential oil. Three groups of sucuk were packaged in modified atmosphere package and stored 4°C for 106 days. Initially, chemical composition (moisture, protein, lipid, ash and salt contents) of sucuk were determined. During the storage for 106 days, pH value, total aerobic mesophilic bacteria (TAMB), total aerobic psychrophilic bacteria (TAPB), lactic acid bacteria (LAB), *Staphylococcus-Micrococcus* spp., total coliform bacteria counts, thiobarbituric acid (TBA) value CIE L\* (lightness), a\* (redness) and b\* (yellowness) values were evaluated at 15 day-intervals. Sensory evaluation was also conducted each period of storage.

Initial sucuk had 40.37% moisture, 18.93% protein, 32.59% lipid, 3.71% ash and 2.60% salt. Approximately 3 log unit reduction was observed in chitosan coated groups based on counts of TAMB and TAPB ( $p < 0.05$ ). Counts of LAB and *Staphylococcus-Micrococcus* spp. for chitosan coated groups approximately 2 log unit reduction was observed ( $p < 0.05$ ). Counts of total coliform bacteria also decreased during storage ( $p < 0.05$ ). Neither chitosan coating application nor thyme essential oil incorporation into the coating had a significant effect on TBA value at each period ( $p > 0.05$ ). L\* value increased during the storage for each group ( $p < 0.05$ ). No significant effects on a\* value was observed in C and K ( $p > 0.05$ ). Thyme essential oil incorporation into the chitosan caused negative effect on a\* value ( $p < 0.05$ ). All groups generally resulted in higher b\* values over the refrigerated storage ( $p < 0.05$ ). In sensory evaluation, chitosan coating application had no negative effect on sensory properties of sucuk ( $p < 0.05$ ). Thyme essential oil incorporation had negative effect on flavor of sucuk.

**March 2013, 76 pages**

**Key Words:** Sucuk, Chitosan, Thyme oil, Modified Atmosphere Packaging.

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında yanımda olan, beni destekleyen ve tecrübeleriyle bana yol gösteren değerli danışmanım Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN'a (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), laboratuvar çalışmalarımda bana destek olan Araş. Gör. Dr. Burak DEMİRHAN'a ve Araş. Gör. Emine ÇARKCIOĞLU'na

Analizlerimde tecrübelerinden faydalandığım, Yrd. Doç. Dr. İlker Turan AKOĞLU'na ve Araş. Gör. Eda DEMİROK'a

Duyusal analizlere katılarak tez çalışmamda yardımcı Araş. Gör. Gizem ÖZLÜK ÇİLAK'a, Araş. Gör. Güliz HASKARACA'ya, Araş. Gör. Sezer TURHAN'a, Araş. Gör. Meryem Nur KANTEKİN'e, Araş. Gör. Ahmed MENEVŞEOĞLU'na, Araş. Gör. Necla ÖZDEMİR'e, Araş. Gör. Burcu DUMAN'a, Gıda Müh. Dilem TOZANLI'ya, Gıda Yük. Müh. Cansu Ekin GÜMÜŞ'e, Gıda Müh. Melike TUNÇER'e, Gıda Müh. Ali Samet BABAOĞLU'na,

Her zaman yanımda olan maddi ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen, annem Güner ŞAHİN'e, babam Mustafa ŞAHİN'e ve kardeşim Mehmet Aykut ŞAHİN'e çok teşekkür ederim.

Ayça ŞAHİN  
Ankara, Mart 2013

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	4
2.1 Modifiye Atmosfer Ambalajlama .....	9
2.1.1 Karbondioksit.....	10
2.1.2 Azot.....	11
2.1.3 Oksijen .....	11
2.2 Yenilebilir Film ve Kaplamalar .....	15
2.3 Kitozan .....	16
2.4 Uçucu Yağlar.....	22
2.4.1 Kekik uçucu yağı.....	23
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	25
3.1 Materyal .....	25
3.1.1 Et ve yağ .....	25
3.1.2 Baharat ve diğer katkı maddeleri .....	25
3.1.3 Yenilebilir kaplama materyali ve uçucu yağ .....	25
3.1.4 Ambalaj materyali .....	25
3.2 Yöntem .....	26
3.2.1 Sucuk üretimi .....	26
3.2.2 Yenilebilir kaplama üretimi .....	27
3.2.3 Yenilebilir kaplamanın dilimlenmiş sucuklara uygulanması .....	27
3.3 Analiz yöntemleri .....	28
3.3.1 Nem miktarının belirlenmesi .....	28
3.3.2 Yağ miktarının belirlenmesi.....	28
3.3.3 Protein miktarının belirlenmesi.....	28
3.3.4 Kül miktarının belirlenmesi .....	29
3.3.5 Tuz miktarının belirlenmesi.....	29
3.3.6 pH değeri.....	29
3.3.7 Mikrobiyolojik analiz.....	29
3.3.7.1 Toplam aerob mezofil bakteri sayısı.....	30
3.3.7.2 Toplam aerob psikrofil bakteri sayısı.....	30
3.3.7.3 Laktik asit bakteri sayısı.....	30
3.3.7.4 <i>Staphylococcus-Micrococcus</i> spp. sayısı.....	30
3.3.7.5 Toplam koliform bakteri sayısı.....	31
3.3.8 Tiyobarbitürik asit ( TBA) değeri .....	31
3.3.9 Enstrümental renk değerleri.....	32
3.3.10 Duyusal değerlendirme .....	32
3.3.10.1 Çiğ duyusal değerlendirme.....	32
3.3.10.2 Pişmiş duyusal değerlendirme.....	32
3.3.11 İstatistik Analiz .....	33

<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA</b> .....	<b>34</b>
4.1 Kimyasal Bileşim .....	34
4.2 pH Değeri .....	35
4.3 Mikrobiyolojik Analiz.....	37
4.3.1 Toplam aerob mezofil bakteri sayısı .....	37
4.3.2 Toplam aerob psikrofil bakteri sayısı .....	40
4.3.3 Laktik asit bakteri sayısı .....	41
4.3.4 <i>Staphylococcus-Micrococcus</i> spp.sayısı .....	44
4.3.5 Toplam koliform bakteri sayısı.....	46
4.4 Tiyoarbiturik Asit (TBA) Değeri.....	48
4.5 Enstrümental Renk Değerleri .....	50
4.6 Duyusal Analiz.....	55
4.6.1 Çiğ sucuk örneklerinde duyusal analiz .....	55
4.6.2 Pişmiş sucuk örneklerinde duyusal analiz .....	58
<b>5. SONUÇ</b> .....	<b>62</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>64</b>
<b>EKLER</b> .....	<b>73</b>
<b>EK 1</b> Duyusal değerlendirme formu örneği (Çiğ).....	<b>74</b>
<b>EK 2</b> Duyusal değerlendirme formu örneği (Pişmiş).....	<b>75</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>76</b>

## KISALTMALAR DİZİNİ

C	Kontrol Grubu
K	Kitozan Kaplanmış Örnek Grubu
KK	%1 Kekik Yağı İçeren Kitozan Kaplanmış Örnek Grubu
TAMB	Toplam Aerob Mezofil Bakteri
TAPB	Toplam Aerob Psikrofil Bakteri
LAB	Laktik Asit Bakterileri
TBA	Tiyobarbitürik Asit
MAA	Modifiye Atmosfer Ambalajlama
GRAS	Genellikle güvenli kabul edilen

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Sucuk üretim aşamaları.....	5
Şekil 2.2 Kür edilmiş ürünlerde nitrat ve nitritten renk oluşturma mekanizması.....	6
Şekil 2.3 Kitinden kitozan oluşumu mekanizması.....	17
Şekil 2.4. Kekik yağında bulunan esansiyel yağ asitlerinin yapısal formülleri.....	23
Şekil 4.1 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca pH değerlerindeki değişim.....	36
Şekil 4.2 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca toplam aerob mezofil bakteri sayılarındaki değişim (log kob/g).....	38
Şekil 4.3 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca toplam aerob psikrofil bakteri sayılarındaki değişim (log kob/g).....	40
Şekil 4.4 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca laktik asit bakteri sayılarındaki değişim (log kob/g).....	42
Şekil 4.5 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca <i>Staphylococcus- Micrococcus</i> spp. bakteri sayılarındaki değişim (log kob/g).....	45
Şekil 4.6 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca toplam koliform bakteri sayılarındaki değişim (log kob/g).....	47
Şekil 4.7 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca TBA değerlerindeki değişim (mg MA/kg).....	49
Şekil 4.8 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca L* değerlerindeki değişim.....	51
Şekil 4.9 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca a* değerlerindeki değişim.....	52
Şekil 4.10 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca b* değerlerindeki değişim.....	54
Şekil 4.11 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca çiğ duyusal analiz puanlarındaki değişim.....	57
Şekil 4.12 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca pişmiş duyusal analiz puanlarındaki değişim.....	60

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Sucuk üretiminde kullanılan hammadde ve katkı maddelerinin miktarları ve yüzdeleri.....	26
Çizelge 4.1 Sucuğun kimyasal bileşimi ve tuz değeri (%).....	34
Çizelge 4.2 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca pH değerleri.....	35
Çizelge 4.3 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca toplam aerob mezofil bakteri sayıları (log kob/g).....	37
Çizelge 4.4 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca toplam aerob psikrofil bakteri sayıları (log kob/g).....	40
Çizelge 4.5 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca laktik asit bakteri sayıları (log kob/g).....	42
Çizelge 4.6 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca <i>Staphylococcus-Micrococcus</i> spp. bakteri sayıları (log kob/g).....	44
Çizelge 4.7 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca toplam koliform bakteri sayıları (log kob/g).....	46
Çizelge 4.8 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca TBA değerleri (mg MA/kg).....	48
Çizelge 4.9 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca L* değerleri.....	50
Çizelge 4.10 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca a* değerleri.....	52
Çizelge 4.11 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca b* değerleri.....	53
Çizelge 4.12 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca çiğ duyuşsal analiz puanları.....	56
Çizelge 4.13 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca pişmiş duyuşsal analiz puanları.....	59

## 1. GİRİŞ

Gerek besin değeri ve gerekse kendine has lezzetiyle insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan etlerin saklama koşullarının zorluğu ve tüketicinin farklı lezzetlerde ürün araması nedeniyle günümüzde birçok et ürünü ortaya çıkmıştır. Dünya genelinde yüzün üstünde farklı et ürünü vardır. Ülkemizde üretilen geleneksel et ürünlerinin başında kavurma, pastırma ve sucuk gelmektedir (Aksu vd. 2005).

Fermente bir et ürünü olan sucuk, ülkemizde yaygın olarak üretilen, işlenmiş et ürünleri içerisinde en yüksek tüketim oranına sahip geleneksel bir gıdadır. Geleneksel sucuk üretiminde kıyma çekilen koyun veya sığır eti, kuyruk yağı, tuz, şeker, sarmısak ve baharat ile karıştırılarak kılıflara dolun yapılarak uzun süreli fermentasyon ve kurutma uygulanırken, endüstriyel yöntemde kısa süreli olgunlaştırma işleminden sonra ürüne ısıtma işlemi uygulanmaktadır (Ertaş 1985, Bozkurt ve Erkmen 2002, Coşkuner 2002).

Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte artan tüketime hazır gıda talebine paralel olarak, gıda işleme teknolojisi besin değeri yüksek, güvenli ve raf ömrü uzun ürün üretimine yönelmiş (Ertaş vd. 1991, Hasbioğlu 1993), buna paralel olarak da tüketime hazır dilimlenmiş et ürünlerinin depolama stabilitesinin artırılması amacıyla ambalajlama giderek önemli hale gelmiştir. Genel olarak gıdaların ambalajlanmasında amaç, bozulma etmenlerinden koruyarak ürünü taşımak, pazarlama aracı olarak tüketiciyle iletişime geçmek, ürün bilgileri vasıtasıyla tüketiciye kolay kullanılabilir ve hazırlanabilir ürün sunmaktır (Yam vd. 2005).

Ülkemizde beğeniyle tüketilen sucuğun dilimlenerek ambalajlanması, güvenli ve kaliteli gıda temini açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, son yıllarda endüstride kullanımı giderek yaygınlaşan modifiye atmosferde ambalajlama (MAA) gıdaların kalite özelliklerini ve güvenliğini koruyarak uzun süreli muhafaza edilmesini sağlayan bir uygulamadır. Üründe mikrobiyel gelişme, renk, lipid ve protein oksidasyonu gibi raf ömrünü etkileyen değişimlerin en aza indirilmesi amacıyla, havası uzaklaştırılan ambalaj atmosferine, amaca göre belirlenen konsantrasyonlarda karbondioksit, oksijen ve azot gazı karışımlarının verilmesi şeklinde uygulanır (Kondratowicz vd. 2006, Balamatsia vd. 2007).

MAA'da kullanılan karbondioksitin, bakteriyostatik ve fungustatik özellikleri nedeniyle önemi yüksektir. Azot, inert bir gaz olup sudaki çözünürlüğü oldukça düşüktür ve ambalajın şekilsel bütünlüğünü korur. Bunun dışında oksijenin yerini alarak oksidatif reaksiyonları ve bu reaksiyonlar sonucunda oluşan ransit tat ve koku oluşumunun engellenmesini sağlamaktadır. Oksijen ise çiğ kırmızı etlerde et pigmenti miyoglobinin oksimiyoglobine dönüşümünü sağlar ve et renginin kalıcılığını sağlamak amacıyla kullanılır (Balamatsia vd. 2007).

Son yıllarda giderek artan çevre bilincine bağlı olarak doğal uygulamalarla korunan gıdalara olan talep artmıştır. Bunun sonucunda yenilebilir kaplamalar üzerinde yapılan çalışmalar dikkat çekmektedir. Özellikle doğal antimikrobiyel ve antioksidan özellikteki maddeleri içeren, gıda yüzeyinde uzun süreli etkin aktivite sağladığı için mikrobiyel ve kimyasal bozulmaları sınırlandırıcı etkiye sahip olan yenilebilir kaplamalar ortaya çıkmıştır. Bu kaplamalar daha çok polisakkarit ve protein bazlıdır (Gennadios vd. 1997). Polisakkarit bazlı kaplamalar içerisinde, ticari olarak yengeç ve karides gibi su ürünlerinin kabuklarındaki baskın bileşen olan kitinin deasetilasyonu ile üretilen kitozan, toksik olmaması, biyobozunur ve antimikrobiyel özellik göstermesi nedeniyle gıdalara uygulanan yenilebilir kaplama üretiminde kullanımı önerilen bir polisakkarittir (Uysal ve Caner 2004, Caner vd. 2007, No vd. 2007).

Kırmızı et, kanatlı etleri ve deniz ürünlerinde mikrobiyel ve oksidatif değişimlerin kontrol altına alınması amacıyla kullanılan yenilebilir ambalaj materyallerinin içeriğindeki aktif bileşiklerin, gıda yüzeyindeki daha yüksek konsantrasyonlarda koruyucu etki sağladığı tespit edilmiştir (Gennadios vd. 1997). Bu amaçla, antimikrobiyel ve antioksidan özelliğe sahip, baharat ve çeşitli bitkilerin ekstraktları ile doğal renk pigmentlerinin kullanımı önem taşımaktadır (Oussalah vd. 2004, Oussalah vd. 2006). Bitki kökenli uçucu yağlar, aroma vermesi amacıyla gıda ve içeceklerde, uzun süredir kullanılmaktadır ve özellikle antimikrobiyel içeriğe sahip olması nedeniyle doğal gıda koruyucu maddesi olarak kullanımı tercih edilmektedir (Helander vd. 1998). Bunlar içinde etkin madde olarak timol, karvakrol ve  $\gamma$ -terpinen içeren kekik uçucu yağının doğal antimikrobiyel ve antioksidan ajan olarak, gıdalarda kullanımı oldukça başarılı sonuçlar vermektedir (Oussalah vd. 2004, Emiroğlu vd. 2010).

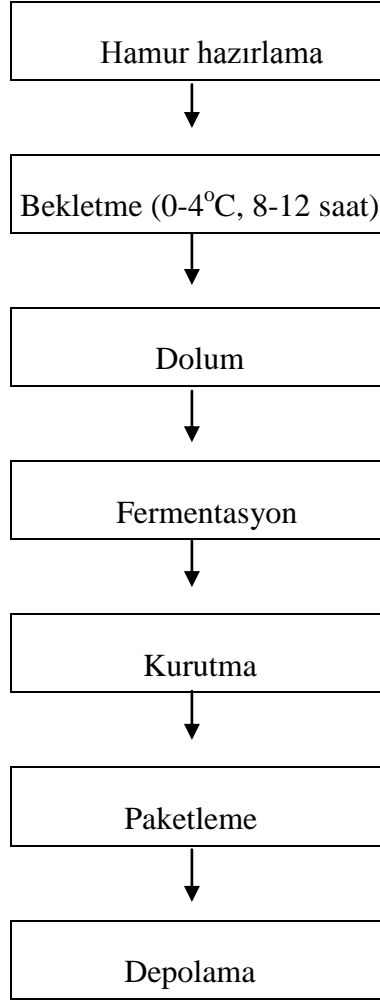
Bu çalışmada, kekik yağı içeren kitozan bazlı kaplamaların, soğuk muhafaza boyunca (4°C) modifiye atmosferde ambalajlanan dilim sucukların, bazı mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel ve duyuşal kalitesi üzerine etkilerinin saptanması amaçlanmıştır.

## 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Fermente et ürünleri, düşük pH değeri, nem içeriği ve su aktivitesi; yüksek tuz konsantrasyonu ile uzun raf ömrüne sahip dayanıklı ürünlerdir (Göğüş 1986, Gökalp ve Çon 1998). “Ham” vb. bütün haldeki ürünler ile fermente sosis çeşitleri dünyada üretilen fermente et ürünleri sınıflarını oluşturmaktadır. Ülkemize özgü sucuk da fermente sosisler sınıfında yer alan bir üründür.

Sucuk olgunlaştırılmış koyun, keçi, manda veya sığır gibi hayvanların taze etlerinin ve kuyruk yağı, kabuk yağı gibi yağların kıyma haline getirilerek, tuz ve nitrat, nitrit, şeker, sarımsak, kimyon, kırmızıbiber, karabiber gibi çeşitli baharat ile karıştırılıp, kılıflara doldurulduktan sonra doğal koşullarda veya hızlandırılmış yöntemlerle kurutulup olgunlaştırılmasıyla elde edilir (Öztan 2008). Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği'ne göre fermente sucuk, “Büyükbaş ve küçükbaş hayvan etlerinin ve yağlarının kıyılarak lezzet vericiler ile karıştırıldıktan sonra, doğal veya yapay kılıflara doldurularak belirli koşullarda fermentasyon ve kurutma işlemleri uygulanarak nem oranı %40 ve altına düşürülmüş, kesit yüzeyi mozaik görünümünde olan ısıtılmış işlem uygulanmamış fermente et ürünü” olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2012). Sucukta laktik asit bakteri sayısı yaklaşık olarak  $10^8$  kob/g civarındadır (Öztan 2008, Erginkaya ve Kabak 2010).

Sucuk, Türkiye'nin çoğu bölgesinde geleneksel veya ticari olarak üretilebilmektedir. Geleneksel sucuk üretiminde kıyılmış et ve yağ tuz ve baharat elle karıştırılır, doğal kılıflara doldurulur ve çevre koşullarında kurumaya bırakılır. Ancak, ticari sucuklarda genellikle antimikrobiyel ve antioksidan etki göstermesi amacıyla nitrit/nitrat, askorbik asit,  $\alpha$ - tokoferol ve fosfatlar ilave edilir; bunun yanında, starter kültür karışımı da kullanılır. Hazırlanan bu karışım yapay kılıflara doldurulur ve kontrollü koşullarda olgunlaştırılmaya bırakılır (Göğüş 1986, Bozkurt ve Erkmen 2002). Olgunlaştırma esnasında meydana gelen mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel bazı değişimler sonucu, genel olarak sucukların arzu edilen karakteristik kalite özellikleri (tekstür, renk, lezzet) gelişir. (Bozkurt ve Bayram 2006, Candoğan vd. 2009). Sucuk üretim prosesi özet olarak şekil 2.1'de gösterilmiştir.

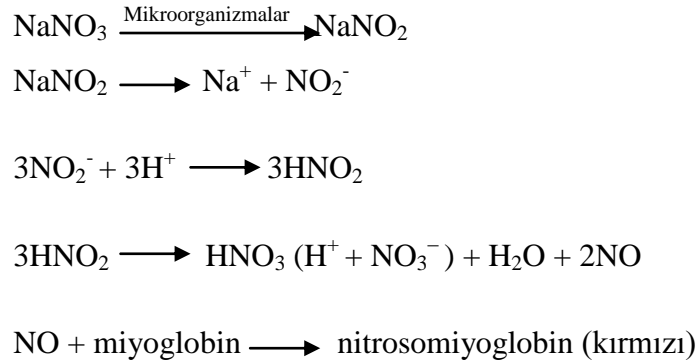


Şekil 2.1 Sucuk üretim aşamaları (Göğüş 1986, Gökalp ve Çon 1998)

Sucuk üretiminde çok yaşlı hayvanlardan elde edilen etlerin yüksek oranda bağ dokusu içermeleri, çok genç hayvanların etlerinde ise su oranının yüksek olması ve bunun olgunlaşmada sorun çıkarabilmesi gibi nedenlerle sucuk üretiminde orta yaşlı kasaplık hayvanlardan elde edilen etler tercih edilir. Sucuk üretiminde uygun olduğu belirlenen iyi soğutulmuş parça etler 1.3-2.5 cm çaplı deliklere sahip aynalar kullanılarak kuşbaşı büyüklüğünde parçalanır. Daha sonra formülasyona göre belirlenen miktarlarda baharat, tuz, sarımsak, nitrit/nitrat ilave edilir. Bu aşamada, üretimde kullanılacak starter kültür firmanın belirttiği bilgi doğrultusunda karışıma ilave edilir. Hazırlanan bu karışım, 0-4°C’de soğuk depoda 8-12 saat bekletilir; 3 mm delik çaplı aynaya sahip kıyma makinesinden geçirilir ve kılıflara doldurulur (Gökalp vd. 1994).

Genel olarak sucuk fermentasyonunda starter kültür olarak kullanılan laktik asit bakterilerinin optimum çalışma sıcaklığı 25-30°C arasındadır ve fermentasyon çoğunlukla bu sıcaklıklarda yapılmaktadır. Fermentasyon sırasında Türkiye’de çoğunlukla kabin sıcaklığı ilk gün 26-27°C’ye ayarlanmakta ve her gün sıcaklık 1°C düşürülerek 6-7 günde olgunlaşma sağlanmaktadır. Bu sırada nem de periyodik olarak düşürülmekte ve kurutma bu şekilde sağlanmaktadır (Göğüş 1986, Gökalp ve Çon 1998).

Sucuk ve benzeri fermente et ürünleri geleneksel olarak üretilebildiği gibi, endüstriyel uygulamalarda fermentasyonda starter kültürlerin kullanımı çok yaygındır. Genel olarak et ürünlerinin fermentasyonunda *Lactobacillus* spp. ve *Staphylococcus* spp., *Kocuria* spp. gibi koagülaz negatif koklar önemli rol oynamaktadır. Fermentasyonda rol oynayan laktik asit bakterileri (LAB) arasında *Lb. sakei*, *Lb. curvatus*, *Lb. plantarum*, *Lb. paracasei*, *Lb. pentosus*, *Pediococcus pentosaceus* ve *P. acidilactici* yer almaktadır (Erginkaya ve Kabak 2010). Koagülaz negatif koklar ise, nitrat redüktaz enzimi sayesinde nitratı nitrite indirgeyerek et ürününe karakteristik kırmızı rengi veren nitrosomiyoglobin pigmentinin oluşumuna (Şekil 2.2) ve stabilitesine yardımcı olurlar.



Şekil 2.2 Kür edilmiş ürünlerde nitrat ve nitritten renk oluşturma mekanizması (Feiner 2006, Hammes 2012)

Kürlenmiş et ürünlerinde, nitratın nitrite indirgenmesi, lipid oksidasyonunu da sınırlar ve bu şekilde ransiditenin önlenmesine yardımcı olur. Proteolitik ve lipolitik aktivite sonucu oluşan peptit, amino asit, aldehit, amin, serbest yağ asitleri gibi düşük molekül ağırlıklı bileşikler, ürünün aroma ve yapı gelişimi üzerinde etkiye sahip olmaktadır (Hammes 2012).

Laktik asit bakterileri hijyenik kaliteye sahip çiğ ette  $10^2$ - $10^3$  kob/g oranında bulunurlar; ancak, ürüne uygulanan işlemler sayesinde oluşan anaerobik ortam, tuz ve nitrit/nitrat varlığında ortamda baskın hale gelmektedirler. Bunun sonucunda baskın olan laktik asit bakterilerinin ürettikleri organik asitler ve bakteriyosinler, bazı patojen ve bozulmaya sebep olan mikroorganizmalar üzerinde inhibe edici ve ürünün raf ömrünü artırıcı etkiye sahiptirler (Erginkaya ve Kabak 2010). Ayrıca bazı laktik asit bakterileri, etteki sarkoplazmik ve miyofibrillar proteinlere karşı gösterdikleri proteolitik aktivite sonucunda son üründe arzulanan tekstür ve aroma oluşumuna yardımcı olurlar (Candoğan vd. 2009).

Olgunlaşma sırasında ortama hakim olan laktik asit bakterilerinin ürün pH'sını düşürmesiyle birlikte proteinlerin su tutma kapasitesi azalır ve sucuğun içinden kenar kısımlarına doğru su aktivitesinde bir azalma ortaya çıkar. Olgunlaşma süresinin ilerlemesiyle su kaybı yavaşlar. Olgunlaşma aşamasını tamamlayarak su oranı %40'a veya altına düşmüş sucuklar tüketime hazır hale gelmektedir. Tüketime hazır hale gelen sucuklar, ambalajlanmadan piyasaya arz edilebildiği gibi, daha uzun raf ömrü temini ve fire kaybını önlemek amacıyla farklı şekillerde ambalajlanmaktadır (Gökalp vd. 1994).

Değişen yaşam standartları ve gelişen teknolojiyle birlikte, güvenli ve uzun raf ömrüne sahip ürünlere olan talebin artmasıyla ambalaj sektörü bu yöndeki talebin karşılanması amacıyla yönelik hızlı bir gelişme göstermektedir (Kerry vd. 2006). Ambalajlama et ve ürünlerinde renk bozulması, lezzette istenmeyen değişiklikler, besin değeri kaybı, tekstür değişimi, patojen ve bozulma yapan mikroorganizma gelişimi gibi arzu edilmeyen değişimlerin ortaya çıkmasının önlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Raf ömrü özelliklerini paket ve tepe boşluğu içeriği, ambalajlama malzemeleri, depolama sıcaklığı ve kullanılan katkı maddeleri etkilemektedir. Ambalajlanmış gıdanın kalitesi direkt olarak gıda ve ambalajlama materyali özelliklerine de önemli ölçüde bağlıdır (Yam vd. 2005, Belcher 2006, McMillin 2008).

Gelişen teknolojinin etkisiyle, diğer endüstri dallarında olduğu gibi gıda ambalajlama endüstrisinde de trendler değişmektedir. 1960'larda belirli yerlerde satışın başlamasıyla, 1970'lerde kaynak ve enerji tasarrufu ön plana çıkmış; 1980'lerde güvenlik ve taşıma

gündeme gelmiş; 1990'larda çevre bilinci gelişmiştir. 2000'lerde ise gıda güvenliği ön plana çıkmıştır. Başarılı ambalajlamanın anahtarı ürün özellikleriyle en uygun dengeyi sağlayacak ambalajın tasarlanmasıdır. Bunun yanında pazarlamanın göz önüne alınması, müşteri isteklerinin belirlenmesi, çevre ve atık yönetimi konuları ve maliyet de önemlidir (McMillin 2008).

Gıda ambalajlanmasında genellikle cam, kağıt ve plastik bazlı materyaller kullanılmaktadır. Plastikler düşük yoğunluk, kırılmaya karşı direnç, kesici olmayan köşeler, mühürlemeye hazır olması, fabrikasyon üretime uygunluk ve esneklik, çevre koşullarından etkilenmeme, bariyer ve geçirgenlik, baskı ve metal kaplama özelliklerine uyum gibi pek çok özelliklerinden dolayı gıda ambalajlaması için uygun materyal olarak görülmektedir. Gıda ambalajlanmasında en yaygın olarak kullanılan polimerler; düşük yoğunluklu polietilen polimerler, yüksek yoğunluklu polietilenler, polipropilenler, politetrafloroetilenler ve poliamidlerdir. Polyesterler, polivinil klorit, polivinilidin klori, polisitren, poliamid ve etilen vinil asetat da gıda ambalajlanmasında kullanılan diğer polimerlerdir (Belcher 2006, McMillin 2008).

Et ve et ürünlerinin depolama süresince istenilen kalite özelliklerini korunması amacıyla çeşitli ambalaj materyalleri geliştirilmiştir. Plastik filmlerin kalınlıkları, büzülme, şeffaflık ve dayanıklılık özellikleri ile O<sub>2</sub> ve nem geçirgenlikleri etlerin ambalajlanmasında önem taşıyan özellikleridir. Et, kesildikten sonra satış yerlerine ambalajlanarak iletilmektedir. Perakende satışta ilk kesilen parçalar vakum ambalajlama ile sonraki kesimler için saklanır. Daha sonra kesilen etler PVC, polietilen veya polyolefin film ile ambalajlanır. Bu filmlerin oksijen geçirgenliği, 24 saatte 1 atmosfer basınç altında 8000-12000 cc/m<sup>2</sup> dir; su buharı geçişi ise 24 saat içinde 15 g/m<sup>2</sup> den daha düşüktür (McMillin 2008).

Et ve et ürünlerinin muhafazasında kullanılan ambalaj sistemlerinden vakum ambalajlama, genellikle primer parçalar için uygulanmaktadır. Vakum ambalajlama materyali olarak genelde, üç katmanlı etil vinil asetat/poliviniliden klorit/etil vinil asetat koekstrüksiyonu kullanılmaktadır. Poliviniliden klorit katmanlarının, O<sub>2</sub> geçirgenliği 24 saatte 1 atmosfer basınç altında 15.5 mL/m<sup>2</sup>'den düşüktür. Gıdalara vakum ambalaj uygulanmasıyla birlikte ortamdan uzaklaşan O<sub>2</sub> sayesinde, oksidasyon reaksiyonlarının

bozucu etkisi azaltmakta ve aerobik bakteri gelişimi inhibe edilmektedir (Zhou vd. 2010). Gıda ürünü ambalajın içine konulduktan sonra ambalaj içindeki hava vakumla alınır. Vakumlanan ambalaj gıdanın şeklini alır. Vakum ambalajda kullanılan materyalin gaz geçirgenliği düşük olmalıdır. Kırmızı etlerin ambalajlanmasında bu yöntem kullanıldığında, ette tüketici tarafından arzu edilen kırmızı renk oluşmaz (Barazi ve Erkmen 2010).

“Vakum skin” ambalajlama ise yeni geliştirilen ambalajlama yöntemlerindedir. Bu ambalajlama yönteminde, ürün tabaklar içine konulur, ambalajın üstündeki film ısıtılır. Etin etrafına düzgün bir kaplama uygulanarak gerçekleştirilen bu ambalajlama yönteminde, ambalaj materyalinde büzüşme olmaması avantajdır. Vakum ambalajlamaya göre daha düşük mikrobiyel gelişme ve daha uzun raf ömrü sağlanır. Ek olarak “vakum skin” ambalajlanmış etlerde, vakum ambalajlamaya göre, paket açıldığında ortaya çıkan hoş olmayan koku gözlenmemektedir. Ancak, “vakum skin” ambalajlama uygulanmış taze etler deoksimeyoglobulin oluşumu nedeniyle satış esnasında mor renktedir ve bu yüzden, tüketicinin ürünü satın alması esnasında sorun çıkabilmektedir (Kerry vd. 2006).

Et ve ürünlerinde vakum ve “vakum skin” ambalajlama tekniklerine ek olarak günümüzde depolama esnasında hem nem hem de gaz geçirgenliği açısından iyi bir bariyer oluşturması nedeniyle modifiye atmosfer ambalajlama son yıllarda endüstride kullanılan bir ambalaj tekniğidir (McMillin 2008).

## **2.1 Modifiye Atmosfer Ambalajlama**

Modifiye atmosfer ambalajlama (MAA), gıdalarda kalite ve güvencenin sağlanması amacıyla tüketicilerin isteklerine bağlı olarak geliştirilen ve gıdaların ısı işlem uygulanmadan ve kimyasal katkı maddeleri ilave edilmeksizin raf ömrünü uzatmasına yardımcı olan bir ambalajlama yöntemidir. Özellikle balık ve deniz ürünleri için MAA kullanımı, bakteri gelişimini, lipid oksidasyonunu ve renk bozukluklarını önleyerek raf ömrünü uzatmaktadır (Kerry vd. 2006, Lee vd. 2008, Tanimoto vd. 2011). MAA, et ürünlerinin taşınması, depolanmasında ve satışında soğuk zincirde yaygın olarak kullanılan bir tekniktir.

Modifiye atmosfer ürünün etrafındaki atmosferik havanın, formülize edilmiş gaz karışımı ile yer değiştirmesi esasına dayanır. Bu teknolojide temel strateji, gıda ürünlerindeki metabolik aktiviteleri ve mikrobiyel gelişmeyi ortamın gaz kompozisyonunu değiştirerek azaltmaktır. MAA'da önemli olan, kullanılan oksijen ve karbondioksit gazları ile onların tepe boşluğu kısmi basınçlarıdır. Ambalajlamada kullanılan bu gazların kısmi basınçları, et ve ürünlerinin kalite özelliklerinin belirlenmesinde, önemli indikatörler olarak kullanılmaktadır. Oksijen ve karbondioksit profili zamanla ürünün tipine bağlı olarak, solunuma, ambalaj materyaline, ambalaj büyüklüğüne, hacmine, depo koşullarına ambalajın sağlamlığına bağlı olarak değişim gösterebilmektedir (Kerry vd. 2006, Barazi ve Erkmen 2010).

Etler için MAA uygulamasında, hem gaz ve nem bariyeri oluşturması, hem de ambalaj materyalinden depolama süresince stabilite beklenir. Hangi tipte olursa olsun MAA'da, atmosferdeki havanın bileşiminin değiştirilmesi veya ortamdan uzaklaştırılmasıyla ürün özelliklerine göre aerobik ya da anaerobik ortamda ambalajlama olanağı sağlanmaktadır (Zhou vd. 2010). Ortamın gaz kompozisyonunun değiştirilmesinde tek veya karışımlar halinde en çok kullanılan gazlar CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> ve N<sub>2</sub>'dir (Barazi ve Erkmen 2010). Bu gazların dışında helyum, etilen oksit, azot oksit, ozon, neon, argon, propilen oksit ve etanol buharı (fırınlanmış ürünlerde), hidrojen, sülfür dioksit ve klorin de MAA'da kullanılmaktadır (Singh vd. 2011).

### **2.1.1 Karbondioksit**

Karbondioksit kokusuz, renksiz bir gazdır ve yüksek oranlarda bulunduğu gıdalara acı tat verebilmektedir. CO<sub>2</sub>'nin mikrobiyel gelişimi inhibe edici etkisi, metabolizma için gerekli olan O<sub>2</sub> konsantrasyonunun azaltılarak aerobik mikroorganizma gelişiminin engellenmesi sonucu ortaya çıkar. Ayrıca CO<sub>2</sub>, sitoplazmada çözünerek denge ortamında karbonik asite dönüşür; bu dönüşüm ortamda ani pH düşüşüne sebep olur. Oluşan bu ani pH düşüşü, hücre zarı geçirgenliğini, hücre zarı üzerinde solunumdan kaynaklı potansiyel farkının oluşumunu, enzimatik reaksiyonlar gibi fonksiyonları etkilemektedir. Bunun sonucunda, mikroorganizmaların metabolik aktiviteleri bozulur; mikroorganizma hücrelerinde DNA replikasyonu engellenir (Barazi ve Erkmen 2010).

Bu mekanizmalar sonucunda bakteriyostatik ve fungustatik özelliklerinden dolayı CO<sub>2</sub> MAA'da kullanılan en önemli gaz olarak kabul edilmektedir. Atmosferde düşük oranlarda (%0.03) bulunan CO<sub>2</sub>, suda ve yağda düşük çözünürlüğe sahiptir. Düşük sıcaklıklarda çözünürlüğü, buna bağlı olarak da etkisi artmaktadır. MAA uygulanmış ürünler genellikle düşük sıcaklıklarda muhafaza edildiğinden, CO<sub>2</sub>'nin etkinliği de artmaktadır. Yapılan çalışmalarda gram negatif bakterilerin CO<sub>2</sub>'ye daha duyarlı olduğu tespit edilmiştir. CO<sub>2</sub>'nin mikroorganizmalar üzerine inhibe edici etkisini göstermesi kısmi basınca, konsantrasyona ve CO<sub>2</sub>'nin sıcaklığına bağlıdır. Bunların dışında tepe boşluğundaki gazın hacmi, asitlik, su aktivitesi, mikroorganizmaların tipi, ürünün tipi, mikrobiyel büyüme fazı da önemlidir (Kerry vd. 2006, Singh vd. 2011).

### **2.1.2 Azot**

Atmosferde en yaygın gaz olan azot, fiziksel olarak inert ve tatsızdır. Hem gaz hem de sıvı formda kullanılabilir. Ambalajlamada dolgu gazı olarak kullanılmakta ve diğer aktif gazların ortamdaki uzaklaşmasında yardımcı olmaktadır. Suda çözünürlüğü düşüktür (2.33mL/100mL 0°C'de). Oksidasyonu geciktirmesi ve aerobik mikroorganizmaların gelişmesini inhibe etmesi bakımından azot ambalajlamada oksijenin yerine yaygın olarak kullanılmaktadır (Kerry vd. 2006, Singh vd. 2011). Bunlara ek olarak azot, bazı proteolitik enzimlerin ve yağın oksidasyonuna neden olan enzimleri inhibe eder, dekarboksilik enzimlerin inhibisyonunu sağlar ve kürlenmiş et ürünlerinde nitrosomiyoglobinin stabilitesini korur (Barazi ve Erkmen 2010).

### **2.1.3 Oksijen**

Gıdada meydana gelen ve bozulmaya neden olan reaksiyonların çoğu oksijen varlığında gerçekleşir ve oksidatif reaksiyonlar sonucu kalite kayıpları ortaya çıkar. Oksijenin ambalaj materyali sayesinde gıda ile etkileşiminin engellenmesi, polimerin yapısına göre değişmektedir. Ancak, genel olarak ambalaj materyalinden oksijenin geçişi, karbondioksit oranla daha yavaştır. Oksijenin suda, özellikle soğuk suda çözünürlüğü yüksektir (179.7 mL/100mL, 0°C'de); oksijen yüksek nemli ve soğutulmuş gıdalarda iyi absorbe edilir. Kırmızı etlerin arzu edilen kırmızı rengi de oksijen varlığında gerçekleşmektedir. Etin istenilen kırmızı rengini sürdürebilmesi için ambalajda bulunan

oksijenin kısmi basıncı en az 960 mm Hg olmalıdır (Singh vd. 2011). Oksijenin ortamda bulunmasının dezavantajları ise doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu ve bunun sonucu oluşan ransiditedir. MAA ortamındaki düşük oksijen seviyesi, ürünün raf ömrünün uzamasında yardımcı olmaktadır (Kerry vd. 2006, Barazi ve Erkmen 2010, Singh vd. 2011).

MAA uygulamalarında PVC/polietilen, polietilen tereflatat/polietilen, polistiren/polietilen, vinil alkol/polietilen veya polietilen tereflatat/etilen, vinil asetat/polietilen kullanılmaktadır. Ambalaj yüzeyinde nem oluşumunu önlemek amacıyla kullanılan nem engelleyici ajanlar, polimer yüzeylerine kaplama, spreya ya da polimerin bileşimine karıştırılarak uygulanabilmektedirler. Bu amaçla gliserol esterleri, poligliserol esterleri, sorbat esterleri ve onların ethoksilatları, alkol ethoksilatları ve nonil fenol ethoksilatları kullanılmaktadır (McMillin 2008).

Yüksek oksijenli MAA (%80 O<sub>2</sub> + %20 CO<sub>2</sub>) uygulaması et rengini stabilize edebilmektedir. Ancak, bu tür ambalajlamada, ürünün oksimiyoglobine bağlı kalitesi ve raf ömrü sınırlıdır. Bu şekilde ambalajlanan kıymalar için raf ömrü 10-12 gün, parça etler için 12-16 gün arasındadır. Lipit oksidasyonu da bu ambalajlamada sorun oluşturabilen diğer bir etkidir. Ayrıca, üründen ürüne değişim göstermekle birlikte, satış yerinde sürekli ışığa maruz kalan ürünlerin raf ömrü sadece 2-4 gün olabilmektedir (Belcher 2006, Ferioli vd. 2008). Bu MAA sisteminde bariyer tepsi sistemi kullanılır ve sıklıkla bunlara polistiren, polipropilen veya polietilen ya da baskılanmış bariyer filmler uygulanmaktadır. Yüksek O<sub>2</sub> MAA'da bir diğer materyal kullanımı ise bariyersiz polistiren tabakların kullanımınıdır. Bu uygulamada, tepe boşluğu %25-90 O<sub>2</sub> ve %15-80 CO<sub>2</sub> karışımından oluşmaktadır. Ancak, en çok kullanılan gaz karışımı oranları ise %80 O<sub>2</sub> + %20 CO<sub>2</sub>'dir. Polyolefinlerin ve etil vinil asetatların fonksiyonel bariyer olarak diğer polimerler gibi kullanımı da mümkündür (McMillin 2008).

Düşük O<sub>2</sub>'li MAA bariyer ambalaj özelliği göstermektedir ve anoksit atmosfer N<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub>'den oluşmaktadır. N<sub>2</sub> inert gazdır ve et pigmentleriyle reaksiyona girmez, et tarafından absorbe edilmez ve böylelikle tepe boşluğunda varlığını sürdürerek ambalajın

bütünlüğünü sağlar. CO<sub>2</sub> et ile reaksiyona girerek ürünün özelliklerini değiştirebilir (McMillin 2008).

Taze kırmızı etlere MAA uygulamasında genel olarak kullanılan gaz içeriği %80 O<sub>2</sub> + %20 CO<sub>2</sub> karışımıdır. Et ürünlerinde ise %70 N<sub>2</sub> + %30 CO<sub>2</sub> karışımı kullanılmaktadır (Zhou vd. 2010, Kerry vd. 2006).

Deve kuşu etlerinde iki farklı MAA uygulamasının kullanıldığı bir çalışmada, bir gruba 70:30 CO<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> MAA (O-MAA), diğer gruba ise 70:30 N<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> MAA (N-MAA) uygulanmış ve etler 4±1 °C'de 10 gün depolanmıştır. Çalışma sonunda N-MAA ile depolanan etlerde oksidasyonun daha düşük düzeyde olduğu gözlemlenmiştir (Leygonie vd. 2011).

Frankfurter tipi sosislerde MAA uygulamasının, raf ömrüne ve kaliteye etkisi üzerine yapılan bir diğer çalışmada MAA'da, çeşitli gaz kombinasyonları uygulanan (%30 CO<sub>2</sub>+%70 N<sub>2</sub>, %70 CO<sub>2</sub>+%30 N<sub>2</sub>, %100 CO<sub>2</sub>, %80 CO<sub>2</sub>+%20 O<sub>2</sub> ve vakum) ürünler 4°C'de 28 gün depolanmıştır. Vakum ambalajlamaya göre MAA uygulanmış örneklerde daha düşük pH değerleri gözlenmiştir. Bunun dışında CO<sub>2</sub>'nin toplam bakteri sayısında inhibe edici etkisi tespit edilmiştir. MAA uygulamasının, vakum ambalajlamaya göre, ürünlerdeki kalite kriterlerini daha iyi koruduğu, Frankfurter tipi sosis için en uygun MAA gaz karışımının ise %70 CO<sub>2</sub> + %30 N<sub>2</sub> olduğu tespit edilmiştir (Gökoğlu vd. 2010).

MAA uygulanmış çiğ biftek dilimleri, satış reyonlarında kullanılan floresan lamba ile aydınlatılmış depolama ortamında, normal atmosfer ve yüksek O<sub>2</sub> MAA uygulanmış ambalajlarda, depolama süresince gerçekleşen oksidatif değişimler sonucunda, peroksitler ve kolesterol oksidasyon ürünlerinin oluştuğu belirlenmiştir. Yüksek O<sub>2</sub> MAA uygulanmış ürünlerin bu koşullarda pazarlanmasında bu ambalajlama yönteminin negatif etkileri olduğu tespit edilmiştir (Boselli vd. 2009).

Claudia ve Francisco (2010) yaptıkları çalışmada, taze domuz sosislerini farklı ambalajlama yöntemleriyle buzdolabı sıcaklığında depolamışlardır. İçinde argonun

bulunduğu gaz karışımı uygulanan MAA ortamında, *Enterobacteriaceae* gelişimi minimum düzeyde olmuştur. Argon kullanılan, MAA uygulanmış ürünlerde laktik asit bakteri sayısı ve toplam bakteri sayısında önemli bir etki gözlenmemiştir. Hem Argon-MAA hem de CO<sub>2</sub>-MAA uygulamalarının 28 günlük depolama süresince sosislerde duyu kaliteyi koruduğu tespit edilmiş; kontrol grubunun ise 11. günde panelistler tarafından reddedildiği gözlenmiştir.

Tavuk frankfurterlerine farklı tip ambalajlama yöntemlerinin uygulandığı raf ömrü çalışmasında, ürünler 6°C'de depolanmıştır. Vakum ambalajlanan örneklerin raf ömrü 36 gün iken, MAA (%70 N<sub>2</sub>+%30 CO<sub>2</sub>) uygulanmış örneklerin raf ömrünün 54 gün olduğu saptanmıştır (Tovunac vd. 2011).

Vitamin E destekli diyetle beslenmiş danalardan elde edilen bifteklerin, değişik ambalajlama koşullarında, 8°C 28 gün depolama süresince kalite değişimlerinin tespit edildiği çalışmada, vakum ambalajlama ve düşük O<sub>2</sub>'li MAA (%50 CO<sub>2</sub> + %50 O<sub>2</sub>) uygulanmıştır. Düşük O<sub>2</sub>'li MAA uygulamasının, vakum ambalajlamaya göre daha yüksek renk stabilitesi sağladığı belirlenmiştir (Houben ve Van Dijk 2001).

Gök vd. (2008) yaptıkları çalışmada, aerobik ambalajlama, vakum ambalajlama ve MAA uyguladıkları pastırmalarda, MAA (%65 N<sub>2</sub> + %35 CO<sub>2</sub>) uygulamasının, 120 günlük depolama süresince kaliteyi koruyan en etkili ambalajlama yöntemi olduğunu saptamışlardır.

Modifiye atmosfer ambalajlamanın gıda korumasında etkili bir yöntem olduğu yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir. Bunun yanında çevre dostu yeni trendlerin ortaya çıkması ve müşteri isteklerine bağlı olarak MAA koşullarının doğal antimikrobiyel polimerlerle kombinasyonu gıdaların raf ömrünü uzatması için geliştirilen uygulamalardandır (Mastromatteo vd. 2011).

## 2.2 Yenilebilir Film ve Kaplamalar

Gelişen çevre bilincinin etkisiyle değişen tüketici talepleri doğrultusunda, gıda endüstrisi gıdaların ambalajlanmasında çevre dostu, biyobozunur ambalaj materyallerinin kullanımına yönelmiştir (Zhang ve Mittal 2010). Biyobozunur ambalaj materyalleri, yenilenemeyen kaynaklı ambalajlama materyallerine alternatif olarak geliştirilmiştir. Biyolojik temelli ambalajlama, tarımsal kökenli hammaddeleri içerir (Petersen vd. 1999, Harish-Prashanth ve Tharanathan 2007). Ambalajlanan ürünün çevresinde modifiye atmosfer oluşturmak için bu tarz biyobozunur materyalden yapılan filmler biyobozunur olmayan plastik materyalin yerine ambalajlama materyali olarak da kullanılabilir (Guilbert vd. 1996).

Yenilebilir filmlerin gıdalar için kullanımı yeni bir uygulama değildir. 1800'lerde kullanımına başladığına dair dökümanlar mevcuttur. 1950'lerde ise yenilebilir filmlerin, gıdaların raf ömrünü uzatmada kullanılması konusunda patent alınmıştır ve bu amaçla donmuş etler, kümes hayvanları, deniz mahsülleri için alginatlar, yağlar, gamlar ve nişastalar kullanılmıştır. Bunun dışında uzun süreli meyve ve sebzelerin fizyolojik bozulmalarını önlemek, mikrobiyel bozulma ve gaz değişimini kontrol etmek amacıyla yenilebilir film ve kaplamalar uygulanmaktadır (Guilbert vd. 1996).

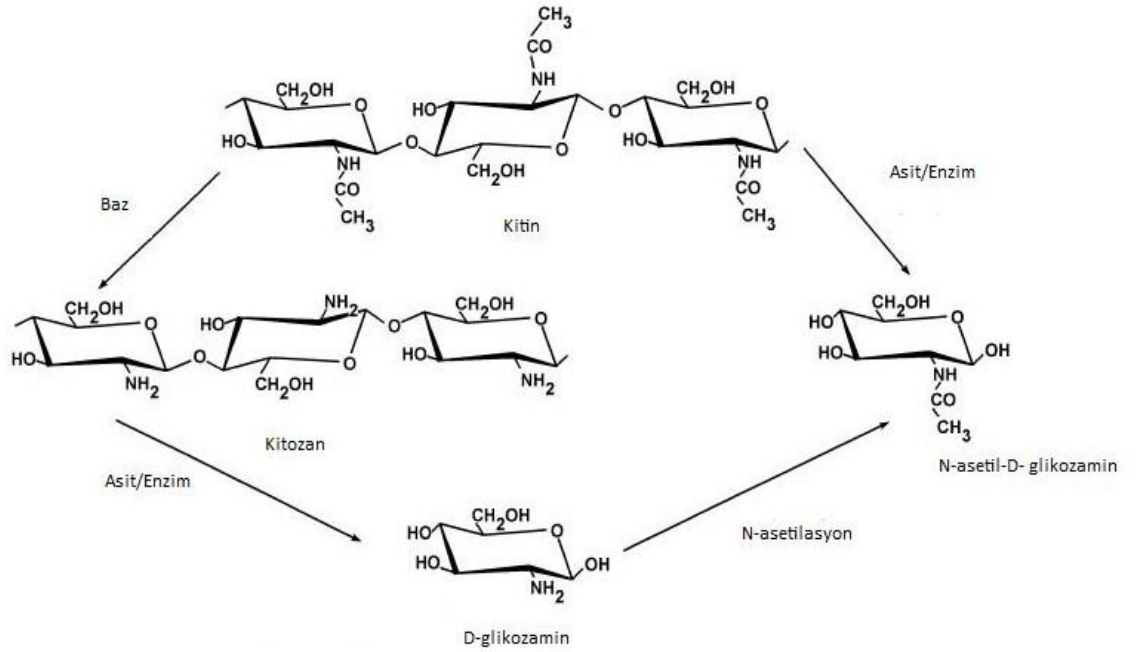
Yenilebilir materyallerden hazırlanan yenilebilir filmler dış faktörlere karşı bariyer özellik göstererek ürünün raf ömrünü uzatırlar. Proteinler, lipitler ve polisakkaritler yenilebilir filmler ve kaplamaların ana bileşenidir. Uygulandıkları materyalde su buharı, oksijen, karbondioksit ve lipit transferini düzenleyici bariyer özellik gösterirler. Yenilebilir kaplamalara bazı örnekler; taze meyveler ve sebzeler için balmumu, şekerlemeler için özel reçineler ve eczacılıkta jelatin kapsül kullanımınıdır. Biyopolimer filmler ve kaplamalar genellikle biyolojik materyaller (polisakkaritler, polyester proteinler, lipitler ve türevleri) kullanılarak tasarlanmıştır. Yenilebilir film ve kaplamalar genellikle polisakkarit (selüloz ve türevleri, nişasta ve türevleri, gamlar vb.) veya protein (jelatin, zein, gluten vb.) bazlıdır. Kullanıldığı ürüne göre uygun mekanik ve optik özelliklere sahip olmalıdır. Ancak, bu filmler neme karşı çok hassastır ve düşük su buharı bariyeri özelliği göstermektedir (Guilbert vd. 1996).

Yenilebilir filmlerde kullanılan hammaddeler, tarımsal hammaddeler (protein, nişasta ve yağ), mikroorganizmalar tarafından üretilen hammaddeler (polihidroksialkanoatlar) ve biyolojik kökenli maddeler (polilaktik asit) olmak üzere üç grupta sınıflandırılır. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda, yenilebilen filmlerin neme karşı direnci geliştirmek için hidrofobik bileşenler (lipitler gibi) içermesi, polimerler arasındaki etkileşimlerin optimize edilmesi (protein-protein etkileşimleri, protein veya polisakkaritler arasındaki yük-yük elektrostatik kompleksleri) ve çapraz bağlar ya da fiziksel kimyasal enzimatik işlemlerle fonksiyonellik kazandırılması gerekliliği vurgulanmaktadır (Vu vd. 2011).

Yenilebilir film ve kaplamalar, nem geçişini, lipit oksidasyonunu ve aroma kaybını önlemek amacıyla uygulandıkları ürün yüzeyinde ince bir katman oluşturur veya iki ürün arasında yer alır. Bazı yenilebilir film ve kaplamalar, antioksidan özelliktedirler ve lipit ve protein oksidasyonuna karşı dayanıklılığı artırır, ayrıca, bazıları antimikrobiyel özellik gösterirler (Antoniewski ve Barringer 2010). Son yıllarda antimikrobiyel özelliği nedeniyle yenilebilir film ve kaplama olarak gıdalarda kitozan kullanımı raf ömrünü uzatmada başarılı sonuçlar vermiştir (Aşık 2009).

### **2.3 Kitozan**

Kitin ismi Yunanca bir kelime olan “kiton”dan gelmektedir ve zırh anlamını taşımaktadır. Omurgasızların dış iskeleti ve fungusların hücre duvarlarının ana yapı bileşenidir. Selülozdan sonra en çok rastlanan ikinci biyopolimerdir ve bir  $\beta$  (1-4) bağlı glikandır, 2 asetamido-2deoksi- $\beta$ -D glikozdan (N-asetilglikozamin) oluşmaktadır. En çok bulunan polisakkaritlerden biri olarak poli- $\beta$ -(1-4)-2 asetamido- 2-deoksi glikoz olarak adlandırılmıştır (Shahidi vd. 1999). Kitozan ise, kitinin düşük asetil formudur ve glikozaminin ilk formu olan 2- amino- 2 deoksi  $\beta$ -D glikozdan oluşmuştur. (1-4) – 2- amino 2 deoksi –D- glikoz olarak da bilinir ve toksik olmayan N-deasetillenmiş kitin analogudur (Shahidi vd. 1999). Heteropolisakkarit olarak düz  $\beta$  -1-4 bağlı GlcN ve GlcNAc ünitelerinden meydana gelir. Bu iki içerik ve bu birimlerin sırası kitozanın fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerini belirler (Harish-Prashanth ve Tharanathan 2007, Jayakumar vd. 2010). Şekil 2.3, kitinden kitozan oluşumu mekanizmasını göstermektedir.



Şekil 2.3 Kitinden kitozan oluşumu mekanizması (Shahidi vd. 1999)

Kitozan amino grubu, primer ve sekonder hidroksil grupları olmak üzere üç tip reaktif fonksiyonel gruba sahiptir. Bu gruplar sırasıyla C-2 C-3 ve C-6 pozisyonundadırlar. Bu grupların kimyasal modifikasyonları çeşitli uygulamalarda kullanışlı materyal elde edilmesini sağlar (Shahidi vd. 1999, Harish-Prashanth ve Tharanathan 2007).

Kitin ve onun deasetile formu olan kitozan geçtiğimiz on yılda geniş endüstriyel uygulama alanı potansiyeliyle ilgileri üzerine çekmiştir. Ancak, çok amaçlı bu biyopolimere gösterilen ilgi, sadece gıda uygulamaları alanında değildir. Gıdaların mikrobiyel bozulmalardan korunmasının, biyobozunur film eldesi, su arıtımı ve meyve sularının berraklaştırılması ve asiditenin düşürülmesi gibi uygulama alanlarının yanı sıra, malzeme bilimi ve ilaç ve eczacılık alanlarında da kullanımı söz konusudur (Shahidi vd. 1999).

Yengeç, karides gibi kabukluların endüstriyel atıkları ticari olarak kitin ve kitozan üretiminde kullanılmaktadır. Kitozan tipik olarak deprotenizasyon, demineralizasyon, dekolorizasyon ve deasetilasyon sonucunda üretilir. Kabuklar öncelikle temizlenir ve kalsiyum karbonatı ortadan kaldırmak için seyreltik HCl ile oda sıcaklığında muamele edilir (demineralizasyon). Kalsiyum karbonattan arındırılmış kabuklar küçük taneciklere

parçalanır veya toz haline getirilir ve 1-2 mol/L NaOH ile 100°C'ye ısıtılır bu şekilde proteinler ve pigmentler ayrıştırılır (deproteinizasyon). Bu şekilde toz halinde üretilen  $\alpha$ -kitinin %40-50 oranında alkalilerle 100-160°C'de birkaç saat deasetilasyonu sonucunda kitozan elde edilir. Basitleştirilmiş kitozan üretimi ise deproteinizasyon ve demineralizasyon basamaklarının kaldırılması veya deproteinizasyon ve demineralizasyon sürelerinin kısaltılmasıyla gerçekleştirilir. Bu şekilde ürün fiyatı, kimyasal kullanımı, proses süresi ve atık su miktarı azaltılmış olur (No vd. 2007, Jayakumar vd. 2010).

Kitozanın fizikokimyasal karakteristikleri üzerinde üretim yöntemi ve üretildiği kabuklu türü de etkilidir. Geleneksel kitozan üretiminde yapılan modifikasyonlarla kitozan üretimi sonucu kitozanın fizikokimyasal ve molekül ağırlığı, viskozite, deasetilasyon derecesi, hidrofilik özelliği, su ve yağ absorpsiyon kapasitesi gibi fonksiyonel özellikleri de değişmektedir. Bu değişiklikler kitozanın gıda koruyucusu veya yenilebilir film özelliklerini iyi veya kötü yönde etkileyebilmektedir. Bunun dışında kitozandaki amino grubu, etkili bir fonksiyonel gruptur ve kimyasal üretim sırasında kitozan ve türevlerine özel faydalı özellikler verebilmektedir. Bundan dolayı, kitozan ve türevlerinin fizikokimyasal karakteristikleri ve fonksiyonel özellikleri etkili olarak gözlenmeli ve gıdada daha etkili kullanımı sağlanmalıdır (No vd. 2007).

Kitozan biyouyumlu, antijenik olmayan, toksik olmayan ve biyofonksiyonel bir bileşik olduğundan gıda katkısı olarak Japonya'da 1983 yılından, Kore'de ise 1995 yılından beri kullanılmaktadır. Biyolojik güvenliği hayvanlar üzerinde yapılan testlerle ispat edilmiştir. 2005 yılında kabuklulardan üretilen kitozan Amerika Birleşik Devletleri'nde FDA tarafından "GRAS" statüsünde kabul edilmiştir (No vd. 2007).

Kitozan suda çözünmez ancak zayıf asit çözeltilerinde (formik asit, asetik asit gibi) çözünebilir. Kitozanın; asetat, askorbat laktat ve malat formunda olan türevleri ise suda çözünebilmektedir. Suda çözünür kitozan, oligosakkaritlerin enzimatik veya kimyasal hidrolizi ile üretilebilir (No vd. 2007, Jayakumar vd. 2010). Kitozan, C-2 glukozamin monomerinin pozitif yükü sayesinde pH 6'dan daha düşük pH değerlerinde daha çözünebilir ve kitine göre daha yüksek antimikrobiyel etki göstermektedir (Shahidi vd. 1999).

Antimikrobiyel, tümör oluşumunu engelleyici ve kolesterol düşürücü etkisi gibi biyolojik aktivitelerinden dolayı kitozan son yıllarda büyük bir ilgi çekmiştir. Kitozan ve kitozan oligomerlerinin antimikrobiyel etkisi hakkında yapılan son çalışmalar kitozanın, kitozan oligomerlerine oranla bakteri gelişimi inhibisyonunda daha etkili olduğunu belirtmiştir. Kitozan ve kitozan oligomerlerinin antimikrobiyel etkisi molekül ağırlığı, deasetilasyon derecesine (DD) ve bakterinin türüne bağlıdır (No vd. 2007). Kitozanın proton almış NH<sub>2</sub> grubu sayısı deasetilasyon derecesinin artmasıyla doğru orantılıdır. Dolayısıyla, deasetilasyon derecesi kitozanın antimikrobiyel etkisini belirlemektedir. Kitozan genelde bakterilere karşı, küflere oranla daha antimikrobiyel etki gösterir (Beverly vd. 2008).

Kitozanın inhibitör etkisini göstereceği minimum dozaj %0.01-1.0 arasında değişmektedir. Ancak laboratuvarda tespit edilen antimikrobiyel etki gıdalarda her zaman tespit edilemeyebilir. Çünkü gıdalarda; proteinler, yağlar ve anyonik bileşenler etkileşim halindedirler (Sagoo vd. 2002). Kitozan antimikrobiyel etkisini gıdalardaki çeşitli patojen ve saprofit mikroorganizmalarda göstermiştir. Genel olarak kitozan gram pozitif bakterilere, gram negatiflere oranla daha etkilidir. Ayrıca kitozanın, fareleri *Listeria monocytogenes* enfeksiyonuna karşı korumasıyla, insanlarda da benzer antimikrobiyel aktivite göstermesi fikrini ortaya atmıştır (Juneja vd. 2006).

Kitozanın antimikrobiyel etkisine yönelik çeşitli bakterilerin laboratuvar ortamında inaktivasyonu söz konusudur. %42 oranında glutamat içeren ve %75-85 deasetilasyon derecesine sahip kitozan kullanılarak yapılan çalışmada %0.05 kitozan %0.9 tuz ve pH 6.2'de *Saccharomyces ludwigii* sayısında 4 log birimlik bir azalma sağlanmıştır. Daha yüksek oranlarda (%0.25 ve %0.5) kitozan ilavesinde *Lactobacillus viridescens*, *Lac. sake* ve *Listeria innocua* inaktive edilmiştir. *Torulaspota delbrueckii* ve *Salmonella enteritidis* PT4 ise deneydeki kitozan seviyesinde inaktive edilememiştir (Sagoo vd. 2002). Limonen uçucu yağı ile modifiye edilmiş kitozanla yapılan bir çalışmada kitozanın antifungal etkisi gözlemlenmiş; çileklerin raf ömrünün uzadığı tespit edilmiştir (Vu vd. 2011).

Kitozanın katyonik amino gruplarının yükü, moleküller arası elektrik itici gücünü ortaya çıkarmakta ve bu durum viskoziteye bağlı olarak değişmektedir. Kitozanın buna bağlı olarak antioksidan özellik göstermesi gıda sisteminde bulunan demiri şelatlaması ve bu şekilde ferrik demire dönüşümüne engel olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (No vd. 2007, Harish-Prashanth ve Tharanathan 2007). Kamil vd. (2002), yüksek viskoziteye sahip kitozanın daha az şelatlama özelliğine sahip olduğu, dolayısıyla daha az antioksidan özellik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Kitozan ayrıca yenilebilir film oluşturma özelliğindedir. Kitozan kaplamalar hassas gıdaların depolama sürelerini iç atmosfer değişikliğiyle ve su buharıyla kayıpların azalması yoluyla artırır (No vd. 2007). Yenilebilir filmlerin bariyer özellikleri, formülasyonda kullanılan plastikleştirici ve çözügene, yani filmin bileşimine bağlıdır. Plastikleştiriciler, moleküller arası gücü azaltır ve bu şekilde polimer zincirlerinin yer değiştirme yeteneğini artırır, bundan dolayı filmin esnekliği ve uzayabilme yeteneği artar. Ayrıca, plastikleştiricinin ilavesiyle genelde filmin gaz ve buhar geçirgenliği artar. Gliserol en çok kullanılan plastikleştiricilerden biridir (Souza vd. 2009).

Kitozanın yenilebilir film olarak uygulandığı, tüketime hazır bifteklerde yapılan çalışmada *Listeria monocytogenes*'e karşı antimikrobiyel aktivitesi tespit edilmiştir. Örnekler %0.5 laktik asit ve asetik asitle hazırlanmış kitozan solusyonuna daldırılıp 4°C'ye soğutulmuş; 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerde antimikrobiyel aktivite incelenmiştir. *Listeria monocytogenes* sayısı açısından 14. günde kitozanla kaplanmış örnekler ve kontrol örnekleri arasında farklılıklar olduğu saptanmıştır. Aynı şekilde, 28. günde yapılan sayım sonucunda kitozan kaplı örnekte 2-3 log birimlik azalma gözlenmiştir. Asetik asit hazırlanarak yapılan kitozan kaplamaların, laktik asit kullanılarak hazırlanan kitozan kaplamalara oranla *Listeria monocytogenes* inaktivasyonunda daha etkili olduğu belirtilmiştir (Beverly vd. 2008).

Caner ve Cansiz (2007) yaptıkları çalışmada üç farklı organik asit (asetik asit, laktik asit, propiyonik asit) kullanılarak hazırlanan kitozanlarla yumurtaları kaplamışlar ve kaplanan yumurtaları 4 hafta depolamışlardır. Bütün kitozan kaplama grupları, kaplanmamış yumurtalara oranla ürün kalitelerini korumuşlardır. Laktik asit ve

propiyonik asit kullanılarak hazırlanan kitozan kaplamaların, asetik asit kullanılarak hazırlanan kitozan kaplamaya oranla yumurtaların ürün kalitesini ve besin değerini daha iyi koruduğu saptanmıştır.

Yüksek deasetilasyon derecesine sahip kitozan zincirleri daha yoğun hidrojen bağı oluşumu ve bu nedenle filmlerde kristal oluşumuna daha yatkındır. Yüksek deasetilasyon derecesine sahip kitozan daha fazla glukozamin grubuna sahiptir. Bu grup hidrojen bağı oluşumuna yardımcıdır. Tam tersine düşük deasetilasyon derecesine sahip kitozan daha çok asetil grubuna sahiptir ve bu da kitozan zincirlerinin dayanıklılığına ve sterik etkisine engel olmaktadır (Souza vd. 2009).

Yenilebilir filmlerin özelliklerini geliştirmek amacıyla birçok çalışma yürütülmektedir. Çok katlı yenilebilir film çalışmalarıyla daha spesifik biyofonksiyonel ve biyoyumlu film üretilebilmektedir. Kitozan ve kappa-karragenan zıt elektrik yüklere sahip olmaları, biyoaktif ve toksik olmayan özelliklere sahip olmalarından dolayı çok katlı film üretiminde kullanılmaktadır. Bunun dışında iyi bir gaz bariyeri özelliği göstermesiyle gıda korumasında etkili olduğu belirtilmiştir (Pinheiro vd. 2012).

Taze domuz sosislerinin korunmasına yönelik yapılan çalışmada kitozan, karnosin ve düşük konsantrasyonda sülfite ile kombine edilmiştir. %0.6 kitozan ve 170 ppm düzeyindeki sülfite 4°C de 24 gün depolamada, sadece sülfite uygulamasına (340 ppm) göre, bozulma yapan bakterilerde 3-4 log birimlik azalmaya sebep olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada, kitozan ve sülfite kombinasyonunun bozulmayı geciktirdiği tespit edilmiştir (Roller vd. 2002).

Küba tipi domuz sosislerinde yapılan çalışmada ise, kitozan ve nitrit kombinasyonu kullanılmıştır. Sosisler 4°C'de depolanmışlardır. Duyusal özellikleri bakımından kitozan kullanılan sosislerde olumsuz bir özellik tespit edilememiştir. Ayrıca kitozanın belirgin bir biçimde raf ömrünü artırdığı tespit edilmiştir (Garcia vd. 2011).

Yenilebilir filmler şimdiki kullanımının ötesinde pek çok yenilikçi kullanıma açıktır. Yenilebilir film ve kaplamalar, esmerleşmeyi önleyici ajanlar, renklendiriciler, aroma maddeleri, baharat ve uçucu yağlar gibi aktif ajanları taşıma potansiyeline sahiptirler.

Bu şekilde, aktif ajanların gıdaya kontrollü geçişi sağlanmakta, ürünün raf ömrünü uzamaktadır (Pranoto vd. 2005). Yenilebilir film ve kaplamalara ilave edilen aktif ajanlar içerisinde antimikrobiyel veya antioksidan özelliklerinden dolayı uçucu yağlar büyük önem taşımaktadır.

## **2.4 Uçucu Yağlar**

Uçucu yağlar, aromatik yağsı sıvılardır ve bitki kökenli materyallerin çiçek, tomurcuk, tohum, yaprak gibi bölgelerinden elde edilmektedir. Terim olarak “uçucu yağ” ilk olarak 16. yüzyılda Paracelsus von Hohenheim tarafından kullanılmıştır (Burt 2004). Uçucu yağların ticari üretiminde en çok buhar distilasyonu kullanılmaktadır. Ayrıca bitkisel kökenli materyallerden ekstrakte edilebildiği gibi sentetik olarak da üretilmektedirler. Bitkisel kökenli uçucu yağlar uzun süre, aroma vermesi amacıyla gıda ve içeceklerde kullanılmıştır. Birçoğu güçlü antimikrobiyel ya da antioksidan özellikte olduğundan, doğal gıda koruyucu ajan olarak dikkat çekmektedir (Helander vd. 1998, Burt 2004, Holley ve Patel 2004, Mastromatteo vd. 2011).

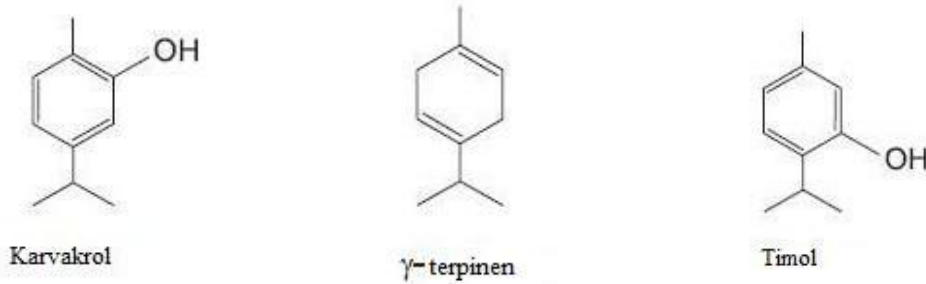
Uçucu yağların antimikrobiyel etkileri içerdikleri terpenoid ve fenolik içeriklerden kaynaklanmaktadır. Buna ek olarak, bazı fenolik olmayan bileşenler (allil isotiyosinat, AIT) gram negatif bakterilere, gram pozitif bakterilere ve küflere daha etkilidir (Mastromatteo vd. 2011). Bu bileşenler antibakteriyel etki gösterdikleri gibi bunların dışında minor bileşenler diğer bileşenlerle sinerjetik etki göstererek antibakteriyel özellik bakımından kritik rol oynamaktadırlar. Bu bileşenlerin antibakteriyel özellikleri lipofilik karakterlerinden kaynaklanmaktadır (Helander vd. 1998, Burt 2004, Mastromatteo vd. 2011).

Gıdalarda yapılan çalışmalarda, uçucu yağların gram pozitif bakterilere, gram negatif bakterilere oranla daha etkili olduğunu tespit etmiştir. Gram negatif bakteriler hücre zarının dışında bir dış membrana sahip olduklarından uçucu yağlara daha az hassasiyet gösterirler. Çünkü bu dış membran, hidrofobik bileşenlerin lipopolisakarit kısımda çözünmesini kısıtlar (Helander vd. 1998, Burt 2004).

Birçok gıdada olduğu gibi et ve et ürünlerinde de uçucu yağların direkt uygulanması önemli antimikrobiyel aktivite sağlar, ancak, gıdaların duyu kalitelerini olumsuz olarak değiştirir. Bu yüzden uçucu yağların kullanım oranları ve değişik kombinasyonlara ilave edilmesi ürüne göre belirlenmektedir (Coma 2008). Biberiye ve kekik ekstraksiyonu ile elde edilen uçucu yağlar et endüstrisinde en yaygın kullanılanlardır (Nieto vd. 2012). Uçucu yağların içinde kekik yağı potansiyel doğal antimikrobiyel özelliği nedeniyle gıda proseslerinde araştırmacıların ilgisini çekmektedir (Holley ve Patel 2005).

#### 2.4.1 Kekik uçucu yağı

Kekik yağı monoterpener özellikle de fenolik bileşikler bakımından zengindir (El Bouzidi vd. 2013). Kekik yağında bulunan önemli uçucu yağ asitleri timol, onun izomeri karvakrol ve  $\gamma$ -terpinendir (Şekil 2.4) (Burt 2004).



Şekil 2.4 Kekik yağında bulunan uçucu yağ asitlerinin yapısal formülleri (Burt 2004)

Timol yapı olarak karvakrole çok benzer. Farklı hidroksil grupları farklı fenolik halkada bulunmaktadır ve hücre membranından geçebilmektedirler. Karvakrol ve timolün fenolik halkasında bulunan hidroksil gruplarının değişken pozisyonu antibakteriyel etkinin derecesini belirlemektedir. Timol gram negatif bakterilerin dış zarında çözünür, lipopolissakarit salınımı yapar ve sitoplazmik membranın ATP'ye geçirgenliğini düşürür (Burt 2004).

Kekik yağı da dahil olmak üzere genel olarak uçucu yağların antimikrobiyel etkisi pH düştükçe artmaktadır. Bunun dışında depolama sıcaklığına ve ambalaj içindeki oksijen

miktarına da bağlıdır. Düşük pH'da uçucu yağların hidrofobisitesi artar ve hedef bakterinin hücre zarındaki lipitlerde daha rahat çözülür (Burt 2004).

Marino vd. (1999) yaptıkları çalışmada kekik uçucu yağının (*Thymus vulgaris* L.) 9 tür gram negatif, 6 tür gram pozitif bakteri üzerinde inhibe edici etkisi gözlemlenmiştir. Ancak, gram pozitif bakterilerde kekik yağı daha etkili bir inhibisyon sağlamıştır. Doğrudan temasta uçucu yağların inhibisyonu daha iyi gözlenmiştir. *E.coli* O157: H7 kekik yağına karşı en hassas tür olarak tespit edilmiştir.

Tavuk karaciğerinde kekik yağı ilavesi ve vakum ambalajlama uygulanmasıyla yapılan depolama çalışmasında, kekik yağının TBA miktarına istatistiksel olarak önemli bir etkisi gözlenmemiştir. Kekik yağı uygulanan gruplarda raf ömrü 4 gün uzamıştır. Bunun sebebi olarak, kekik yağında bulunan karvakrol, p-simen ve timol bileşenlerinin antimikrobiyel etkisi gösterilmiştir (Papazoglou vd. 2012).

Kekik yağının da içinde bulunduğu sekiz farklı uçucu yağ kullanılarak üretilen yenilebilir filmlerin, 2 gram pozitif bakteri (*Listeria innocua* ve *Staphylococcus aureus*) ve 2 gram negatif bakteri (*Salmonella enteritidis* ve *Pseudomona fragi*) üzerindeki antimikrobiyel etkisi agar disk difüzyon yöntemiyle belirlenmiştir. Mercanköşk, çay ve karanfil yağı yüksek düzeyde antimikrobiyel etki gösterirken, kekik yağı ortalama bir antimikrobiyel etki göstermiştir (Fernández-Pan vd. 2012).

Protein bazlı filmlerde farklı kekik yağlarının film kalitesine etkisinin tespit edildiği çalışmada, farklı oranlarda ilave edilen kekik yağının filmin kalınlığına ve su buharı geçirgenliğine olan etkisi tespit edilmiştir. En uygun oran olarak ise 0.25 ml kekik yağı/g protein olarak belirlenmiştir. Bu oranda ilave edilen kekik yağının antioksidan etkisi de tespit edilmiştir (Pires vd. 2011).

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1 Materyal**

##### **3.1.1 Et ve yağ**

Araştırmada kullanılan dana eti ve böbrek yağı Gimat'ta (Ankara) bulunan bir kesimhaneden temin edilmiş olup 4°C'lik soğuk odada sucuk üretiminden önce bir gün dinlendirilmiştir.

##### **3.1.2 Baharat ve diğer katkı maddeleri**

Sucuk üretiminde kullanılan baharat (karabiber, acı kırmızı biber, tatlı kırmızı biber, kimyon) Ankara piyasasından temin edilmiştir. Starter kültür olarak liyofilize edilmiş *Staphylococcus carnosus* ve *Lactobacillus plantarum* kültür karışımı (BactoFlavor BFL-T03, CHR HANSEN) kullanılmıştır.

##### **3.1.3 Yenilebilir kaplama materyali ve uçucu yağ**

Yapılan çalışmada yenilebilir kaplama materyali olarak Primex ehf. (İzlanda)'den temin edilen kitozan, uçucu yağ olarak ise Değirmencioğlu Ltd. Şti. (İstanbul)'den temin edilen bahçe kekiği uçucu yağı (*Thymus vulgaris*. L.) kullanılmıştır.

##### **3.1.4 Ambalaj materyali**

MAA'da, ambalaj materyali olarak Apack Ambalaj Makine Sanayi ve Ltd. Şti. (İstanbul) firmasından temin edilen polipropilen tabak ve OPET12/OPA15/PPP60 (Kalınlık: 88 µm, OTR: 22.56 cc/m<sup>2</sup>/gün 24°C, CO<sub>2</sub> TR: 95.64 cc/m<sup>2</sup>/gün 24°C) ambalaj filmi kullanılmıştır.

## 3.2 Yöntem

### 3.2.1 Sucuk üretimi

Et ve yağ ayrı ayrı 12 mm delik çapındaki ayna kullanılarak kuşbaşı çekilmiş; daha sonra diğer katkı maddeleri çizelge 3.1’de verilen formülasyona göre ilave edilmiştir. Hazırlanan karışım  $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ’de 12 saat ön fermantasyona tabi tutulmuştur. Daha sonra karışım, 5mm çapındaki ayna kullanılarak kıyma makinesinden geçirilmiş ve sentetik kılıflara doldurulmuştur. Sucuklar çelik askılara asıldıktan sonra iğne ile hava boşlukları alınmıştır. Sucuklar, inkübasyon kabini (Biogen Ltd. Şti., Ankara)  $22^{\circ}\text{C}$ ’de ve %90 bağıl nemde 2 gün,  $22^{\circ}\text{C}$ ’de ve %85 bağıl nemde 2 gün,  $21^{\circ}\text{C}$ ’de ve %80 bağıl nemde 2 gün,  $20^{\circ}\text{C}$ ’de ve %80 bağıl nemde 2 gün ve  $5^{\circ}\text{C}$ ’de ve %65-70 bağıl nemde 1 gün olmak üzere toplam 9 gün fermantasyona ve kurumaya bırakılmıştır (Kurt 2009).

Çizelge 3.1 Sucuk üretiminde kullanılan hammadde ve katkı maddelerinin miktarları

Hammadde	%
Et	86.0
Yağ	8.77
Tuz	2.20
Sarımsak tozu	0.03
Sakkaroz	0.6
Acı kırmızı biber	0.5
Tatlı kırmızı biber	0.6
Karabiber	0.6
Kimyon	0.6
$\text{NaNO}_3$	0.03
$\text{NaNO}_2$	0.01
Starter kültür*	-

\*Starter kültür 0.25g/kg hamur oranında kullanılmıştır

### 3.2.2 Yenilebilir kaplama üretimi

Çalışmada yenilebilir kaplama olarak hazırlanan kitozan, Caner ve Cansız (2007) tarafından belirtilen yöntemin modifiye edilmesiyle uygulanmıştır. 100°C’de destile suya %3 (w/v) oranında kitozan ilave edilmiş ve manyetik karıştırıcı sayesinde karıştırılmıştır. Oluşan dispers karışım 45 °C’ye soğutulduktan sonra %1 (v/v) oranında asetik asit ilave edilerek karıştırılmaya devam edilmiştir. Plastikleştirici olarak 0.25 ml/g kitozan oranında gliserol ilave edilerek 15 dakika daha karıştırılmıştır. Hazırlanan kaplama çözeltisinin içerisine %1 (w/v) oranında kekik yağı ilave edilerek ayrı bir grup daha oluşturulmuştur. Kekik yağının kaplama materyalinde homojen dağılımını sağlamak amacıyla 1:5 oranında Tween 20 ilave edilmiş ve Micra D-9 marka homojenizatör ile karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığına soğutulmuştur.

### 3.2.3 Yenilebilir kaplamanın dilimlenmiş sucuklara uygulanması

Yenilebilir kaplama uygulamasından önce mutfak tipi dilimleme makinesi ile (BESTAR Model EA100, Almanya) yaklaşık 2-3 mm dilimlenen sucuklar, rastgele üç gruba ayrılmış; gruplardan birisi kaplama uygulanmadan direkt ambalajlanmıştır (C). Diğer iki grup için ayrılmış sucuklar ise, daha önceden sterilize edilmiş iplere, her ipte yaklaşık 50 dilim olacak şekilde dizilmiştir. Bu iki gruptan birinde sucuk dilimleri kitozan kaplamasına (K), diğer grup ise %1 kekik yağı içeren kitozan kaplamasına (KK) 5 dakika süre ile daldırılmıştır. Daldırma işlemini takiben iplerle birlikte kaplamanın kurumması için çelik askılara asılan dilim sucuklar, yaklaşık 4 saat süre ile 4°C’de ortamda bekletilmiştir.

Kaplamanın uygulanmasından sonra her bir grup sucuk dilimleri 70 gramlık porsiyonlara ayrılarak modifiye atmosferde (%70CO<sub>2</sub>/ %30N<sub>2</sub>) ambalajlanmıştır ve 4°C’de 106 gün depolanmıştır. Sıfıncı günden başlayarak 15 günlük periyotlarla pH (Anonymous 1990), renk (Minolta CIE\* açıklık-koyuluk (L\*), kırmızılık (a\*) ve sarılık (b\*) değerleri) ve TBA değeri (Pfalzgraf vd. 1995); mikrobiyolojik stabilite için ise toplam aerob mezofil bakteri, toplam aerob psikrofil bakteri, laktik asit bakteri sayıları,

toplam koliform bakteri ve *Staphylococcus-Micrococcus* spp. sayıları (Anonim 2000) saptanmıştır. Ürünün kimyasal bileşiminin belirlenmesi için başlangıçta nem, yağ, protein, kül ve tuz analizleri (Anonymous 1990) yapılmıştır. Ayrıca ürünün duyuşal özelliklerinde meydana gelebilecek değişimlerin belirlenmesi amacıyla 15 günlük periyotlarda çiğ ve pişmiş üründe duyuşal analiz yapılmıştır.

### **3.3 Analiz Yöntemleri**

#### **3.3.1 Nem miktarı**

Ham maddenin başlangıçtaki nem miktarını belirlemek için, 105°C'de en az iki saat tutularak sabit tartıma getirilmiş ve darası alınmış kuru madde kaplarına yaklaşık 5g örnek tartılmış ve 105°C'deki etüvde sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş ve kuru madde kaplarının tartım farkından örnekteki % nem miktarı belirlenmiştir (Anonymous 1990).

#### **3.3.2 Yağ miktarı**

Örneklerin toplam yağ miktarı, sıcak ekstraksiyon yöntemi ile Soxhlet düzeneği kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla kuru madde analizinde kullanılan 5 gramlık sucuk örnekleri darası alınmış yağ balonlarına konulmuştur ve uygun bir çözgen hazırlanarak Soxhlet ünitesinde örnekte bulunan yağ ekstrakte edilmiştir (Anonymous 1990).

#### **3.3.3 Protein miktarı**

Sucuk örneklerinin başlangıçtaki ham protein miktarı, Kjeldahl yöntemi ile saptanmıştır. Örneklerin önce % azot miktarı belirlenmiş ve daha sonra da 6.25 faktörü ile çarpılarak ham protein miktarı (%) hesaplanmıştır (Anonymous 1990).

### **3.3.4 Kül miktarı**

Kül miktarının belirlenmesi için, sabit ağırlığa getirilen porselen kül kapsüllerine yaklaşık 3 g örnek tartılarak kül fırınına konmuştur. Sıcaklık kademeli olarak artırılarak 550-570°C'ye getirilmiş ve kül kapsülündeki örnek rengi gri-beyaz olana kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Kül kapsüllerinin tartım farkından örnekteki % kül miktarı belirlenmiştir (Anonymous 1990).

### **3.3.5 Tuz miktarı**

Tuz miktarının belirlenmesinde titrimetrik Mohr yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla kül analizinde kullanılan 3 g'lık örnekler üzerinden analize devam edilmiştir. Kül 100 mL sıcak su ile yıkanarak külsüz filtre kağıdında filtre edilmiş, daha sonra filtre edilen örnekten 10 mL alınarak 100 mL'ye tamamlanmıştır. Üzerine 3-4 damla %5'lik  $K_2CrO_4$  eklenip ve 0.1 N  $AgNO_3$  çözeltisi ile kiremit kırmızısı renge titre edilmiştir (Anonymous 1990).

### **3.3.6 pH değeri**

Başlangıç ve periyotlar sırasındaki pH değerlerinin tespiti amacıyla sucuk örneklerinden 10g tartılarak destile su ile 1/10 oranında karıştırılıp Ultra Turraks (Micra D-9, Almanya) ile 1 dk süresince homojenize edilmiş ve pH değerleri Hanna HI 221 model pH metrede belirlenmiştir. Ölçümlerden önce pH metre, pH 4 ve 7 tampon çözeltileriyle kalibre edilmiştir (Anonymous 1990).

### **3.3.7 Mikrobiyolojik analiz**

Mikrobiyolojik analiz için sucuk örnekleri steril koşullarda 10 g tartılarak 90 ml fizyolojik tuzlu su ile stomacherde (Seaward-400 ) 1 dk süreyle homojenize edilmiştir. Analizlerde seyreltme işlemi 1:9 oranı hesaplanarak fizyolojik tuzlu su ile seri dilüsyonlar şeklinde hazırlanmıştır (Halkman 2005). Hazırlanan dilüsyonlardan toplam

aerob mezofil, toplam aerob psikrofil, laktik asit, *Staphylococcus-Micrococcus* spp. ve toplam koliform bakteri sayıları belirlenmiştir.

#### **3.3.7.1 Toplam aerob mezofil bakteri sayısı**

Toplam aerob mezofil bakteri (TAMB) sayısı, Plate Count Agar (Merck 1.05463) besiyerine standart dökme plak yöntemi ile tüm seyreltilerden ekim yapılarak ve  $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 48 saat inkübasyon sonrasında petri kutularında oluşan kolonilerden 15-300 arasında olanlar sayılarak belirlenmiştir. Elde edilen sayım sonuçları log kob/g olarak ifade edilmiştir (Anonim 2000).

#### **3.3.7.2 Toplam aerob psikrofil bakteri sayısı**

Toplam aerob psikrofil bakteri (TAPB) sayısı, Plate Count Agar (Merck 1.05463) besiyerine standart dökme plak yöntemi ile tüm seyreltilerden ekim yapılarak ve  $4^{\circ}\text{C}$ 'de 10 gün inkübasyon sonrasında petri kutularında oluşan kolonilerden 15-300 arasında olanlar sayılarak belirlenmiştir. Elde edilen koloni sonuçları, log kob/g olarak ifade edilmiştir (Anonim 2000).

#### **3.3.7.3 Laktik asit bakteri sayısı**

Laktik asit bakteri (LAB) sayısının belirlenmesi amacıyla De Man Rogosa Sharpe Agar (Merck 1.10660) besiyerine çift tabaka dökme plak yöntemi ile tüm seyreltilerden ekim yapılmıştır.  $28^{\circ}\text{C}$ 'de 48 saat inkübasyon sonunda besiyerinde krem renkli tüm koloniler laktik asit bakterisi olarak kabul edilmiştir. Elde edilen sayım sonuçları log kob/g olarak ifade edilmiştir (Anonim 2000).

#### **3.3.7.4 *Staphylococcus-Micrococcus* spp. sayısı**

*Staphylococcus-Micrococcus* spp. sayısının belirlenmesi amacıyla Baird-Parker Agar bazal (Merck) besiyerine önceden oda sıcaklığına getirilmiş yumurta sarısı-tellurit emülsiyonu ilavesinin  $45-50^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta yapılmasıyla hazırlanan besiyerine, standart

dökme plak yöntemi ile tüm seyreltilerden ekim yapılmıştır. 37°C'da 24 saat inkübasyon sonunda petri kutularında 1-1.5 mm çaplı siyah koloniler *Staphylococcus-Micrococcus* spp. kolonileri olarak kabul edilmiş ve kolonilerden 15-300 arasında olanlar sayılmıştır. Elde edilen koloni sonuçları, log kob/g olarak ifade edilmiştir (Anonim 2000).

### **3.3.7.5 Toplam koliform bakteri sayısı**

Toplam koliform bakteri sayısının belirlenmesi amacıyla Violet Red Bile Agar (Merck) besiyerine standart dökme plak yöntemi ile tüm seyreltilerden ekim yapılmış ve 37°C sıcaklıktaki inkübatörde 24 saat inkübasyon sonunda VRB Agar besiyerinde 1-2 mm çaplı koyu kırmızı renkli presipitasyon oluşturan koloniler Koliform grup bakteriler olarak kabul edilmiştir. Kolonilerden 15-300 arasında olanlar sayılmıştır. Elde edilen sayım sonuçları log kob/g olarak ifade edilmiştir (Anonim 2000).

### **3.3.8 Tiyobarbitürik asit (TBA) değeri**

TBA değerinin saptanması Pfalzgraf vd. (1995) belirtilen yöntemle göre yapılmıştır. Kıyma haline getirilmiş örnekten 10 g tartılıp ultra turraks ile 20 mL (%10 w/v) TCA çözültüsü ile homojenize edilmiştir. Bu karışım santrifüj tüplerine aktarılıp 2300 rcf ve 5°C'de 30 dakika santrifüjlenmiştir (Hermle, Z326K, Wehingen, Almanya). Süpernatant filtre kağıdından filtre edilmiştir. Elde edilen filtrattan 2 mL cam test tüpüne pipetlenip üzerine 0.02M'lık TBA ayırıcından 2 mL ilave edilmiştir. Şahit deney için bir cam test tüpüne 2 mL destile su ve 2 mL TBA ayıracı pipetlenmiştir. Tüpler vortexlendikten sonra 97°C'lik su banyosunda 20 dakika bekletilmiştir Su banyosundan alınan tüpler oda sıcaklığına soğutulduktan sonra oluşan rengin yoğunluğu spektrofotometrede (Shimadzu Model UV-2401 PC) 532 nm dalga boyunda şahite karşı okunmuştur.

### **3.3.9 Enstrümental renk değerleri**

CIE L\* (açıklık-koyuluk), a\* (kırmızılık) ve b\* (sarılık) değerleri örnek yüzeyinde Konica Minolta Chroma Meter CR 4000 renk cihazı kullanılarak her grup için iki farklı örnekte üç ayrı okuma yapılarak belirlenmiştir (Candoğan 2002).

### **3.3.10 Duyusal değerlendirme**

Duyusal değerlendirme hem çiğ hem de pişmiş örneklerde her analiz periyodunda gerçekleştirilmiştir.

#### **3.3.10.1 Çiğ duyusal değerlendirme**

Çiğ örneklerde yapılan duyusal değerlendirmede her gruptan örnekler rastgele kodlanarak tabağa yerleştirilmiştir ve 7 kişilik bir panelist grubu ile değerlendirme yapılmıştır. Duyusal değerlendirmede panelistler çiğ örneklerin görünüş, renk, koku, lezzet, yapı (tekstür) ve genel beğeni özelliklerini değerlendirmişlerdir. Değerlendirmede 9'lu hedonik sıklala (1: son derece kötü, 9: mükemmel) kullanılmıştır. Duyusal analizde kullanılan form EK 1'de sunulmuştur.

#### **3.3.10.2 Pişmiş duyusal değerlendirme**

Duyusal analiz için her gruptan alınan bir dilim sucuk örneği, yağsız teflon tavada 2 dk süreyle pişirilmiş, oda sıcaklığına soğutulduktan sonra rastgele kodlar verilerek bölmelendirilen tabaklara yerleştirilmiştir. Örnek içeren tabakların üstü alüminyum folyo ile kapatılmıştır. Değerlendirme, ışıklandırılmış ve havalandırılmış duyusal analiz laboratuvarında 7 kişilik bir panelist grubu ile yapılmıştır. Örnekler panelistlere rastgele sıralama yapılarak sunulmuştur. Duyusal değerlendirmede panelistler pişmiş örneklerin görünüş, renk, koku, lezzet, yapı (tekstür) ve genel beğeni özelliklerini değerlendirmişlerdir. Değerlendirmede 9'lu hedonik sıklala (1: son derece kötü, 9: mükemmel) kullanılmıştır. Duyusal analizde kullanılan form EK 2'de sunulmuştur

### 3.3.11 İstatistik Analiz

İki tekerrürlü gerçekleştirilen çalışmadan elde edilen bulguların istatistiksel değerlendirilmesi SAS paket programı kullanılarak yapılmıştır (SAS 1996). Grup ortalamaları arasındaki farklılığın önemli olup olmadığının belirlenmesinde Varyans Analiz Tekniği (ANOVA) kullanılmıştır. ANOVA sonucunda gerekli olduğu zaman hangi grup ortalamaları arasındaki farklılığın önemli olduğu LSD (Asgari Önemli Fark) testi uygulanarak belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ).

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### 4.1 Kimyasal Bileşim

Üretilen sucuğun kimyasal bileşimi ve tuz değeri çizelge 4.1’de belirtildiği gibidir.

Çizelge 4.1 Sucuğun kimyasal bileşimi ve tuz değeri (%)\*

Kimyasal Bileşim ve Tuz	%
Nem	40.37±0.95
Protein	18.93±1.33
Yağ	32.59±2.71
Kül	3.71±0.10
Tuz	2.60±0.20

\*Ortalama ± standart sapma

TS 1070 Türk sucuğu standardına göre sucukta nem miktarı en çok %40 tuz miktarı en çok %5, protein miktarı birinci sınıf sucukta en az %22 ikinci ve üçüncü sınıf sucuklarda en az %20, yağ miktarı birinci sınıf sucukta en çok %35 ikinci ve üçüncü sınıf sucukta ise en çok %40 olmalıdır (Anonim 2002). Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği’ne göre fermente sucukta toplam et proteini değeri kütlece en az %16, nem miktarının toplam et proteini miktarına oranı 2.5’in altında, yağ miktarının toplam et proteini miktarına oranı 2.5’in altında olmalıdır (Anonim 2012). Buna göre üretilen sucukta, nem miktarının toplam et proteini miktarına oranı 2.13, yağ miktarının toplam et proteininin miktarına oranı ise 1.72 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler kodekste verilen sınır değerinin altında olup, kodeks ile uyum göstermektedir. Üretilen sucuk, Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği’nin verdiği limitlere uymaktadır. Yağ miktarı belirtilen TS 1070 standart değeri içinde olup birinci sınıf kategorisine girmektedir. Tuz miktarı da belirtilen TS 1070 standartı değerleri içindedir.

Filiz (2002) ısıtma işlemi uygulanarak üretilen sucuklarda nem değerini %38 olarak belirtmiştir. Soyer vd. (2005) yaptıkları çalışmada, %30 yağ içeriğine sahip 20-22°C’de olgunlaştırılan sucuklarda olgunlaştırmanın 9. gününde nem miktarını %40.64 olarak tespit etmişlerdir. Öksüztepe vd. (2011) ise Elazığ piyasasından topladıkları fermente sucukların ortalama kimyasal bileşimini %38.75 nem, %4.36 tuz % 5.39 kül, % 21.92

protein % 35.22 yağ olarak belirlemiştir. Toptancı (2007) geleneksel olarak üretilen sucuğun %35.97 nem, %36.41 yağ, %18.72 protein, %4.38 kül ve %3.48 tuz içerdiğini bildirmişlerdir. Çalışmada üretilen sucukların kimyasal bileşiminin diğer literatür verileriyle birebir uyuşmaması, kullanılan hammaddenin ve üretim şeklinin farklılığından kaynaklanmaktadır.

## 4.2 pH Değeri

Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların çalışma süresince pH değerleri ve değişimi çizelge 4.2 ve şekil 4.1’de belirtildiği gibidir.

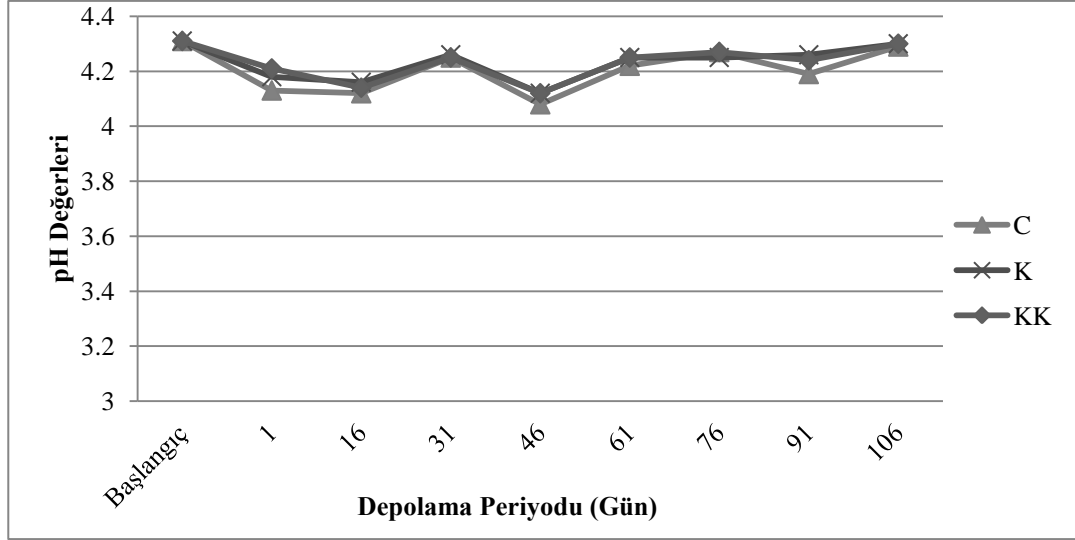
Çizelge 4.2 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca pH değerleri\*

Depolama Periyodu (Gün)	C	K	KK
Başlangıç	4.31±0.05 <sup>A</sup>	4.31±0.05 <sup>A</sup>	4.31±0.05 <sup>A</sup>
1	4.13±0.18 <sup>CD</sup>	4.19±0.20 <sup>BCD</sup>	4.21± 0.25 <sup>ABC</sup>
16	4.12 ±0.04 <sup>CD</sup>	4.16 ±0.08 <sup>CD</sup>	4.14± 0.05 <sup>BC</sup>
31	4.25 ±0.09 <sup>AB</sup>	4.27 ± 0.06 <sup>ABC</sup>	4.25± 0.07 <sup>ABC</sup>
46	4.08 ±0.05 <sup>D</sup>	4.12± 0.04 <sup>D</sup>	4.12 ± 0.05 <sup>C</sup>
61	4.22 ±0.05 <sup>ABC</sup>	4.25 ±0.04 <sup>ABC</sup>	4.25± 0.01 <sup>ABC</sup>
76	4.27±0.08 <sup>AB</sup>	4.25 ±0.04 <sup>ABC</sup>	4.27± 0.02 <sup>AB</sup>
91	4.19± 0.06 <sup>BCD</sup>	4.26 ± 0.11 <sup>ABC</sup>	4.24 ±0.08 <sup>ABC</sup>
106	4.29 ±0.04 <sup>AB</sup>	4.30 ±0.02 <sup>AB</sup>	4.30 ± 0.05 <sup>A</sup>

\*Ortalama ± standart sapma.

A-D : Aynı grup içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

C: Kaplama uygulanmamış kontrol grubu; K: Kitozanla kaplanmış grup; KK: %1 Kekik yağı içeren kitozanla kaplanmış grup



Şekil 4.1 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca pH değerlerindeki değişim

Çalışmada sucukların başlangıç pH değeri 4.31 olarak saptanmıştır. Dilimlenmiş sucukların depolama süreci boyunca pH değeri düşüş göstermiş; ancak, tüm gruplarda başlangıç değerleri ile 106. gün pH değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ). TS 1070 Türk sucuğu standartına göre fermente sucukta pH en çok 5.00 olmalıdır (Anonim 2002). Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği'ne göre fermente sucukta pH değeri en yüksek 5.4 olmalıdır (Anonim 2012). Buna göre üretilen sucuk pH değeri bakımından standartlara uyum göstermektedir. Vural ve Öztan (1992) çeşitli ticari starter kültür kombinasyonlarını kullanarak ürettikleri fermente sucuklarda, fermentasyonun 10. gününde pH değerlerini 4.97-5.21 aralığında bulmuşlardır. Öksüztepe vd. (2011) ise Elazığ piyasasından topladıkları fermente sucuklarda ortalama pH değerini 5.18 olarak tespit etmişlerdir.

Candoğan vd. (2008) yaptıkları çalışmada farklı starter kültür kullanarak ürettikleri sığır sosislerinde fermentasyon sonrası pH değerinin 4.4-4.5 aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Toptancı (2007) ise, geleneksel olarak üretilen sucukta pH değerini 4.99 olarak tespit etmiştir. Kurt (2009), farklı karbon kaynakları kullanarak ürettiği sucuklarda üretimin 9. gününde pH değerini ortalama olarak 4.54 olarak belirlemiştir. Ensoy (2004) ise yaptığı çalışmada, geleneksel yöntemle üretilen hindi sucuklarında pH değerini 5.19-5.34 değerleri arasında bulmuştur. Üretilen sucuğun pH değerinin,

literatürde belirtilen değerlerden daha düşük bulunmasının, kullanılan starter kültür farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yingyuad vd. (2006) soğutulmuş ızgara domuz etlerine uygulanan kitozan kaplamalarda depolama süreci boyunca daha düşük pH değişimi gözlemlendiğini belirtmiştir. Chamanara vd. (2012) %1 (v/v) kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanan gökkuşuğu alabalıklarında pH artışının, kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanan balıklarda daha düşük olduğu belirlemişlerdir. Ancak dilimlenmiş sucuklarda yapılan bu çalışmada, kekikle ya da sadece kitozan kaplama uygulaması, dilimlenmiş sucuk pH değerlerinde istatistik açıdan önemli bir fark yaratmamıştır ( $p>0.05$ ).

### 4.3 Mikrobiyolojik Analiz

#### 4.3.1 Toplam aerob mezofil bakteri sayısı

Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların çalışma süresince toplam aerob mezofil bakteri (TAMB) sayısı değerleri ve değişimi çizelge 4.3 ve şekil 4.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.3 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları (log kob/g)\*

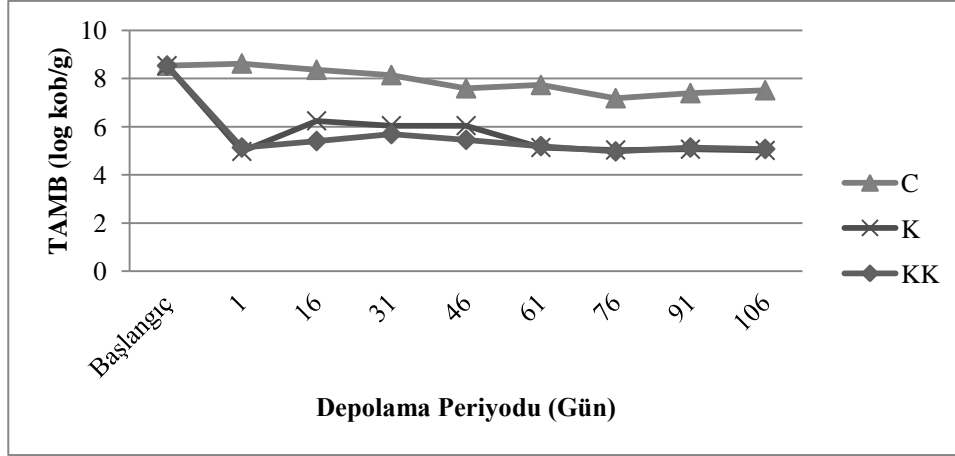
Depolama Periyodu (Gün)	C	K	KK
Başlangıç	8.53± 0.08 <sup>AB</sup>	8.53± 0.08 <sup>A</sup>	8.53± 0.08 <sup>A</sup>
1	8.62 ± 0.06 <sup>aA</sup>	4.97 ± 0.34 <sup>bC</sup>	5.13 ± 0.28 <sup>bC</sup>
16	8.36 ± 0.11 <sup>aBC</sup>	6.24 ± 0.41 <sup>bB</sup>	5.40 ± 0.44 <sup>cBC</sup>
31	8.14 ± 0.35 <sup>aC</sup>	6.04 ± 0.50 <sup>bB</sup>	5.69 ± 0.64 <sup>bB</sup>
46	7.59 ± 0.12 <sup>aDE</sup>	6.04 ± 0.66 <sup>bB</sup>	5.45 ± 0.49 <sup>bBC</sup>
61	7.73 ± 0.17 <sup>aD</sup>	5.13 ± 0.26 <sup>bC</sup>	5.19 ± 0.35 <sup>bBC</sup>
76	7.18 ± 0.17 <sup>aF</sup>	5.03 ± 0.17 <sup>bC</sup>	4.97 ± 0.07 <sup>bC</sup>
91	7.39 ± 0.12 <sup>aEF</sup>	5.06 ± 0.27 <sup>bC</sup>	5.13 ± 0.19 <sup>bC</sup>
106	7.51 ± 0.22 <sup>aDE</sup>	5.01 ± 0.21 <sup>bC</sup>	5.07 ± 0.05 <sup>bC</sup>

\*Ortalama ± standart sapma

A-F : Aynı grup içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ ).

a-c : Aynı periyot içinde farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ ).

C: Kaplama uygulanmamış kontrol grubu; K: Kitozanla kaplanmış grup; KK: %1 Kekik yağı içeren kitozanla kaplanmış grup



Şekil 4.2 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişim (log kob/g)

Çalışmada üretilen sucuklardaki başlangıç TAMB sayısı 8.53 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Bu değer literatürde verilen 8.42- 9.08 log kob/g (Vural ve Öztan 1992), 8.75 log kob/g (Öksüztepe vd. 2011), 8.20-8.62 log kob/g (Bilge 2010) ve 8.38-9.18 log kob/g (Ensoy 2004) değerleriyle uyum göstermektedir.

Çalışmanın muameleyi takip eden ilk periyodunda kontrolde 8.62 log kob/g olarak tespit edilen TAMB sayısı, K ve KK gruplarında sırasıyla 4.97 ve 5.13 log kob/ g olarak belirlenmiştir. Görüldüğü gibi depolamanın ilk periyodunda kitozan kaplama uygulamasının kontrol grubuna göre, TAMB sayısında yaklaşık 3 log birimlik azalma tespit edilmiştir. Bu antimikrobiyel etki, pozitif yüklü kitozanın negatif yüklü hücre zarı ile etkileşimi sonucu hücre zarı geçirgenliğinde değişime sebep olmasından kaynaklanmaktadır (Harish-Prashanth ve Tharanathan, 2007, No vd. 2007). Darmadji ve Izumimoto (1994), sığır kıymalarına %1'lik kitozan ilavesinin 4°C'lik depolama süresince TAMB sayısını ortalama 2 log azalttığını tespit etmiştir.

Jiang vd. (2012)'nin. %1.5 kekik yağı ilave edilmiş kitozan kaplamalarla muamele edilmiş “Shiitake” mantarlarında yaptıkları çalışmada, hasat sonrası ve depolama sırasında kekik yağı içeren kitozan kaplamaların, toplam mezofilik bakteri sayısı üzerine kitozanın tek başına uygulamasından daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada, 16 günlük depolama sonucunda kitozan ve kekik yağı + kitozan içeren

grupların TAMB sayılarında kontrole göre sırasıyla yaklaşık 1 ve 1.5 log birimlik bir azalma gözlenmiştir. Dilimlenmiş sucuklarda yapılan bu çalışmada, KK grubundaki sucukların, depolama süresince 16.–61. günler arasındaki periyotlarda, sadece kitozanla kaplanmış K grubundaki sucuklardan daha düşük TAMB sayısına sahip olduğu görülse de ilave kekik yağı uygulamasının TAMB sayısı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı ( $p>0.05$ ) belirlenmiştir. Yani, kitozan kaplamalara kekik yağı ilavesinin beklenen sinerjetik etkiyi göstermediği tespit edilmiştir. Sarımsak yağı içeren kitozan kaplamaların karideslere uygulandığı çalışmada, kitozan kaplamanın TAMB sayısını önemli ölçüde düşürdüğü, ancak sarımsak yağının antimikrobiyel etkisinin çalışmanın son periyotlarında gözlemlendiği tespit edilmiştir (Aşık 2009).

Mastromatteo vd. (2011) sosis bileşimine ilave ettikleri kekik yağı ve MAA (20% CO<sub>2</sub>+ 5% O<sub>2</sub>+75% N<sub>2</sub>) kombinasyonunun raf ömrünü 5 gün uzattığını tespit etmişlerdir. 7 günlük depolamada sadece kekik yağı eklenmiş sosislerde TAMB sayısının 1.75 log azaldığını, kekik yağı + MAA uygulamasının ise çalışmanın sonunda TAMB sayısını yaklaşık 1.97 log azalttığını belirtmişlerdir. Dilimlenmiş sucuklarda yapılan bu çalışmada tüm gruplarda 106 günlük depolama süresince TAMB sayısının önemli ölçüde azaldığı gözlenmiştir ( $p<0.05$ ). Kaya ve Aksu (2005) starter kültür kullanılarak üretilen dilimlenmiş ve MAA (%50 N<sub>2</sub> + %50 CO<sub>2</sub>) uygulanan sucuklarda, başlangıçta 8.85 log kob/g olarak tespit edilen TAMB sayısının, soğuk depolamanın 90. gününde 8.10 log kob/g'a düştüğünü belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Rubio vd. (2006) yaptıkları çalışmada, dilimlenmiş kuru kürlenmiş dana bifteklerinde %80 CO<sub>2</sub> + %20 N<sub>2</sub> karışımından oluşan MAA uygulaması sonucu, çalışmanın başlangıcında 5.35 log kob/g olarak tespit edilen TAMB sayısını depolamanın 60. gününde 3.57 log kob/g olarak belirlemişlerdir ve TAMB sayısındaki bu azalmanın önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada kontrol grubunda depolama süresince TAMB sayısında 1 log birimlik azalma gözlenmiştir. Bunun sebebinin MAA uygulaması olduğu düşünülmektedir.

### 4.3.2 Toplam aerob psikrofil bakteri sayısı

Soğuk depolama süresince kitozan kaplı dilimlenmiş sucuklardaki toplam aerob psikrofil bakteri (TAPB) sayılarındaki değişim, çizelge 4.4 ve şekil 4.3'te belirtildiği gibidir.

Çizelge 4.4 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca toplam psikrofil aerobik bakteri sayıları (log kob/g)\*

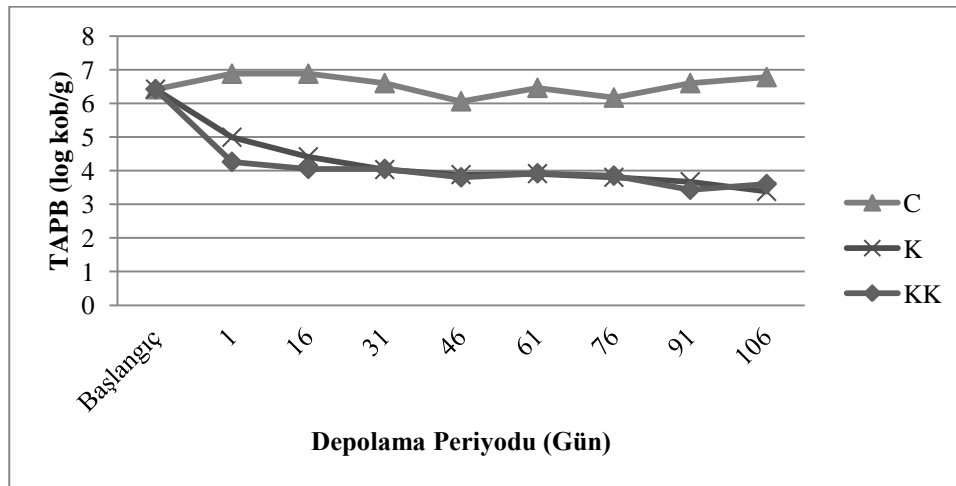
Depolama Periyodu (Gün)	C	K	KK
Başlangıç	6.42 ± 0.34 <sup>AB</sup>	6.42 ± 0.34 <sup>A</sup>	6.42 ± 0.34 <sup>A</sup>
1	6.88 ± 0.14 <sup>aA</sup>	4.99 ± 1.45 <sup>bA</sup>	4.26 ± 1.16 <sup>bB</sup>
16	6.88 ± 0.19 <sup>aA</sup>	4.41 ± 0.45 <sup>bBC</sup>	4.05 ± 0.37 <sup>bBC</sup>
31	6.60 ± 0.44 <sup>aAB</sup>	4.03 ± 0.25 <sup>bCD</sup>	4.05 ± 0.15 <sup>bBC</sup>
46	6.06 ± 0.05 <sup>aB</sup>	3.88 ± 0.18 <sup>bCD</sup>	3.80 ± 0.14 <sup>bBC</sup>
61	6.46 ± 0.19 <sup>aAB</sup>	3.91 ± 0.20 <sup>bCD</sup>	3.92 ± 0.22 <sup>bBC</sup>
76	6.17 ± 0.44 <sup>aB</sup>	3.80 ± 0.27 <sup>bCD</sup>	3.85 ± 0.11 <sup>bBC</sup>
91	6.60 ± 0.75 <sup>aAB</sup>	3.67 ± 0.10 <sup>bCD</sup>	3.43 ± 0.32 <sup>bC</sup>
106	6.78 ± 0.43 <sup>aA</sup>	3.41 ± 0.06 <sup>bD</sup>	3.60 ± 0.07 <sup>bBC</sup>

\*Ortalama ± standart sapma

A-D : Aynı grup içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

a-b : Aynı periyot içinde farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

C: Kaplama uygulanmamış kontrol grubu; K: Kitozanla kaplanmış grup; KK: %1 Kekik yağı içeren kitozanla kaplanmış grup



Şekil 4.3 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca toplam psikrofil aerobik bakteri sayılarındaki değişim (log kob/g)

Çalışmanın başlangıcında üretilen sucuklardaki TAPB sayısı 6.42 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Bu sayı, kitozan kaplamaların uygulanmasıyla ilk periyottan itibaren yaklaşık 2 log birimlik azalma göstermiştir. Buna benzer şekilde kekik yağı içeren kitozan kaplamaların “Shiitake” mantarlarında uygulanmasıyla TAPB sayısında 0.67 log birimlik azalma gözlenmiştir (Jiang vd. 2012). Dilimlenmiş sucuklarda yapılan bu çalışmanın sonunda ise kontrol grubunda TAPB sayısında başlangıç değerine göre istatistiki bir fark gözlenmemişken ( $p>0.05$ ), kitozan kaplama uygulanan gruplarda yaklaşık 3 log birimlik inhibisyon tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Kitozan kaplamaya kekik yağı ilavesinin uygulandığı gruplarda depolama süresince 1.–31. günler arasındaki süreçte sadece kitozanla kaplanmış sucuklardan daha düşük TAPB sayısına sahip olduğu görülse de kitozan ve kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanan gruplar arasında çalışma boyunca istatistiki olarak fark gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ). Mastromatteo vd. (2011) yaptıkları çalışmada kekik yağı içeren sosislerde MAA (20% CO<sub>2</sub>+ 5% O<sub>2</sub>+75% N<sub>2</sub>) uygulamasının, 7 günlük depolama sonunda TAPB sayısında yaklaşık 1.8 log azalmaya sebep olduğunu belirtmiştir. Aşık (2009) sarımsak yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış karideslerde, kitozan kaplamaların depolama sonucunda TAPB sayısını önemli ölçüde azalttığını belirtmiştir. Turan (2011) ise Gökkuşuğu alabalığı fileolarının kitozanla glazelenmesi sonucu, 6 aylık depolama süresince TAPB sayısının önemli ölçüde azaldığını tespit etmiştir.

#### **4.3.3 Laktik asit bakteri sayısı**

Dilimlenmiş ve kekik yağı kitozan kaplama uygulanmış sucukların soğuk depolama süresince laktik asit bakteri (LAB) sayısındaki değişim çizelge 4.5 ve şekil 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.5 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca laktik asit bakteri sayıları (log kob/g)\*

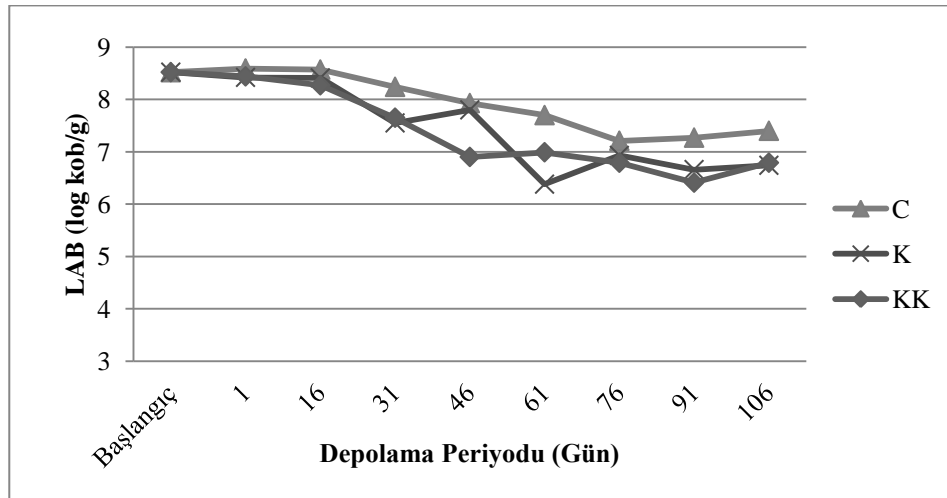
Depolama Periyodu (Gün)	C	K	KK
Başlangıç	8.52 ± 0.10 <sup>AB</sup>	8.52 ± 0.10 <sup>A</sup>	8.52 ± 0.10 <sup>A</sup>
1	8.59 ± 0.16 <sup>A</sup>	8.42 ± 0.08 <sup>A</sup>	8.44 ± 0.20 <sup>A</sup>
16	8.57 ± 0.13 <sup>AB</sup>	8.41 ± 0.44 <sup>A</sup>	8.27 ± 0.35 <sup>A</sup>
31	8.24 ± 0.23 <sup>aBC</sup>	7.55 ± 0.20 <sup>bBC</sup>	7.65 ± 0.19 <sup>bb</sup>
46	7.93 ± 0.47 <sup>aCD</sup>	7.80 ± 0.34 <sup>aB</sup>	6.90 ± 0.42 <sup>bc</sup>
61	7.70 ± 0.16 <sup>aDE</sup>	6.38 ± 0.93 <sup>bd</sup>	6.99 ± 0.42 <sup>abC</sup>
76	7.21 ± 0.11 <sup>F</sup>	6.93 ± 0.49 <sup>DC</sup>	6.79 ± 0.33 <sup>DC</sup>
91	7.27 ± 0.24 <sup>aF</sup>	6.66 ± 0.19 <sup>bd</sup>	6.41 ± 0.18 <sup>bd</sup>
106	7.40 ± 0.3 <sup>EF</sup>	6.74 ± 0.60 <sup>D</sup>	6.79 ± 0.47 <sup>DC</sup>

\*Ortalama ± standart sapma

A-F : Aynı grup içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

a-b : Aynı periyot içinde farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

C: Kaplama uygulanmamış kontrol grubu; K: Kitozanla kaplanmış grup; KK: %1 Kekik yağı içeren kitozanla kaplanmış grup



Şekil 4.4 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca laktik asit bakteri sayılarındaki değişim (log kob/g)

Sucuk üretiminde starter kültür olarak *Lactobacillus plantarum* içeren kültür kullanılmıştır. Sucuğun başlangıç LAB sayısı 8.52 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Vural ve Öztan (1992) çalışmalarında ürettikleri sucuklarda LAB sayısını 10. günde 5.08-7.80 log kob/g belirtmişlerdir. Elazığ piyasasından toplanan fermente sucuklarda LAB sayısı 8.56 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Öksüztepe vd. 2011). Bilge (2010)

yaptığı çalışmada 20-22°C’de olgunlaşan sucuklarda LAB sayısını 9. günde 8.16-8.40 log kob/g olarak tespit ederken, Ensoy (2004) ise bu sayıyı hindi sucuklarında 8.60-9.11 log kob/g olarak bildirmiştir. Çalışmada üretilen sucuklar LAB sayısı bakımından literatür verileriyle paralellik göstermektedir.

Çalışmada, depolama süresince MAA’nın etkisiyle tüm gruplarda LAB sayılarının yaklaşık 1.1-1.7 log birimlik azalma göstererek C, K ve KK gruplarında sırasıyla 7.40, 6.74 ve 6.79 log kob/g değerlerine ulaştığı saptanmıştır (p<0.05). Benzer şekilde, Kaya ve Aksu (2005) dilimlenmiş sucuklarda MAA uygulamasının başlangıçta tespit edilen LAB değerinden 0.86 log birimlik azalmaya sebep olduğu bildirmiştir. Dilimlenmiş pastırma örneklerine MAA uygulamasıyla 150 gün süren soğuk depolama sonucunda başlangıçta 4.38 log kob/g olarak saptanan LAB sayısı çalışmanın sonunda 3.25 log kob/g olarak belirtilmiştir (Aksu ve Kaya 2005). Rubio vd. (2006) yaptıkları çalışmada kürlenmiş dana bifteklerinin MAA (%80 CO<sub>2</sub> + %20 N<sub>2</sub>) uygulamasıyla soğuk depolama sonucunda LAB sayısında 1.32 log birimlik azalma gözlemlenmiştir. Laktik asit bakterileri gram pozitif bakteri grubunda olup MAA ortamında bulunan CO<sub>2</sub>’ye daha az duyarlılık göstermektedir (Rubio vd. 2006).

Çalışmamızda, K ve KK gruplarındaki LAB sayısının, 31. günden sonraki bazı periyotlarda kontrol grubunda belirlenen LAB sayısından önemli ölçüde düşük olduğu gözlenmiştir (p<0.05). Kitozan kaplama uygulamasının LAB bakterileri üzerine inhibitör etkisinin diğer bakteri gruplarına göre düşük olması, literatürde de belirtildiği gibi laktik asit bakterilerinin, antimikrobiyel uygulamalara karşı gösterdiği dirençten kaynaklandığı düşünülmektedir (Rubio vd. 2006, Emiroğlu vd. 2010). Mastromatteo vd. (2011), bileşimine kekik yağı ilave edilmiş sosislere MAA (20% CO<sub>2</sub>+ 5% O<sub>2</sub>+75% N<sub>2</sub>) uygulanmasının etkisini inceledikleri çalışmada, LAB sayısında diğer bakterilerin aksine daha düşük bir inhibisyon gözlenmiştir. Çalışma süresince LAB sayısında 1 log birimlik azalma tespit edilmiştir. Karanfil yağı içeren jelatin-kitozan filmlerin soğutulmuş balıklara uygulandığı bir çalışmada, laktik asit bakterileri başlangıçtaki yaklaşık 6 log kob/g olarak belirlenen sayıdan 14 günlük depolama sonunda 4 log kob/g’a düşmektedir. Diğer bakteri gruplarına göre daha düşük düzeyde olan LAB sayısındaki bu azalmanın sebebini, LAB’ın uçucu yağ içeren antimikrobiyel

kaplamalara direnç göstermesi olarak açıklamışlardır (Gómez-Estaca vd. 2010). Benzer bir şekilde, Emiroğlu vd. (2010) yaptıkları çalışmada %5 oranında bahçe kekiği ve/veya mercanköşk uçucu yağları ilavesiyle hazırladıkları yenilebilir soya filmlerini, kıymalara uygulamışlar ve 4°C’de 12 günlük depolama sonucunda LAB sayısında önemli bir azalışın söz konusu olmadığını belirlemişlerdir. Bununla birlikte, Giatrakou vd. (2010) yaptıkları çalışmada, pişirmeye hazır tavuk kebablarında kitozan (%1.5 v/w) ve kekik uçucu yağı (%0.2 v/v) kombinasyonunun LAB sayısı üzerinde 2-3 log azalma sağladığını bildirmişlerdir.

#### 4.3.4 *Staphylococcus-Micrococcus* spp. sayısı

Çalışmada üretilen sucuklarda kullanılan starter kültür *Staphylococcus carnosus* içermektedir. Soğuk depolama boyunca kitozan kaplama uygulanan dilimlenmiş sucuk örneklerindeki *Staphylococcus-Micrococcus* spp. sayısındaki değişim çizelge 4.6 ve şekil 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.6 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca *Staphylococcus- Micrococcus* spp. bakteri sayıları (log kob/g)\*

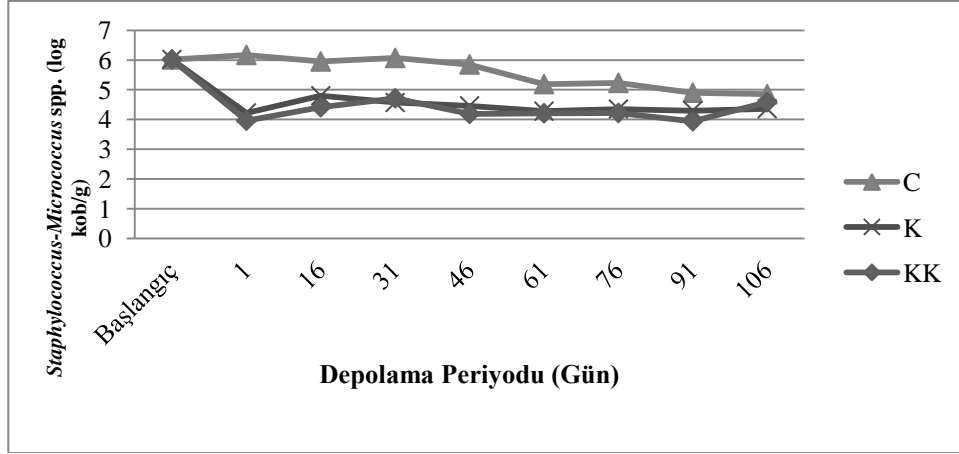
Depolama Periyodu (Gün)	C	K	KK
Başlangıç	6.02 ± 0.06 <sup>A</sup>	6.02 ± 0.06 <sup>A</sup>	6.02 ± 0.06 <sup>A</sup>
1	6.17 ± 0.16 <sup>aA</sup>	4.22 ± 0.21 <sup>bC</sup>	3.96 ± 0.25 <sup>bEF</sup>
16	5.95 ± 0.41 <sup>aA</sup>	4.80 ± 0.44 <sup>bB</sup>	4.41 ± 0.18 <sup>bCD</sup>
31	6.07 ± 0.23 <sup>aA</sup>	4.57 ± 0.26 <sup>bBC</sup>	4.71 ± 0.04 <sup>bB</sup>
46	5.85 ± 0.14 <sup>aA</sup>	4.46 ± 0.30 <sup>bBC</sup>	4.19 ± 0.31 <sup>bDEF</sup>
61	5.19 ± 0.12 <sup>aBC</sup>	4.28 ± 0.25 <sup>bC</sup>	4.21 ± 0.24 <sup>bDEF</sup>
76	5.23 ± 0.42 <sup>aB</sup>	4.35 ± 0.21 <sup>bC</sup>	4.22 ± 0.18 <sup>bDE</sup>
91	4.90 ± 0.25 <sup>aBC</sup>	4.30 ± 0.26 <sup>bC</sup>	3.94 ± 0.19 <sup>bF</sup>
106	4.85 ± 0.23 <sup>aC</sup>	4.36 ± 0.22 <sup>bC</sup>	4.58 ± 0.05 <sup>abBC</sup>

\*Ortalama ± standart sapma

A-F :Aynı grup içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

a-b :Aynı periyot içinde farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

C: Kaplama uygulanmamış kontrol grubu; K: Kitozanla kaplanmış grup; KK: %1 Kekik yağı içeren kitozanla kaplanmış grup



Şekil 4.5 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca *Staphylococcus- Micrococcus* spp. bakteri sayılarındaki değişim (log kob/g)

Çalışmanın başlangıcında *Staphylococcus-Micrococcus* spp. sayısı 6.03 log kob/g olarak belirlenmiştir. Vural ve Öztan (1992) ürettikleri sucuklarda *Staphylococcus-Micrococcus* sayısını 3.31-5.82 log kob/g, Öksüztepe vd. (2011) ise *Staphylococcus-Micrococcus* sayısını 3.99 log kob/g, Ensoy (2004) hindi sucuklarında bu sayıyı 6.19-7.54 log kob/g olarak saptamıştır. Bilge (2010) ise farklı sıcaklıklarda ürettiği fermente sucuklarda, *Staphylococcus-Micrococcus* sayısını 4.77-6.05 log kob/g olarak belirlemiştir. Çalışmada üretilen sucuklarda tespit edilen *Staphylococcus* spp. sayısı starter kültür farkları göz önünde bulundurulduğunda genel olarak literatür verileriyle paralellik göstermektedir.

Muameleyi takip eden birinci günde kontrol ve kitozan kaplama uygulanmış gruplar arasında yaklaşık 2 log birimlik fark gözlenmektedir ( $p < 0.05$ ). Kekik yağı içeren kitozan kaplamaların uygulandığı dilimlenmiş sucuklardaki *Staphylococcus-Micrococcus* spp. sayısı, sadece kitozan kaplama uygulanmış sucuklardaki *Staphylococcus-Micrococcus* spp. sayısından, genel olarak daha düşük olmasına rağmen, bu durum istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). Emiroğlu vd. (2010) yaptıkları çalışmada, %5 bahçe kekiği ve/veya mercanköşk uçucu yağları ilavesiyle hazırladıkları yenilebilir soya filmlerinin kıymalara uygulanmasıyla, 4°C'de 12 günlük depolama sonucunda *Staphylococcus-Micrococcus* spp. sayısında önemli bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda, MAA uygulamasının antimikrobiyel etkisiyle başlangıca göre depolamanın son periyodunda *Staphylococcus- Micrococcus* spp. sayısında yaklaşık 1.2-1.6 log birimlik azalma gözlenmiştir (p<0.05). MAA uygulanan dilimlenmiş pastırma örneklerinde başlangıçta 6.49 log kob/g olarak belirlenen *Micrococcus/Staphylococcus* sayısını 150 günlük depolama sonucu 5.80 log kob/g olarak tespit edilmiştir. (Aksu ve Kaya 2005), bu duruma paralel olarak dilimlenmiş sucuk örneklerinde MAA uygulamasıyla *Micrococcus/Staphylococcus* sayısını 1.63 log düzeyinde azaldığı tespit edilmiştir (Kaya ve Aksu 2005). Rubio vd. (2006) yaptıkları çalışmada, dilimlenmiş kuru kürlenmiş dana bifteklerinde %80 CO<sub>2</sub> + %20 N<sub>2</sub> karışımından oluşan MAA uygulaması sonucu, çalışmanın başlangıcında 4.74 log kob/g olarak tespit ettikleri *Micrococcus* sayısını 60. gün sonunda 3.42 olarak tespit etmiştir.

#### 4.3.5 Toplam koliform bakteri sayısı

Çalışmada toplam koliform bakteri sayılarındaki depolama süresinceki değişim çizelge 4.7 ve şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.7 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca toplam koliform bakteri sayıları (log kob/g)\*

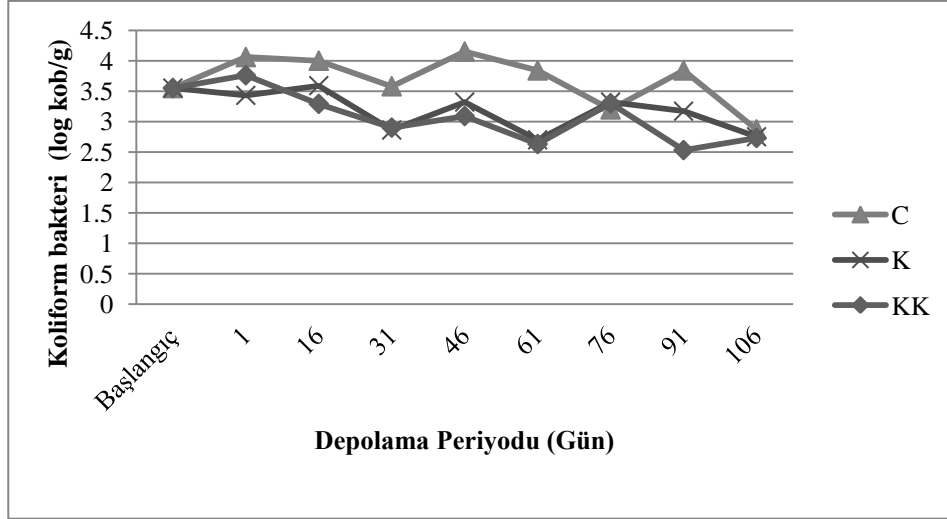
Depolama Periyodu (Gün)	C	K	KK
Başlangıç	3.55 ± 0.78 <sup>BC</sup>	3.55 ± 0.78 <sup>AB</sup>	3.55 ± 0.78 <sup>AB</sup>
1	4.06 ± 0.14 <sup>aAB</sup>	3.43 ± 0.33 <sup>bABC</sup>	3.76 ± 0.31 <sup>abA</sup>
16	4.00 ± 0.23 <sup>aAB</sup>	3.59 ± 0.17 <sup>bA</sup>	3.29 ± 0.13 <sup>cABC</sup>
31	3.58 ± 0.28 <sup>ABC</sup>	2.86 ± 0.59 <sup>BCD</sup>	2.90 ± 0.70 <sup>BCD</sup>
46	4.15 ± 0.20 <sup>aA</sup>	3.32 ± 0.63 <sup>abABCD</sup>	3.09 ± 0.71 <sup>bBCD</sup>
61	3.84 ± 0.11 <sup>aAB</sup>	2.70 ± 0.10 <sup>bD</sup>	2.63 ± 0.16 <sup>bD</sup>
76	3.20 ± 0.51 <sup>DC</sup>	3.32 ± 0.49 <sup>ABCD</sup>	3.30 ± 0.23 <sup>ABC</sup>
91	3.84 ± 0.40 <sup>aAB</sup>	3.17 ± 0.46 <sup>bABCD</sup>	2.53 ± 0.13 <sup>cD</sup>
106	2.87 ± 0.39 <sup>D</sup>	2.75 ± 0.26 <sup>CD</sup>	2.73 ± 0.04 <sup>CD</sup>

\*Ortalama ± standart sapma

A-D : Aynı grup içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

a-c : Aynı periyot içinde farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

C: Kaplama uygulanmamış kontrol grubu; K: Kitozanla kaplanmış grup; KK: %1 Kekik yağı içeren kitozanla kaplanmış grup



Şekil 4.6 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca toplam koliform bakteri sayılarındaki değişim (log kob/g)

Üretilen sucuklarda başlangıç toplam koliform sayısı 3.55 log kob/g olarak belirlenmiştir. Çalışmanın 31., 76. ve 106. günleri haricinde, gruplar arasındaki toplam koliform bakteri sayılarındaki fark önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Genelde, kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanan sucukların toplam koliform bakteri sayısı daha düşükken, 16. ve 91. günlerde her iki grubun koliform bakteri sayıları arasındaki farkın önemli olduğu saptanmıştır ( $p < 0.05$ ). Gómez-Estaca vd. (2010) yaptıkları çalışmada uçucu yağ içeren antimikrobiyel filmlerin toplam koliform bakteri grubunu tamamen inhibe ettiğini belirlemişlerdir.

Depolama süresince MAA uygulamasının etkisiyle toplam koliform bakteri sayısında da önemli ölçüde düşüş gözlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Bu durum, literatürde de örneklerinin görüldüğü gibi MAA ortamında bulunan  $CO_2$ 'nin antimikrobiyel etkisi ve gram negatif bakteri grubunda olan koliform bakterilerinin bu etkiye duyarlılık göstermesinden kaynaklanmaktadır. Rubio vd. (2006) yaptıkları çalışmada kürlenmiş dana bifteklerine, MAA (%80  $CO_2$  + %20  $N_2$ ) uygulamasıyla, başlangıçta 2.41 log kob/g olan toplam koliform bakteri sayısının 15. gün itibarıyla  $< 1.0$  log kob/g olduğunu saptamışlardır. Sosislerde yapılan bir diğer çalışmada ise kekik yağı ve MAA (20%  $CO_2$  + 5%  $O_2$  + 75%  $N_2$ ) uygulamasının toplam koliform bakteri sayısında 0.7 log birimlik azalışa neden olduğu bildirilmiştir (Mastromatteo vd. 2011). Emiroğlu vd. (2010) yaptıkları çalışmada, %5 bahçe kekiği ve/veya mercanköşk uçucu yağları ilavesiyle hazırladıkları

yenilebilir soya filmlerin kıymalara uygulanmasında, 4°C’de 12 günlük depolama sonucunda koliform bakteri sayısında önemli bir düşüş gözlemlenmiştir.

#### 4.4 Tiyobarbiturik Asit (TBA) Değeri

Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca TBA değerlerindeki (mg MA/kg) değişimi çizelge 4.8 ve şekil 4.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca TBA değerleri (mg MA/kg)\*

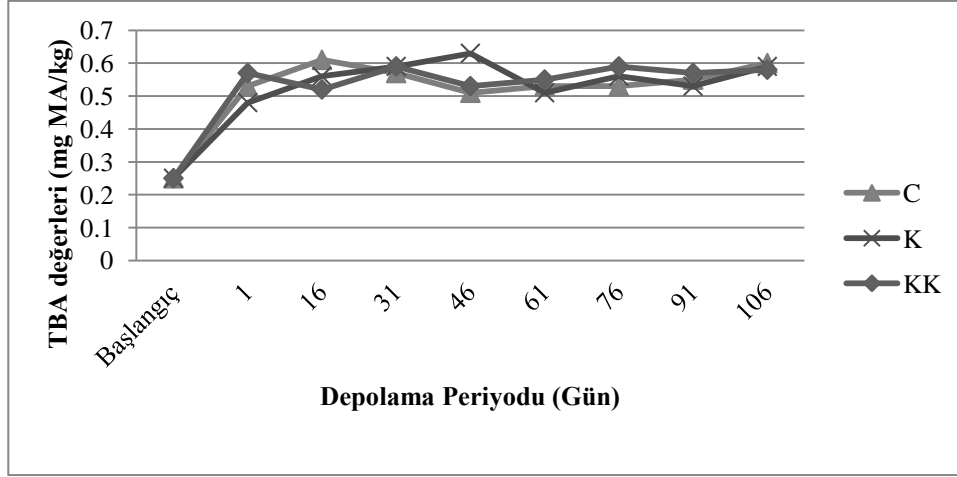
Depolama Periyodu (Gün)	C	K	KK
Başlangıç	0.25 ± 0.03 <sup>C</sup>	0.25 ± 0.03 <sup>D</sup>	0.25 ± 0.03 <sup>C</sup>
1	0.53 ± 0.07 <sup>abAB</sup>	0.48 ± 0.03 <sup>bC</sup>	0.57 ± 0.06 <sup>aAB</sup>
16	0.61 ± 0.14 <sup>A</sup>	0.56 ± 0.11 <sup>ABC</sup>	0.52 ± 0.11 <sup>B</sup>
31	0.57 ± 0.10 <sup>AB</sup>	0.59 ± 0.10 <sup>AB</sup>	0.59 ± 0.09 <sup>A</sup>
46	0.51 ± 0.13 <sup>B</sup>	0.63 ± 0.19 <sup>A</sup>	0.53 ± 0.08 <sup>AB</sup>
61	0.53 ± 0.07 <sup>AB</sup>	0.51 ± 0.03 <sup>ABC</sup>	0.55 ± 0.05 <sup>AB</sup>
76	0.53 ± 0.07 <sup>bAB</sup>	0.56 ± 0.05 <sup>abABC</sup>	0.59 ± 0.03 <sup>aA</sup>
91	0.55 ± 0.01 <sup>bAB</sup>	0.53 ± 0.01 <sup>cBC</sup>	0.57 ± 0.003 <sup>aAB</sup>
106	0.60 ± 0.05 <sup>AB</sup>	0.59 ± 0.07 <sup>AB</sup>	0.58 ± 0.04 <sup>A</sup>

\*Ortalama ± standart sapma

A-D : Aynı grup içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

a-b : Aynı periyot içinde farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

C: Kaplama uygulanmamış kontrol grubu; K: Kitozanla kaplanmış grup; KK: %1 Kekik yağı içeren kitozanla kaplanmış grup



Şekil 4.7 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca TBA değerlerindeki değişim (mg MA/kg)

Sucuğun başlangıç TBA değeri 0.25 mg MA/kg olarak belirlenmiştir. Martinez vd. (2005) yaptıkları çalışmada, taze domuz sosislerinin başlangıç TBA değerini 0.2 mg MA / kg örnek, Karslıoğlu vd. (2006) geleneksel yöntemle üretilmiş hindi sucuklarında TBA değerini 0.220-0.450 mg MA/kg olarak bulmuşlardır. Dalmış (2007) ise çalışmalarındaki sucuğun başlangıç TBA değerini 0.62 mg MA/kg olarak tespit ederken, Gök (2006) bu değeri sucukta 1.74 mg MA/kg olarak tespit etmiştir. Buna göre çalışmada üretilen sucuğun başlangıç TBA değeri Martinez vd. (2005) ve Karslıoğlu vd. (2006) ile uyum göstermektedir.

Çalışmada, depolama süresinde kontrol ve kekik yağı içeren kitozan kaplama gruplarındaki sucukların TBA değerleri artış gösterse de bu artış istatistik olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Bazı periyotlarda (76. ve 91. günler) farklılıklar belirlenmesine rağmen, gerek kitozan kaplama gerekse kekik yağı ilavesinin sucuklarda TBA değeri üzerine etkisinin önemli düzeyde olmadığı görülmüştür. Kaya ve Aksu (2005) starter kültür kullanarak ürettikleri dilimlenmiş sucuklara MAA (%50N<sub>2</sub> + %50 CO<sub>2</sub>) uygulaması sonucu, TBA değerini 0. günde 13.60 µmol MA/kg olarak tespit ederken, 90. günde 37.64 µmol MA/kg olarak belirlemişlerdir. Kykkidou vd. (2009) kekik yağı ve MAA uygulamasının Akdeniz kılıç balığı filetoalarında kalite özellikleri hakkındaki çalışmada %0.1'lik kekik yağı ilavesinin ve MAA (%5 O<sub>2</sub> + %50 CO<sub>2</sub> + %45 N<sub>2</sub>) uygulamasının TBA değerini düşürdüğünü, ayrıca, bu uygulamaların birlikte kullanılmasının sinerjetik etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Soultos vd. (2008) taze Yunan domuz sosislerinin bileşimine %0.5 kitozan ilavesiyle ve 28 gün süren depolamada sonucu kitozan ilave edilmiş sosislerde TBA değerinin daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Turan (2011) dondurularak depolanan Gökkuşuğu alabalıklarında kitozan ile glazelenen grubun, 6 aylık depolama süresince en düşük TBA değerlerine sahip olduğunu belirtmiştir. Ancak, Aşık (2009) karideslerin TBA değeri üzerine sarımsak yağı içeren kitozan kaplamaların beklenen antioksidan etkiyi göstermediğini tespit etmiştir.

Kamil vd. (2002)'in belirttiği gibi kitozanın antioksidan kapasitesi viskozitesine bağlı olarak değişmektedir. Yapılan bu çalışmada kullanılan kitozanın literatürde belirtilen çalışmalarda gibi antioksidan özellik göstermemesi, viskozite farkına bağlı olarak düşük antioksidan özellik göstermesinden kaynaklanmış olabilir.

#### 4.5 Enstrümental Renk Değerleri

Çalışmada üretilen dilimlenmiş sucukların CIE L\* (açıklık-koyuluk) a\*(kırmızılık) ve b\* (sarılık) renk değerleri sırasıyla çizelge 4.9-4.11 ve şekil 4.8-4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca L\* değerleri\*

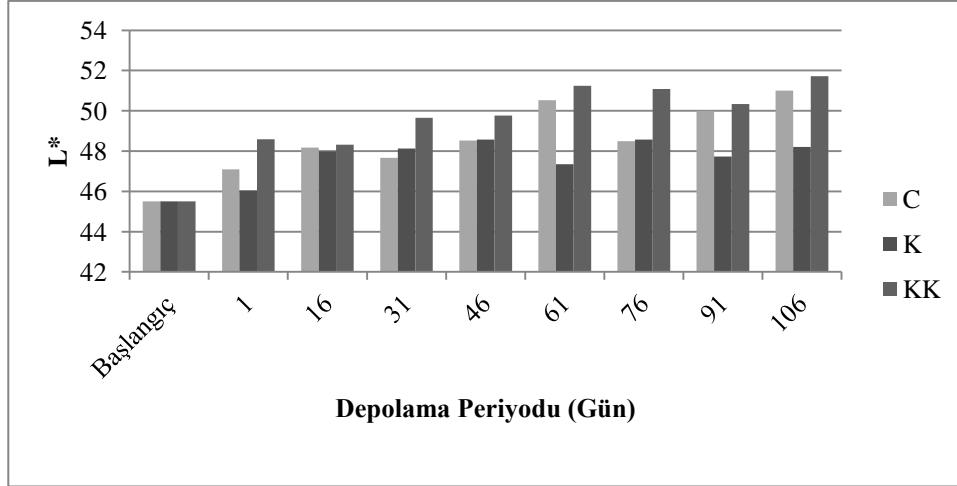
Depolama Periyodu (Gün)	C	K	KK
Başlangıç	45.50 ± 1.75 <sup>C</sup>	45.50 ± 1.75 <sup>C</sup>	45.50 ± 1.75 <sup>F</sup>
1	47.09 ± 1.03 <sup>bB</sup>	46.04 ± 1.38 <sup>bBC</sup>	48.59 ± 1.88 <sup>aDE</sup>
16	48.17 ± 2.40 <sup>B</sup>	47.99 ± 2.23 <sup>A</sup>	48.31 ± 1.38 <sup>E</sup>
31	47.67 ± 1.96 <sup>bB</sup>	48.13 ± 1.77 <sup>abA</sup>	49.65 ± 1.85 <sup>aCDE</sup>
46	48.52 ± 1.40 <sup>bB</sup>	48.58 ± 0.98 <sup>bA</sup>	49.77 ± 1.32 <sup>aBCD</sup>
61	50.53 ± 1.53 <sup>aA</sup>	47.34 ± 2.31 <sup>bAB</sup>	51.24 ± 1.31 <sup>aA</sup>
76	48.50 ± 1.31 <sup>bB</sup>	48.54 ± 1.50 <sup>bA</sup>	51.09 ± 2.02 <sup>aAB</sup>
91	50.01 ± 2.37 <sup>aA</sup>	47.73 ± 1.67 <sup>bA</sup>	50.34 ± 1.66 <sup>aABC</sup>
106	51.01 ± 2.03 <sup>aA</sup>	48.21 ± 1.85 <sup>bA</sup>	51.72 ± 1.96 <sup>aA</sup>

\*Ortalama ± standart sapma

A-E : Aynı grup içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

a-b : Aynı periyot içinde farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

C: Kaplama uygulanmamış kontrol grubu; K: Kitozanla kaplanmış grup; KK: %1 Kekik yağı içeren kitozanla kaplanmış grup



Şekil 4.8 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca L\* değerlerindeki değişim

Sucuğun başlangıçta 45.50 olarak belirlenen L\* değeri 1. günde kontrol grubunda 47.09, kitozan kaplama uygulanan grupta 46.04, kekik yağı içeren kitozan kaplama grubunda ise 48.59 olarak saptanmıştır. Çalışma süresince L\* değerleri tüm gruplarda artmıştır. Çalışmanın 46. gününden itibaren K ve KK gruplarının L\* değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ( $p < 0.05$ ). KK grubunda L\* değerlerinin daha yüksek olmasının kaplamaya dahil edilen kekik yağından kaynaklandığı düşünülmektedir. Dalmış (2007), geleneksel üretilen sucukların 90 günlük vakum ambalajlama süresince, 0. gün L\* değerini 45.35 90. gün L\* değerini ise 41.87 olarak tespit etmiştir. Gök (2006) vakum ambalajlanmış sucuklarda 90. günlük depolama boyunca sucuklardaki L\* değerinde düşüş gözlemlemiştir. Parra vd. (2010) yaptıkları çalışmada kuru kürlenmiş İberya jambonunda %70 N<sub>2</sub> + %30 CO<sub>2</sub> içeren MAA uygulamasının L\* değerini depolama sonucunda etkilemediğini belirlemişlerdir. Kaya ve Aksu (2005) starter kültür kullanarak ürettikleri dilimlenmiş sucuklara MAA (%50N<sub>2</sub> + %50 CO<sub>2</sub>) uygulamasıyla L\* değerini 0. günde 38.8, 90. günde ise 35.2 olarak saptamışlardır. Çalışmada L\* değerlerinin literatürün aksine artış göstermesinin, uygulanan ambalaj yöntemi farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.10 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca a\* değerleri\*

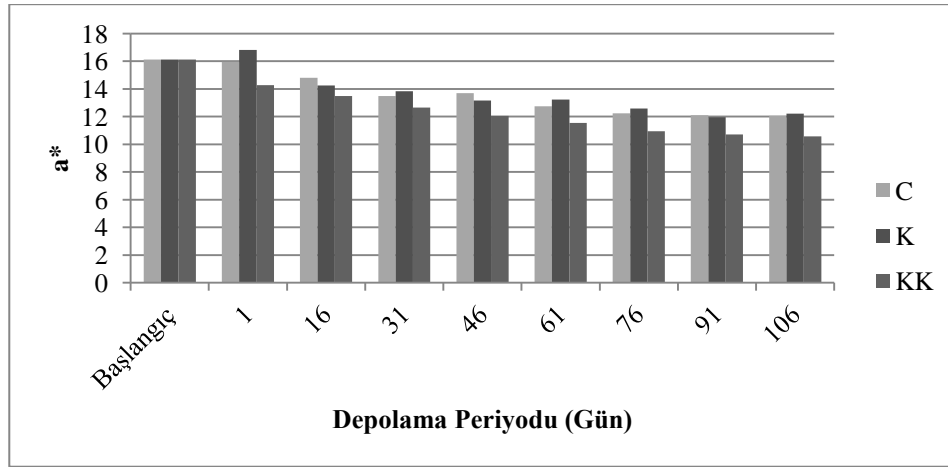
Depolama Periyodu (Gün)	C	K	KK
Başlangıç	16.11 ± 1.84 <sup>A</sup>	16.11 ± 1.84 <sup>A</sup>	16.11 ± 1.84 <sup>A</sup>
1	15.96 ± 0.76 <sup>aA</sup>	16.81 ± 1.37 <sup>aA</sup>	14.28 ± 1.10 <sup>bB</sup>
16	14.79 ± 0.56 <sup>aB</sup>	14.25 ± 1.24 <sup>aB</sup>	13.49 ± 0.76 <sup>bB</sup>
31	13.49 ± 0.53 <sup>abCD</sup>	13.83 ± 1.74 <sup>aBC</sup>	12.66 ± 0.93 <sup>bC</sup>
46	13.68 ± 2.02 <sup>aC</sup>	13.15 ± 0.44 <sup>abCDE</sup>	12.05 ± 1.15 <sup>bDC</sup>
61	12.74 ± 0.72 <sup>aDE</sup>	13.22 ± 0.75 <sup>aCD</sup>	11.55 ± 0.99 <sup>bDE</sup>
76	12.23 ± 0.49 <sup>aE</sup>	12.58 ± 0.34 <sup>aDEF</sup>	10.94 ± 0.44 <sup>bEF</sup>
91	12.10 ± 0.47 <sup>aE</sup>	11.96 ± 1.05 <sup>aF</sup>	10.71 ± 0.47 <sup>bF</sup>
106	12.04 ± 0.62 <sup>aE</sup>	12.22 ± 0.42 <sup>aEF</sup>	10.57 ± 0.50 <sup>bF</sup>

\*Ortalama ± standart sapma

A-F : Aynı grup içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

a-b : Aynı periyot içinde farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

C: Kaplama uygulanmamış kontrol grubu; K: Kitozanla kaplanmış grup; KK: %1 Kekik yağı içeren kitozanla kaplanmış grup



Şekil 4.9 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca a\* değerlerindeki değişim

a\* değeri özellikle kırmızı et ve et ürünlerinde renk stabilitesinin en önemli göstergesidir (Rubio vd. 2006). Üretilen sucuklarda başlangıçta 16.11 olarak belirlenen a\* değeri, depolama süresince önemli ölçüde düşüş göstermiştir (p<0.05). Genel olarak C ve K grupları arasındaki a\* değerleri farkı önemsizken (p>0.05), kekik yağı ilave edilmiş KK grubunun diğer iki gruptan daha düşük a\* değerine sahip olduğu, yani kitozan kaplamaya ilave edilen kekik uçucu yağının a\* değeri üzerine olumsuz etki

yaptığı belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Dalmış (2007) tarafından yapılan çalışmada, sucuklarda  $a^*$  değeri başlangıçta 15.98 olarak tespit edilmişken, bu değer vakum paketlerde 90 günlük depolama sonucunda 14.90 olarak bulunmuştur. Gök (2006), depolamanın başlangıcında 14.21-18.85 olan  $a^*$  değerlerini, depolamanın 30. gününde 11.35-16.96 olarak tespit etmiştir. Buna benzer olarak, Aksu ve Kaya (2005) dilimlenmiş MAA (%50 N<sub>2</sub> %50 CO<sub>2</sub>) uygulanmış pastırmalarda  $a^*$  değerinde düşüş gözlemişlerdir. Dilimlenmiş ve MAA uygulanmış sucuklarda ise  $a^*$  değeri 0. gün 18.9 olarak bulunurken 90. günde 13.4 olarak tespit edilmiştir (Kaya ve Aksu 2005). Depolama süresince  $a^*$  değerlerindeki düşüş literatürle paralellik göstermektedir. Ancak Park vd. (2010) belirttiği kitozan bazlı yenilebilir filmlerin dilimlenmiş taze etlerin  $a^*$  değeri 10.19'dan 12.83'a yükseltmesiyle birlikte kitozan filmlerinin  $a^*$  değerini iyileştirici etkisi, bu çalışmada gözlenmemiştir.

Çizelge 4.11 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca  $b^*$  değerleri\*

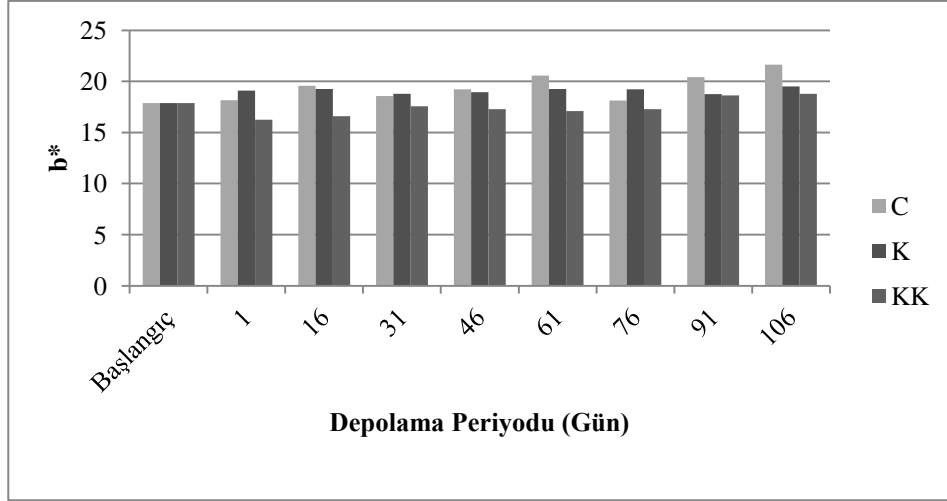
Depolama Periyodu (Gün)	C	K	KK
Başlangıç	17.88 ± 2.55 <sup>D</sup>	17.88 ± 2.55 <sup>B</sup>	17.88 ± 2.55 <sup>AB</sup>
1	18.17 ± 1.91 <sup>aCD</sup>	19.10 ± 0.72 <sup>aAB</sup>	16.26 ± 0.89 <sup>bD</sup>
16	19.56 ± 1.30 <sup>aBC</sup>	19.25 ± 2.08 <sup>aAB</sup>	16.58 ± 1.36 <sup>bCD</sup>
31	18.57 ± 1.43 <sup>abCD</sup>	18.79 ± 1.76 <sup>aAB</sup>	17.57 ± 1.13 <sup>bABC</sup>
46	19.21 ± 1.89 <sup>aBCD</sup>	18.94 ± 1.72 <sup>aAB</sup>	17.27 ± 0.80 <sup>bBCD</sup>
61	20.56 ± 2.24 <sup>aAB</sup>	19.26 ± 2.79 <sup>aAB</sup>	17.08 ± 2.06 <sup>bBCD</sup>
76	18.12 ± 2.21 <sup>abCD</sup>	19.23 ± 1.40 <sup>aAB</sup>	17.27 ± 2.04 <sup>bBCD</sup>
91	20.43 ± 1.95 <sup>aAB</sup>	18.74 ± 2.00 <sup>bAB</sup>	18.64 ± 1.51 <sup>bA</sup>
106	21.65 ± 1.43 <sup>aA</sup>	19.52 ± 1.17 <sup>bA</sup>	18.77 ± 1.16 <sup>bA</sup>

\*Ortalama ± standart sapma

A-D : Aynı grup içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ ).

a-b : Aynı periyot içinde farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ ).

C: Kaplama uygulanmamış kontrol grubu; K: Kitozanla kaplanmış grup; KK: %1 Kekik yağı içeren kitozanla kaplanmış grup



Şekil 4.10 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca b\* değerlerindeki değişim

Genel olarak, KK grubunun b\* değeri depolamanın 91. gününe kadar diğer iki gruptan önemli ölçüde düşük bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). b\* değeri depolama süresince tüm gruplarda artış göstermiştir ( $p < 0.05$ ). Rubio vd. (2006) yaptıkları çalışmada kurutulmuş dilimlenmiş kürlenmiş dana bifteklerinde %80 CO<sub>2</sub> + %20 N<sub>2</sub> karışımından oluşan MAA ortamında b\* değerinde artış gözlemlenmiş ancak, bu değişimler istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Çeşitli ürünlerde yapılan diğer bazı çalışmalarda ise depolama süresince b\* değerinin düşüş gösterdiği bildirilmiştir. Dalmış (2007) sucuklarda b\* değerini depolamanın başlangıcında 18.05 olarak tespit ederken bu değer vakum ambalajda 90 günlük depolama sonunda düşüş göstererek 15.08 olmuştur. Gök (2006) ise yaptığı çalışmada sucuk örneklerinin b\* değerindeki düşüşün 90 günlük depolama boyunca devam ettiğini tespit etmiştir ( $p < 0.01$ ). Depolamanın 30. günde 9.65-13.71 arasında değişen b\* değerleri, depolama sonunda 6.94–10.50'ye düşmüştür. Aksu ve Kaya (2005) dilimlenmiş MAA (%50 N<sub>2</sub> %50 CO<sub>2</sub>) pastırmalarda b\* değeri istatistiki olarak önemle azaldığını tespit etmiştir. Dilimlenmiş sucuk örneklerinde ise b\* değeri 0. gün 10.53 iken 90. günde 7.39 olarak tespit edilmiştir (Kaya ve Aksu 2005). Park vd. (2010) kitozan bazlı yenilebilir film uygulanmış dilimlenmiş taze etlerde yaptıkları çalışmada b\* değerinin çalışma süresince 11.05'ten 9.06'ya düştüğünü tespit etmiştir. Çalışmada b\* değerlerinin literatürün aksine artış göstermesi sebebinin, uygulanan ambalaj yöntemi ve üretilen sucuğun içeriğindeki yağ miktarındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

## 4.6 Duyusal Analiz

### 4.6.1 Çiğ sucuk örneklerinde duyusal analiz

Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucuk örneklerinin soğuk depolama süresince çiğ duyusal değerlendirme sonuçları çizelge 4.12 ve şekil 4.11’de belirtildiği gibidir. Dilimlenmiş sucuk örneklerinde yapılan çiğ duyusal analizde panelistlerce verilen görünüş puanlarında gruplar arasında 31. gün dışında görünüş bakımından fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Yine, renk puanlarında da kontrol ve kitozan uygulanan gruplarda 31. gün dışında önemli bir fark tespit edilmemiştir ( $p>0.05$ ). Dilimlenmiş sucuklarda çalışma süresince kırmızılık ( $a^*$ ) değerinde gözlenen düşüşe paralel olarak, depolama süresi boyunca panelistlerin sucuklar için verdiği renk puanları da düşüş göstermiştir. Koku puanlarında ise gruplar arasında fark tespit edilememiştir ( $p>0.05$ ). Lezzet puanları açısından değerlendirilen dilimlenmiş sucuklarda 1. günde kontrol ve kitozan kaplı örnekler arasında fark bulunmazken, kekik kitozan kaplı örnekler diğer gruplardan daha düşük puan almıştır ve bu puan farkının istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış sucukların lezzet bakımından 1. günde düşük puan alması ilave edilen %1 kekik yağının, sucuklara acı tat vermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kekik yağı içeren kitozan kaplanmış sucukların lezzet puanları 16 günden itibaren yükselmiş; 61. günden itibaren ise grupların lezzet puanları arasındaki fark önemsiz olmuştur ( $p>0.05$ ). Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanan sucuklardaki bu lezzet puanı değişiminin, çalışmanın ilerleyen depolama süresince kekik yağının uçucu yapısına bağlı olarak lezzet profilinin oturmasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Dilimlenmiş sucuklarda yapı puanları bakımın tüm gruplarda fark önemsizdir ( $p>0.05$ ). Çalışmanın 1. gününde lezzet puanına bağlı olarak genel beğeni puanı KK grubunda en düşüktür ve diğer gruplarla genel beğeni puanları arasındaki bu fark istatistik açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Çalışmanın ilerleyen günlerinde tüm gruplar arasında genel beğeni puanı açısından fark önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Kitozan kaplamanın dilimlenmiş sucuklarda genel beğeni üzerine etkisi tespit edilmemiştir. Depolama süresince genel olarak görünüş, renk, koku, lezzet ve buna bağlı genel beğeni puanları düşüş göstermiştir.

Çizelge 4.12 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca çiğ duyusal analiz puanları\*

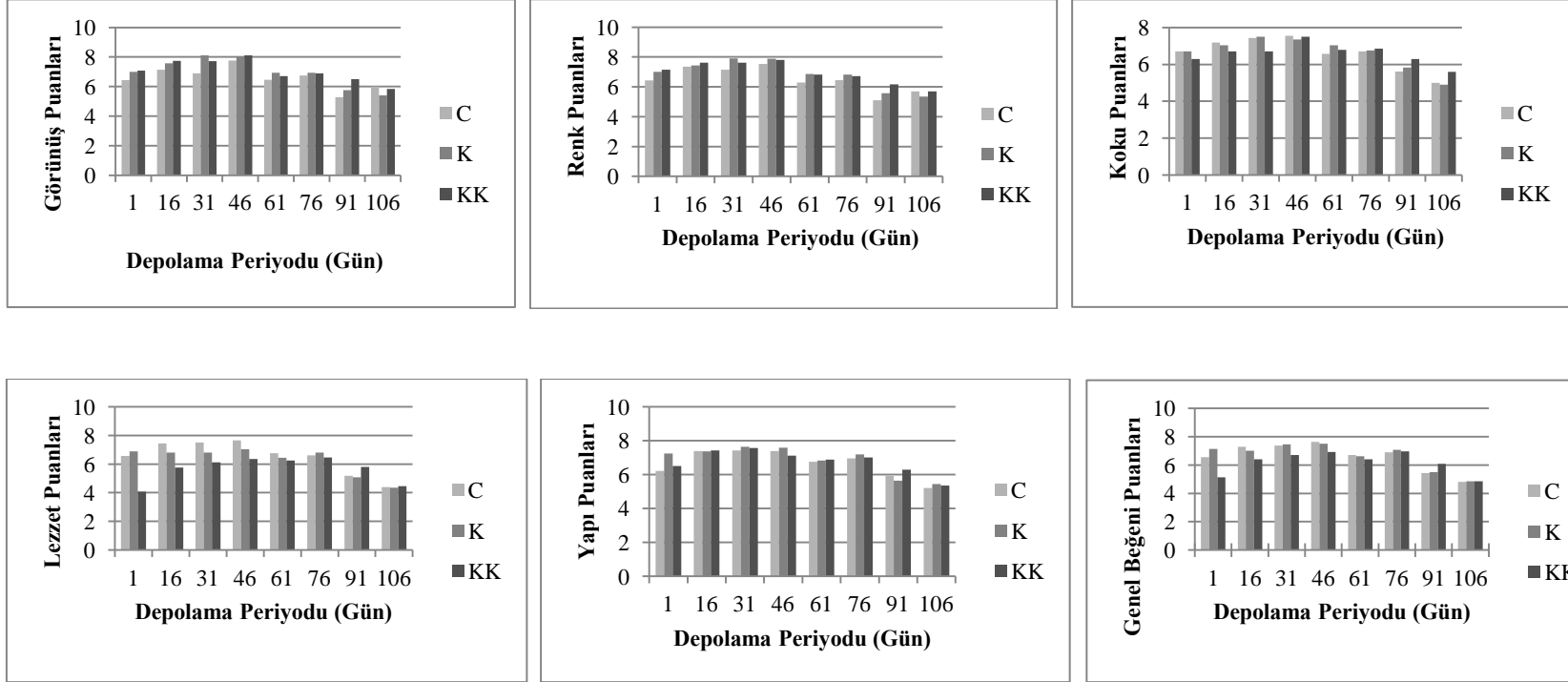
Özellik	Depolama Periyodu (Gün)	C	K	KK
Görünüş	1	6.43 ± 1.34 <sup>BC</sup>	7.00 ± 1.47 <sup>B</sup>	7.07 ± 1.54 <sup>BC</sup>
	16	7.14 ± 1.29 <sup>AB</sup>	7.57 ± 1.02 <sup>AB</sup>	7.75 ± 0.80 <sup>AB</sup>
	31	6.89 ± 1.24 <sup>ABC</sup>	8.11 ± 0.92 <sup>aA</sup>	7.71 ± 0.83 <sup>aAB</sup>
	46	7.77 ± 0.90 <sup>A</sup>	8.00 ± 0.84 <sup>A</sup>	8.12 ± 1.00 <sup>A</sup>
	61	6.46 ± 1.39 <sup>BC</sup>	6.93 ± 1.33 <sup>B</sup>	6.71 ± 1.64 <sup>CD</sup>
	76	6.75 ± 1.45 <sup>ABC</sup>	6.93 ± 0.92 <sup>B</sup>	6.89 ± 1.26 <sup>BC</sup>
	91	5.29 ± 1.54 <sup>D</sup>	5.75 ± 1.83 <sup>C</sup>	6.50 ± 1.31 <sup>CD</sup>
	106	6.00 ± 1.34 <sup>CD</sup>	5.40 ± 1.65 <sup>C</sup>	5.85 ± 1.53 <sup>D</sup>
Renk	1	6.43 ± 1.50 <sup>BCD</sup>	7.00 ± 1.30 <sup>AB</sup>	7.14 ± 1.56 <sup>AB</sup>
	16	7.36 ± 1.34 <sup>AB</sup>	7.43 ± 1.02 <sup>AB</sup>	7.61 ± 0.92 <sup>AB</sup>
	31	7.14 ± 1.10 <sup>ABC</sup>	7.90 ± 0.88 <sup>aA</sup>	7.61 ± 0.68 <sup>abAB</sup>
	46	7.54 ± 0.95 <sup>A</sup>	7.88 ± 0.87 <sup>A</sup>	7.81 ± 0.83 <sup>A</sup>
	61	6.29 ± 1.42 <sup>CD</sup>	6.86 ± 1.22 <sup>B</sup>	6.82 ± 1.48 <sup>BC</sup>
	76	6.46 ± 1.41 <sup>BCD</sup>	6.82 ± 1.05 <sup>B</sup>	6.71 ± 1.12 <sup>BC</sup>
	91	5.11 ± 1.30 <sup>E</sup>	5.57 ± 1.66 <sup>C</sup>	6.17 ± 1.29 <sup>CD</sup>
	106	5.70 ± 1.34 <sup>DE</sup>	5.35 ± 1.60 <sup>C</sup>	5.70 ± 1.55 <sup>D</sup>
Koku	1	6.71 ± 1.49 <sup>A</sup>	6.71 ± 1.38 <sup>A</sup>	6.29 ± 1.44 <sup>BC</sup>
	16	7.18 ± 1.38 <sup>A</sup>	7.04 ± 1.22 <sup>A</sup>	6.71 ± 1.22 <sup>AB</sup>
	31	7.43 ± 0.73 <sup>A</sup>	7.50 ± 1.18 <sup>A</sup>	6.71 ± 1.40 <sup>AB</sup>
	46	7.54 ± 0.85 <sup>A</sup>	7.35 ± 0.90 <sup>A</sup>	7.50 ± 1.12 <sup>A</sup>
	61	6.57 ± 1.07 <sup>AB</sup>	7.04 ± 1.03 <sup>A</sup>	6.79 ± 1.46 <sup>AB</sup>
	76	6.71 ± 1.48 <sup>A</sup>	6.75 ± 1.07 <sup>A</sup>	6.86 ± 1.22 <sup>AB</sup>
	91	5.61 ± 1.44 <sup>BC</sup>	5.82 ± 1.30 <sup>B</sup>	6.29 ± 1.53 <sup>BC</sup>
	106	5.00 ± 1.34 <sup>C</sup>	4.90 ± 0.88 <sup>C</sup>	5.60 ± 1.35 <sup>C</sup>
Lezzet	1	6.57 ± 1.60 <sup>aB</sup>	6.89 ± 1.36 <sup>aA</sup>	4.07 ± 1.90 <sup>bB</sup>
	16	7.43 ± 1.28 <sup>aAB</sup>	6.79 ± 1.81 <sup>abA</sup>	5.75 ± 1.34 <sup>ba</sup>
	31	7.50 ± 0.96 <sup>aAB</sup>	6.79 ± 1.52 <sup>abA</sup>	6.11 ± 1.69 <sup>ba</sup>
	46	7.65 ± 1.09 <sup>aA</sup>	7.04 ± 1.71 <sup>abA</sup>	6.35 ± 1.56 <sup>ba</sup>
	61	6.75 ± 1.58 <sup>AB</sup>	6.43 ± 1.77 <sup>A</sup>	6.25 ± 1.50 <sup>A</sup>
	76	6.61 ± 1.53 <sup>AB</sup>	6.79 ± 1.46 <sup>A</sup>	6.46 ± 1.26 <sup>A</sup>
	91	5.18 ± 1.56 <sup>C</sup>	5.07 ± 1.66 <sup>B</sup>	5.79 ± 1.44 <sup>A</sup>
	106	4.40 ± 1.43 <sup>C</sup>	4.35 ± 1.76 <sup>B</sup>	4.45 ± 1.98 <sup>B</sup>
Yapı	1	6.21 ± 1.93 <sup>BC</sup>	7.25 ± 1.16 <sup>A</sup>	6.50 ± 1.65 <sup>BC</sup>
	16	7.39 ± 0.89 <sup>A</sup>	7.36 ± 1.22 <sup>A</sup>	7.43 ± 0.85 <sup>AB</sup>
	31	7.43 ± 1.33 <sup>A</sup>	7.64 ± 0.93 <sup>A</sup>	7.57 ± 0.94 <sup>A</sup>
	46	7.38 ± 1.24 <sup>A</sup>	7.58 ± 1.10 <sup>A</sup>	7.12 ± 1.56 <sup>ABC</sup>
	61	6.75 ± 1.40 <sup>AB</sup>	6.82 ± 0.70 <sup>A</sup>	6.89 ± 0.92 <sup>ABC</sup>
	76	6.96 ± 1.34 <sup>AB</sup>	7.18 ± 1.08 <sup>A</sup>	7.00 ± 0.94 <sup>ABC</sup>
	91	5.93 ± 1.28 <sup>BC</sup>	5.64 ± 0.82 <sup>B</sup>	6.29 ± 1.21 <sup>CD</sup>
	106	5.20 ± 1.55 <sup>C</sup>	5.45 ± 1.67 <sup>B</sup>	5.35 ± 1.56 <sup>D</sup>
Genel Beğeni	1	6.54 ± 1.45 <sup>aB</sup>	7.14 ± 1.17 <sup>aA</sup>	5.14 ± 1.75 <sup>bBC</sup>
	16	7.29 ± 1.28 <sup>AB</sup>	7.00 ± 1.40 <sup>A</sup>	6.39 ± 0.98 <sup>A</sup>
	31	7.36 ± 0.86 <sup>AB</sup>	7.46 ± 0.86 <sup>A</sup>	6.71 ± 1.31 <sup>A</sup>
	46	7.62 ± 0.87 <sup>A</sup>	7.50 ± 1.06 <sup>A</sup>	6.92 ± 1.22 <sup>A</sup>
	61	6.71 ± 1.20 <sup>AB</sup>	6.61 ± 1.44 <sup>A</sup>	6.39 ± 1.46 <sup>A</sup>
	76	6.89 ± 1.43 <sup>AB</sup>	7.07 ± 1.05 <sup>AB</sup>	6.96 ± 0.99 <sup>A</sup>
	91	5.43 ± 1.30 <sup>C</sup>	5.50 ± 1.16 <sup>B</sup>	6.08 ± 1.29 <sup>AB</sup>
	106	4.80 ± 1.16 <sup>C</sup>	4.85 ± 1.45 <sup>B</sup>	4.85 ± 1.56 <sup>C</sup>

\*Ortalama ± standart sapma

A-D : Aynı grup içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

a-b : Aynı periyot içinde farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

C: Kaplama uygulanmamış kontrol grubu; K: Kitozanla kaplanmış grup; KK: %1 Kekik yağı içeren kitozanla kaplanmış grup



Şekil 4.11 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca çiğ duyuşsal analiz puanlarındaki değişim

Esturk ve Ayhan (2009) yaptıkları çalışmada dilimlenmiş salamlarda MAA (%5 O<sub>2</sub>+ %25 CO<sub>2</sub>+%70 N<sub>2</sub>) uygulamasının duyu analizde ise lezzet ve koku bakımından kabul edilebilirliğinin 15 gün sürdüğünü tespit etmişlerdir. Rubio vd. (2006) yaptıkları çalışmada, dilimlenmiş kürlenmiş kuru dana bifteklerinde, %80 CO<sub>2</sub>+%20 N<sub>2</sub> karışımından oluşan MAA uygulamasının, duyu özellikler bakımından kabul edilebilirliği 60 gün sürdüğünü belirtmiştir. Aşık (2009) sarımsak yağı içeren kitozan kaplanmış karideslerde kontrol grubunun kitozan kaplamalara nazaran daha düşük duyu puanlar aldıklarını ancak sarımsak yağı ilavesinin koku ve lezzet özelliklerini olumsuz etkilediğini tespit etmiştir.

#### **4.6.2 Pişmiş sucuk örneklerinde duyu analiz**

Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucuk örneklerinin soğuk depolama süresince pişmiş duyu değerlendirme sonuçları çizelge 4.13 ve şekil 4.12'de belirtildiği gibidir. Dilimlenmiş sucuk örneklerinde yapılan pişmiş duyu analizde panelistlerce verilen görünüş puanlarında gruplar arasında fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Renk puanları bakımından 106. günde KK grubunun kontrole göre daha düşük puan aldığı saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Çiğ duyu analizinde 31. günde tespit edilen renk puanları bakımından gruplar arasındaki farkın pişirmenin etkisiyle gözlenmediği tespit edilmiştir. Dilimlenmiş sucuk örneklerinden pişmiş duyu koku puanlarında çalışma süresince gruplar arasında istatistik açıdan önemli bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). C grubunda 61. güne kadar, K grubunda ise 91. güne kadar koku puanı bakımından farklar önemsizdir ( $p>0.05$ ). Pişmiş duyu lezzet puanları değerlendirildiğinde, KK grubundaki sucukların 76. güne kadar, C ve K grubundan daha düşük lezzet puanı aldıkları saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Çiğ örneklerde gerçekleştirilen duyu analizinde de belirtildiği gibi, KK grubundaki pişmiş sucukların diğer gruptakilere göre daha düşük lezzet puanlarına sahip olması, kitozan kaplamada kullanılan kekik uçucu yağının acı tadından kaynaklanmaktadır

Çizelge 4.13 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca pişmiş duyuşsal analiz puanları\*

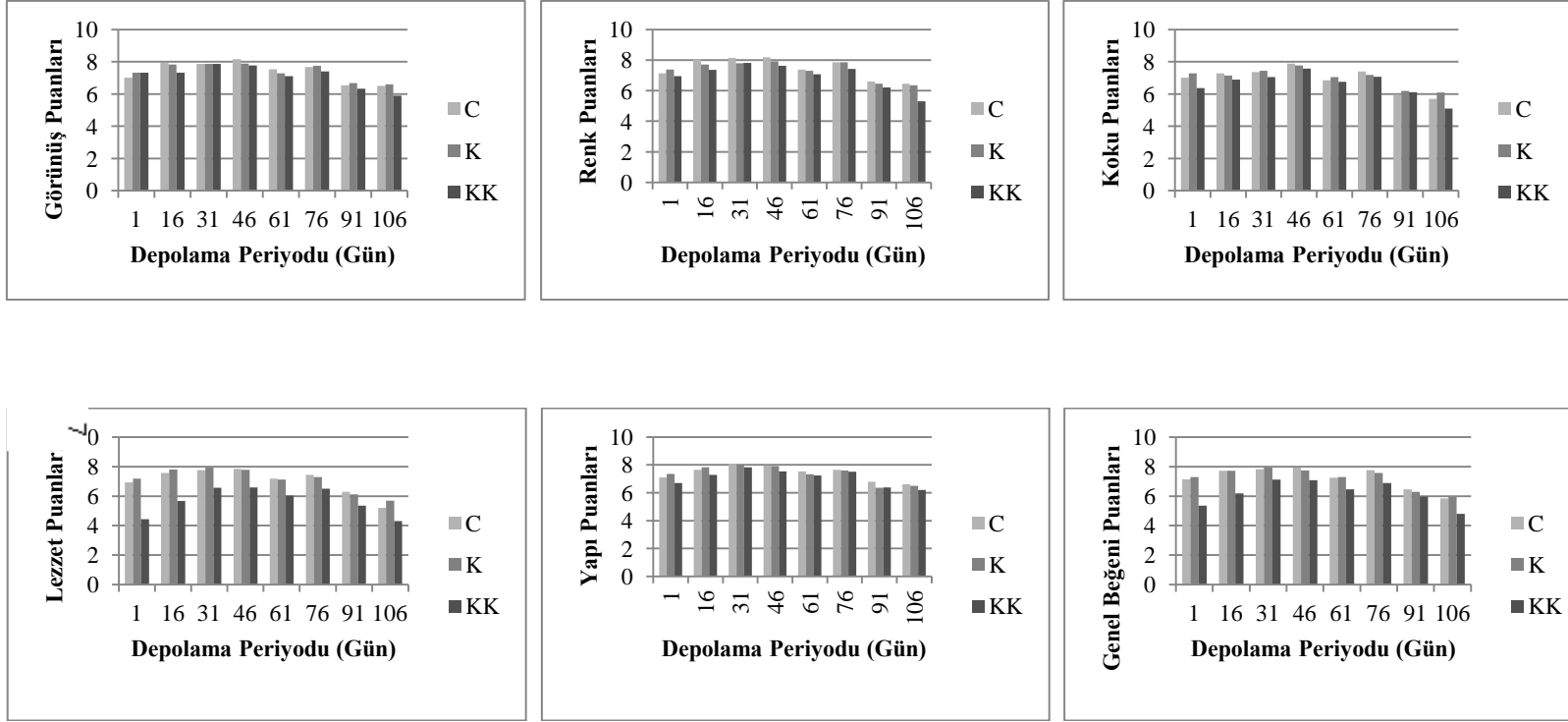
Özellik	Depolama Periyodu (Gün)	C	K	KK
Görünüş	1	7.00 ± 1.52 <sup>BC</sup>	7.32 ± 1.14 <sup>AB</sup>	7.32 ± 1.66 <sup>A</sup>
	16	7.93 ± 1.14 <sup>A</sup>	7.82 ± 1.14 <sup>A</sup>	7.32 ± 1.41 <sup>A</sup>
	31	7.86 ± 0.95 <sup>AB</sup>	7.86 ± 0.86 <sup>A</sup>	7.86 ± 1.10 <sup>A</sup>
	46	8.15 ± 0.77 <sup>A</sup>	7.88 ± 0.89 <sup>A</sup>	7.77 ± 1.24 <sup>A</sup>
	61	7.54 ± 0.50 <sup>AB</sup>	7.29 ± 1.25 <sup>AB</sup>	7.11 ± 0.98 <sup>AB</sup>
	76	7.68 ± 0.99 <sup>AB</sup>	7.75 ± 0.99 <sup>A</sup>	7.39 ± 0.81 <sup>A</sup>
	91	6.54 ± 1.80 <sup>C</sup>	6.68 ± 1.64 <sup>B</sup>	6.32 ± 1.59 <sup>BC</sup>
	106	6.50 ± 1.35 <sup>C</sup>	6.60 ± 1.17 <sup>B</sup>	5.90 ± 0.99 <sup>C</sup>
Renk	1	7.14 ± 1.41 <sup>CD</sup>	7.39 ± 1.08 <sup>A</sup>	6.96 ± 1.62 <sup>AB</sup>
	16	8.07 ± 0.92 <sup>A</sup>	7.71 ± 0.99 <sup>A</sup>	7.36 ± 1.01 <sup>A</sup>
	31	8.14 ± 0.95 <sup>A</sup>	7.79 ± 0.83 <sup>A</sup>	7.82 ± 1.35 <sup>A</sup>
	46	8.19 ± 0.69 <sup>A</sup>	7.92 ± 0.84 <sup>A</sup>	7.62 ± 1.10 <sup>A</sup>
	61	7.39 ± 0.74 <sup>ABC</sup>	7.29 ± 1.37 <sup>AB</sup>	7.07 ± 0.96 <sup>AB</sup>
	76	7.86 ± 1.13 <sup>AB</sup>	7.86 ± 0.97 <sup>A</sup>	7.43 ± 1.02 <sup>A</sup>
	91	6.61 ± 1.76 <sup>CD</sup>	6.46 ± 1.55 <sup>BC</sup>	6.21 ± 1.49 <sup>BC</sup>
	106	6.45 ± 1.30 <sup>aD</sup>	6.35 ± 1.25 <sup>abC</sup>	5.30 ± 1.16 <sup>bC</sup>
Koku	1	7.00 ± 1.41 <sup>AB</sup>	7.29 ± 1.12 <sup>A</sup>	6.36 ± 1.22 <sup>BC</sup>
	16	7.29 ± 1.27 <sup>AB</sup>	7.14 ± 1.25 <sup>A</sup>	6.89 ± 1.26 <sup>ABC</sup>
	31	7.36 ± 1.01 <sup>AB</sup>	7.43 ± 0.94 <sup>A</sup>	7.04 ± 1.51 <sup>AB</sup>
	46	7.88 ± 0.82 <sup>A</sup>	7.77 ± 0.90 <sup>A</sup>	7.58 ± 1.00 <sup>A</sup>
	61	6.86 ± 1.28 <sup>BC</sup>	7.04 ± 1.15 <sup>AB</sup>	6.75 ± 0.89 <sup>ABC</sup>
	76	7.39 ± 1.32 <sup>AB</sup>	7.18 ± 1.01 <sup>A</sup>	7.07 ± 1.11 <sup>AB</sup>
	91	5.93 ± 1.31 <sup>CD</sup>	6.18 ± 1.44 <sup>BC</sup>	6.11 ± 0.81 <sup>C</sup>
	106	5.70 ± 1.57 <sup>D</sup>	6.10 ± 0.99 <sup>C</sup>	5.10 ± 1.52 <sup>D</sup>
Lezzet	1	6.93 ± 1.44 <sup>aAB</sup>	7.18 ± 1.38 <sup>aA</sup>	4.43 ± 1.91 <sup>bC</sup>
	16	7.57 ± 1.09 <sup>aA</sup>	7.79 ± 1.17 <sup>aA</sup>	5.68 ± 1.23 <sup>bAB</sup>
	31	7.75 ± 0.94 <sup>aA</sup>	7.93 ± 1.02 <sup>aA</sup>	6.57 ± 1.36 <sup>bA</sup>
	46	7.85 ± 0.88 <sup>aA</sup>	7.77 ± 1.22 <sup>aA</sup>	6.58 ± 1.51 <sup>bA</sup>
	61	7.18 ± 0.85 <sup>aAB</sup>	7.11 ± 1.50 <sup>aAB</sup>	6.04 ± 1.57 <sup>bAB</sup>
	76	7.43 ± 1.04 <sup>A</sup>	7.29 ± 1.28 <sup>A</sup>	6.50 ± 1.41 <sup>AB</sup>
	91	6.29 ± 1.70 <sup>B</sup>	6.11 ± 1.47 <sup>BC</sup>	5.36 ± 1.46 <sup>BC</sup>
	106	5.20 ± 1.87 <sup>C</sup>	5.70 ± 2.00 <sup>C</sup>	4.30 ± 2.10 <sup>C</sup>
Yapı	1	7.10 ± 1.44 <sup>BCD</sup>	7.36 ± 1.39 <sup>AB</sup>	6.71 ± 1.67 <sup>BCD</sup>
	16	7.64 ± 1.28 <sup>ABC</sup>	7.82 ± 1.07 <sup>A</sup>	7.29 ± 1.49 <sup>ABC</sup>
	31	8.07 ± 0.94 <sup>A</sup>	8.04 ± 1.01 <sup>A</sup>	7.82 ± 1.20 <sup>A</sup>
	46	7.96 ± 0.92 <sup>AB</sup>	7.92 ± 1.19 <sup>A</sup>	7.54 ± 1.31 <sup>AB</sup>
	61	7.54 ± 0.89 <sup>ABCD</sup>	7.32 ± 1.32 <sup>AB</sup>	7.25 ± 1.09 <sup>ABC</sup>
	76	7.64 ± 1.55 <sup>ABC</sup>	7.61 ± 1.32 <sup>A</sup>	7.50 ± 1.16 <sup>AB</sup>
	91	6.79 ± 1.49 <sup>CD</sup>	6.36 ± 1.23 <sup>C</sup>	6.39 ± 1.42 <sup>CD</sup>
	106	6.60 ± 1.58 <sup>D</sup>	6.50 ± 1.27 <sup>BC</sup>	6.20 ± 1.23 <sup>D</sup>
Genel Beğeni	1	7.14 ± 1.28 <sup>aAB</sup>	7.29 ± 1.22 <sup>aA</sup>	5.36 ± 1.79 <sup>bDC</sup>
	16	7.71 ± 1.14 <sup>aA</sup>	7.71 ± 1.12 <sup>aA</sup>	6.18 ± 1.14 <sup>bABC</sup>
	31	7.82 ± 0.97 <sup>aA</sup>	7.93 ± 0.87 <sup>aA</sup>	7.11 ± 0.90 <sup>bA</sup>
	46	7.92 ± 0.76 <sup>aA</sup>	7.73 ± 0.97 <sup>abA</sup>	7.08 ± 1.17 <sup>bA</sup>
	61	7.25 ± 0.64 <sup>AB</sup>	7.29 ± 1.37 <sup>A</sup>	6.46 ± 1.29 <sup>AB</sup>
	76	7.75 ± 1.20 <sup>A</sup>	7.57 ± 0.96 <sup>A</sup>	6.89 ± 1.20 <sup>AB</sup>
	91	6.46 ± 1.56 <sup>BC</sup>	6.29 ± 1.35 <sup>B</sup>	5.96 ± 1.03 <sup>BC</sup>
	106	5.85 ± 1.29 <sup>C</sup>	5.95 ± 1.34 <sup>B</sup>	4.80 ± 1.75 <sup>D</sup>

\*Ortalama ± standart sapma

A-D : Aynı grup içindeki periyotlarda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

a-b : Aynı periyot içinde farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

C: Kaplama uygulanmamış kontrol grubu; K: Kitozanla kaplanmış grup; KK: %1 Kekik yağı içeren kitozanla kaplanmış grup



Şekil 4.12 Kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış dilimlenmiş sucukların soğuk depolama boyunca pişmiş duyusal analiz puanlarındaki değişim

Çalışmada çiğ duyusal lezzet puanlarına benzer şekilde, KK grubunun pişmiş duyusal lezzet puanı 16. günde artış göstermiştir ( $p<0.05$ ). Pişmiş duyusal yapı özelliği bakımından değerlendirilen sucuklarda panelistlerce verilen puanlara göre gruplar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Pişmiş duyusal genel beğeni puanları bakımından 31. güne kadar KK grubu, C ve K gruplarından daha düşük genel beğeni puanı almıştır ( $p<0.05$ ). Depolamanın ilerleyen günlerinde gruplar arasındaki fark önemsiz olmuştur ( $p>0.05$ ). Depolama süresince genel olarak görünüş, renk, koku, lezzet ve buna bağlı genel beğeni puanları çiğ duyusal değerlendirme puanlarına paralel olarak düşüş göstermiştir. Ancak bütün gruplardaki pişmiş duyusal değerlendirme puanları çiğ duyusal değerlendirme puanlarına göre daha yüksektir.

Chamanara vd. (2012) yaptıkları çalışmada %1 (v/v) kekik yağı içeren kitozan kaplamaları gökkuşağı alabalıkların kaplanmasında kullanılmıştır. Pişmiş örneklerde ise kekik uçucu yağı içeren kitozan kaplamaların lezzette etkisinin daha iyi olduğu, panelistler tarafından tercih edildiği tespit edilmiştir. Giatrakou vd. (2010) pişirmeye hazır tavuk kebaplarında kitozan (%1.5 v/w) ve kekik uçucu yağı (%0.2 v/v) kombinasyonu uygulamasının panelistler tarafından istenilen baharatlı lezzet oluşumuna katkıda bulunduğunu, ancak çalışmada kekik yağı içeren kitozan kaplamaların aromatik içeriğinin kısa süre raf ömrü olan ürünlerde bozulma tadını maskeleyebileceğini belirtmiştir. Soutos vd. (2008) yaptıkları çalışmada sosis hamuruna %0.5 kitozan ekli Yunan domuz sosis örneklerinin ızgara edilerek pişirilmesi sonucu kontrol grubuna göre daha iyi görünüşte olduğu tespit edilmiştir.

## 5. SONUÇ

Çalışmada kekik yağı içeren kitozan bazlı kaplamanın soğuk muhafaza boyunca (4°C) modifiye atmosferde ambalajlanan dilimli sucukların mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel ve duyu kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir.

Depolama süresince kitozan kaplamalar, dilimlenmiş sucuk pH değerlerinde istatistik açıdan önemli bir fark yaratmamıştır.

TAMB sayısı bakımından kitozanlı gruplarda yaklaşık 3 log birimlik inhibisyon tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda kitozan ve kekik kitozan kaplı dilimlenmiş sucuklarda TAMB sayısı bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark tespit edilmemiştir. TAMB sayısına paralel olarak TAPB sayısı kitozan kaplama uygulanan gruplarda yaklaşık 3 log birimlik inhibisyon saptanmıştır. Kitozan ve kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanan gruplar arasında TAPB sayısı bakımından önemli bir fark gözlenmemiştir. LAB ve *Staphylococcus-Micrococcus* spp. sayılarında kontrol ve kitozan kaplama uygulanmış gruplar arasında yaklaşık 2 log birimlik azalma tespit edilmiştir. Toplam koliform bakterileri sayısında da kontrole göre azalmalar belirlenmiştir. Tüm çalışma boyunca kitozanın antimikrobiyel etkisi beş bakteri grubunda da gözlenmiş; ancak, kekik uçucu yağının beklenen etkisi görülmemiştir.

Çalışmada depolama süresince tüm gruplardaki TBA değeri genel olarak artmıştır. Kitozan kaplamanın ya da kekik yağı ilavesinin antioksidan etkisi gözlenmemiştir.

Çalışma süresince L\* değerleri tüm gruplarda artmıştır. Sadece kitozanla ya da kekik yağı ilave edilen kitozanla kaplanmış sucukların L\* değerleri arasındaki fark önemli olarak tespit edilmiştir. Kitozana kekik yağı ilavesinin a\* değerini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir.

Dilimlenmiş çiğ sucuk örneklerine uygulanan duyu analizinde, panelistlerce verilen görünüş puanlarında gruplar arasında genel olarak, görünüş bakımından fark bulunmamış; buna paralel olarak, renk puanlarında da tüm gruplarda önemli bir fark tespit edilmemiştir. Enstrümental renk değerlerine paralel olarak depolama süresi

boyunca panelistlerin sucuklar için verdiği renk puanları düşüş göstermektedir. Koku puanlarında ise gruplar arasında fark tespit edilememiştir. Kitozan kaplama uygulaması lezzet ve genel beğeni puanları üzerine önemli bir etki yapmazken, kekik yağı içeren kitozan kaplamanın uygulandığı çiğ sucukların lezzet ve genel beğeni puanlarında düşüşe neden olduğu belirlenmiştir. Duyusal özelliklerdeki puan düşüşüne rağmen tüm grupların kabul edilebilirliği depolama süresince devam etmiştir.

Dilimlenmiş pişmiş sucuk örneklerinde yapılan duyusal analizde panelistlerce verilen görünüş puanlarında gruplar arasında fark yoktur. Çiğ sucuklarda gerçekleştirilen duyusal analiz sonuçlarına paralel olarak, pişmiş ürünlerde de kitozan kaplama uygulaması lezzet ve genel beğeni puanlarını genel olarak etkilememiş; kekik yağı içeren kitozan kaplama uygulanmış pişmiş sucuklarda ise lezzet ve genel beğeni puanlarının düşük olduğu gözlenmiştir.

Sonuç olarak, kitozan kaplamaların dilimlenmiş sucuk örnekleri üzerinde, antimikrobiyel etkisi gözlemlenmiş, doğal antimikrobiyel ajan kitozan kaplamaya kekik uçucu yağı ilavesinin ise beklenen etkiyi göstermediği tespit edilmiştir. Ayrıca, kitozanın literatürde belirtilen antioksidan etkisi bu çalışmada etkin olarak gözlenmemiştir.

## KAYNAKLAR

- Aksu, M.İ., Kaya, M. and Ockerman, H.W. 2005. Effect of modified atmosphere packaging, storage period, and storage temperature on the residual nitrate of sliced-pastırma, dry meat product, produced from fresh meat and frozen/thawed meat. *Food Chemistry*, Vol. 93; pp. 237–242.
- Aksu, M. İ. and Kaya, M. 2005. Effect of storage temperatures and time on shelf-life of sliced and modified atmosphere packaged pastırma, a dried meat product, produced from beef. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 85(8); pp. 1305–1312.
- Anonymous. 1990. *Official Methods of Analysis of Association of Official Chemists*, 15th Edi., AOAC Inc., Arlington, VA.
- Anonim. 2000. *Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları*. 2. Baskı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- Anonim 2002 Türk Sucuğu TS1070. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim. 2012. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği <http://www.gkgm.gov.tr/mevzuat/kodeks/2012-74.html> Erişim Tarihi: 24.02.2013
- Antoniewski, M. N. and Barringer, S.A. 2010. Meat shelf-life and extension using collagen/gelatin coatings: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Vol. 50(7); pp. 644–53.
- Aşık, E. 2009. Sarımsak Yağı içeren kitozan kaplamaların karideslerin kalite özellikleri üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, 74 s., Ankara
- Balamatsia, C.C., Patsias, A., Kontominas, M.G. and Savvaıdis, I.N. 2007. Possible role of volatile amines as quality-indicating metabolites in modified atmosphere-packaged chicken fillets: Correlation with microbiological and sensory attributes. *Food Chemistry*, Vol. 104; pp. 1622-1628.
- Barazi, A. Ö. ve Erkmen, O. 2010. Modifiye atmosfer yöntemleriyle gıdaların korunması. In O. Erkmen (ed), *Gıda mikrobiyolojisi* (s. 266-287). Ankara, Türkiye; Eflatun Basım Yayıncılık Danışmalık Yatırım ve Tic. Ltd. Şti
- Beverly, R. L., Janesa, M. E., Prinyawiwatkula, W. and No, H. K. 2008. Edible chitosan films on ready-to-eat roast beef for the control of *Listeria monocytogenes*. *Food Microbiology*. Vol. 25 pp. 534–537
- Belcher, J. N. 2006. Industrial packaging developments for the global meat market. *Meat science*, Vol. 74(1); pp. 143–8.

- Bender, A. 1992. Meat and meat products in human nutrition in developing countries. Commissioned jointly by the Animal Production and Health Division and the Food Policy and Nutrition Division of FAO Rome, 91 pp
- Bilge, G. 2010. Sucukta üretim sırasında meydana gelen mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişimlere üretim sıcaklığının ve starter kültürün etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 118s., Ankara
- Boselli, E., Rodriguez-Estrada, M. T., Fedrizzi, G. and Caboni, M. F. 2009. Cholesterol photosensitised oxidation of beef meat under standard and modified atmosphere at retail conditions. *Meat Science*, Vol. 81(1); pp. 224–9.
- Bozkurt, H. and Erkmén, O. 2002. Effects of starter cultures and additives on the quality of Turkish style sausage (sucuk). *Meat Science*, Vol. 61; pp. 149-156.
- Bozkurt, H. and Bayram, M., 2006. Colour and textural attributes of sucuk during ripening. *Meat Sci.*, Vol. 73; pp. 344-350
- Burt, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods--a review. *International journal of food microbiology*, Vol. 94(3); 223–53.
- Candoğan, K. 2002. The effect of tomato paste on some quality characteristics of beef patties during refrigerated storage. *European Food Research and Technology*, Vol. 215(4); pp. 305-309.
- Candogan, K., Kartika, S., Wardlaw, F. B. and Acton, J. C. 2008. Type of bacterial starter culture, aging and fermentation effects on some characteristics of inoculated beef sausages. *European Food Research and Technology*, Vol. 227(6); pp. 1651–1661.
- Candoğan, K., Wardlaw, F. B. and Acton, J. C. 2009. Effect of starter culture on proteolytic changes during processing of fermented beef sausages. *Food Chemistry*, Vol.116; pp. 731-737.
- Caner, H., Yilmaz, E. and Yilmaz, O. 2007. Synthesis, characterization and antibacterial activity of poly(*N*-vinylimidazole) grafted chitosan. *Carbohydrate Polymers*, Vol. (69); pp. 318-325.
- Caner, C. and Cansiz, O. 2007. Effectiveness of chitosan-based coating in improving shelf-life of eggs, *J. Sci Food Agric.*, Vol.87; pp.227–232.
- Chamanara, V., Shabanpour, B., Gorgin, S. and Khomeiri, M. 2012. An investigation on characteristics of rainbow trout coated using chitosan assisted with thyme essential oil. *International journal of biological macromolecules*, Vol. 50(3); pp. 540–4.
- Claudia, R.C. and Francisco, J. 2010. Effect of an argon-containing packaging atmosphere on the quality of fresh pork sausages during refrigerated storage. *Food Control*, Vol. 21(10); pp. 1331–1337.

- Coma, V. 2008. Bioactive packaging technologies for extended shelf life of meat-based products. *Meat science*, Vol. 78(1-2), pp. 90–103.
- Coşkun, Ö. 2002. Türk sucuğunda lipid oksidasyonuna ve serbest yağ asitleri oluşumuna ısı işlemin etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- Dalmış, Ü. 2007. Sucukta üretim ve depolama sırasında meydana gelen mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişimler. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 155 s., Ankara
- Darmadji, P. and Izumimoto, M. 1994. Effect of chitosan in meat preservation. *Meat Sci.* Vol. 38; pp. 243-254.
- El Bouzidi, L., Jamali, C. A., Bekkouche, K., Hassani, L., Wohlmuth, H., Leach, D. and Abbad, A. 2013. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of essential oils obtained from wild and cultivated Moroccan *Thymus* species. *Industrial Crops and Products*, Vol. 43; pp. 450– 456
- Emiroğlu, Z. K., Yemiş, G. P., Coşkun, B. K. and Candoğan, K. 2010. Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oils on fresh ground beef patties. *Meat science*, Vol. 86(2); pp. 283–8.
- Ensoy, Ü. 2004. Hindi sucuğu üretiminde starter kültür kullanımı ve ısı işlem uygulamasının ürün karakteristikleri üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 138s., Ankara
- Erginkaya, Z. ve Kabak, B. 2010. Fermente gıdalar. In O. Erkmén (ed), *Gıda mikrobiyolojisi* (s. 427-448). Ankara, Türkiye; Eflatun Basım Yayıncılık Danışmalık Yatırım ve Tic. Ltd. Şti
- Ertaş, A.H. 1985. Et ürünlerinin üretim teknikleri ve mikroorganizmalar. *Kükem Dergisi*, Vol. 8(2); pp. 131-133.
- Ertaş, A. H., Kolsarıcı, N. ve Soyer, A. 1991. Hamburgerlerin bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik özelliklerine donmuş depolama sıcaklığı ve depolama süresinin etkisi üzerinde araştırma. *Gıda*, Vol. 16 (3); pp. 217-223.
- Esturk, O. and Ayhan, Z. 2009. Storage time on physical and sensory properties of sliced salami, *Journal of Food Processing and Preservation* Vol.33; pp.114–125.
- Feiner, G. 2006 *Meat products handbook*. CRC Press. Woodhead Publishing Limited, 624, Cambridge, England
- Ferioli, F., Caboni, M. F. and Dutta, P. C. 2008. Evaluation of cholesterol and lipid oxidation in raw and cooked minced beef stored under oxygen-enriched atmosphere. *Meat Science*, Vol. 80(3); pp. 681–5.
- Fernández-Pan, I., Royo, M. and Ignacio Maté, J. 2012. Antimicrobial activity of whey protein isolate edible films with essential oils against food spoilers and foodborne pathogens. *Journal of Food Science*, Vol. 77(7); pp. M383–90.

- Filiz, N. 2002. Yüksek ısı uygulaması ile rüetiken "Türk sucuklarında" starter kültür kullanımı üzerine araştırmalar. İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg., Vol. 28 (1); pp. 17-29.
- Garcia, M., Beldarrain, T., Fornaris, L. and Diaz, R. 2011. Partial substitution of nitrite by chitosan and the effect on the quality properties of pork sausages. *Cienc. Tecnol. Aliment.*, Vol. 31(2); pp. 481-487.
- Gennadios, A., Hanna, M. A. and Kurth, L. B. 1997. Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: a review. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, Vol. 30; pp 337–350.
- Giatrakou, V., Ntzimani, A. and Savvaidis, I. N. 2010. Effect of chitosan and thyme oil on a ready to cook chicken product. *Food microbiology*, Vol. 27(1); pp. 132–6.
- Gómez-Estaca, J., López de Lacey, A., López-Caballero, M.E., Gómez-Guillén, M.C. and Montero, P. 2010. Biodegradable gelatine chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation. *Food Microbiology*, Vol. 27; pp. 889-896
- Göğüş, K.A. 1986. Et Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:991 Ankara
- Gök, V. 2006. Antioksidan kullanımının fermente sucukların bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 136s., Ankara
- Gök, V., Obuz, E. and Akkaya, L., 2008. Effects of packaging method and storage time on the chemical, microbiological, and sensory properties of Turkish pastirma – a dry cured beef product. *Meat Science*, Vol. 80 pp 335–344
- Gökalp, H. Y., Kaya, M. and Zorba, Ö. 1994. Et ürünleri işleme mühendisliği. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 786, 561, Erzurum
- Gökalp, H. ve Çon, H. A. 1998. Türkiye'deki sucukların bazı kimyasal ve mikrobiyolojik nitelikleri. *Gıda*, Vol. 23(5); pp.347-355
- Gökoğlu, N., Yerlikaya, P., Uran, H. and Topuz, O. K. 2010. The effect of modified atmosphere packaging on the quality and shelf life of frankfurter type-sausages. *Journal of Food Quality*, Vol. 33; pp. 367–380
- Guilbert, S., Gontard, N. and Gorris, L. G. M. 1996. Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, Vol. 29; pp. 10–17.
- Harish-Prashanth, K. V. and Tharanathan, R. N. 2007. Chitin/chitosan: modifications and their unlimited application potential—an overview. *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 18(3); pp. 117–131.
- Halkman, A.K. 2005. Merck Gıda mikrobiyolojisi. 450 s., Ankara.

- Hammes, W. P. 2012. Metabolism of nitrate in fermented meats: the characteristic feature of a specific group of fermented foods. *Food microbiology*, Vol. 29(2); pp. 151–6.
- Hasbioğlu, M. 1993. Hamburgerlerin bazı kalite özelliklerine mercimek ununun etkisi üzerinde araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- Helander, I. M., Alakomi, H. and Mattila-Sandholm, T. 1998. Characterization of the action of selected essential oil components on gram-negative bacteria. *J. Agric. Food Chem.* Vol.46; pp. 3590–3595.
- Holley, R.A. and Patel, D. 2005. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials: a review. *Food Microbiol.* Vol. 22(4); pp. 273–292.
- Houben J. H. and Van Dijk, A. 2001. Effects of dietary vitamin E supplementation and packaging on the colour stability of sliced pasteurized ham. *Meat Sci.*, Vol. 58; pp. 403–40
- Jayakumar, R., Prabakaran, M., Nair, S. V., Tokura, S., Tamura, H. and Selvamurugan, N. 2010. Novel carboxymethyl derivatives of chitin and chitosan materials and their biomedical applications. *Progress in Materials Science*, Vol. 55(7); pp. 675–709.
- Jiang, T., Feng, L. and Zheng, X. 2012. Effect of chitosan coating enriched with thyme oil on postharvest quality and shelf life of Shiitake mushroom. (*Lentinus edodes*). *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 60; pp. 188–196
- Juneja, V. K., Thippareddi, H., Bari, L., Inatsu, Y., Kawamoto, S. and Friedman, M. 2006. Chitosan protects cooked ground beef and turkey against clostridium perfringens spores during chilling. *Journal of Food Science*, Vol. 71(6); pp. M236–M240.
- Kamil, J. Y. V. A., Jeon, Y. and Shahidi, F. 2002. Antioxidative activity of chitosans of different viscosity in cooked comminuted flesh of herring (*Clupea harengus*). *Food Chemistry*, Vol. 79; pp. 69–77
- Karshoğlu, B., Kolsarıcı, N., Ensoy, Ü. ve Candogan, K. 2006. Hindi Sucugu Üretiminde Starter Kültür Kullanımı ve Isıl İşlem Uygulamasının Lipid Degisimlerine Etkisi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, Bolu
- Kaya, M. and Aksu, M. İ. 2005. Effect of modified atmosphere and vacuum packaging on some quality characteristics of sliced “sucuk” produced using probiotics culture. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 85(13); pp. 2281–2288.
- Kerry, J. P., O’Grady, M. N. and Hogan, S. A. 2006. Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: a review. *Meat science*, Vol. 74(1); pp. 113–30.

- Kondratowicz, J., Chwastowska, I., Matusevicius, P., Gardzielewska, J. and Skibniewska, K. 2006. Effect of the packaging method on the sensory and microbiological properties of broiler chicken breast muscles stored in controlled atmosphere. *Veterinaria Ir Zootechnika*, Vol. 33(55); pp. 47-51.
- Kurt, E. 2009. Sucukta organik asit kompozisyonuna farklı karbonhidrat kaynaklarının etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 68s., Ankara
- Kykkidou, S., Giatrakou, V., Papavergou, A., Kontominas, M. G. and Savvaidis, I. N. 2009. Effect of thyme essential oil and packaging treatments on fresh Mediterranean swordfish fillets during storage at 4°C. *Food Chemistry*, Vol. 115(1); pp. 169–175.
- Lee, B. K., Kim, H. J., An, D. S., Lyu, E. S. and Lee, D. S. 2008. Effectiveness of modified atmosphere packaging in preserving a prepared ready-to-eat food. *Packag. Technol. Sci.*, Vol. 21; pp. 417–423.
- Leygonie, C., Britz, T. J. and Hoffman, L.C. 2011. Protein and lipid oxidative stability of fresh ostrich *M. Iliofibularis* packaged under different modified atmospheric packaging conditions. *Food Chemistry*, Vol. 127; pp. 1659–1667
- Marino, M. Bersani, C. and Comi, G. 1999. Antimicrobial activity of the essential oil of *Thymus vulgaris* L. measured using a bioimpedometric method. *Journal of Food Protection*, Vol. 62(9); pp. 1017-1023
- Martinez, L., Djenane, D., Cilla, I., Beltran, J. A. and Roncales, P. 2005. Effect of different concentrations of carbon monoxide on the shelf-life of fresh pork sausages packaged in modified atmosphere. *Meat Science* Vol.71; pp. 563-570.
- Mastromatteo, M., Incoronato, A. L., Conte, A. and Del Nobile, M. A. 2011. Shelf life of reduced pork back-fat content sausages as affected by antimicrobial compounds and modified atmosphere packaging. *International Journal of Food Microbiology*, Vol. 150(1); pp. 1–7.
- McMillin, K. W. 2008. Where is MAP going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. *Meat science*, Vol. 80(1); 43–65.
- nez-Tomé, M., Nicolás, M. C. and Vera, A. M. 2003. Extending the shelf-life and proximate composition stability of ready to eat foods in vacuum or modified atmosphere packaging. *Food Microbiology*, Vol. 20(6); pp. 671–679.
- Nieto, G., Bañón, S. and Garrido, M. D. 2012. Administration of distillate thyme leaves into the diet of Segureña ewes: effect on lamb meat quality. *Animal*: An International Journal of Animal Bioscience, Vol. 6(12); pp. 2048–56.

- No, H. K., Meyers, S. P., Prinyawiwatkul, W. and Xu, Z. 2007. Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: a review. *Journal of food science*, Vol. 72(5); pp. R87–100.
- Oussallah, M., Caillet, S., Ri, S. S., Saucier, L. and Lacroix, M. 2004. Antimicrobial and antioxidant effects of milk protein-based film containing essential oils for preservation of whole beef muscle. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 52; pp. 5598-5605.
- Oussallah, M., Caillet, S., Saucier, L. and Lacroix, M. 2006. Antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a *Pseudomonas putida* strain isolated from meat. *Meat Science*, 73; 236–244.
- Öksüztepe, G., Güran, H. Ş., İncili, G. K. ve Gül, S. B. 2011. Elazığ'da tüketime sunulan fermente sucukların mikrobiyolojik ve kimyasal Kalitesi, *F. Ü. Sağ. Bil. Vet. Derg.*, Vol. 25(3); pp. 107–114.
- Öztaş, A. 2008. *Et Bilimi ve Teknolojisi*. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları Kitap Serisi, 526, Ankara
- Papazoglou, S., Tsiraki, M. and Savvaidis, I. N. 2012. Effect of thyme oil on the preservation of vacuum-packaged chicken liver. *Journal of food science*, Vol. 77(8); pp. M473–80.
- Park, S., Marsh, K. S. and Dawson, P. 2010. Application of chitosan-incorporated LDPE film to sliced fresh red meats for shelf life extension. *Meat Science*. Vol. 85; pp.493-499.
- Parra, V., Viguera, J., Sánchez, J., Peinado, J., Espárrago, F., Gutierrez, J.I. and Andrés, A. I. 2010. Modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period chilled storage of dry-cured Iberian ham. *Meat Science*. Vol. 84; pp. 760-768.
- Petersen, K., Væggemose Nielsen, P., Bertelsen, G., Lawther, M., Olsen, M. B., Nilsson, N. H. and Mortensen, G. 1999. Potential of biobased materials for food packaging. *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 10(2); pp. 52–68
- Pfalzgraf, A., Frigg, M. and Steinhart, H. 1995.  $\alpha$ -Tocopherol Contents and Lipid Oxidation in Pork Muscle and Adipose Tissue during Storage. *J. Agric. Food Chem.* vol. 43, pp.1339-1 342
- Pinheiro, A. C., Bourbon, A. I., Medeiros, B. G. D. S., da Silva, L. H. M., da Silva, M. C. H., Carneiro-da-Cunha, M. G. and Coimbra, M. A. 2012. Interactions between  $\kappa$ -carrageenan and chitosan in nanolayered coatings—Structural and transport properties. *Carbohydrate Polymers*, Vol. 87(2); pp. 1081–1090.
- Pires, C., Ramos, C., Teixeira, G., Batista, I., Mendes, R., Nunes, L. and Marques, A. 2011. Characterization of biodegradable films prepared with hake proteins and thyme oil. *Journal of Food Engineering*, Vol. 105(3); pp. 422–428.

- Pranoto, Y., Rakshit, S.K. and Salokhe, V.M. 2005. Enhancing antimicrobial activity of chitosan films by incorporating garlic oil, potassium sorbate and nisin. *Lebensm. Wiss. Technol.* Vol. 38(8); pp. 859– 865.
- Roller, S., Sagoo, S., Board, R., O’Mahony, T., Caplice, E., Fitzgerald, G., Fogden, M., Owen, M. and Fletcher, H. 2002. Novel combinations of chitosan, carnocin and sulphite for the preservation of chilled pork sausages. *Meat Science*, Vol. 62(2); pp. 165–77.
- Rubio, B., Martínez, B., González-Fernández, C., Garcı A-Cachán, M. A. D., Rovira, J. and Jaime, I. 2006. Influence of storage period and packaging method on sliced dry cured beef “Cecina de Leon”: Effects on microbiological, physicochemical and sensory quality. *Meat science*, Vol. 74(4); pp. 710–7.
- Sagoo, S., Board, R. and Roller, S. 2002. Chitosan inhibits growth of spoilage micro-organisms in chilled pork products. *Food Microbiology*, Vol. 19(2-3); pp. 175–182.
- Shahidi, F., Arachchi, J. K. M. and Jeon, Y. 1999. Food applications of chitin and chitosans. *Trends Food Sci.Technol.*, Vol. 10; pp. 37-51.
- Singh, P., Wani, A. A., Saengerlaub, S. and Langowski, H. C. 2011. Understanding critical factors for the quality and shelf-life of MAP fresh meat: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Vol. 51(2); pp. 146–77.
- Soultos, N., Tzikas, Z., Abraham, A., Georgantelis, D. and Amvrosiadis, I., 2008. Chitosan effects on quality properties of Greek-style fresh pork sausages. *Meat Science* Vol. 80; pp. 1150–1156.
- Souza, B.W.S., Cerqueira, A. M, Casariego, A., Lima, A.M.P., Teixeira, J.A. and Vicente, A. A. 2009. Effect of moderate electric fields in the permeation properties of chitosan coatings. *Food Hydrocolloids*, Vol.23; pp. 2110–2115
- Soyer, A., Ertas, A. H. and Uzümcüoğlu, U. 2005. Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuks). *Meat science*, Vol. 69(1); pp. 135–41.
- Tanimoto, S., Song, X. A., Sakaguchi, M., Sugawara, T. and Hirata, T. 2011. Levels of glutathione and related enzymes in yellowtail fish muscle subjected to ice storage in a modified atmosphere. *Journal of Food Science*, Vol. 76(7); pp. C974–9.
- Toptancı, İ. 2007. Sucuğun renk ve tekstürüne farklı ısıl işlem sıcaklıklarının etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 96s., Ankara

- Tovunac, I., Galic, K., Prpic, T. and Juric, S. 2011. Effect of packaging conditions on the shelf-life of chicken frankfurters with and without lactate addition. *Food Science and Technology International*, Vol. 17(2); pp. 167–75.
- Turan, M. 2011. Dondurularak depolanan fileto gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) kalitesine kitosan ile glazelemenin etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 111 s., Ankara
- Uysal, Ç. ve Caner, C. 2004. Potansiyel gıda ambalajlama materyali olarak biyobozunur polimerler. 8. Gıda Kongresi, Bursa.
- Vu, K. D., Hollingsworth, R. G., Leroux, E., Salmieri, S. and Lacroix, M. 2011. Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries. *Food Research International*, Vol. 44(1); pp. 198–203.
- Vural, H. ve Öztan, A. 1992. Et ürünlerinde nitrosamin kullanımının laktik asit bakterileri kullanımıyla önlenmesi. *Gıda*. Vol. 17 (5); pp. 333-340.
- Yam, K.L., Takhistov, P.T. and Miltz, J. 2005. Intelligent packaging concepts and applications. *Journal of Food Science*, Vol. 70(1); pp. R1–R10.
- Yingyuad, B. S., Ruamsin, S. and Reekprkhon, D. 2006. Effect of chitosan coating and vacuum packaging on the quality of refrigerated grilled pork. *Packag. Technol. Sci.*, Vol. 19; pp. 149–157.
- Zhang, H. and Mittal, G. 2010. Biodegradable protein-based films from plant resources: a review, *Environmental Progress & Sustainable Energy*, Vol.29(2); pp. 203-220
- Zhou, G. H., Xu, X. L. and Liu, Y. 2010. Preservation technologies for fresh meat - a review. *Meat science*, Vol. 86(1); pp.119–28.

## **EKLER**

EK 1 Duyusal analiz değerlendirme formu 6rneği (iğ)

EK 2 Duyusal analiz değerlendirme formu 6rneği (Pişmiş)

## EK 1 Duyusal analiz değerlendirme formu örneği (Çiğ)

### SUCUK DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

PANELİSTİN ADI SOYADI:..... TARİH:.....

Tadıma başlamadan önce ve tadım esnasında örnekler arasında bir önceki örnekten ağzınızda kalan tadı su ve ekmekle giderin.

Her bir örnek ve duyusal karakteristik için belirtilen skaladan bir numara kodlamayı unutmayın.

Örnek Kodu	Görünüş	Renk	Koku	Lezzet	Yapı (Tekstür)	Genel Beğeni

### SKALA

9. Mükemmel
8. Çok iyi
7. İyi
6. Ortanın Üstü
5. Orta

4. Ortanın altı
3. Kötü
2. Çok Kötü
1. Son derece kötü

### **EK NOTLAR:**

**EK 2. Duyusal analiz değerlendirme formu örneği (Pişmiş)**

## EK 2 Duyusal analiz değerlendirme formu örneği (Pişmiş)

### SUCUK DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

PANELİSTİN ADI SOYADI:..... TARİH:.....

Tadıma başlamadan önce ve tadım esnasında örnekler arasında bir önceki örnekten ağzınızda kalan tadı su ve ekmekle giderin.

Her bir örnek ve duyusal karakteristik için belirtilen skaladan bir numara kodlamayı unutmayın.

Örnek Kodu	Görünüş	Renk	Koku	Lezzet	Yapı (Tekstür)	Genel Beğeni

### SKALA

9. Mükemmel
8. Çok iyi
7. İyi
6. Ortanın Üstü
5. Orta

4. Ortanın altı
3. Kötü
2. Çok Kötü
1. Son derece kötü

### EK NOTLAR:

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı:** Ayça ŞAHİN

**Doğum Yeri:** Ankara

**Doğum Tarihi:** 25.06.1987

**Medeni Hali:** Bekar

**Yabancı Dili:** İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

**Lise:** Kalaba Anadolu Lisesi (2001-2005)

**Lisans:** Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (2005-2010)

**Yüksek Lisans:** Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (Eylül 2010 - Mart 2013)

### Yayımları (SCI ve diğer)

**Şahin, A., Eyyüpoğlu, H., Tefek, S. E., Candoğan, K., 2011. Tavuk Eti Marinasyonunda Kırmızı Şarap, Nar Ekşisi ve Pekmez Kullanımının Ürünün Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. I. Uluslararası Beyaz Et Kongresi 11-15 Mayıs, 2011 Antalya.**

**Şahin, A., Yaman, A., Candoğan, K., 2011. Premature Browning in Meats. Novel Approaches in Food Industry International Food Congress. 26-29 May 2011. Çeşme.**