

**TEKİRDAĞ KÖFTESİNİN FARKLI ORANLARDA JELATİN,
GLİSEROL VE KEKİK EKSTRAKTI İÇEREN ÇÖZELTİ İLE
KAPLANMASININ
RAF ÖMRÜNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Aysel İÇÖZ

Doktora Tezi

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Bülent EKER

2017

T.C.

NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**TEKİRDAĞ KÖFTESİNİN FARKLI ORANLARDA JELATİN,
GLİSEROL VE KEKİK EKSTRAKTI İÇEREN ÇÖZELTİ İLE
KAPLANMASININ
RAF ÖMRÜNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Aysel İÇÖZ

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof.Dr. Bülent EKER

TEKİRDAĞ-2017

Her hakkı saklıdır.

Bu tez Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından NKUBAP.00.24.DR.14.03 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Prof. Dr. Bülent EKER danışmanlığında, Aysel İÇÖZ tarafından hazırlanan “Tekirdağ Köftesinin Farklı Oranlarda Jelatin, Gliserol ve Kekik Ekstraktı İçeren Çözelti İle Kaplanmasının Raf Ömrüne Etkisinin Araştırılması” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Bülent EKER (Danışman) *İmza :*

Üye : Prof. Dr. İsmail YILMAZ *İmza :*

Üye : Prof. Dr. Ali VARDAR *İmza :*

Üye : Doç. Dr. Fulya TAN *İmza :*

Üye : Yrd. Doç. Dr. Sencer Süreyya KARABEYOĞLU *İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

TEKİRDAĞ KÖFTESİNİN FARKLI ORANLARDA JELATİN, GLİSEROL VE KEKİK EKSTRAKTI İÇEREN ÇÖZELTİ İLE KAPLANMASININ RAF ÖMRÜNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Aysel İÇÖZ

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Bülent EKER

Bu çalışmada jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonlarının Tekirdağ köftesinin 4°C de 7 gün süreyle depolamada raf ömrünü arttırmaya yönelik etkisi araştırılmıştır. Sığır jelatini, gliserol ve kekik yağı içeren dört çeşit farklı formülasyonda hazırlanmış kaplama solüsyonu kullanılmıştır. Kaplama solüsyonları işletmede batırma yöntemiyle köftelere uygulanarak (kontrol grubu hariç) tüm yüzeyin kaplanması sağlanmıştır. Köfteler pakatlendikten sonra Tekirdağ Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'nde pH, rutubet, yağ, tuz, peroksit sayısı, asitlik, toplam kül, tiyobarbütirik asit (TBA) ham protein tayini, ayrıca aerobik koloni sayımı, koliform sayımı, koagülaz (+) *Staphylococcus* sayımı yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre: Köfte hamurunun pH'sı 6,87, rutubet %54,57, yağ miktarı %15,8, tuz miktarı %1,7, peroksit sayısı 2,4 meq/kg, asitlik değeri %1,18, kül miktarı %2,8, ham protein değeri %14,89, aerobik koloni sayısı 6,9 log₁₀kob/g, koliform sayısı 5,04 log₁₀kob/g, koagülaz (+) *Staphylococcus* sayısı 2,3 log₁₀kob/g olarak belirlenmiştir. Çalışmada uygulamayı takiben asitlik değerlerinin 7 günlük depolama periyodu boyunca kaplama solüsyonu ile muamele edilen örneklerde kontrol grubundan genelde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kontrol, A, B ve C grupları arasında asitlik değerleri bakımından

fark yokken, D grubu köftelerin diğer gruplara göre farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Günler arası ilişkide ise 1., 3., 5. günler arasında fark görülmezken 7. günde fark oluşmuştur ($p<0,05$). Rutubet değerleri bakımından köfteler arasındaki farklar $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Günler arasındaki farklar ise önemsiz bulunmuştur. Köftelerin pH değeri 1. günde tüm gruplarda düşmüş, 3. gün ise tekrar yükselme eğilimi göstermiş ve depolama boyunca en yüksek değerler tüm gruplarda 3. gün tespit edilmiştir. Örneklerin genelinde pH 5. ve 7. günlerde düşme eğilimi göstermiştir. Bu durum $p<0,01$ düzeyinde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Peroksit değerleri genel olarak kaplama solüsyonu ile muamele edilen C ve D gruplarında 3., ve 5. günlerde düzenli olarak düşme eğilimi göstermiştir. A ve B grubu köftelerin ortalama peroksit değerleri genelde 7 gün boyunca diğer gruplardan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu değişim istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Çalışmamızda tüm örneklerde raf ömrü süresinde TBA değerlerinde iniş ve çıkışlar gözlenirse de 2 mg MA/kg'ı aşmadığı tespit edilmiştir. Ortalama TBA değerleri A ve B ve C gruplarında 7 günlük depolamada kontrol grubundan daha düşük değerde olduğu tespit edilmiştir. D grubu örneklerde ise 7 gün içinde TBA değerlerinde önemli bir dalgalanma gözlenmemiştir. TBA değerleri bakımından fark hem köfteler arasında hem de günler arasında önemsiz bulunmuştur. Çalışmamızda kaplama solüsyonu ile muamele edilen örneklerin 7 günlük ortalama aerobik koloni sayımı kontrol grubundan (C grubu hariç) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aerobik koloni sayımı 1. gün genelde (B ve D grubu hariç) düşme eğilimi 3., 5. ve 7. günlerde tüm örneklerde yükselme eğilimi göstermiştir. Hem günler hem de köfteler arasında aerobik koloni sayısı $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Kaplama solüsyonu ile muamele edilen örneklerin 7 günlük ortalama koliform sayımları kontrol grubundan yüksek olduğu tespit edilmiştir. Günler arasında koliform sayısı farklılığı $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunurken köfteler arasında koliform sayısının önemsiz olduğu belirlenmiştir. Köftelerde kekik yağı ve jelatin içeren solüsyonla muamele işlemi koliform sayısını azaltıcı etki göstermemiştir. Tüm örneklerin 1., 3., 5., ve 7. gün *Staphylococcus* sayısı Çiğ Kırmızı Et ve Hazırlanmış Kırmızı Et karışımları Tebliği'nde belirtilen 3,7 log kob/g değerinden düşük olduğu için tebliğe uygun bulunmuştur. Kaplanmış köfte örneklerinin 1. gün koagülaz (+) *Staphylococcus* sayısı kontrol grubundan düşük olarak tespit edilmiştir. 3. günde (A ve B grubu hariç) örneklerde düşme devam etmiştir. Depolama boyunca ortalama koagülaz (+) *Staphylococcus* sayımı kaplama solüsyonları ile muamele edilen B, C ve D gruplarında kontrol grubundan genelde daha düşük bulunmuştur. Bu değişimler yapılan varyans analizi sonuçlarına göre önemsizdir. Kullandığımız kaplama solüsyonlarının, incelenen özelliklerde

köftenin raf ömrü üzerinde belirleyici etkileri bulunmazken, koagülaz (+) *Staphylococcus* sayısını azaltıcı yönde olumlu olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Tekirdağ köftesi, jelatin, kaplama malzemesi

2017, 86 Sayfa

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

THE RESEARCH ON THE EFFECT OF DIFFERENT PROPORTIONS OF GELATIN, GLYCEROL AND THYME OIL CONTAINED SOLUTION COVERED TEKIRDAG MEATBALL'S SHELF LIFE

Aysel İÇÖZ

Namık Kemal University

Institute of Science and Technology

Department of Biosystem Engineering

Adviser: Prof. Bülent EKER

In this study, the effect for covering solutions including gelatin, glycerol and thyme oil on increasing shelf life of Tekirdağ meatball was researched within 7-day duration at 4°C degrees of storage. Covering solution which has been prepared in the formulation of four different varieties including buffalo gelatin, glycerol and thyme oil was used. It has been provided to cover all surfaces by adopting covering solutions to the meatballs with the method of immersion (excluding control group). After the meatballs have been packaged, pH, moisture, oil, salt, peroxide number, acidity, total ash, thiobarbituric acid (TBA) crude protein determination and also the numbers of aerobic colony and coliform, coagulase (+) *Staphylococcus* were determined. According to the results obtained: it has been specified that the meatball dough's pH was (6,87), humidity %54,57, quantity of oil was (%15,8), quantity of salt was (%17), peroxide amount was (2,4 meg/kg), acidity value was (%1,18), quantity of ash was (%2,8), crude protein value was (%14, 89), aerobic colony number was (6,9 log₁₀kob/g), coliform number was (5,04 log₁₀kob/g), coagulase (+) *Staphylococcus* number was (2,3 log₁₀kob/g). It has also been determined that acidity value was generally higher than control group for the samples treated with covering solution after the practice during the period of 7-day storage in the study. While the result does not differ from each other in

control groups of A,B,C, a difference is determined in the meatballs in Group D s ($p<0,05$). When the result is held by means of relation within days there is no difference on the days 1-3-5, Day 7 differs from the previous ones ($p<0,05$). A significant difference is determined by means of humidity values as $p<0,01$. The significance of difference between days are minimized. The meatballs' pH value decreased in all groups for the first day, showed a tendency to increase again for the third day, and the highest values were determined in all groups in the third day. In each part of the samples, pH showed a tendency to decrease in the 5th and 7th days. This is considered statistically significant in level of $p<0,01$. Peroxide values regularly showed a tendency to decrease for the group of C and D treated with covering solution in the 3th and 5th days. It has been determined that average peroxide values of A and B group meatballs were generally lower than the other groups during 7 days. This variation is considered insignificant. In our study, it has been determined that although the highs and lows were seen in TBA values for shelf life in all samples, they did not exceed 2 mg MA/kg. It has been confirmed that average TBA values were higher than control groups of A and B and C in 7-day storage. A significant fluctuation was not seen in TBA values for D group samples within 7 days. The difference within both meatballs and days is considered insignificant by means of TBA values. In this study, it has been confirmed that 7-day average aerobic colony number (excluding Group C) of the samples treated with covering solution was higher than control group. Aerobic colony number generally showed a tendency to decrease on the 1st day (excluding Group B and D) and showed a tendency to increase for all samples on the 3rd, 5th and 7th days. The number of aerobic colony is considered significant at level of $p<0,01$ with in both days and meatballs. It has been confirmed that 7-day average aerobic colony countings of the samples treated with covering solution were higher than control group. While the difference in number of coliform within days is considered significant at level of $p<0,01$, the number of coliform within meatballs is considered insignificant. The process treated with the solution including thyme oil and gelatin did not show a reducing impact on the coliform number. It has been found appropriate to the notification because of the fact that 1st, 3rd, 5th, and 7th day *Staphylococcus* numbers of all samples were higher than 3, 7 log kob/g value stated within Notification of Uncooked Red Meat and Red Meat Mixes Prepared. It has been determined that 1st day coagulase (+) *Staphylococcus* numbers of covering meatball samples was higher than control group. The samples (excluding Group A and B) continued to decrease on 3rd day. It has been found that average coagulase (+) *Staphylococcus* count was generally lower than control groups of B,C and D treated with covering solutions. These changes are insignificant according to the variance analysis held.

It is determined that the coating solutions used in the research does not have a determining effect on shelf life of the specified meatballs while it has a positive diminishing effect on the number of coagulase (+) *Staphylococcus*.

Keywords: Tekirdağ meatball, gelatin, coating material

2017, 86 Pages

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	v
ÇİZELGE DİZİNİ	vii
ŞEKİL DİZİNİ	xi
TABLO DİZİNİ	ix
ÖNSÖZ	x
1. GİRİŞ	13
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1. Ambalaj	5
2.2. İşlenmiş kırmızı et	5
2.3. Köfte	8
2.4. Film.....	8
2.5. Antimikrobiyel madde içeren ambalajlama sistemleri	11
2.6. Baharatlar ve antimikrobiyal etkinlik	18
2.6.1. Kekik	21
2.6.2. Sarımsak	23
2.6.3. Mercanköşk	23
2.7. Et teknolojisinde antimikrobiyal ambalaj uygulamaları.....	25
3. MATERYAL VE YÖNTEM	31
3.1. Materyal.....	31
3.1.1. Jelatin.....	31
3.1.2. Gliserol	31
3.1.3. Kekik Yağı (<i>Oleum thymus sp</i>).....	31

3.2. Yöntem	32
3.2.1. Kaplama Malzemesinin (Solüsyonunun) Hazırlanması.....	32
3.2.2. Kaplama Solüsyonunun Oluşturulması.....	32
3.2.3. Kaplama malzemesinin (Solüsyonunun) Köftelere Uygulanması.....	33
3.2.4. Kaplama Solüsyonu uygulanmış köftelere yapılan analizler.....	33
3.2.5. Çalışmanın İstatistiki analizi.....	35
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	35
4.1. Tekirdağ köftesinin sıfırncı gün fizikokimyasal analiz sonuçları	36
4.2. Tekirdağ köftesinin sıfırncı gün mikrobiyolojik analiz sonuçları	36
4.3. Tekirdağ köftesinin rafömrü boyunca fiziko-kimyasal analiz sonuçları	36
4.3.1. pH değeri	36
4.3.2. Asitlik değeri	38
4.3.3. Rutubet değeri	39
4.3.4. Peroksit değeri	44
4.3.5. Tiyobarbitürik Asit (TBA) değeri.....	48
4.3.6. Yağ miktarı	48
4.3.7. Tuz değeri.....	48
4.3.8. Kül miktarı.....	48
4.3.9. Protein değeri.....	48
4.4. Tekirdağ köftelerin raf ömrü boyunca mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	54
4.4.1. Aerobik koloni sayısı.....	54
4.4.2. Koliform sayısı	59
4.4.3. Koagülaz (+) <i>Staphylococcus</i> sayısı	57
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	60
6. KAYNAKLAR.....	69
7. EK 1. İstatistik analiz verileri	87
ÖZGEÇMİŞ	88

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 1. Kaplama solüsyonlarının formülleri.....	33
Çizelge 2. Köftelere yapılan fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analiz listesi.....	34
Çizelge 3. Köfte hamurunun fiziko-kimyasal analiz sonuçları.....	35
Çizelge 4. Köfte hamurunun sıfıncı gün mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	35
Çizelge 5. Jelatin gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince pH değerleri	36
Çizelge 6. Jelatin gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince asitlik değerleri.....	38
Çizelge 7. Jelatin gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince rutubet değerleri.....	40
Çizelge 8. Jelatin gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince peroksit değerleri.....	42
Çizelge 9. Jelatin gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince tiyobarbitürik asit (TBA) değerleri.....	45
Çizelge 10. Jelatin gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince aerobik koloni sayımları.....	52
Çizelge 11. Jelatin gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince koliform sayımları.....	55
Çizelge 12. Jelatin gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince koagülaz (+) <i>Staphylococcus</i> sayımları.....	58

ŞEKİL DİZİNİ

- Şekil 1. Jelatin gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince pH değerleri.....37
- Şekil 2. Jelatin gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince asitlik değerleri.....39
- Şekil 3. Jelatin gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince rutubet değerleri.....40
- Şekil 4. Jelatin gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince peroksit değerleri.....43
- Şekil 5. Jelatin gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince tiyobarbitürik asit (TBA) değerleri.....47
- Şekil 6. Jelatin gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince aerobik koloni sayımları.....53
- Şekil 7. Jelatin gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince koliform sayımları.....56
- Şekil 8. Jelatin gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince koagülaz (+) *Staphylococcus* sayımları.....59

TABLO DİZİNİ

Tablo 1. pH Varyans Analiz Tablosu.....	38
Tablo 2. Asitlik Değeri Varyans Analiz Tablosu.....	41
Tablo 3. Rutubet Değeri Varyans Analiz Tablosu.....	43
Tablo 4. Peroksit Değeri Varyans Analiz Tablosu.....	46
Tablo 5. Tiyobarbitürük Asit (TBA) Değeri Varyans Analiz Tablosu	50
Tablo 6. Aerobik Koloni Sayısı Varyans Analiz Tablosu.....	58
Tablo 7. Koliform Sayısı Varyans Analiz Tablosu.....	61
Tablo 8. Koagülaz (+) <i>Staphylococcus</i> Sayısı Varyans Analiz Tablosu.....	65

ÖNSÖZ

Tekirdağ köftesi, taze kıymadan köfte hamuruna şekil verilerek hazırlanan ve çoğunlukla ızgara türü pişirilerek tüketilen yöresel bir et ürünüdür. Günümüzde tüketicilerin kaliteli, raf ömrü uzun, az işlem görmüş et ürünlerini talep etmeleri, doğal kaynaklardan elde edilen antimikrobiyal maddelerin gıda sektöründe kullanımını sağlamıştır. Esansiyel yağlar ve bitki özlerinin antimikrobiyal aktiviteleri uzun zamandır bilinmektedir ve patojenlere karşı antimikrobiyal aktiviteleri üzerinde araştırmalar yapılmaktadır. Et teknolojisinde antimikrobiyal gıda ambalaj formları; antimikrobiyal maddelerin ambalaj materyaline dahil edilmesi ve antimikrobiyal özellikte yenilebilir biyopolimer film ve kaplamalarla ambalajlama şeklindedir.

Çalışmamız, jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonlarının Tekirdağ köftesinin 4°C de 7 gün süreyle depolamada raf ömrünü arttırmaya yönelik etkisi araştırılmıştır. Bu çalışma et sektöründe ambalajlamaya yeni bir boyut kazandırmak amacıyla dizayn edilmiştir. Çalışmamız ‘Tekirdağ Köftesinin Farklı Oranlarda Jelatin, Gliserol ve Kekik Ekstraktı İçeren Çözelti İle Kaplanmasının Raf Ömrüne Etkisi’ adıyla Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından NKUBAP.00.24.DR.14.03 numaralı projeye desteklenmiştir. Çalışmamın başından sonuna kadar teknik bilgi ve yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım ve proje yürütücüsü hocam Prof. Dr. Bülent EKER’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Başta Biyosistem Mühendisliği Bölüm başkanı Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR ve Biyosistem Mühendisliği bölümünün tüm öğretim üyelerine, Tekirdağ Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü’ne ve çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca projenin gerçekleşmesini destekleyen Namık Kemal Üniversitesi BAP birimine içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Ocak, 2017

Aysel İÇÖZ

1. GİRİŞ

Günümüz şartlarında bireylerin tüketim alışkanlıklarındaki değişimler, gıda işleme teknolojisindeki ilerlemeler, farklı tarzda hazır gıdaları ortaya çıkarmaktadır. Böylece gıda sanayi, tüketici istekleri doğrultusunda gıdanın alışlagelmiş tüketim biçimlerinden farklı olan uygulamaları araştırmaya yönelmektedir (Doğan ve ark. 2005). Gıda işletmeleri tüketicilerin kaliteli, güvenli ve tazeye yakın gıda talebini dikkate alarak raf ömrü uzun, az işlem görmüş gıdalar üretmeyi hedeflemektedir. Gıdaların güvenli ve doğal olarak saklanma ve tüketiciye ulaştırılma isteği, ambalajlama alanındaki çalışmaları antimikrobiyel ambalajlama gibi yeni uygulamalar geliştirmeye yöneltmiştir. Artan çevre bilinci, bitki özütleri gibi doğal antimikrobiyel maddeler kullanılarak üretilen yenilebilir ambalajlara yönelik araştırmaları hızlandırmıştır (Ayana ve Turhan 2010). Gıda yüzeyindeki mikrobiyel gelişimi engellemek veya geciktirmek için antimikrobiyel maddeler püskürtme, daldırma gibi işlemlerle doğrudan gıda yüzeyine uygulanmaktadır. Ancak yüzey uygulamasında antimikrobiyel maddeler, hızlı bir şekilde gıdaya geçiş yaptığından ya da gıdada nötralize olduğundan gıdadaki yararlılığı sınırlanmaktadır (Coma ve ark. 2002). Tüm bu olumsuzluklar ve artan tüketici istekleri gıdalarda daha uzun raf ömrü sağlayacak, gıda güvenliğini artıracak aktif ambalajlama gibi yeni sistemlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu sistemler gıdadan ortama yada ortamdaki gıdaya oksijen, nem ve aroma maddelerinin geçişini sınırlandırarak, antimikrobiyel aktivite sağlayarak gıdaların raf ömrünü artırmaktadır (Cha ve Chinnan 2004, Quintavalla ve Vicini 2002, Özdemir ve Floros 2004). Günümüzde, taze ve kolay tüketilebilir gıda maddelerine büyük bir talep vardır. Hazır köfteler de en çok tercih edilenler arasında yer almaktadır. Ancak bu tip ürünler çiğ olarak pazarlandıklarından muhafaza sırasında kolayca bozulmaktadırlar. Aynı zamanda, değişik kaynaklardan bulaşan çok sayıda patojen mikroorganizmayı barındırabildiklerinden tüketici sağlığı açısından risk oluşturmaktadırlar (Kaymaz 1987, İçgöz ark. 1996). Sentetik antioksidanlar et ve ürünlerinde oksidatif stabilitenin sağlanmasında uzun yıllardır kullanılmaktadır. Ancak, son yıllarda tüketici tercihinin gıdalarda doğal katkı maddelerinin kullanımından yana olması, et teknolojistlerini doğal antioksidan maddelerin kullanımı üzerinde yoğunlaşmaya zorlamıştır. Bu bağlamda, doğada antioksidan özellikteki baharat ve çeşitli bitkilerin ekstraktları ve doğal renk pigmentlerinin kullanımı son yıllarda gündeme gelmiştir (Oussalah ve ark. 2004). Et ve et ürünlerinde yenilebilir biyopolimer film ve kaplamalar oldukça ilgi görmekte ve bunların

biyobozunurluk ve yenilebilirlik özelliklerinin yanında oksidatif ve fiziksel strese karşı da iyi bir bariyer olmaları tercih edilme sebepleri arasında sayılmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar yağlar (katı yağlar, balmumları ya da sıvı yağlar), polisakkaritler (nişasta, alginat, selüloz eteri, kitosan, karragenan ya da pektin) ve proteinlerden (kazein, peyniraltı suyu proteini, jelatin, fibrinojen, soya proteini, buğday gluteni, mısır zeini ya da yumurta albumini) üretilen yenilebilir film ve kaplamaların kullanımının et ve ürünlerinde ürün kalitesi ve güvenliğini artırmada birçok faydalar sağladığını göstermiştir (Baron ve Sumner 1993, Field ve ark. 1986). Lipid oksidasyonu et ürünlerinin bozulmasının ana nedenidir (Devetkal ve ark. 2011). Fizikokimyasal ve duyuşal parametreleri (renk, lezzet, koku ve) ve et ürünlerinin raf ömrünü değiştiren bir dizi kimyasal reaksiyonlar lipid oksidasyon işleminde meydana gelir (Garrido ve ark. 2011). Lipid oksidasyonu et ürünlerinin yağda çözünen vitaminler ve esansiyel yağ asitlerinin bozulmasına yol açar, besin değerinde bir azalma ile sonuçlanır (Devetkal ve ark. 2011). Antioksidanların kullanılması et kalitesinin bozulmasını engeller, oksidasyonu geciktirir. Sentetik antioksidanlar gıda maddeleri ve lipid oksidasyonunu önlemek için kullanılmıştır (Sayago-Ayerdi ve ark. 2009). Sentetik antioksidanlar insan sağlığı üzerine toksik etkiler gösterebilir. Sentetik antioksidanların olumsuz etkileri, doğal kaynaklardan antioksidanlar aranmasına yol açmıştır. Nar çekirdeği tozu (Devetkal ve ark. 2011), kırmızı üzüm posası (Garrido ve ark. 2011), üzüm çekirdeği (Carpenter ve ark. 2007), ve biberiye ve kekik ekstreleri (Hernandez-Hernandez ve ark. 2009) antioksidan olarak et ürünlerinde kullanım için değerlendirilmiştir.

Plastik malzeme içinde etin görüntüsü çekici, hijyenik ve tüketicinin ürün değerlendirilmesine izin verir (Renerre ve Labadie 1993). Gıda ambalajı içerdeği ürün için şimdiki geleneksel koruma özelliklerinin ötesinde birçok işlev sağlar (Han 2005). Ambalajın önemli paradigma değişimi pasiften aktife doğru olmuştur (Yam ve ark. 2005). Antimikrobiyel ambalajlamada ambalaj materyali olarak plastik veya doğal polimerler kullanılmaktadır. Plastik ambalaj materyalleri güvenli, ekonomik ve kullanıma elverişli olmasına rağmen biyolojik olarak bozunuma uğramadığından çevresel problemler yaratmaktadır. Bu nedenle, biyolojik olarak bozunuma uğrayan, gıda ile birlikte tüketilebilen, toplam katı atık miktarını azaltan ve herhangi bir çevre endişesi yaratmayan protein, polisakkarit ve lipid gibi doğal polimerlerin, ambalaj materyali olarak kullanılması üzerine yapılan çalışmalar yaygınlaşmaktadır (Cha ve Chinnan 2004, Donhowe ve Fennema 1994). Bu doğal polimerler, sentetik ambalaj materyallerinin yerine kullanılmak veya bunların kullanımını azaltmak için son yıllarda üzerinde en çok çalışılan ambalaj materyalleridir. Gıda

ambalaj sektöründeki yeni gelişmeler, ambalajı sadece gıdayı koruma işlevini yerine getiren bir malzeme olmaktan çıkarıp, tüketicide merak uyandırmakta ve bilgilendirmektedir. Böylelikle gıdayı korumayı amaçlayan pasif ambalajlama teknolojileri günümüzde yerini, gıdaların korunmasında, satılmasında, özelliklerinin iyileştirilmesinde, çevresel atık değerlerinin azaltılmasında önemli rol oynayan, aktif ve akıllı ambalajlama teknolojilerine bırakmıştır (Quintavalla ve Vicini 2002, Cha ve Chinnan 2004, Devlieghere ve ark. 2004, Özdemir ve Floros 2004, Brody 2005, Kerry ve ark. 2006). Yenilebilir film ve kaplamalar; su buharı, oksijen ve karbondioksit karşı bariyer olarak hareket ederek, patojen ve bozucu mikroorganizmaların inhibe eden madde taşıyıcıları olarak hayvansal orjinli gıdaların (AOF) raf ömrünü uzatmak için bir alternatiftir. Doğal antimikrobiyal maddeler; ilgili süspansiyonlar içine dahil edilebilir, yenilebilir film ve kaplamalara işlevsellik ekleyebilir (Sánchez-Ortega ve ark. 2014). Antimikrobiyel madde içeren yenilebilir filmler, gıda yüzeyine uygulanan yenilebilir nitelikteki polimerlerden üretilen ince film tabakaları olarak tanımlanır. Yenilebilir filmlerin aktif ambalajlamada kullanımı gıda güvenliğinde yeni bir yaklaşımdır. Basit üretim teknolojisi gerektirmeleri, ucuz olmaları, doğal bileşiklerden elde edilmeleri, fonksiyonel özelliklerindeki çeşitlilik ve biyolojik olarak bozunabilmeleri nedeniyle son yılların dikkat çeken ambalaj materyalleridir (Cha ve Chinnan 2004, Appendini ve Hotchkiss 2002). Gıda güvenliği muhafaza ederken, uzun raf ömrü dönemlerde et kalitesini koruması ve geliştirilmesi için antimikrobiyal yenilebilir film ve kaplamaların (AEFC) kullanımına artan bir ilgi vardır. Bu doğal ve güvenli ürünler için tüketicilerin talepleri üzerine dayanır (Üstünol 2009). Diğer önemli konular biyolojik olarak parçalanabilen ambalaj malzemelerinin kullanımı ile sürdürülebilirlik ve katma değer üretebilen gıda endüstrisinin yan ürünlerin uygulamalarıdır (Han ve Gennadios 2005). Ambalaj materyallerine antimikrobiyal bileşikler, film formülasyonuna dahil edilerek, ambalaj materyali kullanılacak antimikrobiyal madde ile kaplanarak ya da antimikrobiyal madde ambalaj materyaline immobilize edilerek dahil edilebilirler. Bunlara ek olarak, yenilebilir biyopolimer film ve kaplamaların formülasyonlarına özellikle doğal antimikrobiyal maddelerin dahil edilmesi son yıllarda önem taşıyan uygulamalardandır (Cha ve Chinnan 2004). Et ürünlerinde yenilebilir film kaplamanın tasarımı ve uygulanması yeni koruma yöntemlerini ortaya çıkarmıştır. Bu istek daha doğal ya da ekolojik gıda ürünleri üretmek ve petrol kaynaklı plastik ambalaj malzemeleri kullanımının çevresel etkilerinin azaltılması içindir (Dangaranve ark. 2009). Doğal bitki içeriklerinden elde edilen maddeleri kullanarak patojen mikroorganizmalara karşı etkili olan bitki türleri ve bu türlerin içerdikleri etken maddelerin tespit edilmesi, dünyada üzerinde yoğun bir şekilde çalışılan bir alan haline gelmiştir (Toroğlu ve Çenet 2006, Benli ve Yiğit 2005). Uçucu yağlar,

farklı bileşenleri içeren kompleks karışımlar olduklarından biyolojik etkileri yönünden de farklılıklar göstermektedirler. Etki dereceleri içerdikleri etken maddenin özelliğine bağlı olarak pek çok uçucu yağ farklı antimikrobiyal etkiler gösterebilmektedir (Toroğlu ve Çenet 2006). Yenilebilir film ve kaplamalar modern gıda koruma sistemidirler. Bu yenilebilir filmler, fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişiklikler için bir bariyer oluşturabilir. Et yüzeyinde bakterilerin büyümesi, gıda bozulmaları ve renk değişiminin önemli bir nedenidir. Tüketicilerin ekolojik ve işlevsel taleplerindeki artış göz önüne alındığında, araştırmacıların, nişasta ya da selülozdan yapılan filmler de dahil olmak üzere biyo-ayırılabilir filmler üzerinde daha büyük ölçüde yoğunlaşmıştır. Bu filmler, iyi mekanik mukavemeti ve iyi bir oksijen bariyeri oluşturur (Skurtys ve ark. 2010). Yenilebilir film yapısı içine taze etin mikrobiyal güvenliğini sağlayan ve ürünlerin raf ömrünü uzatan antimikrobik maddeler dahil etmek de mümkündür. Birçok baharatın ve onların ekstraktlarının antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu birçok araştırmayla doğrulanmıştır. Gıda güvenliğini artırmak ve gıda kaynaklı hastalıkları azaltmak için gerekli bir araç olarak kimyasal koruyucuların yerine bitki ekstraktlarının kullanılması mümkündür (Arora ve Kaur 1999, Czapska ve ark. 2006, Genena ve ark. 2008). Protein türevli materyaller de biyobozunur karakterde olup uygun antimikrobiyallerle desteklendiğinde antimikrobiyal ambalajlamada başarılı sonuçlar vermiştir. Bunlardan kollagen ve jelatin film yapımında kullanılabilir. Jelatinin antimikrobiyal ajanlar için ideal bir taşıyıcı olduğu bildirilmiştir (Krochta ve Mulder-Johnston 1997). Jelatin gıdalarda genellikle kıvam arttırıcı ya da jelleştirici olarak kullanılmakta ancak yenilebilir bir ambalaj materyali veya fonksiyonel katkıların mikroenkapsülasyonunda kaplama materyali olarak kullanım olanakları araştırılmaktadır (Bustillos ve ark. 2006, Gomez-Guillen ve ark. 2007).

Literatür bilgileri ve deneyimlerimiz ışığı altında yapılan bu tezde, Tekirdağ köftesinin ambalajlanmış koşullarda raf ömrünü arttırmaya yönelik olarak; farklı oranlarda jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları batırma yöntemiyle Tekirdağ köftesi üzerine uygulanmış, 4°C de 7 gün süreyle depolanan köftenin raf ömrü kriterlerine etkisi araştırılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Ambalaj

İnsan sağlığının korunmasında yeterli ve dengeli beslenmenin yanı sıra tüketilen gıdaların güvenilirliği de önem taşımaktadır. Gıdalar çevreyle temasta bulunduğu zaman kaliteyi azaltan ve aynı zamanda raf ömrünü kısaltan nem kaybı, aroma değişimi, oksidasyon ve mikroorganizmalarla kontaminasyon gibi birçok mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal değişimlere uğramaktadır. Gıdaların raf ömrünü uzatmak ve Ürün kalitesini arttırmak amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (Cha ve Chinnan 2004, Robertson 2006). Gıdaların hava, ışık, ısı, kimyasal etki, mikroorganizma ve darbe gibi çevresel etkilere kaynaklanan duyuşal, besinsel ve hijyenik özelliklerinin değişimini önlemek ve kalitenin sürekliliğini sağlamak amacıyla gıdaların ambalajlanması önemlidir (Marsh ve Bugusu 2007). Gıda ambalajı, ürünleri bozulma etkilerine karşı korumak için, ürünü içerir, pazarlama aracı olarak ve tüketici ile iletişim kurmak, tüketicilere kullanım kolaylığı ve rahatlığı sunmak gibi hizmet vermektedir (Yam ve ark. 2005). Gıda ambalajlama uygulamaları; farklı gıda ürünleri için uygun ambalaj materyali ve paketleme teknolojisinin seçimini sağlayarak, gıdaların raf ömrünü arttırmaya yardımcı olmakta ve bu süre içerisinde kalitenin ve tazeliğin en iyi şekilde korunmasına olanak sağlamaktadır. Ancak ambalaj malzemelerinin gıda maddelerinin bileşimine uygun, çevre kirliliğine neden olmayan dönüşümlü ambalajların olmalarına özen gösterilmelidir (Krochta 2002, Coles 2003). Ambalajın temel işlevleri dış ortamdan gıdaları izole etmek ve mekanik kuvvetlerin yanı sıra mikroorganizmaların faaliyetlerine, nem, gaz, toz, koku ile bozulmaya karşı gıdaları korumaktır (Cooksey 2010). Gıdalar, gıda kaynaklı hastalıklarla ilgili mikroorganizmalar tarafından kontamine olduğu zaman tüketicilerin sağlığını etkiler. Bunun yanı sıra bozulma maddelerine maruz kalma gıdaların raf ömrünü azaltır. Gıda, kesim, işleme sonrası, dağıtım, nakliye ve depolama veya perakende satış aşamalarında açık ortamda kaldığında kirlenme meydana gelebilir. Bu nedenle iyi bir ambalaj gıdaların içine kirlenmelerin çevreden geçişini azaltmak için bariyer sistemi olarak hareket etmelidir. Aynı zamanda ambalaj mikroorganizmaları geçirmeyen, toksik-olmayan, inert, olması gerekmektedir (Cooksey 2010).

2.2. İşlenmiş Kırmızı Et

Hayvan kökenli gıdalar (AOF), yüksek biyolojik değerli proteinleri ve esansiyel amino asitleri içerir ve hububat ve diğer bitkisel proteinlerin kalitesini geliştirir, insan diyeti için iyi

bir besin kaynağı teşkil eder (Warriss 2010). Ancak, hayvansal kanaklı gıdalar kimyasal bozulma ve mikrobiyolojik bozulmalara duyarlıdır ve bu nedenle üretici ekonomik kayıplara ek olarak, tüketici sağlığı için yüksek risk oluşturmaktadır. Centers for Disease Control (CDC) verilerine göre her yıl gıda kaynaklı hastalıklar yaklaşık 48 milyon olguda, 3000 ölüm ve 128.000 hastaneye yatış oluşturmaktadır. Ek olarak, halk sağlığı kurumları hastalıklar ve salgınların maliyetini öderken, tüketici güveninde azalma, kayıpları hatırlama veya dava masrafları gıda endüstrisi tarafından karşılanması gerekir (Scharff 2012). Et (kümes hayvanları ve balık dahil) dünyanın her yerinde bir çok insan için hayvansal proteininin ilk tercih kaynağıdır (Dave ve Ghaly 2011). Codex Alimentarius göre (Codex Alimentarius 2005) et, hem bir hayvanın bütün parçaları olarak hem de insan tüketimine uygun ve güvenli olarak tanımlanmaktadır (USDA 2014). Beslenme açısından, etin önemi tüm temel aminoasitleri içeren yüksek kaliteli proteini ve biyolojik olarak kullanılabilen mineraller ve vitaminlerinden kaynaklanmaktadır. 2010 yılında, gelişmekte olan ülkelerde kişi başına düşen yıllık ortalama kırmızı et tüketimi 32,4 kg iken ABD’de kişi başına düşen 124 kg, sanayileşmiş ülkelerde ise kişi başı 79,2 kg dır (FAO 2012). Et ve et ürünleri yapısındaki elzem amino asitlerinden dolayı biyolojik değeri yüksek protein içeriğine ek olarak, beslenme açısından büyük önem taşıyan demir, çinko gibi mineraller ile B grubu vitaminlerin, ayrıca elzem yağ asitlerini içermesi nedeniyle de sağlıklı beslenmede önemli gıdalardır (Moloney 2002). Et ve ürünlerinde mikrobiyal bozulmanın yanı sıra, vitaminlerin, elzem yağ asitleri ve aminoasitlerin kaybına, ayrıca renk, flavor, koku ve tekstürde istenmeyen değişikliklere neden olan oksidatif bozulma ürün kalitesi ve raf ömrü açısından önem taşır (Kanner 1994, Ho ve ark. 1995). İşleme ve depolama sırasında et ve et ürünleri bozulmaya katılan üç mekanizma; mikrobiyal bozulmalar, lipid oksidasyonu ve enzimatik otolizdir. Mikrobiyal popülasyon hayvanların bağırsak ve derideki doğal mikrofloralarından veya üretim zincirine bağlı çevresel, insan, taşıma ve depolama koşullarından geliyor olabilir (Cervený ve ark. 2009). Ette mikrobiyal büyüme; balçık oluşumu, yapısal bileşenler bozulması, su tutma kapasitesi azalmasına, istenmeyen koku, doku ve görünüm değişikliklerine neden olabilir (Dave ve Ghaly 2011). Lipid oksidasyonu yağ asitleri kompozisyonu, E vitamini konsantrasyonu ve kaslarda serbest demir gibi oksidanlara bağlıdır. Hidroperoksitler, aldehitler ve ketonlar gibi oksidasyon ürünleri yağlar, pigmentler, proteinler, karbonhidratlar, ve vitaminlerdeki bozunmadan dolayı renk ve besin değeri kaybına neden olur (Dave ve Ghaly 2011, Simitzis ve Deligeorgis 2010). Karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerin enzimatik otolizi, dokuların yumuşamasına ve yeşilimsi et rengine ve mikrobiyal ayrışmasına sebep olabilir. Proteolitik enzimler, daha düşük sıcaklıklarda (5°C) aktiftir mikrobiyal büyüme, su tutma kapasitesi

kaybı ve biyojenik aminlerin üretimine sebep olur (Kuwahara ve Osako 2003). Et işlenirken, kesilirken, paketlenirken, taşınırken, satılırken ya da dağıtılırken kontaminasyon oluşabilir. Patojen mikroorganizmalar et pişirme esnasında hayatta kalmazlar ama onların toksinleri ve sporlarının birkaçı varlığını sürdürebilir (Dave ve Ghaly 2011). Kırmızı et başlıca *Salmonella spp.*, *Listeria spp.*, *Clostridium spp.*, ve *Staphylococcus spp.* varlığı nedeniyle sıklıkla salgınlarla ilgili olabilir (CDC 2012). Taze et ve et ürünleri gereği gibi işlenmiş ve korunmamışsa, kolayca mikroorganizmalarla kirlenmiş olabilir ve bozulma yapan ve patojen bakterilerin büyümesini destekler, kalite kaybı ve potansiyel halk sağlığı sorunlarına yol açar (Vernozy-Rozand ve ark. 2002). Yapısı gereği diğer birçok gıdadan daha kolay bozulma eğiliminde olan taze etlerin ve işlenmiş et ürünlerinin kalitesi işleme, depolama ve taşıma esnasında ortaya çıkan biyokimyasal değişmelerin yanında, mikrobiyal gelişmenin etkisiyle de olumsuz yönde etkilenir (Sallam ve ark. 2004). Bölgelere göre değişmekle birlikte her yıl dünya et üretiminin 1/3 ile 1/4'ten daha fazlası bozulma nedeniyle kaybolmaktadır (Thakur ve Singh 1994). Oksijen gıdalarda lipid oksidasyonu, mikroorganizma büyümesi, enzimatik esmerleşme ve vitamin kaybı gibi birçok bozulma süreçlerinden sorumludur (Ayrancı ve Tunc 2004). Yağ oksidasyonu lezzet, renk ve besin kaybı ile sonuçlanır (Hong ve Krochta 2006). Taze ve dondurulmuş etlerde depolama esnasında su kaybının ve perakende tepsilerde paketlenen taze etlerden sızan su miktarının azaltılması, ransiditeye neden olan lipid oksidasyonu ve kahverengi rengin oluşumuna neden olan myoglobin oksidasyon hızının düşürülmesi, et ve ürünlerinde özellikle yüzeyde bozulma yapan mikroorganizmalar ile patojen mikroorganizma yükünün azaltılması ve aroma kaybı ile yabancı koku kontaminasyonunun sınırlandırılması yenilebilir film ve kaplamaların sağladığı faydalardır. Yenilebilir film ve kaplamaların ve bunlara dahil edilen aktif ajanların seçiminde ve kullanımında yenilebilirlikleri, kullanım dozları ve sağlık güvenliği hususları temel alınmalıdır (Baron ve Sumner 1993, Field ve ark. 1986). Geleneksel koruma yöntemlerine alternatif uygulamalardan biri olan antimikrobiyal maddeler kullanılarak yüzeydeki mikrobiyal gelişimin engellenmesiyle, et ve ürünlerinin raf ömürlerinin uzatılması olasıdır (Kolsarıcı ve Candoğan 1995, Ha ve ark. 2001). Ancak, antimikrobiyal maddelerin çözelti halinde püskürtme ve daldırma yoluyla ya da doğrudan gıdaya uygulanması durumunda, antimikrobiyal etkinlik, aktif maddenin gıda bileşenleriyle interaksyonu ve gıda içine fazla miktarda salınımından kaynaklanan zamanla aktif konsantrasyondaki azalma sonucu, ilave edilen maddenin antimikrobiyal aktivitesinde kayba neden olur ve uygulamanın faydalarını sınırlandırır (Kim ve ark. 2002). Yapılan çalışmalar, antimikrobiyal ambalajlamanın özellikle taze et ve et ürünleri için gelecek vadeden bir aktif ambalajlama formu olduğunu ortaya

koymuştur (Quintavalla ve Vicini 2002, Cooksey 2005). Kaliteyi olumsuz yönde etkileyen değişimlerin engellenmesinde son yıllarda oldukça güncel olan antimikrobiyal ambalajlama, ürün tazeliğinin korunarak daha uzun süre muhafaza edilebilmesini olanaklı kıldığından, et teknolojisinde geniş bir uygulama alanı bulmuştur (Han 2000, Vermeiren ve ark. 2002).

2.3. Köfte

Köfte, genel olarak taze kıymadan ve köfte hamuruna değişik sekiller verilerek hazırlanan ve ogunlukla ızgara türü pişirilmeyeyle tüketilen bir et ürünüdür (etin ve Bostan 2002). Köfte, mikroorganizmaların üremesi için oldukça elverişli olan kıymadan yapılmakta olup; işlenme sırasında gerek içine katılan katkı maddeleri ve gerekse yapılan karıştırma işlemleri esnasında sekonder olarak kontamine olabilen riskli bir gıda maddesidir (Tekinşen ve ark. 1980, Yıldırım 1988). Hazır veya yarı hazır gıdalara talep her geçen gün artmaktadır. Kolay hazırlanabilmesi bakımından hazır köfteler de çok tercih edilenler arasında yer almaktadır. Bu tip ürünler, pazarlama süresine kadar çiğ olarak bekletildiklerinden, muhafaza sırasında kolayca bozulmaktadırlar. Aynı zamanda değişik kaynaklardan bulaşan çok sayıda patojen mikroorganizmayı içerebilmesi bakımından tüketicisi sağlığı bakımından risk oluşturmaktadır (etin ve Bostan 2002, Yıldız ve ark. 2004). Köfte, yüksek değerli et ürünü üretmek için düşük değerli kıyılmış kırmızı etten üretilen en bilinen et rnleridendir (Dzudie ve ark. 2004). Tüm temel aminoasitleri ve çeşitli mikro besinleri (mineral ve vitaminler) sağlayan, gıda proteinlerinin önemli bir kaynağı olduğu için et ve et ürünleri insan beslenmesinde en önemli gıdalardan biridir.

2.4. Film

Son yıllarda artan evre bilinciyle, doğada büyük oranda biriken sentetik madde miktarını azaltmak amacıyla, gıdaların ambalajlanması konusunda yapılan araştırmalar doğal kaynaklardan üretilen biyopolimer film ve kaplamaların kullanımına yönelmiştir (Jane ve Wang 1996). Gıda ambalajlamada biyopolimerlerin kullanımı ile plastik bazlı ambalajlamaya olan bağımlılık azaltılmakta ve yenilenebilir tarımsal kaynakların değerlendirilmesi mümkün olmaktadır (Dawson ve ark. 2002). Gıda sanayinde çok çeşitli ambalaj materyalleri kullanılmakla birlikte, film kaplamalar sentetik ve yenilebilir (biyobozunur) olarak iki gruba ayrılmaktadır. Sentetik ambalaj teknolojisinde meydana gelen gelişmeler bu ambalajların gıda endüstrisinde kullanımını artırmaktadır. Fakat kullanımın oldukça fazla olmasına rağmen, bu materyaller petrokimya esaslı olup evre kirliliğine, ciddi ekolojik problemlere ve ilave geri

dönüşüm masrafları neden olmaktadır (Krochta 2002). Kaplama için kullanılan hammaddelerin, yenilebilir kaynaklardan ve aynı zamanda gıdayla birlikte tüketilebilir olması, koruma materyali olarak yenilebilir film ve kaplamaların kullanılmasını yeni bir teknolojiyle gündeme getirmiştir. Gıda ürünlerinde yenilebilir filmlerin kullanımı yeni gibi görünmekle birlikte bu uygulama yıllar öncesine dayanmaktadır (Debeaufort ve ark. 1998, Beckett 2000, Valencia-Chamorro ve ark. 2009). Örneğin vaklar Çin'de 12. ve 13. yy'dan beri ekşi meyvelerin dehidrasyonunu geciktirmek amacıyla kullanılmaktadır. 15. ve 16. yy'da Asya'da kaynamış soya sütünden elde edilen filmler (Yuba) gıdaların görünüşünü ve muhafazasını geliştirmek amacıyla kullanılmıştır (Mc Hugh 2000). İngilterede 16. yüzyılda Avrupa'da et ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için kaplama olarak domuz yağı veya yağlar kullanılmıştır (Pavlath ve Orts 2009). 19. yy'da ise ceviz, badem ve fındıkların depolanması sırasındaki oksidasyonu önlemek için yenilebilir koruyucu bir kaplama olarak ilk kez sakkarozun kullanıldığı belirtilmektedir (Mc Hugh 2000). On dokuzuncu yüzyılda, bir ABD patenti jelatin kaplama ile et ürünlerinin korunması ile ilgili olarak yayımlanmıştır (Pavlath ve Orts 2009, Baldwin and Hagenmaier 2012). Yenilebilir kaplamalar gıda sınıfı süspansiyonlardır; püskürtme, yayma ya da daldırma ile uygulanabilir, gıda yüzeyi üzerinde bağlı olan kurutma formunda net ince bir tabaka oluşturur. Kaplamalar, filmlerin belirli bir şekli, doğrudan malzeme yüzeyine uygulanır ve son ürünün bir parçası olarak kabul edilmektedir (Han ve Gennadios 2005). Diğer yandan, yenilebilir filmler genellikle bir inert yüzeyi üzerine dökülür, gıda sınıfı filmogenik süspansiyonlar elde edilir, bu kurutulduktan sonra gıda yüzeyleri ile temas halinde yerleştirilebilir. Filmler, ileri işleme yoluyla torbalar, örtü, kapsül, çanta, ya da muhafazaları oluşturabilirler (Sánchez-Ortega ve ark. 2014). Biyopolimer kaynaklı ambalajlama, ham madde olarak tarımsal ve su ürünleri orijinli ham maddelerin kullanıldığı ambalajlama olarak tanımlanmaktadır. Biyopolimer kategorisinde değerlendirilen polisakkaritler, proteinler ve lipidlerden üretilen yenilebilir film ve kaplamaların birincil ve ikincil ambalaj materyali olarak kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Son 10 yılda farklı amaçlar için değişik özelliklere sahip yenilebilir biyopolimer ambalaj materyalleri üretimi ve üretilen ambalaj materyallerinin özelliklerinin iyileştirilmesi üzerine birçok çalışma yapılmıştır ve günümüzde de bu konuda araştırmalar artarak devam etmektedir (Cha ve Chinnan 2004). Ürünle birlikte tüketilebilen yenilebilir filmlerin avantajları; sağlık açısından güvenilir olması, basit teknoloji gerektirmesi, üretim maliyetlerinin düşük olması ve çevreyi kirletici etkisinin olmaması şeklinde sıralanmaktadır. Yenilebilir film ve kaplamalar oksijen, karbondioksit ve yağ sızmasını kontrol altında tutarak, gıda sisteminin mekanik özelliklerini geliştirmekte, tat ve aroma maddelerinin kaybını

azaltmakta, antioksidanları, antimikrobiyel maddeleri, pigmentleri, esmerleşme reaksiyonlarını durduran iyonları ve vitaminleri ürünün içerisinde tutarak gıda kalitesini arttırmakta ve raf ömrünü uzatmaktadır (Guillard ve ark. 2003, Sorrentino ve ark. 2007). Yenilebilir kaplamaların kullanımı ile ilgili çalışmalar özellikle, soğukta muhafaza edilen ve taze tüketilen et, tavuk, su ürünleri ve tüketime hazır gıdalarda raf ömürlerini uzatmak ve ürün kalitesini geliştirmek amacıyla uygulanmaktadır. Yenilebilir film ve kaplamaların fonksiyonları, büyük ölçüde onların geçirgenlik özelliklerine dayanmaktadır. Yenilebilir film ve kaplamaların Sahip olması gereken özellikler aşağıdaki şekilde maddelenebilmektedir (Appendini ve Hotchkiss 2002):

- Kullanılan hammaddeler genellikle güvenilir kabul edilmiş (GRAS: Generally Recognized as Safe) olmalı,
- Yavaş, fakat kontrollü ürün solunumuna izin vermeli,
- Yapısal bütünlük sağlamalı ve mekanik işlemeyi geliştirmeli,
- Gıda katkı maddelerinin fonksiyonel etkilerini destekleyici ve koruyucu özellikte olmalı,
- Mikrobiyel bozulmayı, uzun depolama süreleri boyunca engellemeli veya azaltmalıdır.

Yenilebilir filmler biyolojik kaynaklı yapılarına göre 3 şekilde sınıflandırılmaktadır; genel olarak yenilebilir filmler, proteinler, lipitler, polisakkaritler veya benzeri kompozitlerden oluşmaktadır. Kullanılan polimerler, gıdanın niteliğine, film ve kaplamadan beklenen fonksiyonlara bağlı olarak seçilmelidir. Farklı avantaj ve dezavantajları olan bu maddelerin birkaçının bir araya getirilmesiyle de kompozit filmler oluşturulmakta ve bu yolla gaz, nem ve buhar geçirgenlik özellikleri geliştirilmektedir (Debeaufort ve ark. 2000, Matuska ve ark. 2006, Sanchez-Gonzales ve ark. 2010). Günümüzde geliştirilen aktif ambalajlama uygulamalarında; istenilen özellikleri kazandırmak amacıyla oksijen tutucular, etilen tutucular, karbondioksit düzenleyiciler, antioksidanlar, fenolik bileşikler, antimikrobiyel özellikteki maddeler ve probiyotik bakteriler ambalaj materyallerinin bileşimine dahil edilmektedir (Coma ve ark. 2002). Yenilebilir filmler ve kaplamalar formülasyonlarında antioksidan maddeler de içerebilir, aynı zamanda kalitenin daha iyi korunması ile sonuçlanan oksijen bariyeridir. Ortam bağıl nemi yanı sıra ürünün su aktivitesi film ve kaplamaların antioksidan etkisini belirler (Bonilla ve ark. 2012). Antimikrobiyal filmler dört temel kategoride tanımlanabilir (Cooksey 2005):

- (1) Biyolojik olarak aktif, depolama sırasında serbest kalan antimikrobik maddelerin pakette bağlantılı bir kesecik içine dahil edilmesi
- (2) Ambalaj filmi içine antimikrobiyalin doğrudan katılması.
- (3) Katkı maddesi için bir taşıyıcı olarak hareket eden bir malzeme ile paketlenme kaplanması.
- (4) Film-oluşturucu özelliklere sahip olan antimikrobiyal makromoleküller (Coma 2008).

Kester ve Fennema (1986) türleri, hazırlama yöntemleri, özellikleri ve yenilebilir polimerlerin yapısal bütünlük, gıda maddelerinin taşıyıcısı olarak kullanımı, katkı maddeleri ve uçucu aroma bileşiklerinin tutma, daha iyi bir mekanik işleme özelliklerinin yanı sıra, nem göçü, gaz taşımaları (oksijen ve karbondioksit), sıvı ve katı yağ göçü ve çözünen taşınmasını azaltıcı olası fonksiyonel özellikleri olduğu kaydettiler. Son zamanlarda, Krochta De Mulder-Johnston (1997) yenilebilir polimer filmlerin selülozlar, nişastalar, diğer polisakkaritler (alginatlar, karragenanlar ve pektinatlar) ve proteinlerden (kolajen, jelatin, zein, glüten, soya proteini, kazein ve peynir altı suyu proteini) hazırlanabilirliğini incelediler (Miller ve Krochta 1997).

2.5. Antimikrobiyel madde içeren ambalajlama sistemleri

Antimikrobiyel maddelerin kullanılması ile gıda ve ambalaj malzemesinde bulunan mikroorganizmaların gelişimlerinin belirli düzeyde veya tamamen yavaşlatılması ya da durdurulması sağlanabilmektedir (Üçüncü 2007). Ambalaj materyallerinin antimikrobiyel maddelerle kaplanması bazı durumlarda antimikrobiyel etkinliği artırabilmektedir (Suppakul ve ark. 2003). Antimikrobiyel bileşik bir polimer kaplama solüsyonuna ilave edilmekte, bu şekilde bileşiğin filme dahil edilmesi ve stabilliği sağlanmaktadır (An ve ark. 2000). Gıda içine koruyucu ajanların direkt ilavesi gıdanın duyuşsal ve yapısal niteliklerinde değişimle sonuçlanarak gıda kalitesini düşürebilir. Bu durumda, gıdaların kalitesini bozmadan raf ömrünü uzatmak ve gıda güvenliğini geliştirirken hedeflenen bakterilerin büyümesini inhibe etmek için AM ambalajlama önemli roller oynamaktadır (Fung ve ark. 1980). Aktif ambalajlamanın bir formu olan antimikrobiyel ambalajlama ise özellikle taze kırmızı et, kanatlı etleri, su ürünleri ve bazı süt ürünleri için uygun bir koruma yöntemidir (Brody ve ark. 2001). Ambalaj materyaline veya ortamına çeşitli aktif bileşenlerin tek başına ya da kombine olarak eklenerek, kontamine olmuş gıdadaki mikroorganizmaların tamamen inhibe edilmesi ya da gelişmelerinin sınırlandırılması amacıyla yönelik geliştirilen antimikrobiyel ambalajlamanın temeli, gıdalara antimikrobiyel bileşiklerin göçünün kontrollü bir şekilde

sağlanmasıdır. Sonuçta, sadece başlangıçtaki istenmeyen mikroorganizmalar inhibe edilmeyip, ürünün depolanması ve taşınması esnasında antimikrobiyal aktivite daha uzun süreli olduğundan, aynı zamanda, mevcut mikroorganizma gelişimi de engellenir (Han 2000, Cutter 2002). Antimikrobiyal ambalajlama, gıda endüstrisinde iyi sanitasyon uygulamalarının yerini tutacak bir sistem olarak düşünülmemelidir. Ancak, gıda güvenliğinin sağlanmasında patojen ve/veya bozulma yapan mikroorganizmalar için bir engel mekanizması oluşturur (Cooksey 2005). Gıda yüzeyiyle etkileşim halinde bulunan antimikrobiyel film/kaplamalar, gıdadaki spesifik mikroorganizmaların üreme hızını düşürerek canlı mikroorganizma sayısını azaltmakta, böylece gıda güvenliği ve tazeliği korunarak gıdanın raf ömrü ve kalitesi arttırılabilmektedir (Cha ve Chinnan 2004). Antimikrobiyel film ile ambalajlanmış gıdalar ambalajlamadan hemen önce ya da proses sonrası ambalaj açıldıktan sonra mikroorganizmalarla kontamine olabilirler. Bu mikroorganizmalar gıda yüzeyine yani ambalaj ve gıda arasındaki alana yerleşir. Antimikrobiyel kaplama uygulamalarında ise kaplama materyali ile kaplanmış gıda yüzeyinde, oksijen yetersizliği ve antimikrobiyel maddelerle doğrudan etkileşim nedeniyle mikroorganizma gelişimi gözlenmez. Mikrobiyel gelişim kaplama yüzeyinde gerçekleşir. Başlangıçta antimikrobiyel madde içermeyen gıda tabakasına, antimikrobiyel maddenin difüzyon hızına bağlı olarak film ve kaplamadan antimikrobiyel madde geçişi olur, buna bağlı olarak antimikrobiyel madde miktarı azalır. Film ve kaplamadaki antimikrobiyel madde miktarının, bu maddenin geçiş kinetiği ile kontrol edilmesi gerekmektedir (Kristo ve ark. 2008, Appendini ve Hotchkiss 2002). Yenilebilir film sistemlerinde antimikrobiyel madde yavaş bir şekilde film tabakasından gıdaya geçmektedir. Böylelikle film içerisinde ve gıda yüzeyinde yüksek derişimde antimikrobiyel madde kalmakta ve mikroorganizmalara karşı daha uzun süre etki görülmektedir (Coma ve ark. 2002, Çağrı ve ark. 2002). Kaplama sistemlerinde ise, gıdanın mikroorganizmalardan korunması için antimikrobiyel maddelerin kaplama materyalinde kalması gerekmektedir. Bu nedenle etkin antimikrobiyel aktivite için kaplamadaki antimikrobiyel madde geçiş hızının filmdekine kıyasla daha düşük olması gerekmektedir (Gennadios ve ark. 1994). Antimikrobiyel film ve kaplamaların üretiminde kimyasal ve doğal antimikrobiyel maddeler kullanılmaktadır. Kimyasal antimikrobiyel maddeler, gıda ile birlikte tüketildiğinden kullanımlarına birtakım sınırlamalar getirilmiş ve sınırlı miktarda antimikrobiyel madde yenilebilir film ve kaplamalarda kullanılmaya başlanmıştır (Gennadios ve ark. 1994, Cha ve Chinnan2004). Doğal antimikrobiyel maddeler, kimyasal antimikrobiyel maddelerde olduğu gibi sınırlı miktarda değil, antimikrobiyel etkiyi sağladıkları kritik miktar ve üzerinde kullanıldıklarında etkili bir antimikrobiyel aktiviteye sahiptirler. Ancak, yüksek miktarlarda antimikrobiyel

madde kullanımı tat ve renk değişimlerine neden olabilmekte, bu da gıdanın kendine özgü tadının ve renginin baskılanmasına ve gıdanın tüketici tarafından tercih edilmemesine sebep olmaktadır (Gennadios ve ark. 1994). Yenilebilir filmlerin aktif ambalajlamada kullanımı gıda güvenliğinde yeni bir yaklaşımdır. Basit üretim teknolojisi gerektirmeleri, ucuz olmaları, doğal bileşiklerden elde edilmeleri, fonksiyonel özelliklerindeki çeşitlilik ve biyolojik olarak bozunabilmeleri nedeniyle son yılların dikkat çeken ambalaj materyalleridir (Cha ve Chinnan 2004, Appendini ve Hotchkiss 2002). Antimikrobiyal maddelerin uygun bir miktarı polimer filme dahil edildiğinde antimikrobiyal ambalajın etkili bir şekilde hedeflenen bakteriyi inhibe edebildiği çok sayıda çalışmada belirlenmiştir. Antimikrobiyal ambalajlamanın etkinliği iki önemli nedenden dolayı gıda içine koruyucu ajanların direkt ilavesine kıyasla daha fazladır. İlk olarak, polimer filme antimikrobiyal maddelerinin bağlanması uzun bir süre boyunca antimikrobiyal maddelerin fonksiyonunun yavaş yavaş serbest bırakılmasını sağlar. İkinci olarak, gıdaya doğrudan eklendiğinde koruyucu ajanların antimikrobiyal aktivitelerinin gıda matrisleri ve bileşenleri tarafından inaktivasyonu (Nötrleştirme, hidroliz, seyreltme ve diğerleri gibi) karşılanabilir (Appendini ve Hotchkiss 2002, Muriel-Galet ve ark. 2012). Ambalaj malzemeleri üzerine biyoaktif yüzey kaplamaları göç, salıverme ya da baştaki boşluğa buharlaşmaya dayalı aktiviteye sahip olabilir ve bakteriyosinler, baharatlar veya uçucu yağlar olabilir (Coma 2008). Gıda paketleme sistemlerinde kullanılmak için potansiyel antimikrobiyal ajanlar organik asitler, asit tuzları, asit anhidridler, para-benzoik asitler, alkol, bakteriosinler, yağ asitleri, yağ asidi esterleri, kenetleme maddeleri, enzimler, metaller, antioksidanlar, antibiyotikler, fungusidler, sterilize edici gazlar, sanitize etme maddeleri, polisakaritler, fenolikler, bitki uçucu maddeleri, bitki ve baharat özleri probiyotiklerdir (Cutter 2006). Film yapılarında değerlendirilmiş olan antimikrobiyal bileşikler, organik asitler ve bunların tuzları, enzimler, bakteriosinler, triklosan, gümüş zeolit ve fungusidlerdir (Quintavalla ve Vicini 2002). Antimikrobiyal ajanlar, ya ambalaj materyalinin reçine formuna doğrudan ilave edilir ya da çok katmanlı ambalaj filmleri üretiminde katmanlardan birisi üzerine kaplanarak sisteme dahil edilir (Cooksey2001). Gıda yüzeyi boyunca kontrollü göçün başarılı bir şekilde sağlanabilmesi için, çok katmanlı filmler (kontrol katmanı/ matriks katmanı/ bariyer katmanı) önerilmektedir. İç katman, aktif maddenin difüzyon hızını kontrol ederken, matriks katmanı aktif ajanı içerir ve bariyer katmanı da ambalaj dışına doğru antimikrobiyal ajanın göçünü önler (Floros ve ark. 2000). Literatürde, doğal polimerlerden ya da bu polimerlerin farklı oranlarda karıştırılmasıyla üretilen, antimikrobiyel madde ilavesiyle de antimikrobiyel özellik kazandırılmış yenilebilir filmler üzerine yapılmış pek çok araştırma bulunmaktadır (Santiago-Silva ve ark. 2009, Janes ve ark. 2005).

Yapısı gereği doğal olarak antimikrobiyal özellikte olan ve yenilebilir ambalaj materyalleri üretiminde kullanım alanı bulan kitosan selülozdan sonra doğada en fazla bulunan ikinci doğal biyopolimerdir. Bu biyopolimer, bakterilere, küflere ve mayalara karşı antimikrobiyal aktivite gösteren yenilebilir ve biyobozunur bir materyaldir. Gram negatif bakterilerin dış membranlarındaki bariyer özelliklerini bozduğundan gıdaların korunmasında çok uygun bir antimikrobiyal maddedir. İyi film oluşturma özelliğinden dolayı kitosan film ya da kaplama şeklinde gıda ambalaj materyali olarak başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Cooksey 2005, Vartiainen ve ark. 2004, Wang 1992, Caner ve ark. 1998). Raybaudi-Massilia ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada %0,7 (h/h) oranında tarçın, karanfil, limon otu yağı ve bunların aktif bileşenleri olan %0,5 (h/h) oranında sitral, sinemaldehit, eugenol içeren aljinat esaslı kaplama çözeltileri hazırlamışlar ve fuji elmalarını bu kaplama çözeltileri ile kaplamışlardır. Kaplanmış elmalarda *E. coli* O157:H7 sayısı 4 log kob/g'dan daha fazla oranda azalmış ve elmaların raf ömrünü 30 gün artmıştır. Ancak, depolamanın 0. gününde limon otu yağı ve sitral içeren kaplama çözeltisi ile kaplanmış örneklerde *E. coli* O157:H7 sayısındaki azalma diğer bileşenlerle kaplanmış örneklerle göre fazla olmuştur. Min ve ark. (2005) tarafından yapılan araştırmada laktoferrin, lizozim veya laktoperoksidaz gibi antimikrobiyel maddelerin ve %0-0,25 (g/g) oranında laktoperoksidaz içeren peynir altı suyu proteini esaslı filmlerin *S. enterica* ve *E. coli* O157:H7 ye karşı antimikrobiyel etkilerini incelemişlerdir. Lizozim ve laktoferrin mikroorganizmalara karşı antimikrobiyel etki göstermezken, laktoperoksidaz güçlü antimikrobiyel etki göstermiştir. Laktoperoksidaz (%0,15, g/g) içeren peynir altı suyu proteinli filmler *S. enterica* ve *E. coli* O157:H7 mikroorganizmalarını tamamen inhibe etmiştir.

Sarıkuş (2006) çalışmasında %2 (h/h) oranında kekik ve sarımsak özütü içeren peynir altı suyu proteini (PASP) esaslı antimikrobiyel yenilebilir filmlerin *S. enteritidis*, *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* ve *S. aureus* mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyel etki gösterdiğini belirlemiştir. Kekik ve sarımsak yağı (%2, h/h) içeren filmlere natamisin veya nisin ilave edilerek bu filmler *S. enteritidis*, *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes*, *S. aureus* ve *Penicillium* spp. ile inoküle edilmiş dilim kaşar peynirleri üzerine uygulanmış ve 15 gün süreyle buzdolabı sıcaklığında depolanmıştır. Depolama süresi sonunda kekik yağı içeren PASP filmle ambalajlanmış kaşar peyniri örneklerinde *E. coli* O157:H7 sayısında 1,48, *S. aureus* sayısında ise 2,15 logaritmik evre azalma saptanmıştır. Sarımsak yağı içeren filmler *S. Enteritidis* için, nisin veya kekik yağı içeren filmler ile benzer etki göstermiştir. *L. monocytogenes* sayısında en fazla azalma sırasıyla nisin, sarımsak veya kekik yağı içeren film

ile ambalajlanmış örneklerde görülmüştür. Natamisin içeren PASP film ile ambalajlanmış örneklerde maya ve küf sayısı, depolamanın 1. günde 0,33, 7. günde 1,45 logaritmik evre azalma göstermiştir. Kekik bazlı filmler ette bakteri büyümesine karşı etkili olmuştur. Örneğin kekik uçucu yağı içeren aktif filmler *Pseudomonas* ve total flora büyümesini azaltabilir, böylece sığır etinde Laktik asit bakterilerinin gelişimini inhibe edilebilir (Zinoviadou ve ark. 2009). Muriel-Galet ark. (2012) kekik uçucu yağ ve sitral ile kaplı polipropilen (PP) film üzerinde çalışmışlar. %6.7 karvakrol aktif maddeli kekik uçucu yağ kaplı PP filmi kontrol numunesi (AM ajanı olmayan PP film) ile karşılaştırılarak, salatada sırasıyla 1,4 log, 0,5 log ve 0,36 log CFU / g *E. coli*, *Salmonella entericave* *L. monocytogenes* sayısını 4°C sıcaklıkta iki gün boyunca %12 CO₂ ve % 4 O₂ ambalaj ortamında depolamadan sonra sıcaklıkta başarıyla azaltılmıştır. Aynı anda %5 Sitral kaplamalı PP film sırasıyla 0,36 log ve 0,41 log CFU/g, *E. coli* ve *Salmonella enterica* sayısını azaltmayı başardı. Rasooli ve ark. (2006) iki kekik çeşidi olan *Thymus eriocalyx* ve *Thymus x-porlock* esansiyel yağlarının *Listeria monocytogenes* gelişimi üzerindeki antibakteriyal etkisini denemişlerdir. Söz konusu iki kekik (thyme) çeşidinin de *Listeria monocytogenes*'e karşı yüksek antibakteriyal etki gösterdikleri tespit edilmiştir. Yiğit ve Benli (2005). *Thymus vulgaris* (kekik) bitkisinin sekiz farklı çözen ile hazırlanan ekstraktlarının on dört mikroorganizma üzerindeki antimikrobiyal etkisini iki farklı metotla denemişlerdir. Denenen sekiz farklı ekstraktın, mikroorganizmalardan sadece *Bacillus subtilis* üzerinde antimikrobiyal aktivite gösterdiği gözlenmiştir.

Li ve ark. (2006) konjak glukomannan ve kitosan esaslı filmlere farklı derişimlerde nisin ilave etmiş ve bu filmlerin *E. coli*, *S. aureus*, *L. monocytogenes* ve *B. cereus* üzerine antimikrobiyel etkilerini incelemişlerdir. Konjak glukomannan esaslı filmlere nisin ilavesi, *S. aureus* üzerine antimikrobiyel etki göstermediğini belirtmiştir. Krasaekoopt ve ark. (2008) taze dilimlenmiş kavunları kitosan içeren metilselüloz çözeltisi ile kaplamışlar ve 10°C'de 15 gün süreyle depolamışlardır. Farklı derişimdeki kaplama çözeltileri içinde mikroorganizmalar üzerinde en yüksek logaritmik azalma %1,5 (a/a) oranında kitosan içeren kaplama çözeltileri ile sağlanmıştır. Depolama süresi sonunda bu çözelti ile kaplanmış örneklerdeki mezofilik (3,3), psikrotrof (3,9), laktik asit (3,1), toplam koliform bakteri (3,8) ve maya-küf sayısında (1,1) log kob/g azalma görülmüştür. Kavun dilimlerinin raf ömrü 10 °C'de 10 gün artmıştır. Moreira ve ark. (2009) dilimlenmiş balkabaklarını kitosan, karboksimetilselüloz (%0,75, a/a) ve sodyum kazeinat (%5, a/a) içeren kaplama çözeltileri ile kaplamışlardır. Kaplamanın ve kurutma koşullarının (20 °C'de 100 dak., 30 °C'de 50 dak. ve 50 °C'de 30 dak.) balkabağı

dilimlerinin mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Yapılan mikrobiyolojik analiz sonucunda, sodyum kazeinat ve karboksimetilselüloz ile kaplanmış örneklerin mezofilik aerobik bakteri (MAB) sayısında kaplanmamış örneklere göre önemli bir değişiklik görülmemiştir. Kitosan ile kaplanmış ve 50 °C'de 30 dak. kurutulmuş balkabağı dilimlerinde ise MAB sayısı yaklaşık 1 logaritmik evre azalmıştır.

Kültür ortamı ve sıvı gıdalar değerlendirildiğinde nisin polilaktik asite dahil edildiğinde *L. monocytogenes*, *Esch erichia coli* O157:H7 ve *Salmonella enteritidis* gibi gıda kaynaklı patojenlere karşı antimikrobiyal etkinlik göstermiştir (Jin ve Zhang 2008). Gill (2000) lizozim, nisin ve EDTA içeren jelatin esaslı kaplamaları jambon ve sosislere uygulayarak *L. sake*, *L. mesentreoides*, *L. monocytogenes* ve *S. typhimurium* gibi gıdaları bozan ve hastalık yapan mikroorganizmaları kontrol etmeyi başarmıştır. Dawson ve ark. (1996) ve Padgett ve ark. (1998) mısır zeini ya da soya proteininden ısıl ekstrüzyonla üretilmiş yenilebilir filmlere nisin ve lizozim ilave ederek, bu filmlerin *E. coli* ve *L. plantarum*'a karşı inhibisyon etkisini göstermişlerdir. Kristo ve ark. (2008) sodyum laktat, nisin gibi doğal ve potasyum sorbat gibi kimyasal antimikrobiyel madde içeren sodyum kazeinat esaslı antimikrobiyel filmler üretmişler ve bu filmlerin *L. monocytogenes* üzerine antimikrobiyel etkinliğini incelemişlerdir. Nisin içeren filmler, sodyum laktat ve potasyum sorbat içeren filmlere göre *L. monocytogenes* üzerine daha güçlü antimikrobiyel etki göstermiştir. Sivarooban ve ark. (2008) üzüm çekirdeği özütü (ÜÇÖ), nisin ve etilendiamin tetra asetikasit (EDTA) içeren soya proteini esaslı antimikrobiyel filmler üretmişler ve bu filmlerin *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7 ve *S. typhimurium* üzerine antimikrobiyel etkinliğini incelemişlerdir. ÜÇÖ, nisin ve EDTA içeren soya proteini esaslı film, *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7 ve *S. typhimurium* sayılarında sırasıyla 2,9, 1,8 ve 0,6 logaritmik evre azalmaya neden olmuştur. Pranoto ve ark. (2005) sarımsak yağı, potasyum sorbat veya nisin ilave edilen kitosan filmlerin, *E. coli*, *S. aureus*, *S. typhimurium*, *L. monocytogenes* ve *B. cereus* gibi mikroorganizmalara karşı antimikrobiyel aktivitelerini incelemişlerdir. Sarımsak yağı, potasyum sorbat veya nisin içeren filmler; *S. aureus*, *L. monocytogenes* ve *B. cereus* mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyel etki gösterirken, *E. coli* ve *S. typhimurium* türlerine karşı antimikrobiyel etki göstermediğini belirtmişlerdir. *S. aureus*, *L. monocytogenes* ve *B. cereus* üzerine antimikrobiyel etki gösteren kitosan filmlerden en güçlü antimikrobiyel etkiyi sarımsak yağı içeren kitosan filmler göstermiştir. Gamage ve ark. (2009) %0,6, 0,8 ve 1,0 w/w sarımsak yağı ilave edildiğinde önemli farklılıklar olmazken, %1,2 w/w sarımsak yağılı plastik film mikrobik büyümeyi bürüksel

lahanasında inhibe ettiğini bulmuşlardır. Ancak sarımsak yağı yenilebilir filmde küçük bir miktar kullanıldığında, etkin bir şekilde gram-negatif ve gram-pozitif bakteri sayısını azalttığı, sarımsak yağı %0,2 w/w içeren alginat filmin *S. aureus* ve *B. cereus* gelişimini inhibe ettiği bildirilmiştir (Pranoto ve ark. 2005). Oliveria ve ark. (2007) natamisin içeren selüloz esaslı filmleri gorgonzola peynirine uygulamış ve filmlerin *P. roqueforti* üzerine antimikrobiyel etkinliğini incelemişlerdir. Uygulama sonunda natamisin içeren selüloz filmle kaplanmış peynirlerin, kontrolden daha az küflendiği gözlenmiştir. Natamisin içeren antimikrobiyel film, yüzeye püskürtme yöntemine göre daha uzun süre antimikrobiyel etki göstermiştir. Santos Pires ve ark. (2008) nisin, natamisin ve nisin+natamisin içeren selüloz esaslı filmler üretmişler ve bu filmlerin dilimlenmiş mozzarella peynirindeki *S. aureus* ATCC 6538, *L. monocytogenes* ATCC 15313, *Penicillium spp.* ve *Geotrichum spp.* üzerine antimikrobiyel etkinliğini 12±2 °C'de 15 gün süreyle incelemişlerdir. Natamisin içeren filmler, *Penicillium spp.* ve *Geotrichum spp.* üzerine antimikrobiyel etki göstermiş ve depolamanın 9. gününde bu mikroorganizmaların sayısında 2 logaritmik evre azalmaya neden olmuştur. Nisin+natamisin içeren selüloz filmler *Penicillium spp.* üzerine antimikrobiyel etki göstermiş ve sırasıyla 4,8 and 2,3 cm inhibisyon zonları oluşturmuştur. Nisin içeren selüloz filmler, filmde örneğe nisin difüzyon hızının çok yavaş olmasından dolayı *S. aureus* ATCC 6538 üzerine antimikrobiyel etki göstermemiştir. Ayana ve Turhan (2009) tarafından kaşar peynirindeki *S. aureus* gelişimini engellemek için %1,5 (a/h) oranında zeytin yaprağı özütü içeren metilselüloz esaslı filmler, dilimlenmiş kaşar peyniri örneklerine uygulanmıştır. Örnekler 4±0,3°C'de 14 gün süreyle depolanmıştır. Zeytin yaprağı özütünün antimikrobiyel etkisi sonucunda, *S. aureus* ile inoküle edilmiş ve %1,5 (a/h) zeytin yaprağı özütü içeren metilselüloz esaslı film ile kaplanmış kaşar peyniri dilimlerinde *S. aureus* sayısı %24,5 oranında azalmıştır. Rojas-Grau ve ark. (2007) %0,1 (a/a) oranında mercanköşkü yağı, karvakrol içeren, %0,5 (a/a) oranında limon otu yağı, sitral, tarçın yağı, sinemaldehit içeren aljinat-elma püresi esaslı filmlerin *E. coli* O157:H7 üzerine antimikrobiyel etkinliğini belirlemişlerdir. Karvakrol içeren filmler, *E. coli* O157:H7 üzerine diğer filmlerden daha güçlü antimikrobiyel etki gösterirken, tarçın yağı içeren filmler en düşük antimikrobiyel etkiyi göstermiştir. Soya proteini yenilebilir filmle dahil edilen GFSE nin AM aktiviteleri 25 ° C'de 1 saat inkübasyondan sonra *L. monocytogenes* sayısını 1 log CFU / ml indirgenmesiyle olumlu bir sonuç gösterdi. Bununla birlikte, *E. coli* ve *S. typhimurium* sadece 0,1 ve 0,2 log CFU / ml sırasıyla azalma gösterdi (Sivarooban ve ark. 2008). Yoğun alil izotiyosiyanat (AIT) (Nadarajah ve ark. 2005a), biberiye (Han ve ark. 2007), sarımsak yağı (Gamage ve ark. 2009, Pranoto ve ark. 2005) ve sinemaldehit (Han ve ark. 2007) içeren diğer esansiyel

yağlarla kaplı filmle çalışılmıştır. %1,2 w/w AIT (alil izotiyosiyanat) içeren yönlendirilmiş polipropilen/poliyeten(OPP/PE) film 10°C de saklanan brüksel lâhanasında mikrobiyal sayıyı önemli ölçüde azalttı (Gamage ark. 2009). Nadarajah ve ark. (2005b) AITnin kıyma köftesinde 10 gün içinde depolamada *E. coli*'ye karşı 3 log CFU / g bir azalma ile etkili olduğu ayrıca bildirilmiştir. Triklosan, 500 ve 1000 mg kg-1 düşük yoğunluklu poliyeten (LDPE) filmlerde agar difüzyon testinde patojenik bakterilere karşı antimikrobiyal aktivite sergilemiştir, fakat 7°C'de VP tavuk göğüs eti üzerinde mikroorganizma büyümesini azaltmada etkili olmadığı bildirilmiştir (Vermeiren ve ark. 2002). Etilen vinil asetat ve erucamide içeriği ve üç farklı bacteriosin ile kaplanmış dört poliyeten filmlerin incelenmesi farklılık gösterir, ambalaj faaliyetiyle ilgili antimikrobiyal ajan dağılımı ve filmin ve pürüzlülüğü ile indikatör suşların çoğuna karşı antimikrobiyal aktivite göstermiştir (Storia ve ark. 2008).

Yapılan literatür araştırmalarından elde edilen bilgiler ışığında su ürünlerinin muhafazasında yenilebilir film ve kaplamaların yaygın şekilde kullanıldığı görülmektedir. Kitosanla kaplamanın lipid oksidasyonunu azaltarak, iki farklı balık çeşidinin (*Gadus morhua* ve *Clupea harengus*) raf ömrünü uzattığı görülmüştür (Yılmaz ve ark. 2006). Kitosan ve jelatin solüsyonu karışımından oluşan bir kaplama dondurulmuş morinadan yapılan köftelere uygulanmış, mikroorganizma sayısındaki azalma sayesinde köftelerin bozulması önlenmiştir (Lo'pez-Caballero ve ark. 2005). Kitosanın salmon balıkları (Kim ve Thomas 2007) ve ringa balıkları (Shahidi ve ark. 2002) üzerinde antioksidatif etki gösterdiği görülmüştür. Yüksek deasetile derecesine sahip kitosan salmon filetolarını çeşitli bakterilere karşı korumuş ve raf ömrünü uzatmıştır (Tsai ve ark. 2002). Alabalık filetolarının gluten, ksantan gum, buğdaymısır unu kaplamalarıyla (Kılınççeker ve ark. 2009) Pink salmon filetolarının Arrowtooth flounder (*Atherestes stomias*) proteini filmi ve yumurta albumini, kitosan, somon proteini, soya proteini gibi farklı kaplamalarla (Sathivel 2005) kaplanması doğal protein bazlı yenilebilir filmler için en iyi uygulama örnekleridir.

2.6. Baharatlar ve antimikrobiyal etkinlik

Biyolojik koruma, bitki ekstraktları veya patojen olmayan mikroorganizmalar ve/veya metabolitleri kullanılarak gıdaların mikrobiyal güvenliğininin sağlanması ve raf ömrünün uzatılması işlemidir. Kaliteli ve besleyici değeri yüksek, doğal görünüm ve lezzette, uzun raf ömrüne sahip et ürünlerine artan talep et ürünlerinde biyokoruyucuların kullanımı konusundaki araştırmalara hız kazandırmaktadır. Baharat ve uçucu bileşikler (kekikte bulunan

timol ve karvakrol, biberiyede bulunan sineol ve hesperidin, karanfilde bulunan eugenol, yeşil çayda bulunan kateşin, hardal tohumunda bulunan allil izotiyosiyanat vb.), bakteriyosin ve bakteriyofaj gibi biyokoruyucular et ürünlerinin korunmasını sağlamak ve raf ömrünü arttırmak için kullanılmaktadır. Gıdalarda kullanılan kimyasal koruyucuların yerini alabilecek bu alternatif doğal koruyucuların araştırılması sağlıklı beslenme ve iyi yaşam açısından önem taşımaktadır. Uçucu yağlar, kitosan, nisin ve lizozim doğal bileşiklerdir. Kimyasal koruyucu yerine 'Yeşil etiketleme' için fırsat sağlar, doğal bir görüntüsüyle tüketicileri çeker. Bu mevcut dünya ortamında zorunludur, gıda kalitesi ve gıda emniyeti için birincil öneme sahiptir. Bununla birlikte, diğer gıda maddeleri ile reaksiyona girme kabiliyeti ve bazılarının suda düşük çözünürlüğe sahip olması nedeniyle ticari olarak genellikle daha az caziptir. Duyusal özelliklerini değiştirebilir ve dar bir etkinlik spektrumuna sahip olabilirler (Zhou ve ark. 2010). Bitki ekstraktları, uçucu yağlar ve bitkilerden izole edilen diğer bileşikler bakteri, maya ve küf gelişimini inhibe edebilme özelliğine sahip çeşitli ikincil metabolitleri içermektedir (Chorianopoulos ve ark. 2008). Bitkilerden elde edilen antimikrobiyal bileşikler çoğunlukla yaprak (biberiye, kekik vb.), çiçek veya tomurcuk (karanfil vb.), kök (soğan, sarımsak vb.), tohum (rezene, maydanoz vb.) ve meyvelerden (biber vb.) elde edilen uçucu yağ fraksiyonunda bulunmaktadır (Gutierrez ve ark. 2008). Bu bileşikler bakterileri inhibe ederek istenmeyen metabolitlerin üretimini engelleyebilmektedir. Uçucu yağlar genellikle gram (+) bakterilere gram (-) bakterilerden daha etkili olmaktadır (Chorianopoulos ve ark. 2004, Gutierrez ve ark. 2008). Etki mekanizması tam olarak açık olmamakla birlikte uçucu yağlarda bulunan fenolik bileşiklerin, mikrobiyal metabolizmanın enzim reaksiyonlarını durdurabildiği bilinmektedir. Antimikrobiyal bileşikler, membran proteinleri ile etkileşime girerek membran bütünlüğünü bozma yeteneğine sahiptir ve bakteriyel hücre geçirgenliğini artırarak hücre içinde bulunan K⁺ iyonlarına ve diğer stoplazmik yapılara hücre dışına geçiş olanağı tanımaktadırlar (Bajpai ve ark. 2008). Stoplazmik zarın seçici geçirgenliğinde yaşanan bu kayıp hücre ölümünün nedeni olarak belirtilmektedir. Esansiyel yağlar ve bitki özlerinin AM aktiviteleri uzun zamandır bilinmektedir ve gıda kaynaklı patojenlere karşı bitkisel esansiyel yağların AM aktivitesi olduğu üzerine çok sayıda araştırma sonuçları yayınlanmıştır. Uçucu yağlar uçucu terpenoidler ve fenolik parçacıkları açısından zengin olduğu için mikroorganizmaların geniş bir spektrumunu inhibe etme potansiyeli yüksektir. Genel olarak, bitkisel esansiyel yağların aktif bileşenleri mikroorganizmaların sitoplazmik membranını bozarak, elektron akışı, aktif taşıma, proton motif kuvveti bozarak ve protein sentezinin engelleyerek mikroorganizmaları inhibe eder. Gıda ambalajlarına dahil edilen bitki özleri ve esansiyel yağlarının en yaygın örnekleri linalol, timol, karvakrol, karanfil yağı,

sinamaldehit ve fesleğen esans yağlarıdır (Sunga ve ark. 2013). Bitki uçucu yağ ve bileşenlerinin farmakolojik özellikleri incelenerek tıp, kozmetik ve endüstriyel alanlarda kullanılabilme imkânlarının yararlı olabileceği belirtilmektedir (Kırbağ ve Bağcı 2000). Bitkilerin antimikrobiyal bileşikleri genellikle esansiyel yağ kısmında bulunmaktadır. Antimikrobiyal aktivite; bitkinin türüne, kompozisyonuna ve konsantrasyonuna, hedef mikroorganizmanın türüne ve yüküne, gıdanın kompozisyonuna, işleme ve depolama koşullarına bağlıdır. Proteinler, lipitler, tuzlar, pH, ve sıcaklık fenolik maddelerin antimikrobiyal aktivitelerini etkileyen faktörlerdir. Pek çok uçucu yağ bileşenleri, ayrı ayrı test edildiklerinde önemli antimikrobiyal etki sergilemektedir. Karışım halinde kullanımının ise bu etkiyi daha da arttırdığı bilinmektedir (Nostro ve ark. 2000, Sağdıç 2003, Recio ve Rios 2005, Hohman ve ark. 2006). Yapılan araştırmalar bitkisel materyallerin güçlü antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteye sahip çok sayıda fitokimyasal bileşik içerdiğini göstermektedir (Kırca ark. 2007). Baharatlardan elde edilen uçucu yağlar dikkate değer antifungal, antibakteriyel, antioksidan aktivitelere sahiptirler. Bunların antimikrobiyal aktiviteleri, yapılarında bulunan fenolik (timol, kavrakrol, eugenol, vs.) ve terpenoid bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Uçucu yağlardaki bu fenolik bileşikler, hücre membranındaki fosfolipid tabakanın hassaslaşmasına dolayısıyla geçirgenliğinin artmasına sebep olurlar. İntraselüler bileşenlerin hücre dışına sızmasına veya enzim sistemlerinin bozulmasına sebep olarak mikroorganizma inhibisyonunu gerçekleştirirler. Baharat ve baharat ekstraktlarının mikrobiyal gelişmenin tüm aşamalarında etkili olduğu belirlenmiştir. Bunların kullanımı ile lag fazı uzamakta, logaritmik fazda üreme hızı azalmakta, toplam hücre sayısı düşmektedir. Sağlıklı şartlarda işlenmiş ve nispeten az mikroorganizma içeren gıdaların küf, Gram (+) bakteri ve bir ölçüde de Gram (-) bakterilere karşı korunmasında baharatların antimikrobiyal etkisinin önemli bir katkı sağlayabileceği belirtilmektedir (Nostro ve ark. 2000, Altuğ 2001, Roura ve ark. 2005, Coşkun 2006, Lacroix ve ark. 2006). Uçucu yağlar GRAS sayılmalarına rağmen kullanımları organoleptik özelliklerince sınırlandırılır. Bu sebeple kullanımında, gıdanın duyusal özelliklerini etkilemeksizin patojenik bakterilerin inhibisyonu için minimum konsantrasyonun saptanması gerekir (Nakahara ve Alzoreky 2003, Sarıkus ve Seydim 2006). Baharatlar, Flavonoidler ve fenolik asitler gibi fenolik bileşikler açısından zengindir, antioksidan ve antimikrobiyal özellikler içeren, biyolojik etkileri geniş bir yelpazede sergilenir (Oussalah ve ark. 2004, Suppalkulve ark. 2003, Matan ve ark. 2006, Han ve ark. 2007). Ette gıda kaynaklı patojenlere karşı bitkisel esansiyel yağların antimikrobiyal etkinliği ile ilgili çalışma gerçekleştirilmiştir (Hao ve ark. 1998).

2.6.1. Kekik

Kekik, *Labiatae* ailesinin bir aromatik bitkisidir. Gıdalarda uzun süre mutfak amaçlı kullanılmaktadır. Kekik esansiyel yağı 60'dan fazla maddeleri içerir. Çoğu önemli antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahiptir (Baranauskiene ve ark. 2003). Kekik esansiyel yağının en önemli bileşikleri büyük ve daha aktif bileşenleri oluşturan fenoller timol (%44-60) ve karvakrol (%2,2-4,2) (Di Pasqua ve ark. 2005), monoterpen hidrokarbonlar, p-simen (%18,5-23,5) ve c-terpinen (%16,1-18,9) dir (Baranauskiene ve ark. 2003, Daferera ve ark. 2000). İn vitro çalışmalar, bu bileşiklerin gram negatif ya da pozitif bakterilerin geniş bir spektrumuna karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir (Burt ve Reinders 2003, Özkan ve ark. 2003). Özellikle kekik uçucu yağında bulunan timol ve carvacrolun antimikrobiyal etkilerinin bulunduğu bilinmektedir (Benli ve Yiğit 2005, Güler ve Dalkılıç 2005, Sivropoulou ve ark. 1996). Yine kekik yağında bulunan fenolik bileşikler mikroorganizmaların hücre zarında bulunan fosfolipit tabakasını uyararak, hücre içi yaşamsal yapıların geçirgenliğini artırır ya da mikroorganizmaların enzim sistemlerini bozarlar (Helander ve ark. 1998; Lambert ve ark. 2001). Uçucu yağ oranı ve bileşimi açısından kekik türleri arasında ve hatta türler içerisinde değişim görülebilmektedir. Bugüne kadar yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular, kekik uçucu yağının en etkili bileşiminin timol olduğunu ortaya koymuştur ve uçucu yağda %5-60 oranında bulunabilmektedir. Yine uçucu yağda %5-60 oranında bulunan karvakrolün de antimikrobiyal etkisi büyüktür (Akgül 1993, Oğuz ve Sarı 2002).

Frangos ve ark. (2010) %0,2 ve %0,4 oranında kekik yağı kullanarak salamurada beklettikleri alabalıkları kontrol örnekleriyle karşılaştırdıklarında *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae*, LAB ve H₂S üreten bakteri popülasyonunu düşük bulmuşlar ve vakum paketli ürünlerin uçucu yağ konsantrasyonuna bağlı olarak raf ömrünün 9 günden 11–12 güne çıktığını belirtmişlerdir. Ancak araştırmacılar yüksek konsantrasyonda kekik yağının ürün açısından kabul edilebilir tat ve koku yaratmadığını söylemişlerdir. Bir başka çalışmada ise tavuk köftelerinde 300 ppm timol ve 300 ppm karvakrol kullanımı ürünün lezzet özelliklerini geliştirmiştir (Mastromatteo ve ark. 2009). Yiğit ve Benli (2005) *Thymus vulgaris* (kekik) bitkisinin sekiz farklı çözen ile hazırlanan ekstraktlarının on dört mikroorganizma üzerindeki antimikrobiyal etkisini iki farklı metotla denemişlerdir. Denenen sekiz farklı ekstraktın, mikroorganizmalardan sadece *Bacillus subtilis* üzerinde antimikrobiyal aktivite gösterdiği gözlenmiştir. Yapılan bir başka çalışmada sarımsak, soğan, tarçın, kekik, yabani mercanköşk ve karabiber yağlarının 100 ppm'de, karanfil ve yenibahar yağlarının ise 150 ppm'de

Clostridium botulinum 67 B'nin spor oluşturmasını engellediği saptanmıştır. Bu çalışmaya göre *Clostridium botulinum* remesine etkileri yönünden baharat yağları 3 kategoriye ayrılmış, çok etkili olanlar; tarçın, yabani mercanköşk, karanfil, etkili olanlar; yenibahar, kekik, az etkili olanlar; sarımsak, soğan, karabiber olarak bildirilmiştir (Coşkun 2010). Ilcım ve ark. (2001) kekik (thyme) uçucu yağının 1.6l uygulamasıyla *E. coli*' ye 16 mm, *S. aureus*'a 20 mm, *K. pneumoniae*' ya 16 mm'lik inhibisyon zonu oluşturduğu belirlenmiştir. Kekik (thyme) uçucu yağının çeşitli patojen mikroorganizmalara karşı yüksek antimikrobiyal etkide olduğunu tespit etmişlerdir. Bu yüksek aktivitenin kekik içeriğindeki kavrakrol ve timol fenolik bileşenlerden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Skandamis ve Nychas (2002) kombinasyon halinde uçucu yağların uçucu bileşiklerinin etkinliğini MAP koşullarında kullanımını değerlendirdi. Bu yazarlar kekik (*Origanum vulgare*) uçucu yağı bileşikleri ile takviye edilen et örneklerinin daha uzun raf ömürlü olduğunu göstermişlerdir. Bu uçucu bitki yağı bileşikleri modifiye edilmiş bir atmosferde depolanan ette hem büyümeyi hem de mikroorganizmaların metabolik aktivitesini etkilediği bildirilmiştir. Atrea ve ark. (2009) mikropipet yöntemiyle ahtapot yüzeyine enjekte ettikleri %0.2 ve %0.4 oranında kekik yağının H₂S üreten bakteriler ile Laktik asit bakterilerini (LAB) inhibe ederek vakum paketli rnlerin 4°C'deki raf ömrünü 9 günden sırasıyla 17 ve 23 güne çıkarttığını belirtmektedir. Benzer şekilde Viuda-Martos ve ark. (2010) mortadella üretiminde formülasyona ekledikleri portakal lifi (%1) + biberiye/kekik yağının (%0,02) raf ömrüne etkisini araştırmış, her iki uygulamanın da vakum paketli ürünlerde lipit oksidasyonu ve mikrobiyal gelişimede gecikme sağlayarak raf ömrünü arttırmaya yardımcı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. on ve ark. (1998) yaptıkları araştırmada altı ayrı baharattan (kekik, yenibahar, kimyon, nane, karabiber, sirmo) elde ettikleri uçucu yağları seyreltmeksizin sekiz ayrı bakteri suşuna (*L. monocytogenes*, *S. aureus*, *L. sake*, *L. plantarum*, *Y. enterocolitica*, *P. acidilactici*, *P. pentosaceus*, *M.luteus*) karşı kullanarak gösterdikleri antimikrobiyal aktiviteyi test etmişler ve en yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip uçucu yağın kekik yağı olduğunu belirlemişlerdir. Rasooli ve ark. (2006), iki kekik çeşidi olan *Thymus eriocalyx* ve *Thymus x-porlock* esansiyel yağlarının *Listeria monocytogenes* gelişimi üzerindeki antibakteriyel etkisini denemişlerdir. Söz konusu iki kekik (thyme) eşidinin de *Listeria monocytogenes*'e karşı yüksek antibakteriyel etki gösterdikleri tespit edilmiştir (Torlak 2009). Uçucu yağların ve bileşenlerinin antimikrobiyal özellikleri ile ilgili birçok çalışma yapılmasına rağmen antimikrobiyal etki mekanizmalarını ortaya koyan detaylı çalışma sayılarının oldukça az olduğu da gözardı edilmemelidir (Torlak ve Nizamlıoğlu 2009).

2.6.2. Sarımsak

Yapılan bir çalışmada antimikrobiyal alginat film % 0,4 v/v oranında sarımsak yağı içerecek şekilde hazırlandığında en fazla inhibitör etkinin *B. cereus*'a sonrasında ise *S. aureus*'a karşı olduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda %0,1 v/v oranındaki sarımsak yağı varlığı tüm bakterilerin üremesinde inhibisyon etki göstermiş ve inhibisyon derecesi mikroorganizmanın Gram boyama özelliğine göre değişiklik gösterdiği rapor edilmiştir (Torlak 2009). Ankri (1999) 'e göre, sarımsak, aynı zamanda antifungal ve antiparazitik faaliyet, Gram-negatif ve Gram-pozitif bakterilerin geniş bir yelpazesine karşı antibakteriyel aktivite sergiler. Diğer bir çalışmada *Campylobacter*, *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio*, *Yersinia*, *Listeria*, *Klebsiella*, *Lactobacillus*, *Enterococcus* ve *Bacteroides*'e karşı faaliyetlerini doğrulandı (Ross ve ark. 2001). *Bacillus subtilis*' e karşı toz sarımsak özü minimum inhibitör konsantrasyonu 6,25 mg/ml'lik bir seviyede elde edildi (Kędzia 2010). Hoque ark. (2008)'e göre karanfil ve tarçın uçucu yağları etanolden ve sulu ekstraktlarından daha güçlü antimikrobiyal özelliklere sahiptir (Ulbin-Figlewicz ve ark. 2013). Seydim ve Sarikus (2006) %1-4 (w/v) oranlarında biberiye, kekik ve sarımsak uçucu yağlarını içeren peyniraltı suyu proteini izolatlı filmi *S. aureus* (ATCC 43300), *E. coli* O157:H7 (ATCC 35218), *L. monocytogenes* (NCTC 2167), *Lactobacillus plantarum* (DSM 20174) ve *Salmonella enteritidis* (ATCC 13076) karşı AM etkililiğini test etmek için hazırladılar. Peynir altı suyu proteini izolatlı filmde sarımsak uçucu yağ konsantrasyonu (%3 w/v) yükseltildiğinde test edilen tüm türlerine karşı önemli bir inhibisyon gözlendiğini araştırmacılar tespit etmişlerdir.

2.6.3. Mercanköşk

Baydar ve ark. (2004) yabancı mercanköşk (*Origanum minutiflorum*), mercanköşk (*Origanum onites*), kekik-thyme (*Thymbra spicata*) ve yabancı kekik-savory (*Satureja cuneifolia*) uçucu yağlarını disk difüzyon yöntemi kullanarak *Aeromonas hydrophila*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. brevis*, *B. cereus*, *B. subtilis*, *Corynebacterium xerosis*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Listeria monocytogenes*, *Micrococcus luteus*, *Mycobacterium smegmatis*, *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus aureus* ve *Yersinia enterocolitica* bakterileri üzerinde test etmişlerdir. Tüm uçucu yağların 1:50'lik dilüsyonlarında çalışmada kullanılan bakterilerin hepsinin üzerinde inhibisyon etkisi gösterdiği belirlenmiştir. Kekik-thyme uçucu yağının en etkili uçucu yağ olduğunu, *Bacillus amyloliquefaciens*'in de uçucu yağlara karşı hassas bakteri olduğunu tespit etmişlerdir. Sağdıç

(2003) yaptığı çalışmada, gıda üretiminde ve içecek olarak kullanılan 3 mercanköşk (*Origanum vulgare L.*, *Origanum onites L.*, *Origanum majorana L.*) ve 2 kekik (*Thymus vulgaris L.* ve *Thymus serpyllum L.*) türünün 4 patojen bakteriye (*E. coli* ATCC 25922, *E. coli* O157:H7 ATCC 33150, *S. aureus* ATCC 2392 ve *Yersinia enterocolitica* ATCC 1501) karşı yüksek antimikrobiyal etki gösterdiklerini tespit etmiştir. Özcan ve Sağdıç (2003) yaptıkları çalışmada bitki (anason, rezene, kimyon, adaçayı, fesleğen, dereotu, defne, nane, mercanköşk, pickling herb, biberiye, dalmacia adaçayı, savory (kekik), sumak, thyme (kekik), seafennel) hidrosollerinin antibakteriyal aktivitelerini 15 bakteri (*Bacillus amyloliquefaciens* ATCC 23842, *B. brevis* FMC 3, *B. cereus* FMC 19, *B. subtilis var. niger* ATCC 10, *Enterobacter aerogenes* CCM 2531, *Escherichia coli* ATCC 25922, *E. coli* O157:H7 ATCC 33150, *Klebsiella pneumoniae* FMC 5, *Proteus vulgaris* FMC 1, *Salmonella enteritidis*, *S. gallinarum*, *S. typhimurium*, *Staphylococcus aureus* ATCC 2392, *S. aureus* ATCC 28213, *Yersinia enterocolitica* ATCC 1501) üzerinde test etmişlerdir. Sonuç olarak anason, kimyon, mercanköşk, savory (kekik), thyme (kekik) hidrosollerinin çalışmada kullanılan bakteriler üzerinde antibakteriyal etki gösterdiği tespit edilmiştir. İnkübasyon süresince tüm bakteriler üzerinde en yüksek antibakteriyal etkinin mercanköşk ve savory (kekik) hidrosollerine ait olduğu, anason, kimyon ve thyme (kekik) hidrosollerinin ise ancak bakterilerin bir kısmı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Diğer bitki hidrosollerinin ise test edilen bakteriler üzerinde antibakteriyal aktivite göstermediği tespit edilmiştir. Ntzipani ve ark. (2010) ise önce lizozim + EDTA solüsyonu ile spreyledikleri tavuk nugetlara daha sonra %0.2 oranında kekik veya biberiye yağı enjekte ederek vakum paketlemişlerdir. Araştırmacılar bu antimikrobiyal uygulamanın gram (+) ve gram (-) bakterilere etkili olup mayalara daha az etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Michalczyk ve ark. (2012) kişniş ve züfa yağı karıştırarak 6°C'de depoladığı kıymalarda enterobakter türlerinin gelişim hızında düşme gözleyerek yüksek depolama sıcaklığında bile iyi sonuçlar elde etmişler ve duyuşal açıdan kabul edilebilir dozun %0.02 vurgulamışlardır. Nadarajah ve ark. (2005) deheated olmayan hardal ununda doğal olarak bulunan glukozinolatların kapasitesini *E. coli* 0157:H7 aşılınmış kıymada yeterli miktarda öldürmek için alil ve diğer izotiyosiyanatların kaynağı olarak hizmet verebilirliğini incelenmiştir. Taze kıymadan bu patojen suşları elimine etmek için %5-10 seviyelerinde hardal unu kullanmanın mümkün olduğunu göstermişlerdir.

Araştırmalar bitki ekstraktı ve uçucu yağ kullanımının vakum paketli ürünlerin raf ömrünü geliştirmeye yardımcı olduğunu göstermekte olup bu doğal antimikrobiyal ajanların kullanım konsantrasyonuna bağılı olarak et ürünlerinin duyuşal kalite özelliklerinin değışebileceğini göstermektedir.

2.7. Et teknolojisinde antimikrobiyal ambalaj uygulamaları

Et endüstrisi ulusal ekonomilerin önemli bir payını temsil eder. Bu nedenle üretim ve pazarlama sistemleri et sanitasyon uygulamalarını ve ayrıca yeni yeni ortaya çıkan AEFC (antimikrobiyal yenilebilir film ve kaplamalar) gibi raf ömrünü uzatan ve ekonomik kayıpları önleyen koruma teknolojilerini takip etmelidir (Sánchez-Ortegave ark. 2014). Polisakaritler, proteinler ve yağlar yenilebilir kaplamalar nem kaybını geciktirme, yağ oksidasyonunu ve renk değişimi azaltarak, ürünün görünüşü güzelleştirmek ve gıda katkı maddelerinin taşıyıcı olarak işlev görerek taze, dondurulmuş ve işlenmiş etin ve kümes hayvanları ürünlerinin kalitesini arttırabilir (Gennadios ve ark. 1997). Etlı gıda maddeleri yoluyla, bozulma ve patojen mikroorganizmaların gelişmesini ve yayılmasını önlemek için antimikrobiyal ambalaj malzemeleri, potansiyel alternatif çözüm olabilir. Bu teknolojilerin potansiyeli, et ve et ürünleri korunması için değerlendirilir (Coma 2008). Filmlerin gaz bariyer özellikleri, renk, doku ve nem gibi fizikokimyasal değişiklikler önemli ölçüde en aza indirilebilmesi nedeniyle uzun bir raf ömrü sağlamaktadır. Farklı tip antimikrobiyal yenilebilir film kaplamaların gösterdiği etkinlik etin kaynağı, kullanılan polimerin film bariyer özellikleri, hedef mikroorganizma, antimikrobiyal madde özellikleri ve saklama koşullarına bağlıdır (Sánchez-Ortega ve ark. 2014). Et teknolojisinde yaygın olarak uygulama alanı bulan antimikrobiyal gıda ambalaj formları ambalaj materyalinde üründen sızan suyun kontrolünde etkili nem tutucuların kullanılması, uygulanacak antimikrobiyal maddelerin ambalaj materyaline dahil edilmesi, antimikrobiyal özellikte yenilebilir biyopolimer film ve kaplamalarla ambalajlama şeklinde özetlenebilir (Suppakul ve ark. 2003, Cha ve Chinnan 2004, Brody 2005). Et ürünleri gibi gıdalara uçucu yağların doğrudan katılması bakteriyel sayının azalması ile sonuçlanacaktır, ancak katıldığı gıdanın duyuşal özelliklerini değiştirebilir. Yenilebilir filmlere uçucu yağların dahil edilmesi özellikle ilginç olabilir (Seydim ve Sarıküş 2006). Zivanovic ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada anason, fesleğen, kişniş, kekik gibi esansiyel yağların ve bu yağlardan kekik ile zenginleştirilmiş kitosan filmlerin *L. monocytogenes* ve *E. coli* O157:H7 gibi mikroorganizmalara karşı antimikrobiyel aktiviteleri belirlenmiştir. Esansiyel yağların, tek başlarına ve film içerisinde kullanıldıklarında aynı antimikrobiyel aktiviteyi gösterdikleri gözlenmiştir. Bu iki mikroorganizma türüne karşı kişniş, fesleğen ve anasondan daha güçlü antimikrobiyel etkiye sahip olan kekik esansiyel yağı (%1 ve %2, h/h), kitosan filmlere ilave edilip Bologna tipi sosis dilimleri arasına uygulanmıştır. *L. monocytogenes*'in, *E. coli* O157:H7 ye göre kekik esansiyel yağına karşı daha duyarlı olduğu gözlenmiştir. Kitosan filmlerle ambalajlanmış ve 10°C'de 5 gün süreyle depolanmış ürünlerde

kitosan filmler, *L. monocytogenes* sayısını 2 logaritmik evre azaltırken, %1 ve %2 (h/h) oranında kekik esansiyel yağı içeren kitosan filmlerin *L. monocytogenes* sayısını sırayla 3.6 ve 4.0 logaritmik evre azalttığı görülmüştür. Kitosan filmler *E. coli* O157:H7 sayısını 3.0 logaritmik evre azaltmıştır. Emiroğlu ve ark. (2010) taze kıyma köftesi üzerinde kekik ve kekik uçucu yağlarını içeren soya yenilebilir filmlerin antimikrobiyal faaliyetlerini çalıştılar. Ette test edildiğinde önemli önleyici etki göstermiş olsa bile *S. aureus* üzerinde önemli inhibisyon eksikliği olduğunu göstermiştir. Kekik veya fazla kekik uçucu yağları içeren film ile in vitro test edildiğinde. *P. aeruginosa* kolonilerinde azalma gözlenmiş, daha iyi sonuç sergilemiştir. Yanishlieva ve Marinova (2001) 40°C’de muhafaza edilen uskumru balığına uygulanmış 0,5 oranındaki kurutulmuş kekiğin antioksidan etkinliğinin %0,5 kurutulmuş biberiye ve 200 ppm butil hidroksitoluene eş değer olduğunu ortaya koymuşlardır. Yeni bir çalışmada, %0,1 kekik uçucu yağları ve modifiye atmosfer paketlenme (MAP) kombinasyonu kullanılarak kuzu etinde mikrobiyal popülasyonda 2,8 log kadar azalma belgelenmiştir (Karabagias ve ark. 2011).

Peyniraltı suyu protein bazlı filmlerde kekik ve sarımsak yağının *S. aureus*, *S. enteritidis*, *L. monocytogenes*, *E. coli* ve *Lactobacillus plantarum* karşı etkili olduğunu göstermiştir (Suppalku ve ark. 2003). Örneğin nişin ve klor dioksit gibi antimikrobiyal maddeler bakterilere karşı etkinlik göstermiştir, ancak daha fazla teknik gelişmeler ticari uygulama için gereklidir (Cooksey 2005). Siragusa ve ark. (1999) polietilen filmlere nisin ilavesiyle, ette bozulma nedeni olan psikrotrof *B. thermospacta*’nın buzdolabı sıcaklığında uzun süreli depolamada vakum ambalajlı et yüzeyinde etkin bir şekilde azaltıldığını bildirmişlerdir. Nguyen ve ark. (2008) bakteriyel selüloz esaslı filmlere 625 ve 2500 IU nisin /mL ilave etmişler ve bu filmleri *L. monocytogenes* inoküle edilmiş Frankfurter sosisine uygulamışlardır. Nisin içeren bakteriyel selüloz ile ambalajlanmış örnekleri buzdolabı sıcaklığında 14 gün süre ile depolamışlardır. Depolama süresi sonunda 625 IU nisin/mL içeren filmle ambalajlanmış örneklerde *L. monocytogenes* sayısı yaklaşık 1 log kob/g azalırken, 2500 IU nisin / mL içeren filmle ambalajlanmış örneklerde yaklaşık 2 log kob/g azalmıştır. Scannel ve ark. (2000) nisin ve laktisin 3147 bakteriyosinlerini polietilen/poliamid filmlere immobilize etmişler ve nisinin immobilize edildiği filmle ambalajlanan dilimlenmiş jambonlarda *Listeria inocula* ve *S. aureus* sayılarının önemli ölçüde azaltıldığını saptamışlardır. Yenilebilir antimikrobiyal koruyucu kaplamalar bileşenleri olarak bitki özleri üzerine yapılan çalışmanın sonuçları *Pseudomonas fluorescens*’e karşı bitki ekstraktlarının güçlü antibakteriyel özellikler sergilediğini ve karanfil, sarımsak ve tarçın özlerinin

Pseudomonas fluorescens büyümesini azalttığını, etin soğuk depolanmasında önemli olduğunu göstermiştir. Antimikrobiyal maddeler, yenebilen bir film ve kaplama formülasyonuna dahil edildiğinde gelişmiş gıda güvenliği sağlayacağı belirtilmiştir (Ulbin-Figlewicz ve ark. 2013). Beverly ve ark. (2008) asetik asit ve laktik asit içinde %0.5 ve 1.0 (a/h) oranında düşük (470 kDa) ve yüksek molekül ağırlıklı (1106 kDa) kitosan içeren kaplama çözeltileri hazırlamışlardır. *L. monocytogenes* ile inoküle edilmiş tüketime hazır biftekleri kaplama çözeltileri ile kaplamışlar ve 4 °C'de 28 gün süre ile depolamışlardır. Depolamanın 14. gününde, kitosan ile kaplanmış tüm örneklerde *L. monocytogenes* sayısında 1,40-1,65 logaritmik evre azalma görülmüştür. *L. monocytogenes* sayısında en fazla azalma, laktik asit çözeltilerinde çözdürülmüş düşük molekül ağırlıklı kitosan (%0,5, a/h) ile kaplanmış biftek örneklerinde belirlenmiştir. Hoffman ve ark. (2001) mısır zeini filmlerine EDTA, laurik asit, nisin ve bu üç bileşiğin kombinasyonlarının ilave edilmesiyle kültür ortamında *L. monocytogenes* sayısının önemli derecede azaltıldığını kanıtlamışlardır. Araştırmacılar, ısıl yolla üretilen soya proteini bazlı ambalaj filmlerine nisin ve laurik asit ilave edilerek elde edilen antimikrobiyal filmlerin hindi bolognası yüzeyinde *L. monocytogenes* sayısını önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir (Dawson ve ark. 2002). Ha ve ark. (2001) %0,5-1 olarak dahil edilen greyfurt çekirdeği ekstresinin, çok tabakalı polietilen filmlerde ko-ekstrüzyon işlemi ile, taze ette mikrobiyal popülasyon üzerine etkisi bildirilmiştir. Film ile sarılmış ve 3 °C'de 18 gün süre saklanan kıymada aerobik ve koliform bakterilerin büyümesini azalmıştır. Daha fazla araştırma doğal bitki özlerinin, bir antimikrobiyal madde, ambalajlı yiyeceklerde koku/tat arttırıcısı olarak, ve bir bileşen olarak antimikrobiyal ambalajlarda görev alıp alamayacağını belirlemek için gereklidir. Hızlı ve yavaş salınımlı ClO₂ kese/ poşet 15 gün sonra tavuk göğsü eti ambalajlarında toplam plak sayımlarını 1-1,5 log azaltmıştır (Ellis ve ark. 2006). Mikroorganizmaları kontrol etmek için maddeler kullanılmasıyla ilgili aynı yaklaşımlar ayrıca oksidatif süreçlerin kontrolü için geçerli olabilir. Biberiye özü, polipropilen (PP) filme dahil edildiğinde, metmyoglobin ve lipid oksidasyonu inhibe ederek, miyoglobin ve sığır eti bifteğinin stabilitesi gelişmiştir (Nerin ve ark. 2006). Oussalah ve ark. (2004) süt protein bazlı filmin *Pseudomonas spp.* and *E. coli* üzerine antimikrobiyal etkilerini incelemişler. Uçucu yağ içeren film kullanımının 4°C de depolama 7 gün boyunca etteki mikroorganizma seviyesini önemli ölçüde azalttığını ve uçucu yağlar arasında kekik yağı ilgili bakterilerin büyümesine karşı en etkili kombinasyon olduğunu belirtmişlerdir. *Pseudomonas* büyümesine karşı antimikrobiyal etkinlik her iki film için aynı iken, kekik yağı: yenibahar yağı 1:1 (w/w) oranında, bir yenibahar yağı kaplı filme göre, *E. coli* büyümesine karşı daha etkiliydi. Çağrı ve ark. (2002) %0,75-1,0 (a/h) *p*-aminobenzoik asit, sorbik asit ve %0,5 (a/h)

p-aminobenzoik asit+%0.5 (a/h) sorbik asit içeren peynir altı suyu proteini esaslı filmleri *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7 ve *S. typhimurium* ile inoküle edilmiş dilimlenmiş yarı fermente sosis ve Bologna tipi sosislere uygulamış ve filmlerin antimikrobiyel aktivitesini belirlemişlerdir. Sosis örneklerinin 4 °C’de 21 gün depolanması sonucunda *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7 ve *S. typhimurium* sayılarında en yüksek logaritmik evre azalma sırasıyla, %1,0 sorbik asit içeren filmlerde 3,4±0,4, %1,0 *p*-aminobenzoik asit içeren filmlerde 3,6±0,6, %0,5 *p*-aminobenzoik asit+%0,5 sorbik asit içeren filmlerde 3,1±0,3 olarak görülmüştür. Bologna tipi sosislere uygulanan %0,5 *p*-aminobenzoik asit+%0,5 sorbik asit içeren filmlerde *L. monocytogenes* sayısında, 3,0±0,6 logaritmik evre azalma, %1,0 sorbik asit ve %1,0 *p*-aminobenzoik asit içeren filmlerde *E. coli* O157:H7 sayısında sırasıyla 4,1±0,2 ve 4,1±1,1 logaritmik evre azalma, %1,0 *p*-aminobenzoik asit içeren filmlerde *S. typhimurium* sayısında 3,9±0,1 logaritmik evre azalma görülmüştür. Natrajan ve Sheldon (2000a), Natrajan ve Sheldon (2000b) polivinil klorit, lineer düşük yoğunluklu polietilen (LLDPE) ve naylon gibi polimer filmlerin nisin ile kaplanmasıyla elde edilen ambalaj materyalinin tavuk bağetlerinde *Salmonella typhimurium*’u inhibe edici etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Kullanılan ambalaj materyallerinde polimer çapraz bağlarının nisinin tavuk eti yüzeyine salınımını kolaylaştırdığı bildirilmiştir. Franklin ve ark. (2004) nisin içeren metil selüloz ve hidroksi metil selüloz ile kaplanmış düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) bariyer filmlerle vakum ambalajlanmış frankfurterlerde *Listeria monocytogenes*’in inaktive edildiğini saptamışlardır. Araştırmada, 10000 ve 7500 IU/ml düzeylerindeki nisinin 60 günlük soğukta depolamada frankfurter sosislerin yüzeyine inoküle edilen *L. monocytogenes* sayısında önemli ölçüde azalma sağladığı gösterilmiştir. Diğer bir çalışmada, nisin içeren sellofan bazlı bir kaplamanın dana etlerinde 12 günlük soğuk muhafaza boyunca raf ömrünü uzattığı saptanmıştır (Guerra ve ark. 2005).

Campbell (2003) farklı şekillerde hazırlanan 6 çeşit kitosan filminin kültür ortamında *L. monocytogenes* gelişimini engellediğini bildirmiştir. Buzdolabı sıcaklığında vakum ambalajlı işlenmiş et ürünlerinin depolama boyunca korunmasında antimikrobiyal ajanların göç etme hızı ve miktarı üzerine tasarlanmış kitosan bazlı filmlerin etkinliğinin değerlendirildiği çalışmada; hazırlanan filmler, laurik asit ya da sinnamaldehit ilave edilerek ya da kitosan matriksi içine asetik asit veya propiyonik asit katılarak oluşturulmuştur. Hazırlanan bu filmler sosis, jambon ve taze domuz etinin ambalajlanmasında kullanılmıştır. Depolama sonunda propiyonik asitin tamamının ürüne göç ettiği, kalıntı asetik asit miktarının %2-22 arasında olduğu tespit edilmiştir (Ouattara ve ark. 2000a, Ouattara ve ark. 2000b). Baron ve Sumner(1993) yenilebilir nişasta filmlerine potasyum sorbat ve laktik asit eklenmesiyle *S. typhimurium* ve *E. coli* O157:H7 bakterilerinin kanatlı etlerinde inhibe

edildiklerini göstermişlerdir. Bir şelat ajanı olan EDTA, Gram negatif bakterilere karşı antimikrobiyal etkinliği artırmada önem taşır. Lizozim ise bakteriyosinler ve kafeik asitle birlikte gıdayı bozan bakteriler ve patojenlere karşı formüle edilerek uygulanmıştır (Chumchalova ve ark. 1998). Cutter ve Siragusa (1996) nisin içeren kalsiyum aljinat jellerinin uygulandığı taze sığır eti yüzeyinde bakteri popülasyonunun azalmasının yanı sıra dokularda bakteriyosin aktivitesinin büyük oranda korunduğunu ve sadece nisinle korumaya karşılık bu yöntemle etlerin soğuk koşullarda 7 günden fazla saklanabileceğini bildirmişlerdir.

Ha ve ark. (2001) greyfurt çekirdeği ekstraktının bir solüsyonu ile kaplanmış polietilen filmlerle ambalajlanan sığır kıymalarının raf ömrünün soğuk depolamada (3°C) 5 gün uzadığını, toplam aerobik ve koliform bakteri yüklerinin de önemli ölçüde azaldığını göstermişlerdir. Üzüm çekirdeği (*Vitis vinifera* L.) ve ayı üzümü *Arctostaphylos uva-ursi* L.) gibi diğer bitki özleri et yüzeyi üzerine tatbik edilmiş çiğ ve pişmiş domuz köftesinde lipid oksidasyonunu azaltılmasında etkili olmuştur (Carpenter ve ark. 2007). Aynı sonuçlar sığır köftesine çay kateşini ekleyerek elde edilmiş, fakat tavuk eti köftesi üzerinde hiçbir etkisi olmamıştır (Mitsumoto ve ark. 2005). Mauriello ve ark. (2004), *Lactobacillus curvatus*'dan üretilen antilisteriyal bir bakteriyosinle kaplanmış polietilen (PE) filmlerle ambalajlanmış bifteklerde ve kıymalarda *L. monocytogenes* sayısının önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir.

İstavritin (*Trachurus trachurus* L. 1758) biberiye yağı ile dekontaminasyonunun raf ömrü değişiklikleri üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılmış çalışmada numuneler kontrol (C), %0,5 biberiye yağı ile uygulama (A), % 1 biberiye yağı ile uygulama (B) olarak üç gruba ayrılmış ve +4 ° C'de gün 21 depolanmıştır. Mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal kalite değişiklikleri ile ilgili olarak, numuneler 0, 3, 6, 9, 12, 15., 18. ve 21. günlerde incelenmiştir. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı 21. gününde B grubu örneklerde 4.4 log₁₀ kob / g iken 15. günde A grubu örneklerde 6,1 log₁₀ kob / g a ulaşmıştır. Biberiye yağı grupları (% 0,5 -1%) mikrobiyolojik açıdan kontrolden daha fazla raf ömrüne sahip olmuştur. Kimyasal analiz sonuçlarına göre %0,5 % 1 ve biberiye yağı uygulamasının lipid oksidasyonunun kontrolü üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir. Biberiye yağının (%1) istavritin bozulmadan +4°C 21 gün kadar korunmasında önemli bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Can ve ark. 2014). Jiang ve ark. (2011) taze beyaz karides kalitesi ve raf ömrü üzerine yayın balığı derisi jelatini antimikrobiyal kaplamanın etkilerini araştırdıkları çalışmada antimikrobiyel kaplamanın mikrobiyal büyümeyi geciktirdiğini ve 10 güne kadar raf ömrünü uzattığını belirtmişlerdir. Et ürünlerinde potansiyel patojenlere karşı çeşitli uçucu yağların etkinliği test edilmiştir. Bologna ve jambon dilimleri *S. typhimurium* veya *L. monocytogenes*

ile aşılanmış Çin tarçının uçucu yağını %1 içeren alginat bazlı filmler ile sarılmış. %20 CaCl₂ çözeltisi ile ön muamele edilen yağ emdirilmiş film her iki patojenlere karşı etkili olduğunu kanıtlanmıştır (Oussalah ve ark. 2007). Kışniş uçucu yağı, hem 4 ve 32 °C de sığır ve tavuk etinde *C. jejuni*'ye karşı güçlü antimikrobiyal tepki sergilemiştir (Rattanachaikunsopon ve Phumkhachorn 2010a). Kıyılmış et ürünlerindeki gıda bozulmaları izolatlarına karşı gül ve sardunyanın kesin olmasının yanı sıra sardunya, yabani Fas papatyası ve biberiye esansiyel yağlarının antimikrobiyal aktiviteleri test edilmiş. Bir seri seyreltme testinde örnekler, *E. coli*, *S. enterik Abony*, *Pseudomonas aeruginosa* ve mantarlara karşı zayıf bir aktivite sergilemiş ancak *B. cereus* ve *S. aureus*'a üstün bir aktivite gözlenmiştir (Wanner ve ark. 2010). Disk difüzyon yöntemi ile analiz edildiğinde, ticari olarak pazarlanan biberiye esansiyel yağı (%0.5) pişmiş kıyma içinde 4°C 'de *Arcobacter butzleri*'nin komple inhibisyon sergilemiştir (Irkin ve ark. 2011).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini Tekirdağ köftesi oluşturmaktadır. Kullanılan köfte hamuru Tekirdağ'da hizmet veren köfte fabrikasından temin edilmiştir. İşletmenin belirlediği formülasyonda hazırlanıp şekil verilmiştir. Kaplama solüsyonlarının hazırlanması için kullanılan materyaller; gıda maddelerine katılmasına izin verilen jelatin (200 bloom), gliserol ve kekik (*Oleum thymus sp.*) yağıdır. Köftelerin paketlenmesinde ise polisitren köpük tabak ve streç film kullanılmıştır.

3.1.1. Jelatin

Jelatin, sığır, koyun, keçi ve domuz gibi hayvanların bağ dokuları ve kemiklerinden ekstrakte edilen kolajenin, kısmi hidrolizi ile üretilen, yapısal olarak geri dönüşümsüz saf bir proteindir (Yetim, 2011). Jelatinlerin jel gücü, genelde 50-300 Bloom arasında değişmektedir. Sınıflandırma şu şekildedir: Düşük Bloom (Jel gücü 120 ve daha altı), Orta Bloom (Jel gücü 120 ile 220 arası), Yüksek Bloom (Jel gücü 220 ve üstü) (Anonymous 2013). Çalışmamızda jelatin (200 bloom) kullanılmıştır. En önemli iki özelliği, elastik ve dayanıklı olmasıdır. Domuz derisi ve kemiğe asidik işlem uygulanarak Tip A ve sığır derisi ve kemiklerden alkali işlem uygulanarak elde edilen jelatin de Tip B olarak adlandırılmaktadır. Jelatin genellikle %84-90 protein, % 1-2 mineral tuzlar, % 8-15 su içermektedir (Küçüköner, 2013).

3.1.2. Gliserol

Gliserin veya 1,2,3 propanetriol olarak da bilinen gliserol renksiz, kokusuz, hidroskobik, tatlı, vizkoz bir sıvıdır. Gliserol gıdalarda ve içeceklerde nemlendirici, çözücü ve tatlandırıcı olarak kullanılır. Ayrıca gıda korumasına da yardımcı olmaktadır.

3.1.3. Kekik Yağı (*Oleum thymus sp.*)

Kekik *Labiatae* ailesinin bir aromatik bitkisidir. Kekik esansiyel yağı 60'dan fazla maddeleri içerir. Çoğu önemli antioksidan ve antimikrobiyal özelliklere sahiptir (Baranauskiene ve ark. 2003). Kekik esansiyel yağının en önemli bileşikleri büyük ve daha aktif bileşenleri oluşturan fenoller timol (%44-60) ve karvakrol (%2,2-4,2) (Di Pasqua ve ark. 2005), monoterpen hidrokarbonlar, p-simen (%18,5-23,5) ve c-terpinen (%16,1-18,9) dir

(Baranauskiene ve ark. 2003, Daferera ve ark. 2000). Çalışmamda kullandığımız kekik yağının teknik özellikleri;

CAS Numarası:	800-46-3,
Görünüm:	Berrak sıvı
Koku:	Özgün
Tad:	Özgün
Renk:	Koyu sarı kahverengi
Fiziksel Durum:	Akışkan Sıvı
Kırılma indisi:	@ 20°C:1,471-1,484
Özgül ağırlık:	@ 25°C:0,930-0,965
Ek Bilgiler	
Tipik Analiz(GLC/GC-MS):	
Sineol	NLT %2,00
Timol	NLT %9,700
Toplam Terpinen	NLT %9,700

3.2. Yöntem

3.2.1. Kaplama Malzemesinin (Solüsyonunun) Hazırlanması

Çalışmamızda sığır jelatini, gliserol ve kekik yağı içeren film solüsyonu üretiminde Nur Hanani (2013) ve Kim ve Üstünol (2001)'dan modifiye edilen bir metod kullanılmıştır. Kaplama solüsyonları Namık Kemal Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Programı mikrobiyoloji laboratuvarında hazırlanmıştır. Toz jelatin farklı oranlarda saf su içerisinde çözündürülüp ısıtma plakası üzerinde manyetik bir karıştırıcı ile karıştırılmış 80°C'ye kadar ısıtılmıştır. Hazırlanan solüsyonlara gliserol ilave edilip, pH'ları 2N NaOH ile 8'e ayarlanmış ve 115°C de 15 dak. süreyle sterilize edilmiştir.

3.2.2. Kaplama Solüsyonunun Oluşturulması

Kaplama solüsyonu dört farklı grupta oluşturulmuştur. Araştırmada kontrol grubu ile beraber toplam beş farklı uygulama grubu elde edilmiştir. Kontrol grubu ve oluşturulan kaplama solüsyonları Çizelge 1 de verilmiştir. Kontrol grubunda kaplama solüsyonu

kullanılmamıştır. Kaplama solüsyonu gruplarında jelatin oranları değişmiş kekik, gliserol ve su benzer değerlerde uygulanmıştır.

Çizelge 1. Kaplama solüsyonlarının formülleri

Köfte grubu	Sığır Jelatini (g)	Gliserol (ml)	Kekik yağı (ml)	Distile su (ml)
K (kontrol)	-	-	-	-
A	8	5	0,1ml	100
B	10	5	0,1ml	100
C	15	5	0,1ml	100
D	20	5	0,1ml	100

3.2.3. Kaplama malzemesinin (Solüsyonunun) Köftelere Uygulanması

İşletmede yaklaşık 50°C civarındaki solüsyonlara, köftelere uygulanmadan önce kekik yağı (Mahdavi-Yekta ve ark. 2014, Kassem ve ark. 2011) steril pipetle ilave edilmiş ve iyice çalkalanmıştır. Hiç bekletilmeden batırma yöntemiyle köftelere uygulanarak (kontrol grubu hariç) tüm yüzeyin kaplanması sağlanmıştır. Köfteler oluşturulan her grup için polisitren köpük tabaklara yaklaşık 300 g köfte olacak şekilde steril eldiven kullanılarak dizilmiş ve üzeri streç film ile kaplanmıştır. Çalışmada toplam 12,6 kg Tekirdağ köftesi kullanılmıştır.

3.2.4. Kaplama Solüsyonu uygulanmış köftelere yapılan analizler

Köfteler paketlenildikten sonra buzdolabı koşullarında (4°C) analizleri yapılmak üzere depolanmıştır. Çalışmamızda kullanılan köftelere yapılan analizler ve analiz sıklığı Çizelge 2. de verilmiştir. Araştırmada kullanılan tüm köfte örneklerine Tekirdağ Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'nde pH tayini TS3136ISO2917, rutubet tayini TS1743 ISO1442, yağ analizi (%) TS1747, tuz tayini(%) TS 1747, peroksit sayısı (meq/kg) TS4964, asitlik (%) TS1605, toplam kül (%) 1746, tiyobarbütirik asit (TBA) (mgMA/kg) TS11566, ham protein tayini 25.08.1974 tarih 14987 sayılı R. G., koliform (katı besiyerinde) sayımı ISO 4832, aerobik koloni sayımı ISO 4833-1, koagülaz pozitif *Staphylococcus* sayımı ISO6888-1 metodları kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 2. Köftelere yapılan fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analiz listesi

	Köfte hamuru	K (Standart ambalajında)				A				B				C				D					
		0 gün	1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	7	
Yapılan Analizler																							
pH	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Rutubet (%)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Yağ (%)	x																						
Tuz (%)	x																						
Peroksit Sayısı (meq/kg)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Asitlik (%)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Toplam Kül (%)	x																						
Tiyobarbitürik Asit (TBA) (mgMA/kg)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ham Protein (kjeldahl Metodu) (%)	x																						
Aerobik Koloni Sayımı	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Koliform grubu bakteri	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Koagülaz (+) <i>Staphylococcus</i> sayısı	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Araştırmada kullanılan köfte hamuruna sıfırncı gün; pH tayini, rutubet tayini, yağ analizi, tuz tayini, peroksit sayısı, asitlik, toplam kül, tiyobarbütirik asit, ham protein tayini, koliform, aerobik koloni sayımı ve koagülaz pozitif *Staphylococcus* sayımı yapılmıştır. Kontrol grubu ve kaplama solüsyonu ile muamele edilen örneklere ise 1., 3., 5., ve 7. günlerde pH, rutubet tayini, peroksit sayısı, asitlik tayini, tiyobarbütirik asit tayini, aerobik koloni sayımı, koliform sayımı, koagülaz (+) *Staphylococcus* sayımı yapılmıştır

3.2.5. Çalışmanın İstatistiksel analizi

Çalışmadan elde edilen verilerin istatistiksel analizleri MINITAB paket programında Tekerrrsz Tesadüf Blokları Deneme Planına göre yapılmıştır (MINITAB 2000). İstatistik analiz verileri EK 1 de sunulmuştur.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Tekirdağ köftesinin sıfırncı gün fizikokimyasal analiz sonuçları

Araştırmada kullanılan köfte hamuruna kaplama solüsyonu ile muamele edilmeden önce yapılan (sıfırncı gün) fiziko-kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3 de verilmiştir.

Çizelge 3. Köfte hamurunun fiziko-kimyasal analiz sonuçları

Yapılan Analizler	pH	Rutubet (%)	Yağ (%)	Tuz (%)	Peroksit Sayısı (meq/kg)	Asitlik (%)	Toplam Kül (%)	Tiyobarbitürik Asit (TBA) (mgMA/kg)	Ham Protein (%)
Köfte Hamuru	6,87	54,57	15,8	1,7	2,4	1,18	2,8	1,98	14,89

4.2. Tekirdağ köftesinin sıfırncı gün mikrobiyolojik analiz sonuçları

Araştırmada kullanılan köfte hamuruna kaplama solüsyonu ile muamele edilmeden önce (sıfırncı gün) yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4 te verilmiştir.

Çizelge 4. Köfte hamurunun sıfırncı gün mikrobiyolojik analiz sonuçları

Yapılan Analizler	Aerobik Koloni Sayımı (\log_{10} kob/g)	Koliform Sayımı (\log_{10} kob/g)	Koagülaz (+) Staphylococcus Sayımı (\log_{10} kob/g)
Köfte Hamuru	6,9	5,04	2,3

4.3. Tekirdağ köftelerinin rafömrü boyunca fiziko-kimyasal analiz sonuçları

4.3.1. pH değeri

Araştırmada kullanılan işlem görmemiş köfte hamurunda pH 6,87 olarak tespit edilmiştir. Yılmaz ve Demirci (2010) çalışmalarında köftenin başlangıç pH sını 5,74 olarak belirlemişlerdir. Bingöl ve ark. (2012) yüksek oksijenli modifiye atmosfer paketlemenin Tekirdağ köftesinin raf ömrü ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada köftenin başlangıç pH sını 6,76 olarak belirlemişlerdir. Bizim köfte hamuru pH değerimiz Yılmaz ve Demirci (2010), Bingöl ve ark. (2012) değerinden yüksek olarak belirlenmiştir.

Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan ve kontrol grubu köftelerin soğuk depolama süresince (4°C) 1., 3., 5. ve 7. günlerde belirlenen pH değerleri Çizelge 5 de ve depolama süresince pH değişimleri Şekil. 1’de verilmiştir.

Çizelge 5. Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince pH değerleri

Örnek	Depolama Periyodu (gün)				
	1	3	5	7	Ortalama
K	6,67	6,91	6,72	6,55	6,71±0,0749 a
A	6,80	6,98	6,03	5,95	6,44±0,263 a
B	6,85	6,92	6,06	6,19	6,51±0,221 a
C	6,85	6,87	6,68	6,34	6,69±0,123 a
D	6,73	6,83	6,05	6,02	6,41±0,216 a
Ortalama ± Standart Hata	6,780±0,0352 A	6,902±0,0252 A	6,308 ±0,160 B	6,210± 0,109 B	

*Küçük harfler aynı grup içerisine giren köfteleri, büyük harfler aynı gruba giren günleri ifade etmektedir.

Köftelerin pH değerlerinde 1. ve 3. günler aynı zamanda 5. ve 7. günler kendi arasında benzerlik göstermiştir. Depolama süresince günler arasında $p<0,01$ düzeyinde fark olduğu

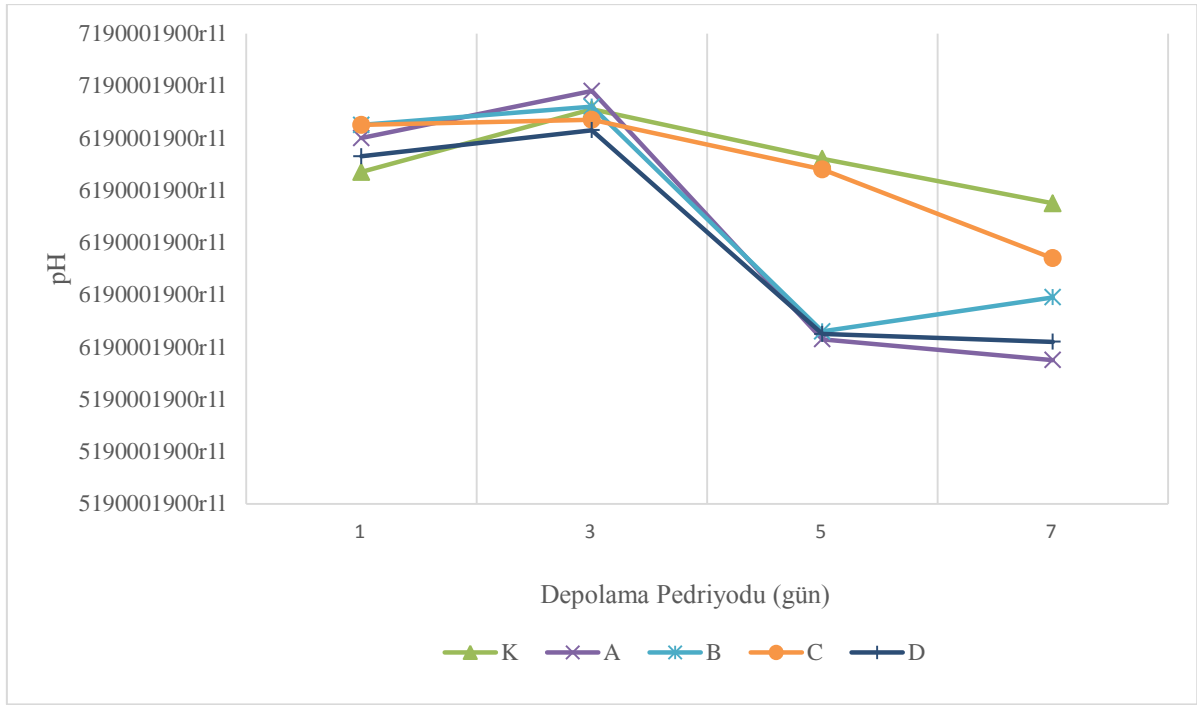
saptanmıştır. 1. ve 5. gün, 1. ve 7. gün, ayrıca 3. ve 5.gün, 3. ve 7. gün arasında da fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,01$).

Araştırmada kullanılan köftelerin pH değerleri ile ilgili varyans analiz sonuçları Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. pH Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon Kaynakları	Sebestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Hesap Değeri	P Value
Genel	19	2,54240	—	—	—
Köfte	4	0,31625	0,079063	2,01	0,157
Günler	3	1,75484	0,584947	14,89	0,000
Hata	12	0,47131	0,39276	—	—

Tüm gruplarda 1. günde pH düşmüş, kaplanmış köfte örneklerde 1.gün pH değerleri A (6,8), B (6,85) C (6,85), D grubunda (6,73) olarak belirlenmiş ve kontrol grubundan (6,67) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Depolamanın 3. gününde tüm örneklerde tekrar yükselme eğilimi göstermiş, 5. ve 7. günlerde tüm gruplarda düşüş devam etmiştir. Depolama boyunca en yüksek pH değerleri tüm gruplarda 3. gün tespit edilmiştir. Salem ve ark. (2010) çalışmalarında 4°C de sıfırncı gün kullanılan tüm kıyma örneklerinde pH 5,71 iken depolama ömrü arttıkça pH yükselme eğilimi göstermiştir ve 3. gün depolamada kontrol (6,76), %0,5 kekik esansiyel yağı (6,17),%1 kekik esansiyel yağı (6,09) ve %1,5 (6,02) olarak belirlemişlerdir. Elde ettikleri değerler bizim çalışmamızdaki köfte örneklerimizin 3. gün pH değerlerinden daha düşüktür. Bizim çalışmamızda da pH değeri Sallem ve ark. (2010) çalışmasında olduğu gibi 3. gün artış eğilimi göstermiştir. İlhan (2010) çalışmasında farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinde sıfırncı gün pH değerlerini 6,01 ile 6,11 arasında tespit etmiştir. Kodal (2008) kekik yağı ilave edilmiş soya bazlı yenilebilir filmlerin uygulandığı kıymalarda pH değerinin film uygulanmayan kontrol grubundan önemli ölçüde yüksek bulunduğunu bildirmiştir.



Şekil 1. Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince pH değerleri

Çalışmamızda 7. gün en düşük pH A grubu kaplama solüsyonu uygulanan köftelerde belirlenirken, en yüksek pH kontrol grubundan elde edilmiştir. Genel olarak pH depolama süresince azalma eğiliminde olmuştur.

Gomez-Estaca ve ark. (2010) esansiyel yağ içeren kitosan ve jelatin yenilebilir filmin balık muhafazasında kullanımı ile ilgili yaptıkları çalışmada 0. gün pH değerini kontrol gruplarında 6,7 bulmuşlar, depolamanın ilk gününden itibaren pH değerinin sürekli artış göstererek 7,3-7,4 değerlerine ulaştığını ve depolamanın sonuna kadar bu değerlerde izlediği bildirilmiştir. Aksine film uygulanan örneklerde pH değerinin 7'nin altına düştüğü ve bu değerlerde seyrettiği bildirilmiştir. Somonun raf ömrü üzerine kitosan bazlı kaplamaların etkisinin araştırıldığı çalışmada pH değerlerinde 6. güne kadar gruplar arasında fark bulunmadığı bildirilmiştir. 6. günden sonra örneklerde pH değeri somon filetoalarının 0°C'de depolanması 6,58 ile en yüksek kontrol gruplarında tespit edilmiştir (Souza ve ark. 2010). Öztürk (2009) likopen içeren yenilebilir filmlerin sığır kıymasının oksidatif stabilitesine etkisini araştırdığı çalışmasında 1. günde örneklerdeki pH değerleri 5,62-5,80 arasında tespit etmiştir. Öztürk ilerleyen günlerde (6.,8., 10. ve 12. gün) kontrol grubunun pH değerini likopen içeren yenilebilir filmle kaplanan kıyma örneklerinin pH değerinden yüksek olarak tespit etmiştir. Bizim çalışmamızda da 5.ve 7. günlerde kontrol grubumuzun pH değeri kaplama

solüsyonu ile kaplanan örneklerden yüksek olduğu için sonuçlarımız bu açıdan Öztürk'ün yaptıkları çalışma sonuçlarıyla uyumludur.

4.3.2. Asitlik değeri

Araştırmada kullanılan köfte örneklerinden ekstrakte edilen yağda serbest yağ asitliği cinsinden asitlik değerleri belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan kaplama işlemi uygulanmamış köfte hamurunun asitlik değeri %1,18 olarak tespit edilmiştir. Kaplama solüsyonu ile muamele edilen köftelerin ortalama asitlik değeri 7 günlük depolama periyodunda genelde kontrol grubundan daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan ve kontrol grubu köftelerin soğuk depolama süresince (4°C) 1., 3., 5 ve 7. günlerde belirlenen asitlik değerleri Çizelge 6 ve depeolama süresince asitlik değeri değişimleri Şekil 2 de verilmiştir.

Çizelge 6. Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince asitlik değerleri (%)

Örnek	Depolama Periyodu (gün)				
	1	3	5	7	Ortalama
K	1,08	1,34	1,1	1,6	1,28±0,122 a
A	1,23	1,23	1,3	1,6	1,34±0,082 a
B	1,15	1,5	1,3	1,3	1,31±0,0718 a
C	1,28	1,35	1,4	1,5	1,38±0,0463 a
D	1,6	1,8	1,4	1,8	1,65±0,0957 b
Ortalama					
a ±	1,268±0,08±0,0897	1,444±0,09±0,0988	1,300±0,0548	1,560±0,0812	
Standart Hata	A	A	A	B	

*Küçük harfler aynı grup içerisinde giren köfteleri, büyük harfler aynı gruba giren günleri ifade etmektedir.

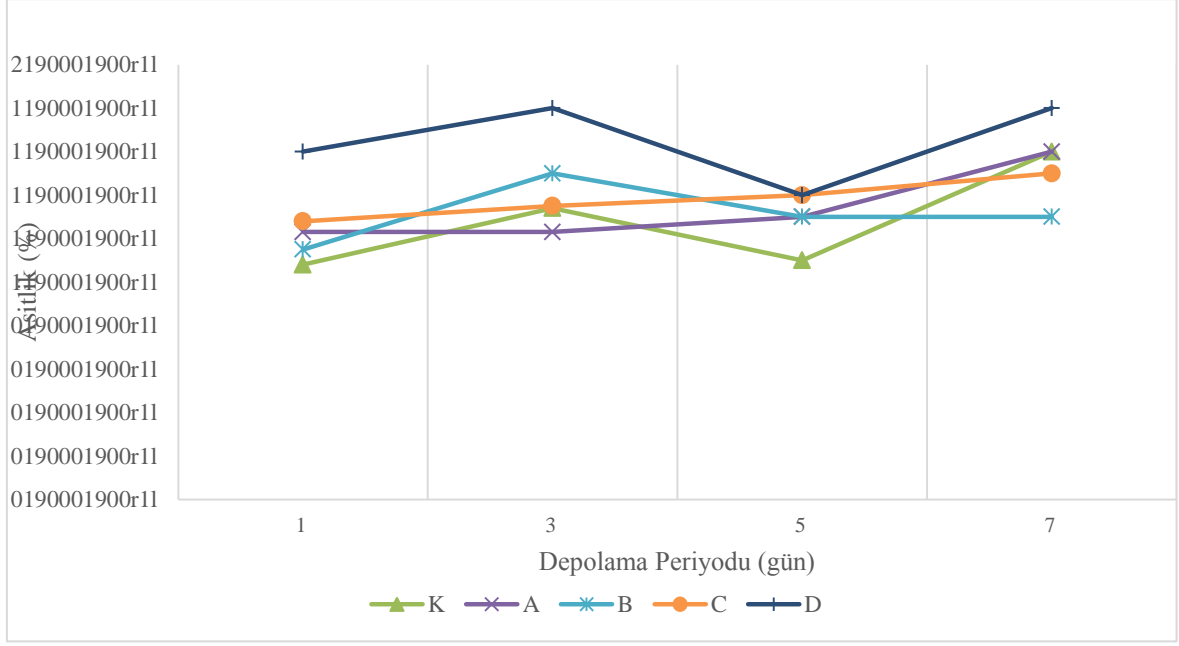
Köftelerin K, A, B ve C grupları arasında asitlik değerleri bakımından fark görülmezken D grubu köftelerin diğer gruplara göre farklı olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Günler arası ilişkide ise 1., 3., 5. günler arasında fark görülmezken 7. günde fark oluşmuştur ($p<0,05$).

Araştırmada kullanılan köftelerin asitlik değerleri ile ilgili varyans analiz sonuçları Tablo 2 de verilmiştir

Tablo 2. Asitlik Değeri Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon Kaynakları	Sebestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Hesap Değeri	P Value
Genel	19	0,82222	—	—	—
Köfte	4	0,35287	0,0882175	5,41	0,010
Günler	3	0,27382	0,09127133	5,60	0,012
Hata	12	0,19553	0,0162942	—	—

Depolama süresince en düşük ortalama asitlik değeri B grubu kaplama solüsyonu ile muamele edilen köfte grubunda belirlenirken, en yüksek ortalama asitlik değeri D grubu kaplama solüsyonu ile muamele edilen köfte grubunda belirlenmiştir.



Şekil 2. Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince asitlik değerleri (%)

4.3.3. Rutubet değeri

Araştırmamızda kullandığımız kaplama solüsyonu uygulanmamış köfte hamurunun rutubet miktarı (%54,57) olarak belirlenmiştir. Mokhtar ve ark. (2014) doğal antioksidanların 4°C'de saklanan taze sığır köftesinin renk, yağ stabilitesi üzerine etkileri ve duyuşal değeriendirilmesi üzerine yaptıkları çalışmada sığır köftesinin hazırlanmasında kullanılan et karışımında rutubet değeri %64,6 olarak tespit etmişlerdir. Yılmaz ve ark. (2002) Tekirdağ köftesinin mikrobiyolojik ve kimyasal kalite özellikleri üzerine farklı pişirme işlemlerinin etkisini araştırdıkları çalışmada pişmemiş köfte örneklerinde rutubet miktarı 59,90 Yılmaz ve Demirci (2010) ise çalışmalarında köftenin başlangıç rutubet miktarı 57,69 olarak belirlemişlerdir. Çalışmamızdaki köfte hamurunun rutubet değeri bu araştırmacıların değerlerinden düşüktür.

Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan ve kontrol grubu köftelerin soğuk depolama süresince (4°C) 1., 3., 5 ve 7. günlerde belirlenen rutubet değeri Çizelge 7 ve depolama süresince rutubet değeriendirlerinin değerişimleri Şekil 3'te verilmiştir.

Çizelge 7. Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince rutubet değerleri (%)

Örnek	Depolama Periyodu (gün)				
	1	3	5	7	Ortalama
K	54,81	54,49	54,76	55,27	54,83±0,162a
A	55,84	57,07	58,18	57,58	57,17±0,497b
B	57,74	57,59	57,49	58,28	57,78±0,176b
C	57,85	57,29	58,64	59,18	58,24±0,418b
D	56,99	56,65	55,90	56,83	56,59±0,241c
Ortalama ± Standart Hata	56,646±0,582 A	56,618±0,554 A	56,994 ±0,726 A	57,428± 0,665 A	

*Küçük harfler aynı grup içerisinde giren köfteleri, büyük harfler aynı gruba giren günleri ifade etmektedir.

Köftelerin kendi aralarında rutubet değerleri arasındaki farkın $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu, günler arasındaki nem düzeyi bakımından ise farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir.

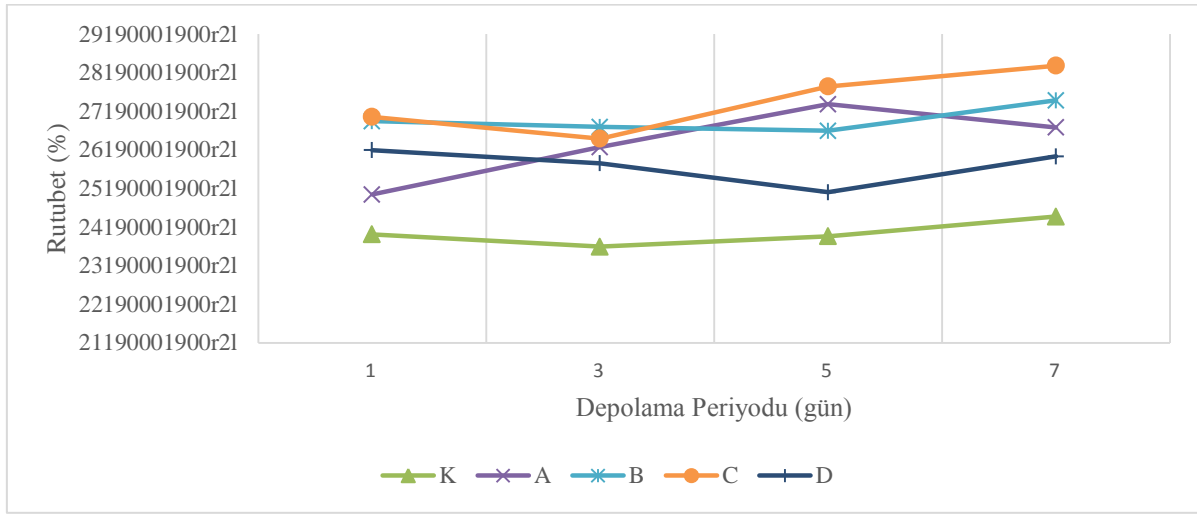
Araştırmada kullanılan köftelerin rutubet değerleri ile ilgili varyans analiz sonuçları Tablo 3 de verilmiştir

Tablo 3. Rutubet Değeri Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon Kaynakları	Sebestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Hesap Değeri	P Value
Genel	19	34,4471	—	—	—
Köfte	4	27,9983	6,99958	19,54	0,000
Günler	3	2,1491	0,71635	2,00	0,168
Hata	12	4,2997	0,35831	—	—

Depolama periyodu boyunca en düşük rutubet değeri %54.49 kontrol grubunun 3. gününde en yüksek rutubet değeri ise 7. gün %59,18 ile C grubu kaplama solüsyonu ile

muamele edilen köfte grubunda belirlenmiştir. Genel olarak kaplama solüsyonu ile muamele ürünün nem miktarında artışa neden olmuştur. Çalışmamızda tüm köfte örneklerinin rutubet değerleri Türk Standartları Enstitüsü'nün TS10580 “Köfte-Hamburger Köfte-Piştirmiş” standardı'nda ve Türk Standartları Enstitüsü'nün TS10581 “Köfte İnegöl Köfte-Piştirmiş”te belirtilen değerden (en çok %65) düşük bulunduğu için standartlara uygun olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince rutubet değerleri (%)

İlhan (2010) farklı oranlarda dana kırıntı eti ile formüle edilmiş hamburger köftelerinde biberiye ekstraktı ilavesinin depolama stabilitesi üzerine etkisini incelediği çalışmasında örneklerin nem değerlerini %51,03 ile %55,95 arasında tespit etmiştir. Çalışmamızda jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan örneklerin nem değerleri 1., 3., 5. ve 7. günlerde kontrol grubundan daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

4.3.4. Peroksit değeri

Araştırmamızda kullanılan kaplama solüsyonu ile muamele edilmemiş köfte hamurunun peroksit sayısı (2,4 meq/kg) Türk Standartları Enstitüsü'nün TS10580 “Köfte-Hamburger Köfte-Piştirmiş” Standardı'na göre ekstrakte edilen yağda en çok 3meq/kg

değerinden düşük olduğu için stardarda uygun olarak belirlenmiştir. Et ürünlerinde lipit oksidasyonu doymamış yağ asidi içeriğinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Peroksidasyon sırasında oluşan hidroperoksitler stabil değildir. Hidroperoksitler iz elementlerin katalizörlüğünde gıdanın renk, tekstür, lezzet ve besin değerini etkileyen yeni serbest radikaller ile alkil radikalleri, aldehitler, ketonlar ve karbonil bileşenlerini oluşturmaktadır (Juntachote ve ark. 2007). Ette oluşan değişiklikler sadece mikrobiyal kaynaklı olmayıp, meydana gelen kimyasal değişiklikler de önemli yer tutmaktadır. Bu değişikliklerden en başta geleni lipit oksidasyonudur. Lipit oksidasyonu et ve et ürünlerinin kalitesinin bozulmasına sebep olan temel etkenlerden birisidir (Ladikos ve Lougovois 1990).

Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince peroksit değerleri Çizelge 8 ve depolama süresince peroksit değerlerinin değişimleri Şekil 4’te verilmiştir.

Peroksit değerleri genel olarak 1. günde genelde A grubu hariç K, B, C, D gruplarında köfte hamuruna göre yükselme göstermiştir. Özellikle C ve D grubu köftelerde peroksit değeri oldukça yüksek olarak tespit edilmiştir. K, A, ve B grubu köftelerin 1. gün peroksit değerleri Türk Standartları Enstitüsü’nün TS10580 “Köfte-Hamburger Köfte-Pişmemiş” Standardı’na göre değerinden (ekstrakte edilen yağda en çok 3 meq/kg) düşük olduğu için stardarda uygun olduğu, C ve D grubu köftelerin ise uygun olmadığı belirlenmiştir. Depolamanın 3. gününde yükselme (C ve D grubu hariç) devam etmiş, 5. günde ise tüm gruplarda düşme eğilimi göstermiştir. 7. günde ise en yüksek değer kontrol grubunda (5,2 meq/kg) en düşük peroksit değeri ise B grubunda (0,7 meq/kg) tespit edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde C ve D gruplarında ise 3. ve 5. günlerde düzenli olarak düşme eğilimi göstermiştir. A ve B grubu köftelerin ortalama peroksit değerleri genelde 7 gün boyunca diğer gruplardan daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 8. Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince peroksit değerleri (meq/kg)

Örnek	Depolama Periyodu (gün)				
	1	3	5	7	Ortalama
K	2,9	4,9	2,7	5,2	3,93±0,654 a
A	1,6	5,7	2,9	3,2	3,35±0,857 a
B	2,8	4,7	3,1	0,7	2,83±0,822 a
C	4,6	3,7	3	4,7	4,00±0,402 a
D	5,2	4,8	3,2	4,7	4,48±0,439 a
Ortalama ± Standart Hata	3,42±0,0653 A	4,76±0,319 A	2,98±0,0860 A	3,70±0,822 A	

*Küçük harfler aynı grup içerisine giren köfteleri, büyük harfler aynı gruba giren günleri ifade etmektedir.

Köfteler arasında ve günler arasında peroksit değerleri bakımından farklar önemsiz bulunmuştur.

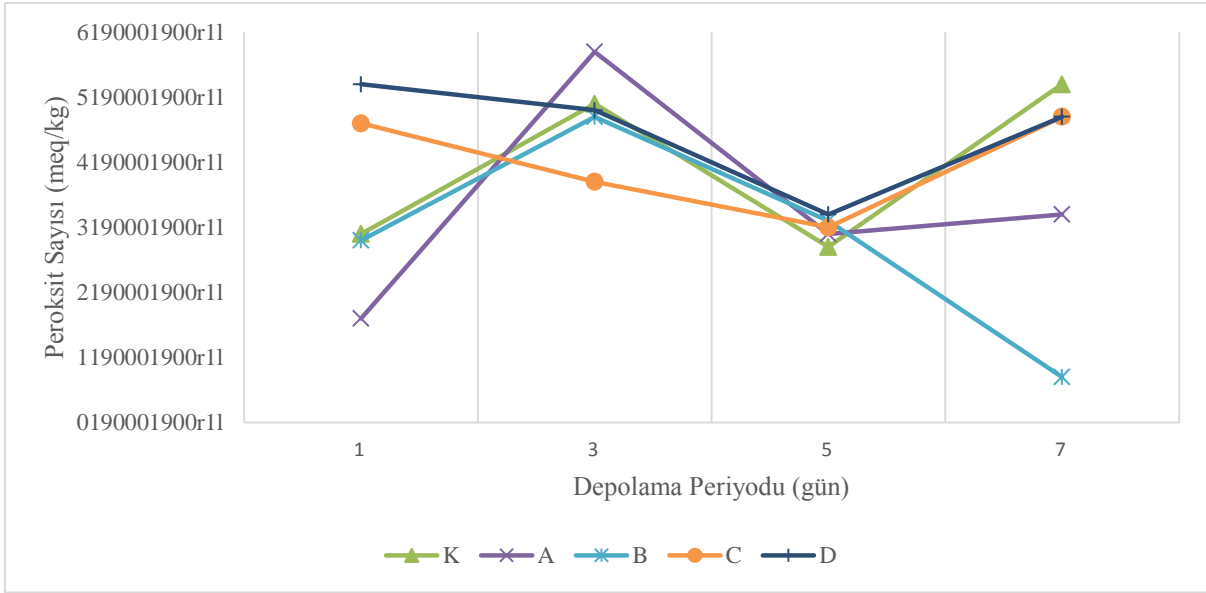
Araştırmada kullanılan köftelerin peroksit değerleri ile ilgili varyans analiz sonuçları Tablo 4 de verilmiştir

Tablo 4. Peroksit Değeri Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon Kaynakları	Sebestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Hesap Değeri	P Value
Genel	19	32,8055	—	—	—
Köfte	4	6,5130	1,62825	1,10	0,399
Günler	3	8,5975	2,86583	1,94	0,176
Hata	12	17,6950	1,47458	—	—

Çeşitli taze et örneklerinde jelatin kaplamanın raf ömrü üzerine etkilerinin araştırıldığı farklı bir çalışmada ise yazarlar, jelatinin tek başına buzdolabı şartlarında depolanan et

örneklerinin hiç birinde lipit oksidasyonu için etkili bir bariyer olarak kullanılamayacağını bildirmişlerdir (Antoniewski ve ark. 2007). Abd El-Alim ve ark. (1999) çeşitli doğal antioksidanların (adaçayı, kekik, fesleğen ve zencefil) etanol ekstraktlarının ilave edildiği ve buzdolabı koşullarında (4°C) 7 gün depolanan domuz köftelerinde doğal antioksidanları içeren grupların tümünde peroksit sayısı değerlerinde düşme belirlemişlerdir. Candoğan (2009) çalışmasında; yenilebilir filmlerle ambalajlanan kıymaların ve kontrol grubunun soğuk depolama (4°C) boyunca 0., 1., 3., 6., 8., 10. ve 12. günlerde belirlenen peroksit değerleri başlangıç değerine (5,66 miliekivalan (ME) O₂/kg yağ) göre düşüş göstermiştir ve K, ISP, OR, TH ve ORT gruplarında sırasıyla, 4,61, 3,58, 2,68, 2,39 ve 4,81 ME O₂/kg yağ olarak belirlenmiştir. K grubunun peroksit değerleri, 1. 3. ve 10. günlerde, yenilebilir filmlerle muamele edilen grupların peroksit değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Villegas ve ark. (1999) %2, 4 ve 6 konsantrasyonlarında domuz jelatini solüsyonuna daldırılan pişirilmiş jambon ve domuz pastırmasının -18°C'de 7 ay depolanmaları esnasında kalite değişimlerini araştırmışlar ve jelatin ile kaplamanın kontrol grubuna göre lipit oksidasyonu ve renk değerleri üzerine olumlu etkileri bulunduğunu rapor etmişlerdir.



Şekil 4. Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince peroksit değerleri (meq/kg)

Öztürk (2009) likopen içeren yenilebilir filmlerin sığır kıymasının oksidatif stabilitesine etkisini araştırdığı çalışmada peroksit değerleri genel olarak muameleden sonraki ilk günde tüm gruplarda başlangıç değerine göre önemli ölçüde düşüş göstermiştir. Kitosanın yenilebilir film olarak su ürünleri depolaması üzerinde koruyucu etkilerinin araştırıldığı çalışmada, fileto edilmiş morina ve ringa balıkleri farklı molekül ağırlığına sahip kitosan çözeltileri ile kaplanmış ve 4°C’ de depolanmıştır. Çalışmanın, balıklarda birincil lipid oksidasyon ürünü olan peroksit sonuçları incelendiğinde, kaplama uygulanmayan ringa balıklarında peroksit değerinin depolamanın 10. gününe kadar sürekli artış gösterdiği gözlenmiştir. Depolamanın 12. günü ise kaplanan örneklerin peroksit değerleri, kontrol gruplarına göre yaklaşık %48-63 daha düşük bulunmuştur. Bu esnada kitosan ile kaplanmış tüm örneklerin peroksit değerleri depolamanın 8. gününe kadar 10 meq O₂/kg’ ı geçmezken kontrol gruplarında bu değer depolamanın 4. günü aşmıştır (Jeon ve ark. 2002).

4.3.5. Tiyoarbitürik Asit (TBA) değeri

Araştırmamızda kullanılan kaplama solüsyonu ile işlem görmemiş köfte hamurunun TBA değeri 1,98 mgMA/kg olarak belirlenmiştir. Türk Standartları Enstitüsü’nün TS10580 “Köfte-Hamburger Köfte-Pişmemiş” standardı’nda köftelerde TBA değeri ile ilgili sınır değer belirtilmemiştir. Yılmaz ve Demirci (2010) çalışmalarında köftenin başlangıç TBA değeri 0,234 olarak belirlemişlerdir. Bizim TBA değerimiz Yılmaz ve Demirci (2010)’nin değerinden yüksektir. Bitki ve baharatların doğal antioksidan kaynaklar olarak kullanımlarını araştıran çalışmaların sayısı da gün geçtikçe artmaktadır (Dorman ve ark. 1995, Tomaino ve ark. 2005). TBA değeri hayvansal yağ içeren gıdalarda lipid oksidasyon derecesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan bir ölçüttür (Klebanov ve ark. 1998). Etteki acılaşıma hakkında bilgi verir. Çok iyi kalitedeki materyalde TBA sayısı 3’den az olmalı iyi bir kalitedeki materyalde ise 5’ten fazla olmamalıdır. Tüketilebilirlik sınır değeri 7 - 8 arasındadır (Varlık ve ark. 1993). Et ve et ürünlerinde TBA değerini etkileyen karbonhidratlar, nitrit, askorbikasit varlığı vb. birçok faktör mevcuttur. Grene and Cumuze (1982) et ve ürünlerinde kötü tat ve kokuya neden olan sınır TBA değerinin 2 mg MA/kg örnek olduğunu bildirmişlerdir.

Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince TBA değerleri Çizelge 9 ve depolama süresince TBA değişimleri Şekil 5’te verilmiştir.

Çalışmamızda tüm örneklerde raf ömrü süresince TBA değerlerinde iniş ve çıkışlar gözlenirse de Grene and Cumuze (1982)'in belirttiği sınır değeri (2 mg MA/kg)'ı aşmadığı tespit edilmiştir. Tüm gruplarda 7 günlük depolama süresi boyunca TBA değerleri köfte hamurunun başlangıç TBA (1,98 mgMA/kg) değerinden daha düşük olarak belirlenmiştir. Ortalama TBA değerleri Ave B ve C gruplarında 7 günlük depolamada kontrol grubundan daha düşük değerde, D grubunun ise kontrol grubundan daha yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir. D grubu örneklerde ise 7 gün içinde TBA değerlerinde önemli bir dalgalanma gözlenmemiştir.

Çizelge 9. Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince tiyobarbitürik asit (TBA) değerleri (mgMA/kg)

Örnek	Depolama Periyodu (gün)				
	1	3	5	7	Ortalama
K	1,7	1,6	1,9	1,9	1,78±0,0750 a
A	1,6	1,7	1,6	1,8	1,68±0,0479 a
B	1,7	1,8	1,5	1,7	1,68±0,0629 a
C	1,7	1,5	1,9	1,8	1,73±0,0854 a
D	1,9	1,9	1,8	1,9	1,88±00250 a
Ortalama ± Standart Hata	1,72±0,0490 A	1,70±0,0707 A	1,74±0,0812 A	1,82±0,0374 A	

*Küçük harfler aynı grup içerisine giren köfteleri, büyük harfler aynı gruba giren günleri ifade etmektedir.

TBA değerleri bakımından fark hem köfteler arasında hem de günler arasında önemsiz bulunmuştur.

Araştırmada 7 günlük depolama süresinde kontrol grubu ve D grubu kaplama solüsyonu ile muamele edilen köftelerde TBA sınır değeri olan 2 mgMA/kg'a yaklaşmıştır. Aylangan ve Vural (2012) farklı ışınlama dozlarının hamburger köftelerin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada çiğ örneklerde lipit oksidasyonu seviyesini belirlemek amacıyla tiyobarbitürik asit (TBA) analizi uygulanmıştır;

+4 °C'da depolanan örneklerde 3,18-1,03 mg malonaldehit /kg örnek, aralığında tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz TBA değerleri Aylangan ve Vural (2012)'nin +4°C'da depolanan hamburger örneklerinden elde ettikleri değerler arasındadır.

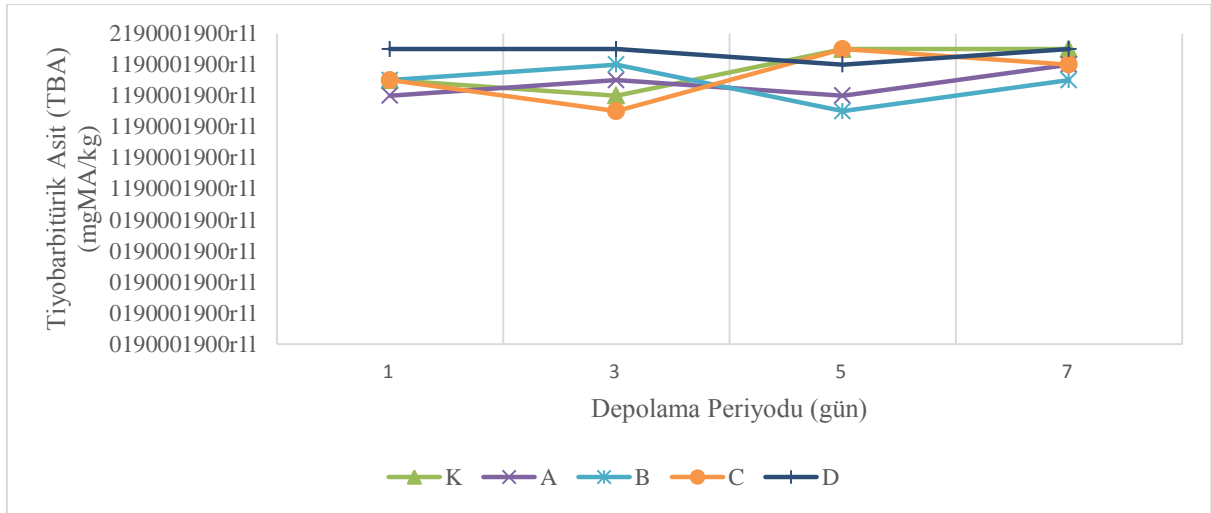
Araştırmada kullanılan köftelerin TBA değerleri ile ilgili varyans analiz sonuçları Tablo 5 de verilmiştir

Tablo 5. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Değeri Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon Kaynakları	Sebestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Hesap	P Value
Genel	19	0,3495	—	—	—
Köfte	4	0,1120	0,0280000	1,71	0,211
Günler	3	0,0415	0,0138333	0,085	0,494
Hata	12	0,1960	0,016333	—	—

Sağdıç ve Telli (2008) yaptıkları çalışmada köftelere farklı oranlarda kekik ekstraktı ilave edilmiş ve antioksidan, antimikrobiyal ve duyuşsal etkileri analiz edilmiştir. Kekik ekstraktının köftede antioksidan etkide bulunduğu gözlemlenmiş ve 250 ila 500 ppm düzeyinde ilave edilen kekik ekstraktlı köftelerin duyuşsal açıdan tüketime uygun olduğu belirlenmiştir. Köftede, kekik ekstraktının antioksidan özelliğinden yararlanabileceğı belirtmişlerdir. Nugboon and Intarapichet (2015) ise Tayland mutfak ot ve baharat ekstraktlarının antioksidan ve antibakteriyel faaliyetleri ve domuz köftesine uygulanması üzerine yaptıkları çalışmada; 0., 3., 6., ve 9., gün ot ve baharat ekstraktları uygulanan köftelerin TBA değerleri hem aerobik koşullarda hem vakum paketlenenlerde kontrol grubununkinden düşük değerlerde olduğunu ve depolama süresince TBA değerlerinin giderek artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Kodal (2008) antioksidan özellikteki iki farklı çeşit kekik uçucu yağı mercanköşk (*Oregano- Oreganum heracleoticum L.*) ve bahçe kekiğı (*Thyme- Thymus vulgaris L.*) ilave edilerek hazırlanmış soya proteini bazlı yenilebilir filmlerin, soğuk muhafaza (4°C) boyunca taze sığır kıymasının oksidatif ve renk stabilitesi üzerine etkilerini belirlediğı çalışmada, kekik yağı uygulanmış kıymalarda TBA değerlerinin kontrol grubundan daha düşük olduğunu saptamıştır. Kassem ve ark. (2011) yaptıkları

çalışmada sığır burger kalitesi ve stabilitesi üzerine üzerinde farklı konsantrasyonlarda (%0,02, 0,04, 0,06) esansiyel kekik yağı (TEO) ve %0,1 jojoba yağının (JO) ilavesinin etkisinin araştırmışlar. Elde edilen sonuçlar depolama süresi önemli ölçüde TBA (tiyobarbitürik asit) değerlerini etkilemiştir. Kontrol numuneleri ile karşılaştırıldığında TEO ve JO ile muamele edilen numunelerin TBA'ları daha düşük değerler göstermiştir. Araştırmacılar depolamanın üçüncü gününde TEO ve JO muamele edilmiş sığır burger örneklerin TBA değerlerinde önemli bir azalmanın belirgin olduğunu bildirmişler. Oussallah ve ark. (2004) %1 oregano uçucu yağı ilave ettikleri peynir altı suyu proteini bazlı yenilebilir filmlerin dilimlenmiş sığır etleri üzerine uygulanması sonucu 4°C'de depolama süresince lipit oksidasyonunu tiyobarbitürik asit reaktiflerini (TBARS) tespit ederek gözlemişler ve oregano içeren filmlerin lipit oksidasyonunu geciktirici etkisi olduğunu saptamışlardır. Öztürk (2009) likopen içeren yenilebilir filmlerin sığır kıymasının oksidatif stabilitesine etkisini araştırdığı çalışmada, 12 günlük depolama boyunca TBA değerlerinde görülen iniş çıkışların nedenin malonaldehitin stabil olmayan bir bileşik olmasıyla açıklanabileceğini belirtmiştir. Candoğan (2002), tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada içerdiği likopenin antioksidan kapasitesinden dolayı hamburger köftelerine %5, 10, 15 oranında ilave edilen domates salçasının 9 günlük soğuk depolama boyunca TBA değerini azalttığı gözlenmiştir. Sanchez-Escalante ve ark. (2003a) yaptıkları çalışmada farklı antioksidanlarla formüle ettikleri kıymalarda ticari kristalize likopenin (Lyc-o-Mato) 2 g/kg düzeyinde ilave edildiği grupta lipit oksidasyonunu 12. güne kadar belirgin şekilde geciktirdiğini gözlemişlerdir.



Şekil 5. Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince tiyobarbitürik asit (TBA) değerleri (mgMA/kg)

Eyiler (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmada depolama süresince 100 ppm ve 150 ppm nitrit ile %4 domates tozu içeren örneklerin 1. ve 60. günlerdeki TBA değerleri arasında önemli bir farklılık gözlenmemiş ve %4 oranında domates tozu ilavesinin oksidasyon reaksiyonlarını yavaşlattığı bildirilmiştir. Botsoglou ve ark. (2003b) yaptıkları çalışmada, farklı oranlarda kekik uçucu yağı veya α - tokoferol asetat ilave edilen yemlerle beslenen etlik piliçlerin göğüs ve but etlerindeki malondialdehit düzeylerini incelemişler yemlere gerek kekik uçucu yağı ve gerekse α - tokoferol asetat ilavesinin, kesimden sonra elde edilen etlerde TBA değerini önemli düzeyde düşürdüğünü saptamışlardır. Fasseas ve ark. (2008) domuz ve sığır eti örneklerine oregano ve adaçayı yağları ilave ettikten sonra homojenize etmişler ve 4°C’de 12 gün depolamışlar, sonuçta her iki uçucu yağ ile muamele edilmiş etlerin TBA değerlerinin kontrol grubuna göre önemli ölçüde daha düşük olduğunu, ayrıca, oregano uçucu yağının lipid oksidasyonunu kontrol altına almada daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Dikel (2012) balık yağında lipid oksidasyonunun bir göstergesi olan TBA analiz sonuçları incelemiş, %15 jelatin ile kaplanan grupta ve kitosan eklenen jelatin ile kaplanan balık gruplarında lipid oksidasyonunun geciktiğini ve depolama süresince jelatin ile kaplamanın depolama süresini 3 gün uzattığını bildirmiştir. Kitosan jelatin karışımının balık köftelerine uygulandığı bir çalışmada ise TBA değerinin depolamanın 7. gününden sonra artış göstermeye başladığı bildirilmiştir (López-Caballero ve ark. 2005). Souza ve ark. (2010) kitosan ile kaplamanın salmon filetolarının raf ömrüne olan etkisini araştırmışlar ve TBA’ nın lipid oksidasyonunu belirlemede kullanılan yaygın yöntemlerden biri olduğunu bildirmişlerdir. Mohan ve ark.

(2012) %1 ve %2 kitosan ile muamele edilen sardalyanın buzdolabında depolamada, depolamanın 9. ve 11. gününde TBA' nın 2 mg MDA/kg' a ulaştığını, kontrol grubunun ise 7. günde limit değere ulaştığını bildirmişlerdir.

Herring ve ark. (2010) %10 ve %20 konsantrasyonlarında domuz jelatini ile kaplanan domuz etlerinin +4 °C'de muhafazası süresince kalite değişimlerini inceledikleri çalışmalarında, konsantrasyonlar arasında depolama boyunca önemli bir fark bulunmazken, jelatin ile kaplamanın, kontrol grubuna göre TBA, protein, karbonil, toplam renk değişimi ve metmiyogloblin değerleri bakımından daha iyi sonuçlar verdiğini ifade etmişlerdir. Artan jelatin konsantrasyonu bizim çalışmamızda da TBA değerinde önemli bir fark yaratmamıştır. Chen ve ark. (1996) TBA değerlerinde dalgalanmaların olabileceğini ve bunun hidrojen peroksitlerin yapısında bulunan malonaldehitin stabil olmayan yapısından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Literatürde verilen bu bilgiler doğrultusunda, çalışmamızdan elde edilen TBA değerlerinin diğer araştırmacıların elde ettiği sonuçlardan farklılığı yapılan çalışmalarda kullanılan kullanılan hammaddelerin ve formülasyonların farklılığında kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.3.6. Yağ miktarı

Araştırmamızda kullanılan kaplama solüsyonu ile muamaele edilmemiş köfte hamurunun yağ miktarı (%15,8) Türk Standartları Enstitüsü'nün TS10580 "Köfte-Hamburger Köfte-Pişmemiş" göre yağ oranı en çok %25 değerine uygun olarak belirlenmiştir. Köfte örneklerine 1., 3., 5., ve 7 gün yağ tayini yapılmamıştır. Mokhtar ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada sığır köftesinin hazırlanmasında kullanılan et karışımında yağ miktarını %15,1 olarak tespit etmişlerdir. Yılmaz ve ark. (2002) çalışmalarında pişmemiş köfte örneklerinde yağ miktarını %16,6 Yılmaz ve Demirci (2010) ise çalışmalarında köftenin başlangıç yağ miktarı %17,63 olarak belirlemişlerdir. Bizim yağ değerimiz Mokhtar ve ark. (2014) değerine yakın Yılmaz ve ark. (2002), Yılmaz ve Demirci (2010)'nin değerlerinden düşüktür.

4.3.7. Tuz değeri

Çalışmamızda kullanılan kaplama solüsyonu ile muamaele edilmemiş köfte Köfte hamurunun tuz miktarı (%1,7) Türk Standartları Enstitüsü'nün TS10580 "Köfte-Hamburger Köfte-Pişmemiş" Standardı'na göre tuz oranı en çok %2 değerine uygun olarak belirlenmiştir. Köfte örneklerine 1., 3., 5., ve 7 gün tuz tayini yapılmamıştır.

4.3.8. Kül miktarı

Araştırmamızda kullandığımız kaplama solüsyonu ile işlem görmemiş köfte hamurunun kül miktarı %2,8 olarak belirlenmiştir. Yılmaz ve ark. (2002) çalışmalarında pişmemiş köfte örneklerinde kül miktarını %2,6 olarak tespit etmişlerdir. Mokhtar ve ark. (2014) çalışmalarında sığır köftesinin hazırlanmasında kullanılan et karışımında kül değerini %0,9 olarak tespit etmişlerdir. Yılmaz ve Demirci (2010) çalışmalarında köftenin başlangıç kül miktarı %2,82 olarak belirlemişlerdir. Bizim kül değerimiz Mokhtar ve ark. (2014) ve Yılmaz ve ark. (2002)'nin değerinden yüksek, Yılmaz ve Demirci (2010)'nin değeriyle uyumludur. Köfte örneklerine 1., 3., 5., ve 7 gün kül tayini yapılmamıştır.

4.3.9. Ham Protein değeri

Araştırmamızda kullandığımız kaplama solüsyonu ile muamele edilmemiş köfte hamurunun protein değeri (%14,89) Türk Standartları Enstitüsü'nün TS10580 "Köfte-Hamburger Köfte-Pişmemiş" standardı'na ve Türk Standartları Enstitüsü'nün TS10581 "Köfte İnegöl Köfte-Pişmemiş" de belirtilen değerine (en az %12) uygun olarak tespit edilmiştir. Mokhtar ve ark. (2014) çalışmalarında sığır köftesinin hazırlanmasında kullanılan et karışımında protein değerini %18,8 olarak tespit etmişlerdir. Yılmaz ve ark. (2002) çalışmalarında köftenin başlangıç protein değerini %15,7 olarak belirlemişlerdir. Yılmaz ve Demirci (2010) çalışmalarında köftenin başlangıç protein değerini %18,52 olarak belirlemişlerdir. Bizim köfte hamuru protein değerimiz Mokhtar ve ark. (2014), Yılmaz ve ark. (2002) ve Yılmaz ve Demirci (2010)'nin değerinden düşüktür. Köfte örneklerine 1., 3., 5., ve 7 gün protein tayini yapılmamıştır.

4.4. Tekirdağ köftelerinin rafömrü boyunca mikrobiyolojik analiz sonuçları

4.4.1. Aerobik koloni sayısı

Köfte hamurunun aerobik koloni sayısı 6,9 log₁₀kob/g olarak belirlemiştir. Bingöl ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada Tekirdağ köftesinin başlangıç aerobik plak sayımını 5,85 log CFU g⁻¹ olarak belirlemişlerdir. İlhan (2010) farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinin donmuş depolama boyunca toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarını incelediği çalışmasında denediği tüm gruplarda sıfırıncı gün toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarını (6,49- 8,58 log kob/g) arasında tespit etmiştir. Yılmaz ve ark. (2002) çalışmalarında pişmemiş köfte örneklerinde ortalama toplam bakteri sayısını 6,77 log cfu/g olarak tespit etmişlerdir. Yılmaz ve Demirci (2010) farklı ambalaj yöntemleri ve depolama sıcaklığının köftenin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal kalite özellikleri üzerine etkisini

inceledikleri çalışmada başlangıç toplam aerobik mezofilik bakteri sayısını $5,59 \log_{10} \text{ kob/g}$ ($3,9 \times 10^5 \text{ cfu/g}$) olarak tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz köfte hamurunun aerobik koloni sayısı İlhan (2010)'ın çalışmasından elde ettiği değerler arasında, Bingöl ve ark. (2012), Yılmaz ve ark. (2002), Yılmaz ve Demirci (2010)'nin değerlerinden yüksektir.

Çoğu zaman, 10^7 cfu / g ($7 \log_{10} \text{ kob/g}$) toplam mikrop sayısını aştığında gıda bozulmuş kabul edilir. Toplam sayım 10^8 cfu/g ($8 \log_{10} \text{ kob/g}$) ve yukarısına ulaştığında hoş olmayan koku oluşmaya başlar. AM ambalaj üzerinde çalışılan çoğu araştırmacı 10^7 cfu/ml veya g veya cm^2 bakteri sayımını raf ömrü göstergesi için bir standart olduğuna atıfta bulunmuştur (Sunga ve ark. 2013). Mahdavi-Yekta ve ark. (2014) kekik ekstraktının hamburgerin raf ömrü ve duysal özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada kekik ekstraktının %0,03 konsantrasyonda maksimum antimikrobiyal özelliklere sahip olduğunu ve %0,015 konsantrasyonunda düşük antimikrobiyal özelliklere sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince aerobik koloni sayımları Çizelge 10 ve depolama süresince aerobik koloni sayımlarındaki değişim Şekil 6'da verilmiştir.

Çalışmamızda depolama süresi boyunca aerobik koloni sayısı 1. gün genelde (B ve D grubu hariç) düşme eğilimi 3.ve 5. ve 7. günlerde tüm örneklerde yükselme eğilimi göstermiştir. Köftelerde kekik yağı ve jelatin içeren solüsyonla muamale işleminin aerobik koloni sayısını azaltıcı etki göstermemiştir. Sağdıç ve Telli (2008) yaptıkları çalışmada köftelere farklı oranlarda kekik ekstraktı ilave edilmiş ve antioksidan, antimikrobiyal ve duysal etkilerini analiz etmişler ve mikrobiyolojik açıdan önemli ölçüde bir etki görülmediğini belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda da kekik yağı ilave edilmiş solüsyonla muamelenin köftelerin aerobik koloni sayısında azaltıcı etkisi olmadığı belirlenmiştir. Bu açıdan Sağdıç ve Telli (2008)'nin sonuçları ile uyumludur. Salem ve ark. (2010) çalışmalarında 4°C de 3. gün depolamada kıyma örneklerinde aerobik plaka sayısını kontrol (7,80), %0,5 kekik esansiyel yağı (7,55), %1 kekik esansiyel yağı (6,91) ve %1,5 (6,62) $\log_{10} \text{ kob/g}$ olarak belirlemişlerdir. Depolamanın 6. günü kıyma örneklerinde aerobik plaka sayısını kontrol (9,49), %0,5 kekik esansiyel yağı (8,90), %1 kekik esansiyel yağı (8,57) ve %1,5 (7,92) $\log_{10} \text{ kob/g}$ olarak belirlemişlerdir. Elde ettikleri değerler bizim çalışmamızda köfte örneklerinden 7. günde elde edilen değerlerden yüksektir. Özen (2008) bitkisel ekstrakt kullanımının Tekirdağ köftesinin mikrobiyolojik ve duysal özellikleri üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında kekik ekstraktı ile muamele edilen Tekirdağ köftesinde aerobik canlı

bakteri sayısının logaritmik değerlerini sırasıyla 1.gün (6,47) 3. gün (8,23) 5. gün (9,55) ve 7. gün (9,47) olarak belirlemişlerdir. Özen (2008)'in 3., 5., ve 7., gün değerleri bizim 3., 5., ve 7., gün bizim Tekirdağ köftelerinden elde ettiğimiz değerlerden yüksektir. El-Desouky ve ark. (2006) bazı uçucu yağlar ve koruyucuların *E. coli* O157:H7 gelişimine ve buzdolabında kıyma kalitesine etkisini araştırdıkları çalışmada soğuk depolama sırasında kekik yağı ile muamele edilen numunenin, diğer muamele edilmiş numuneler ile karşılaştırıldığında düşük toplam canlı bakteri sayısında sahip olduğunu belirlemişlerdir. Yazarlar çalışmada sıfırıncı gün kontrol grubunda 4,77 log₁₀kob/g olarak, kekik ve sodyum laktatla muamele ettikleri örnekte 4,49 log₁₀kob/g olarak ve 3. gün kekik ve sodyum laktatla muamele ettikleri örnekte 4,43 log₁₀kob/g kontrol grubunda ise 5,19 log₁₀kob/g olarak tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızdan elde edilen aerobik koloni sayısı El-Desouky ve ark. (2006) belirlediği değerlerden yüksektir.

Ülkemizde üretilen hazır köfte ve benzeri ürünler üzerinde yapılan çalışmalar mikrobiyolojik kalitenin düşük olduğunu ve bazılarının patojen mikroorganizmaları içerdiğini göstermiştir (Kaymaz 1987, İgöz ark. 1996). Baharatların gıdalardaki antimikrobiyal etkisi, besiyerindeki antimikrobiyal etkisinden daha düşüktür ve bu nedenle de gıdalardaki antimikrobiyal etkileri gıdanın yapısına ve kullanılan baharat miktarına bağlıdır (Turantaş ve Ünlütürk 2003, Dobroslava ve ark. 2006). Duman ve ark. (2012) biberiye ve kekik esansiyel yağları katkısının marine edilmiş kerevitlerin raf ömrüne etkisinin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada çiğ materyalin toplam aerobik bakteri sayısı ortalama 3.75 log kob/g olarak belirlenmiştir. Olgunlaştırma işleminden sonra örneklerin toplam aerobik bakteri sayılarında azalma gözlemlenmiştir. Bütün gruplarda mikrobiyal yük muhafaza süresince artmıştır. En yüksek bakteri sayısı kontrol grubunda, en düşük ise kekik esansiyel yağı içeren grupta tespit edilmiştir. Kassem ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada sığır burger kalitesi ve stabilitesi üzerine üzerinde farklı konsantrasyonlarda (%0,02, 0,04, 0,06) esansiyel kekik yağı (TEO) ve %0.1 jojoba yağının (JO) ilavesinin etkisinin araştırmışlar. Elde edilen sonuçlar kontrol numuneleri ile karşılaştırıldığında. %0,04 ve 0,06 TEO ile muamele edilmiş örneklerin mikrobiyal yükü depolamanın 12. gününde önemli bir azalma göstermiştir. Diğer yandan, JO nun mikrobiyal yükün üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı görölmüştür.

Çizelge 10. Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince aerobik koloni sayımları (\log_{10} kob/g)

Örnek	Depolama Periyodu (gün)				
	1	3	5	7	Ortalama
K	6,78	7	7,32	7,54	7,16±0,168 a
A	6,83	7,53	7,67	7,76	7,45±0,211 b
B	6,95	7,36	7,7	7,83	7,46±0,197 b
C	6,7	7,08	7,32	7,53	7,16±0,178 a
D	7	7,18	7,69	7,81	7,42±0,196 b
Ortalama ± Standart Hata	6,852±0,0549 A	7,230±0,0961 B	7,540±0,0899 C	7,694±0,0659 C	

*Küçük harfler aynı grup içerisinde giren köfteleri, büyük harfler aynı gruba giren günleri ifade etmektedir.

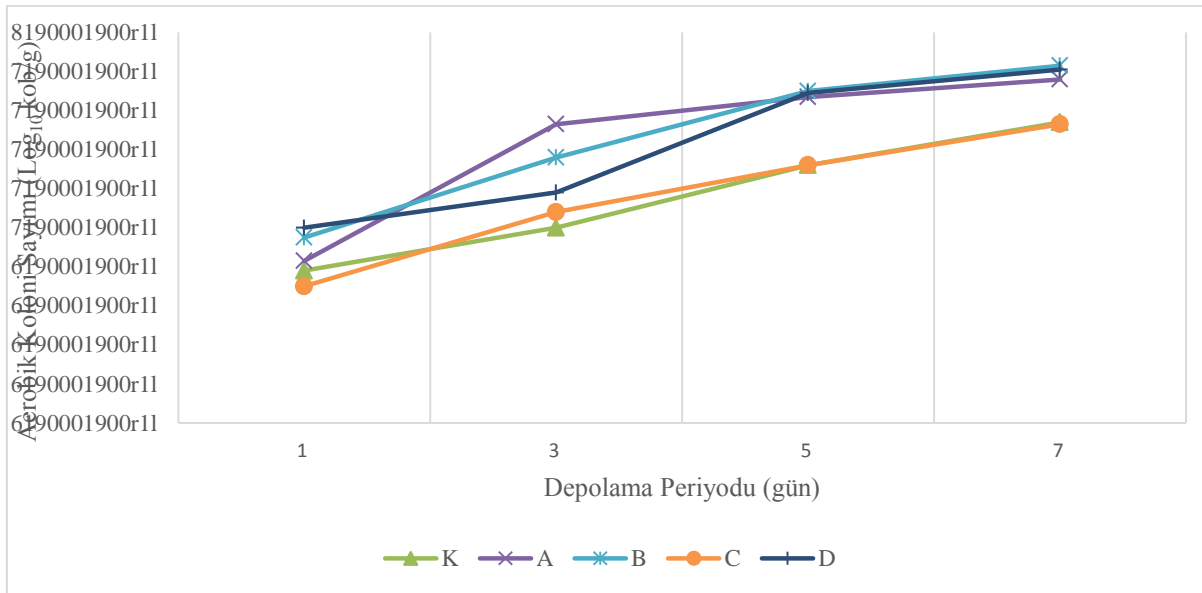
Hem günler hem de köfteler arasında aerobik koloni sayısı $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Araştırmada kullanılan köftelerin aerobik koloni sayısı ile ilgili varyans analiz sonuçları Tablo 6 da verilmiştir

Tablo 6. Aerobik Koloni Sayısı Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon Kaynakları	Sebestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Hesap Değeri	P Value
Genel	19	2,56918	—	—	—
Köfte	4	0,38983	0,097457	11,25	0,000
Günler	3	2,07538	0,691793	79,85	0,000
Hata	12	0,10397	0,008664	—	—

Mahdavi-Yekta ve ark. (2014) çalışmalarında hamburgerlerde sıfırncı gün kekik ekstraktı içermeyen kontrolde toplam canlı sayısını (2,82 log cfu/g) %0,015 kekik ekstraktı içeren örnekte (2,56 log cfu/g) ve %0,03 kekik ekstraktı içeren örnekte (2,2 log cfu/g) olarak tespit etmişlerdir. 4. gün kekik ekstraktı içermeyen kontrolde toplam canlı sayısını (2,73 log cfu/g) %0,015 kekik ekstraktı içeren örnekte (2,67logcfu/g) ve %0,03 kekik ekstraktı içeren örnekte (2,42 log cfu/g) olarak belirlemişlerdir. Baker ve ark. (2014) kekik yaprak ekstraktının depolama sırasında kuzu ve tavuk eti kalitesine etkisinin araştırdıkları çalışmada 1. gün kuzu etinde toplam plak sayısını kontrol örneğinde 4,79 log₁₀kob/g, 250 ppm kekik ekstraktı ilave ettikleri örnekte 4,52 log₁₀kob/g, 500 ppm kekik ekstraktı ilave ettikleri örnekte 4,49 log₁₀kob/g ve 1000 ppm kekik ekstraktı ilave ettikleri örnekte 4,52 log₁₀kob/g olarak belirlemişlerdir.



Şekil 6. Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince aerobik koloni sayımları (log₁₀kob/g)

Ekici ve ark. (2008) kekik uçucu yağı ilavesinin kuşbaşı etler ve bonfilenin bazı özelliklerine etkisini araştırdıkları çalışmada sıfırncı gün bonfilede toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı kontrolde 3,27 log kob/g 250 ppm uçucu yağ ilave edilende 3,33 log kob/g, 500 ppm uçucu yağ ilave edilende 3,32 log kob/g ve 1000 ppm uçucu yağ ilave edilende 3,20log kob/g olarak tespit etmişlerdir. 3.gün ise çalışmalarında kontrolde 4,61 log kob/g 250 ppm uçucu yağ ilave edilende 4,59 log kob/g, 500 ppm uçucu yağ ilave edilende 4,62 log kob/g ve 1000 ppm uçucu yağ ilave edilende 3,42log kob/g olarak tespit etmişlerdir. 7. gün sayım sonuçları ise kontrolde 5,62 log kob/g 250 ppm uçucu yağ ilave edilende 5,65 log kob/g, 500

ppm uçucu yağ ilave edilende 5,54 log kob/g ve 1000 ppm uçucu yağ ilave edilende 4,37log kob/g olarak tespit etmişlerdir ve yaklaşık olarak 3. ve 7. günlerde düzenli olarak 1 logaritmik artış gözlenmiştir. Bizim çalışmamızda başlangıçta aerobik koloni sayısı Ekici ve ark. (2008) nın çalışmasından elde ettiği sonuçlardan yüksek olmasına rağmen hergün 1 logaritmik artış gözlenmemiştir.

4.4.2. Koliform sayısı

Köfte hamurunun koliform sayısı (5,04 log₁₀kob/g) olarak belirlemiştir. Bingöl ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada Tekirdağ köftesinin başlangıç aerobik plak sayımını 3,04 log CFU g⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Yılmaz ve ark. (2002) çalışmalarında pişmemiş köfte örneklerinde ortalama koliform sayısı 3,04 log cfu/g olarak tespit etmişlerdir. Yılmaz ve Demirci (2010) çalışmasında başlangıç toplam koliform grubu bakteri sayısını 3,94 log₁₀ kob/g (8,8 x 10³ cfu/g) olarak tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz köfte hamurunun koliform grubu bakteri sayısını bu araştırmacıların tespit etikleri değerlerden yüksektir.

Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince koliform sayımları Çizelge 11 ve depolama süresince koliform sayımlarındaki değişimler Şekil 7'de verilmiştir.

Çalışmamızda kaplama solüsyonu ile muamele edilen örneklerin 7 günlük ortalama koliform sayımları kontrol grubundan yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sıfırinci gün 5.04 log₁₀kob/g olarak tespit edilen koliform sayısı 1. gün B (5,23) ve D (5,23) grubu hariç düşme eğilimi göstermiştir. Koliform sayısındaki düşüş 3. gün A grubu (5,18) hariç devam etmiş ve depolamanın 5. ve 7. günlerde tüm gruplarda giderek yükselme eğilimi göstermiştir. İlhan (2010) farklı oranlarda dana kırıntı eti ve biberiye yağı içeren hamburger köftelerinin donmuş depolama boyunca denediği tüm gruplarda sıfırinci gün toplam koliform bakteri sayılarını (3,27- 4,58 log₁₀kob/g) arasında tespit etmiştir. Bizim çalışmamızda sıfırinci gün köfte hamurunun koliform bakteri sayımı İlhan'ın (2010) elde ettiği değerlerden yüksektir. Özen (2008) çalışmasında kekik ekstraktı ile muamele edilen Tekirdağ köftesinde koliform grubu canlı bakteri sayısının logaritmik değerlerini sırasıyla 1.gün (5,30) 3. gün (6,44) 5. gün (6,85) ve 7. gün (7,91) olarak belirlemişlerdir. Bizim 1., 3., 5., ve 7. gün Tekirdağ köftelerinde tespit ettiğimiz koliform sayıları genelde Özen (2008) in değerlerinden daha düşüktür. Çalışmada köftelere uygulanan kaplama solüsyonları koliform sayısını azaltıcı etki göstermemiştir.

Çizelge 11. Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince koliform sayımları (\log_{10} kob/g)

Örnek	Depolama Periyodu (gün)				
	1	3	5	7	Ortalama
K	4,93	4,83	5,08	5,89	5,18±0,241 a
A	4,97	5,18	5,18	5,98	5,33±0,223 a
B	5,23	5,08	5,18	5,86	5,34±0,177 a
C	4,87	4,83	5,2	6	5,23±0,271 a
D	5,23	4,87	5,2	5,78	5,27±0,189 a
Ortalama ± Standart Hata	5,046±0,0768 A	4,958±0,0723 A	5,168±0,0224 A	5,902±0,0403 B	

*Küçük harfler aynı grup içerisinde giren köfteleri, büyük harfler aynı gruba giren günleri ifade etmektedir.

Günler arasında koliform sayısı farklılığı $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunurken köfteler arasında koliform sayısının önemsiz olduğu belirlenmiştir.

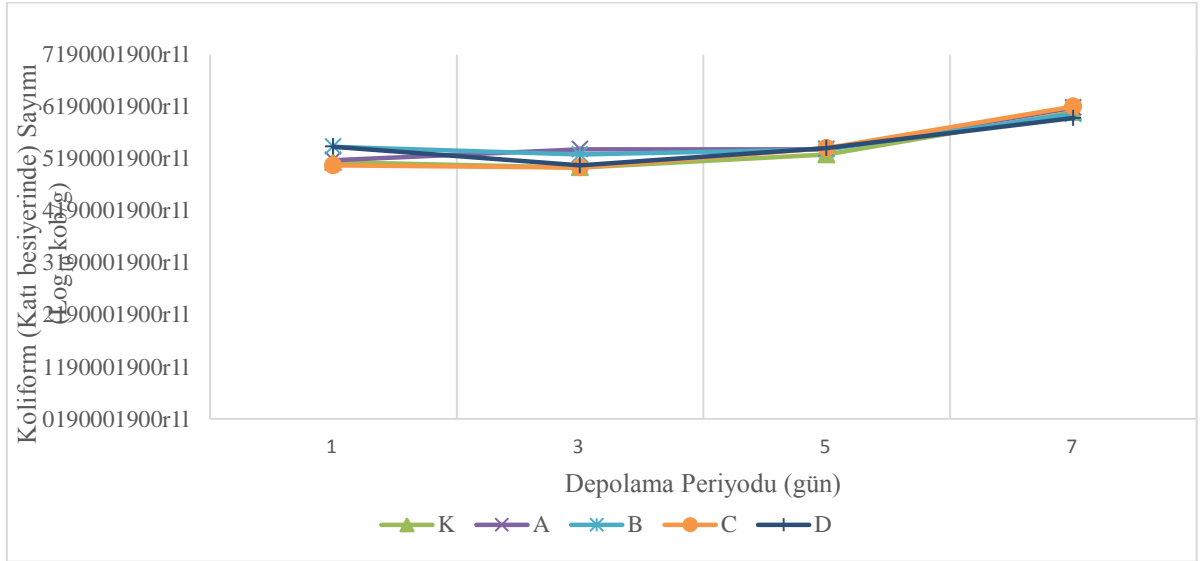
Araştırmada kullanılan köftelerin koliform sayısı ile ilgili varyans analiz sonuçları Tablo 7 da verilmiştir

Tablo 7. Koliform Sayısı Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon Kaynakları	Sebestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Hesap Değeri	P Value
Genel	19	3,05186	—	—	—
Köfte	4	0,07013	0,017533	1,08	0,410
Günler	3	2,78670	0,928898	57,15	0,000
Hata	12	0,19503	0,016253	—	—

Salem ve ark. (2010) çalışmalarında 4°C de 3. gün depolamada kıyma örneklerinde koliform sayısını kontrol (5,63), %0,5 kekik esansiyel yağı (4,99), %1 kekik esansiyel yağı

(4,69) ve %1,5 (4,39) \log_{10} kob/g olarak belirlemişlerdir. Baker ve ark. (2014) kekik yağı ekstraktının depolama sırasında kuzu ve tavuk eti kalitesine etkisinin araştırdıkları çalışmada 1. gün kuzu etinde koliform sayısını kontrol örneğinde 3,11 \log_{10} kob/g, 250 ppm kekik ekstraktı ilave ettikleri örnekte 2,58 \log_{10} kob/g, 500 ppm kekik ekstraktı ilave ettikleri örnekte 2,49 \log_{10} kob/g ve 1000 ppm kekik ekstraktı ilave ettikleri örnekte 2,78 \log_{10} kob/g olarak belirlemişlerdir. Ekici ve ark. (2008) çalışmalarında kekik uçucu yağı ilave edemiş bonfilede sıfırıncı gün koliform sayısı kontrolde 1,79 log kob/g 250 ppm uçucu yağ ilave edilende 1,84 log kob/g, 500 ppm uçucu yağ ilave edilende 1,74 log kob/g ve 1000 ppm uçucu yağ ilave edilende 1,63 log kob/g olarak tespit etmişlerdir. 3.gün ise çalışmalarında bonfilede koliform sayısı kontrolde 2,48 log kob/g 250 ppm uçucu yağ ilave edilende 2,40 log kob/g, 500 ppm uçucu yağ ilave edilende 2,42log kob/g ve 1000 ppm uçucu yağ ilave edilende 2,25log kob/g olarak tespit etmişlerdir. 7. gün bonfilede koliform sayısı sonuçları ise kontrolde 3,06 log kob/g 250 ppm uçucu yağ ilave edilende 3,07 log kob/g, 500 ppm uçucu yağ ilave edilende 3,12log kob/g ve 1000 ppm uçucu yağ ilave edilende 2,74log kob/g olarak tespit etmişlerdir



Şekil 7. Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince koliform sayımları (\log_{10} kob/g)

Kekik ve melisa uçucu yağlarının 4° C'de 3 haftalık soğutma dönemde taze tavuk göğüs etine etkileri değerlendirilmiştir. Her iki yağ, etin doğal mikroflorasını kontrol numuneleri ile karşılaştırıldığında yaklaşık %50 elimine ettiği belirlenmiştir. Kekik yağı etkin

bir şekilde *E. coli* üremesini inhibe ederken, melisa yağı önemli ölçüde *Salmonella sp* büyümesini sınırlamıştır (Fратиanni ve ark. 2010). Karpinska ark. (2008), %1 biberiye ekstraktı kullandıkları hindi köftelerinde, soğuk (4°C) depolamanın ilerleyen günlerinde biberiye ekstraktı kullanımının kontrol gruplarına kıyasla toplam koliform bakteri sayısında 1-2 log birimlik düşüşe neden olduğunu belirtmişlerdir. Karanfil esansiyel yağı içeren jelatin-kitosan yenilebilir filmlerin soğuk depolama sırasında balık üzerinde etkisi çalışılmış. Bu uygulama Gram-negatif bakterilerin özellikle enterobakterilerin büyümesini büyük ölçüde azaltılması ile sonuçlanmıştır (Gómez-Estaca et al. 2010). Seydim ve ark. (2006) deve kuşu kıymalarına %0,2 biberiye ekstraktı ilavesinin 3°C’de 9 gün süresince toplam koliform bakteri sayısında önemli bir değişikliğe yol açmadığını bildirmişlerdir.

4.4.3. Koagülaz (+) *Staphylococcus* sayısı:

Köfte hamurunun koagülaz (+) *Staphylococcus* sayısı (2,3 log₁₀kob/g) Türk Standartları Enstitüsü’nün TS10580 “Köfte-Hamburger Köfte-Pişmemiş” standardı’nda belirtilen (5x10³=3,70 log₁₀kob/g) değere uygun olduğu belirlenmiştir. Yılmaz ve ark. (2002) çalışmalarında pişmemiş köfte örneklerinde ortalama *Staphylococcus* sayısını 3,51 log cfu/g olarak tespit etmişlerdir. Yılmaz ve Demirci (2010) çalışmasında başlangıç toplam *Staphylococcus* sayısını 3,59 log₁₀ kob/g (3,9 x 10³ cfu/g) olarak tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz köfte hamurunun *Staphylococcus* sayısını Yılmaz ve ark. (2002) ve Yılmaz ve Demirci (2010)’nin buldukları değerlerden düşüktür ayrıca Çiğ Kırmızı Et ve Hazırlanmış Kırmızı Et karışımları Tebliği’nde (Anonymous 2007) belirtilen 3,7 log kob/g değerinden düşük olduğu için tebliğe uygun bulunmuştur. Bitkilerden elde edilen uçucu bileşiklerin özleri gıda kaynaklı patojenlerin sayısını azaltma ve büyümeyi engelleyebilme yeteneğinden dolayı yaygın olarak gıda endüstrisinde kullanılmaktadır (Kotzekidou ve ark. 2008).

Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince koagülaz (+) *Staphylococcus* sayıları Çizelge 12 ve depolama süresince koagülaz (+) *Staphylococcus* sayılarındaki değişimler Şekil 8’de verilmiştir.

Çalışmamızda kullanılan köfte örneklerinde 1. gün en düşük koagülaz (+) *Staphylococcus* sayısı 2,18 log₁₀kob/g değeri ile B grubundan, en yüksek ise kontrol grubundan (2,54 log₁₀kob/g) elde edilmiştir. 3. günde (Ave B grubu hariç) örneklerde düşme tespit edilmiştir. Depolama boyunca ortalama koagülaz (+) *Staphylococcus* sayısı kaplama

solüsyonları ile muamele edilen B, C ve D gruplarında kontrol grubundan daha düşük bulunmuştur. Özen (2008) çalışmasında kekik ekstraktı ile muamele edilen Tekirdağ köftesinde *Staphylococcus aureus* sayımlarının logaritmik değerlerini sırasıyla 1.gün (3,62) 3. gün (5,17) 5. gün (5,30) ve 7. gün (5,95) olarak belirlemişlerdir. Salem ve ark. (2010) çalışmalarında 4°C de 3. gün depolamada kıyma örneklerinde *Staphylococcus* sayısını kontrol (6,0), %0,5 kekik esansiyel yağı (5,69),%1 kekik esansiyel yağı (5,04) ve %1,5 (4,88) log₁₀kob/g olarak belirlemişlerdir. Bizim Tekirdağ köftelerinde belirlediğimiz koagülaz (+) *Staphylococcus* sayısını Özen (2008)'nin değerlerinden ve Salem ve ark. (2010)'nın sayım sonuçlarından düşük düzeydedir.

Mahdavi-Yekta ve ark. (2014) çalışmalarında hamburgerlerde sıfırncı gün kekik ekstraktı içermeyen kontrolde *Staphylococcus aureus* sayısını (2,67 log cfu/g) %0,015 kekik ekstraktı içeren örnekte (2 log cfu/g) ve %0,03 kekik ekstraktı içeren örnekte (0 log cfu/g) olarak tespit etmişlerdir. 4. gün kekik ekstraktı içermeyen kontrolde *Staphylococcus aureus* sayısını (2,56 log cfu/g) %0,015 kekik ekstraktı içeren örnekte (2,2 log cfu/g) ve %0,03 kekik ekstraktı içeren örnekte (1,33 log cfu/g) olarak belirlemişlerdir. İlhan (2010)'ın farklı oranlarda dana kırıntı eti ile formüle edilmiş hamburger köftelerinde biberiye ekstraktı ilavesinin depolama stabilitesi üzerine etkisini incelediği çalışmasında; sıfırncı gün donmuş depolamada denen tüm örneklerde elde ettiği en düşük (3,39 log kob/g) ve en yüksek (4,86 log kob/g) *Staphylococcus spp.* sayımları bizim çalışmamızdan elde edilen sıfırncı gün köfte hamuru *Staphylococcus spp.* sayım sonucundan (2,3 log₁₀kob/g) daha yüksektir.

Çizelge 12. Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince koagülaz (+) *Staphylococcus* sayımları (log₁₀kob/g)

Örnek	Depolama Periyodu (gün)				Ortalama
	1	3	5	7	
K	2,54	2	2,4	2,3	2,31±0,114 a
A	2,48	2,65	2,3	2,3	2,43±0,0840 a
B	2,18	2,3	2,18	2,54	2,30±0,0849 a
C	2,3	2	2,4	2,4	2,28±0,0946 a
D	2,3	2	2,54	2,3	2,29±0,111 a
Ortalama ± Standart Hata	2,360±0,0657 A	2,190±0,0129 A	2,364±0,0598 A	2,368±0,0472 A	

*Küçük harfler aynı grup içerisine giren köfteleri, büyük harfler aynı gruba giren günleri ifade etmektedir.

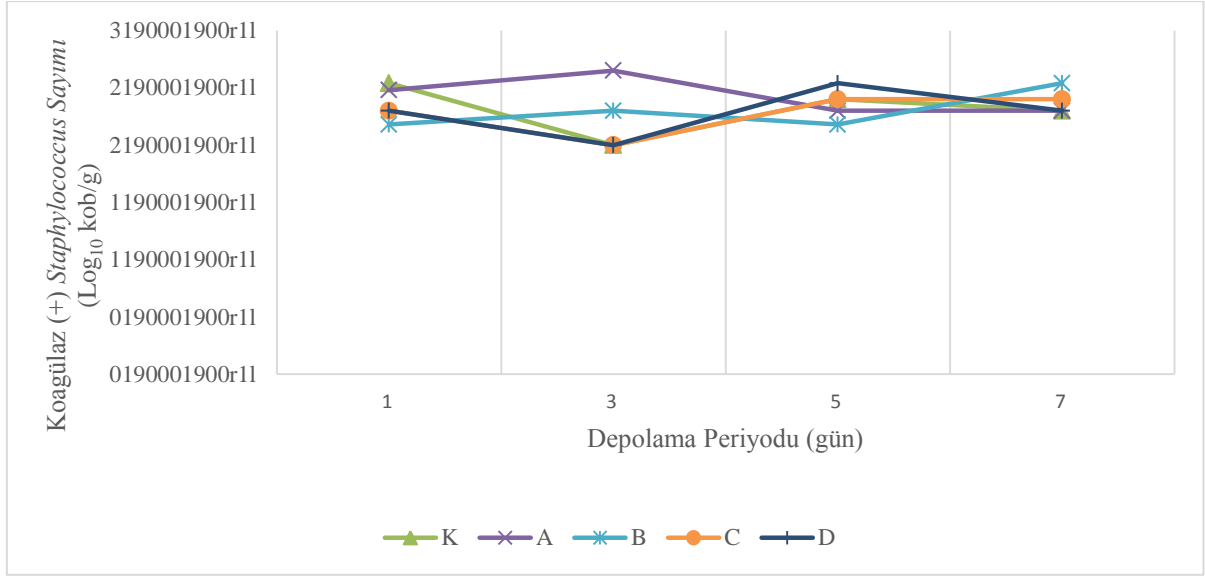
Araştırmada kullanılan kaplama solüsyonları (B, C ve D grubu) koagülaz (+) *Staphylococcus* sayısının bir miktar azalmasını sağlamış olduğu görülse de yapılan varyans analizi sonucunda köfteler ve günler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Araştırmada kullanılan köftelerin koagülaz (+) *Staphylococcus* sayısı ile ilgili varyans analiz sonuçları Tablo 8 de verilmiştir.

Tablo 8. Koagülaz (+) *Staphylococcus* Sayısı Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon Kaynakları	Sebestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Hesap Değeri	P Value
Genel	19	0,648095	—	—	—
Köfte	4	0,065620	0,0164050	0,42	0,791
Günler	3	0,113695	0,0378983	0,97	0,439
Hata	12	0,468780	0,0390650	—	—

Ekici ve ark. (2008) çalışmalarında kekik uçucu yağı ilave edilmiş bonfilede sıfırncı gün sayımı kontrolde 2,18 log kob/g 250 ppm uçucu yağ ilave edilende 2,23 log kob/g, 500 ppm uçucu yağ ilave edilende 2,18 log kob/g ve 1000 ppm uçucu yağ ilave edilende 2,16 log kob/g olarak tespit etmişlerdir. 3.gün ise çalışmalarında bonfilede *Staphylococcus* sayısı kontrolde 2,79 log kob/g 250 ppm uçucu yağ ilave edilende 2,80 log kob/g, 500 ppm uçucu yağ ilave edilende 2,79 log kob/g ve 1000 ppm uçucu yağ ilave edilende 2,76log kob/g olarak tespit etmişlerdir. 7. gün bonfilede *Staphylococcus* sayısı sonuçları ise kontrolde 3,24 log kob/g 250 ppm uçucu yağ ilave edilende 3,23 log kob/g, 500 ppm uçucu yağ ilave edilende 3,22 log kob/g ve 1000 ppm uçucu yağ ilave edilende 2,21 log kob/g olarak tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızdan elde ettiğimiz 3. gün ve 7. gün *Staphylococcus* sayısı Ekici ve ark. (2008)'nin çalışmasından elde ettiği sayım sonuçlarından daha düşüktür.



Şekil 8. Jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile kaplanan köftelerin soğuk depolama süresince koagülaz (+) *Staphylococcus* sayımları (log₁₀kob/g)

Kassem ve ark. (2011) çalışmasında kekik yağı (TEO) ile muamele edilen örneklerde elde ettiği 3. gün *Staphylococcus spp.* sayım sonuçları kontrol (3,69 log₁₀ cfu /g) %0,02 (TEO) (2,48 log₁₀ cfu /g), %0,04 (TEO) (2,47 log₁₀ cfu /g), %0,06 (TEO) (2,3 log₁₀ cfu /g), bizim çalışmamızda K (2,0 log₁₀ cfu /g), jelatin, gliserol ve kekik yağı içeren kaplama solüsyonları ile muamele edilen gruplarda A (2,65 log₁₀ cfu /g), B (2,3 log₁₀ cfu /g), C (2,0 log₁₀ cfu /g), D (2,0 log₁₀ cfu /g) elde edilen değerlere yakındır

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada uygulamayı takiben asitlik değerinin 7 günlük depolama periyodu boyunca kaplama solüsyonu ile muamele edilen örneklerde kontrol grubundan genelde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Köftelerin pH değeri 1. günde tüm gruplarda düşmüş, 3. gün ise tekrar yükselme eğilimi göstermiş ve depolama boyunca en yüksek değerler tüm gruplarda 3. gün tespit edilmiştir. Örneklerin genelinde 5. ve 7. günlerde düşme eğilimi göstermiştir. Genel olarak kaplama solüsyonu ile muamele ürünün nem miktarında artışa neden olmuştur. Peroksit değerleri genel olarak kaplama solüsyonu ile muamele edilen C ve D gruplarında 3 ve 5. günlerde düzenli olarak düşme eğilimi göstermiştir. A ve B grubu köftelerin ortalama peroksit değerleri genelde 7 gün boyunca diğer gruplardan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızda tüm örneklerde raf ömrü süresinde TBA değerlerinde iniş ve çıkışlar gözlenirse de 2 mg MA/kg'ı aşmadığı tespit edilmiştir. Ortalama TBA değerleri A ve B ve C gruplarında 7 günlük depolamada kontrol grubundan daha düşük değerde, D grubunda ise kontrolden daha yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir. D grubu örneklerde ise 7 gün içinde TBA değerlerinde önemli bir dalgalanma gözlenmemiştir.

Kaplama solüsyonu ile muamele edilen örneklerin ortalama aerobik koloni sayısı (C grubu hariç) ve ortalama koliform sayımları kontrol grubundan yüksek değerlerde olduğu belirlendiği için köftelerde kekik yağı, gliserol ve jelatin içeren solüsyonla muamele işleminin aerobik koloni sayısını ve koliform sayımını azaltıcı etki göstermemiştir. Tüm örneklerin 1., 3., 5., ve 7. gün *Staphylococcus* sayısı Çiğ Kırmızı Et ve Hazırlanmış Kırmızı Et karışımları Tebliği'nde belirtilen 3,7 log kob/g değerinden düşük olduğu için tebliğe uygun bulunmuştur. Kaplanmış köfte örneklerinin 1. gün koagülaz (+) *Staphylococcus* sayısı kontrol grubundan düşük olarak tespit edilmiştir. 3. günde (A ve B grubu hariç) örneklerde düşme devam etmiştir. Depolama boyunca ortalama koagülaz (+) *Staphylococcus* sayısı kaplama solüsyonları ile muamele edilen B, C ve D gruplarında kontrol grubundan genelde daha düşük bulunmuş olmasına rağmen, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Köftelere uyguladığımız kaplama solüsyonları raf ömrünü arttırmada koagülaz (+) *Staphylococcus* sayısı üzerine azaltıcı etki sağladığı için köftelerin mikrobiyolojik özelliğine olumlu etkide bulunmuştur.

Çalışmamızda elde edilen analiz sonuçlarının diğer araştırmacıların elde ettiği sonuçlardan farklılığı, çalışmalarda kullanılan hammaddenin, ambalajlama ve depolama koşullarının farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Tüketicilerin kaliteli, güvenli ve tazeye yakın gıda talebi, artan çevre bilinci bitki özütleri gibi doğal antimikrobiyel maddeler

kullanılarak üretilen yenilebilir ambalajlara yönelik araştırmaları hızlandırmıştır. Kekik yağının antimikrobiyal madde olarak dahil edildiği tarımsal ürünlerden üretilen film ve kaplama formülasyonları, gelişmiş gıda güvenliğine katkı sağlayabilir ve gıdalarda yaygın kullanılan kimyasal koruyucu uygulamasını azaltabilir. Et endüstrisinde uygulanmasını sağlamak amacıyla, tad ve aromada önemli bir değişime neden olmadan Tekirdağ köftesinin raf ömrünün arttırılmasına katkı sağlayacak jelatin konsantrasyonu sabit tutularak kekik yağının Tekirdağ köftesi için uygun ticari düzeyini belirlemeye yönelik daha ileri çalışmalar yapılmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Abd El-Alim SSL, Lugasi A, Hovari J and Dworschak E (1999). Culinary Herbs Inhibit Lipid Oxidation in Raw and Cooked Minced Meat Patties During Storage. J. Sci. Food Agric., 79, 277-285.
- Akgül A (1993). Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları. Yayın no: 15 Ankara. 451s.
- Altuğ T (2001). Gıda Katkı Maddeleri. Ege Üniversitesi Basımevi. İzmir. s.128-130.
- An DS, Kim YM, Lee SB, Paik IID, Lee DS (2000). Antimicrobial LDPE Film Coated with Bacteriocins in Binder Medium. Food Sci. Biotechnol. 9(1):14-20.
- Ankri A. (1999): Antimicrobial Properties of Allicin From Garlic. Microbes and Infection, 2: 125–129.
- Anonymous (2007). Çiğ Kırmızı Et ve Hazırlanmış Kırmızı Et karışımları Tebliğ’inde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ (2007/28) 15.06.2007- 26553 Sayılı Resmi Gazete, Ankara
- Anonymous (2013). Jelatin.
- http://www.hammaddeler.com/index.php?option=com_content&view=article&id=470&Itemid=197Erişim tarihi 12-02-2012
- Antoniewski MN, Barringer SA, Knipe CN and Zerby HN (2007). Effect of a Gelatin Coating on The Shelf Life of Fresh Meat.
- Appendini P & Hotchkiss JH (2002). Review of Antimicrobial Food Packaging. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 3, 113-126
- Arora DS, Kaur J (1999). Antimicrobial Activity of Spices. International Journal of Antimicrobial Agents, 12: 257–262.
- Atrea I, Papavergou A, Amvrosiadis I, Savvaidis IN (2009). Combined Effect of Vacuum Packaging and Oregano Essential Oil on The Shelf Life of Mediterranean Octopus (*Octopus vulgaris*) from the Aegean Sea stored at 4C. Food Microbiology, 26: 166-172pp.
- Ayana B, Turhan KN (2009). Use of Antimicrobial Methylcellulose Films to Control *Staphylococcus aureus* During Storage of Kasar Cheese. Packag Technol Sci, (in press).
- Ayana B, Turhan KN (2010). Gıda Ambalajlamasında Antimikrobiyel Madde İçeren Yenilebilir Filmler/ Kaplamalar ve Uygulamaları. Gıda (2010) 35 (2): 155-164
- Aylangan A, Vural H (2012). Farklı Işınlama Dozlarının Hamburger Köftelerin Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkileri. GIDA (2012) 37 (1): 9-16

- Ayranci E, Tunc S (2004). The Effect of Edible Coatings on Water and Vitamin C Loss of Apricots (*Armeniaca vulgaris Lam.*) and Green Peppers (*Capsicum annuum L.*). *Food Chemistry* 87, 339–342.
- Bajpai VK, Rahman A, Dung NT, Huh MK, Kang SC (2008). In Vitro Inhibition of Food Spoilage and Foodborne Pathogenic Bacteria by Essential Oil and Leaf Extracts of *Magnolia Liliflora*. *Journal of Food Science*, 73: 314-320pp.
- Baker İA, Oray KAD and Hussein KN (2014). Effect of Thyme Leaves Extract on Quality of Lamb and Chicken Meat During Storage. *Food Science and Quality Management* www.iiste.org ISSN 2224-6088 (Paper) ISSN 2225-0557 (Online) Vol.27, 2014
- Baldwin EA and Hagenmaier R (2012). “Introduction,” in *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*, E. A. Baldwin, R. Hagenmaier, and J. Bai, Eds., pp. 1–12, CRC Press, Boca Raton, Fla, USA, Second edition, 2012.
- Baranauskiene R, Venskutoni SPR, Viskelis P & Dambrauskiene E (2003). Influence of Nitrogen Fertilizers on The Yield and Composition of Thyme (*Thymus vulgaris*). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 51, 7751–7758.
- Baron J, Sumner S (1993). Antimicrobial Containing Edible Films as an Inhibitory System to Control Microbial Growth on Meat Products. *J. of Food Prot.*, 56; 916.
- Beckett ST (2000). *The Science of Chocolate*, Cambridge, UK: The Royal Soc. Chem. 175 pp.
- Benli M, Yiğit N (2005). Ülkemizde Yaygın Kullanımı Olan Kekik (*Thymus vulgaris*) Bitkisinin Antimikrobiyal Aktivitesi. *Orlab On-line Mikrobiyoloji Dergisi* 2005; 03:1-8
- Beverly RL, Janes ME, Prinyawiwatkula W, No HK (2008). Edible Chitosan Films on Ready-To-Eat Roast Beef for The Control of *Listeria monocytogenes*. *Food Microbiol*, 25: 534-537.
- Bingöl EE, Çolak H, Çetin Ö, Kahraman T (2012). Effect of High Oxygen Modified Atmosphere Packaging on the Microbiological Quality and Shelf Life of Tekirdağ köfte: A Turkish Type Meatball. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 11(17): 3148-3155, 2012. ISSN:1680-5593.
- Bonilla J, Atares L, Vargas M, Chiralt A (2012). Edible Films and Coatings to Prevent The Detrimental Effect of Oxygen on Food Quality: Possibilities and limitations. *Journal of Food Engineering* 110 (2012) 208–213
- Botsoglogu N A, Grigoropoulou SH, Bostoglu E, Govaris A and Papegeorgiou G (2003b). The Effects of Dietary Oregano Essential Oil and α -Tocopheryl Acetate on Lipid Oxidation in Raw and Cooked Turkey During Refrigerated Storage. *Meat Science*.65:1193-1200
- Brody AL, Strupinsky E, Kline L (2001). *Active Packaging for Food Applications*. PA:Technomic Publishing Co., Lancaster.
- Brody AL (2005). Active Packaging Becomes More Active. *Food Technol.* 59: 82-84.

- Burt SA, & Reinders RD (2003). Antibacterial Activity of Selected Plant Essential Oils Against *Escherichia coli* O157:H7. *Letters in Applied Microbiology*, 36, 162–167.
- Campbell MA (2003). Characterization of Chitosan as an Antimicrobial Solution and Packaging Film, MSc thesis. Clemson, SC, Clemson University, U.S.A.
- Can OP, Sahin S and Yalcin H (2014). Rosemary Oil with Decontamination of Horse Mackerel (*Trachurus trachurus* L. 1758) and Detection of Shelf Life. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20 (No 5) 2014, 1054-1060. *Agricultural Academy*
- Candogan K (2002). The Effect of Tomato Paste on Some Quality Characteristics of Beef Patties During Refrigerated Storage. *European Food Research and Tech.*, 215, 305-309.
- Candogan K (2009). Antimikrobiyal ve Antioksidan Özellikteki Yenilebilir Filmlerin Taze Etlerin Raf Ömrüne Etkisi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Ankara 2009.
- Caner C, Vergano PJ, Wiles JL (1998). Chitosan Film Mechanical And Permeation Properties as Affected by Acid, Plasticizer, and Storage. *J. Food Sci.*, 63(6): 1049-1053.
- Carpenter R, O’Grady MN, O’Callaghan YC, O’Brien NM, Kerry JP (2007). Evaluation of The Antioxidant Potential of Grape Seed and Bearberry Extracts in Raw and Cooked Pork. *Meat Sci* 2007; 76: 604–610.
- CDC (2012). <http://www.cdc.gov/features/dsFoodborneOutbreaks/>.
- Cervený J, Meyer JD and Hall PA (2009). “Microbiological Spoilage of Meat and Poultry Products Compendium of The Microbiological Spoilage, of Foods and Beverages,” in *Food Microbiology and Food Safety*, W. H. Sperber and M. P. Doyle, Eds., pp. 69–868, Springer, NY, NY, USA, 2009.
- Cha DS, Chinnan MS (2004). Biopolymer-Based Antimicrobial Packaging: A review. *Critical Reviews in Food Sci. And Nutr.*, 44:223–237.
- Chen MC, Yeh GHC and Chiang BH (1996). Antimicrobial and Physicochemical Properties of Methylcellulose and Chitosan Films Containing a Preservative. *J. Food Proc. Preserv.* 20, 379-390.
- Chorianopoulos NG, Kalpoutzakis E, Aligiannis N, Mitaku S, Nychas GJ, Haroutounian SA (2004). Essential Oils of *Satureja*, *Origanum* and *Thymus* Species: Chemical Composition and Antibacterial Activities Against Food-Borne Pathogens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 8261-8267pp.
- Chorianopoulos NG, Giaouris ED, Skandamis PN, Haroutounian SA, Nychas GJE (2008). Disinfectant Test Against Monoculture and Mixed-Culture Biofilms Composed of Technological, Spoilage and Pathogenic Bacteria: Bactericidal Effect of Essential Oil and Hydrosol of *Satureja Thymbra* and Comparison with Standard Acid-Base Sanitizers. *Journal of Applied Microbiology*, 104: 1586-1596pp.

- Chumchalova J, Josephsen J, Plockova M (1998). The Antimicrobial Activity of Acidocin CH5 in MRS Broth and Milk With Added NaCl, NaNO₃ and Lysozyme. *Int. J. of Food Micro.*, 43: 33-38.
- Codex Alimentarius (2005). Code of Hygienic Practice for Meat. Codex Alimentarius Commission/Recommended Code of Practice. 58-2005. New Zealand, FAO/WHO, 2005.
- Coles R (2003). Introduction. In: Coles R, McDowell D, Kirwan MJ, Editors. *Food Packaging Technology*. London, U.K.: Blackwell Publishing, CRC Press, 1-31 pp.
- Coma V, Martial-Gros A, Garreau S, Copinet A, Salin F, Deschamps A (2002). Edible Antimicrobial Films Based on Chitosan Matrix. *J Food Sci*, 67: 1162-1169.
- Coma V (2008). Bioactive Packaging Technologies for Extended Shelf Life of Meat-Based Products. *Meat Science*, 78, 90–103.
- Cooksey K (2001). *Antimicrobial Food Packaging Materials*. Elsevier Science; 6-10. CSIRO. 1994. DFST Fact Sheet. Active Packaging. DFST Information Services, Australia.
- Cooksey K (2005). Effectiveness of Antimicrobial Food Packaging Materials. *Food Add. and Cont.*, 22(10):980–987.
- Cooksey K (2010). Active Packaging and The Shelf Life of Foods. In G. L. Robertson, (Ed.), *Food Packaging and Shelf Life, a practical guide* (pp. 82, 373e374). Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Coşkun F (2010). Gıdalarda Kullanılan Bazı Baharat ve Baharat Özütlelerinin Antimikrobiyal Aktivitesi. *Akademik Gıda* 8 (4) 41-46.
- Coşkun F (2006). Gıdalarda Bulunan Doğal Koruyucular. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 2:27-33. <http://ejft.teknolojikarastirmalar.com/detay.php?id=51>
- Cutter CN, Siragusa GR (1996). Reduction of *Brochotrix thermosphacta* on Beef Surfaces Following Immobilization of Nisin in Calcium Alginate Gels. *Letters in Appl. Micro.*, 23: 9-12.
- Cutter NC (2002). Incorporation of Antimicrobials into Packaging Materials. *Fresh Meat/Packaging II*. Proceedings of the 55th Reciprocal Meat Conference.
- Cutter CN (2006). Opportunities for Bio-Based Packaging Technologies to Improve the Quality and Safety of Fresh and Further Processed Muscle Foods. *Meat Science*, 74, 131–142.
- Czapska A, Bałasińska B, Szczawiński J (2006). Działanie Przeciwbakteryjne i Przeciwtuleniałające Ekstraktów Przypraw Żywnościowych. *Medycyna Weterynaryjna*, 62: 302–305.
- Çağrı A, Üstünoğlu Z, Ryser ET (2002). Inhibition of Three Pathogens on Bologna and Summer Sausage Using Antimicrobial Edible Films. *J Food Sci*, 67 (6): 2317-2324.

- Çetin B ve Bostan K (2002). Hazır Köftelerin Mikrobiyolojik Kalitesi ve Raf Ömrü Üzerine Sodyum Laktatın Etkisi, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 26: 843-844.
- Çon AH, Ayar A ve Gökalp HY (1998). Bazı Baharat Uçucu Yağlarının Çeşitli Bakterilere Karşı Antimikrobiyal Etkisi. *Gıda*. 23(3), 171-175.
- Daferera DJ, Ziogas BN, & Polissiou MG. (2000). GC–MS Analysis of Essential Oils from Some Greek Aromatic Plants and Their Fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48, 2576–2581.
- Dangaran K, Tomasula PM, and Qi P (2009). Structure and Function of Protein-Based Edible Films and Coatings in Edible Films and Coatings for Food Applications, M. E. Embuscado and K. C. Huber, Eds., pp. 25–56, Springer, New York, NY, USA, 2009.
- Dave D and Ghaly AE (2011).“Meat Spoilage Mechanisms and Preservation Techniques: A Critical Review,” *The American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, vol. 6, no. 4, pp. 486–510, 2011.
- Dawson LP, Acton JC, Ogale AA (2002). Biopolymer Films and Potential Applications to Meat and Poultry Products. *Fresh Meat / Packaging II. Proceedings of the 55th Reciprocal Meat Conference*, 75-80.
- Debeaufort F, Quezada-Gallo JA and Voilley A. (1998). Edible Films and Coatings: Tomorrow’s Packagings: A Review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 38: 299-313.
- Debeaufort F, Gallo J A Q, Delporte B and Voilley A (2000). Lipid Hydrophobicity and Physical State Effects on the Properties of Bilayer Edible Films. *J Membr Sci*. 180: 47-55.
- Devetkal SK, Narsaiah K, Borah A (2011). Anti-Oxidant Effect of Extracts of Kinnow Rind, Pomegranate Rind, and Seed Powders in Cooked Goat Meat Patties. *Meat Sci* 2011; 85: 155–159.
- Devlieghere F, Vermeiren L and Debevere J (2004). New Preservation Technologies: Possibilities And Limitations. *Int. Dairy Journal*. 14: 273-285.
- Dikel Ç (2012). Kitosan Eklenen Jelatin İle Kaplamanın Çipura (*Sparus aurata* L., 1758) Filetolarının Soğukta (+4°C) Depolanması Esnasında Fiziksel, Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Değişimler Üzerine Etkisi.Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı.
- Di Pasqua R, De Feo V, Villani F & Mauriello G (2005). In Vitro Antimicrobial Activity of Essential Oils from *Mediterranean Apiaceae*, *Verbenaceae* and *Lamiaceae* Against Foodborne Pathogens and Spoilage Bacteria. *Annals in Microbiology*, 55, 139–143
- Dobroslava B, Katarina D, Marian S and Dusan F (2006). Essential Oils- Their Antimicrobial Activity Against *E. coli* and Effect on Intestinal Cell Viability. *Toxicology in Vitro*. In Pres.

- Doğan İS, Kùçùköner E, Kılınççeker O ve Meral R (2005). Kaplama Malzemesi Olarak Galeta Unlarının Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Dünya Gıda*, 2005- 1:77-83
- Donhowe F, Fennema O (1994). Edible Films and Coating: Characteristics, Formation, Definition, and Testing Methods. In: *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*, Krochta JM, Baldwin EA, Nisperos-Carriedo MO (eds.), Technomic Publishing Company, USA, pp. 1-24.
- Dorman HJD, Deans SG and Noble RC (1995). Evaluation in Vitro Plant Essential Oils as Natural Antioxidants, *Journal of Essential Oil Research*, 71, 645-651.
- Duman M, Çoban ÖE, Özpolat E (2012). Biberiye ve Kekik Esansiyel Yağları Katkısının Marine Edilmiş Kerevitlerin (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823) raf ömrüne etkisinin belirlenmesi. *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 18 (5): 745-751, 2012 DOI:10.9775/kvfd.2012.5975
- Dzudie T, Kouebou CP, Essia-Ngang JJ and Mbofung CMF (2004). Lipid Sources and Essential Oils Effects on Quality and Stability of Beef Patties. *J. Food Eng.* 65, 67-72.
- Ekici L, Öztürk İ, Sağdıç O, Yetim H (2008). Kekik Uçucu Yağı İlavésinin Kuşbaşı Etlér ve Bonfilenin Bazı Özelliklerine Etkisi. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum
- El-Desouky AI, Bahlol HEM and Sharoba AMA (2006). Effect of Some Essential Oils and Preservatives on the Growth of *E. coli* O157:H7 and Quality of Refrigerated Minced Meat. *Annals Of Agric. Sc., Moshtohor*, Vol. 44(4): 1675-1695, (2006).
- Ellis M, Cooksey K, Dawson P, Han I, & Vergano P (2006). Quality of Fresh Chicken Breasts Using a Combination of Modified Atmosphere Packaging and Chlorine Dioxide Sachets. *Journal of Food Protection*, 69, 1991–1996.
- Emiroglu Z K, Yemis GP, Coskun BK & Candogan K (2010). Antimicrobial Activity of Soy Edible Films Incorporated with Thyme and Oregano Essential Oils on Fresh Ground Beef Patties. *Meat Science*, 86, 283e288. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.016>.
- Eyiler E (2007). Sosis Üretiminde Domates Tozu Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi.
- FAO (2012). <http://www.fao.org/index en.htm>.
- Fasseas M K, Mountzouris K C, Tarantilis P A, Polissiou M, Zervas G (2008). Antioxidant Activity in Meat Treated with Oregano and Sage Essential Oils. *Food Chem.* 106(3), 1188-1194.
- Field CE, Pivarnick LF, Barnett SM, Rand A (1986). Utilization of Glucose Oxidase for Extending Shelf Life of Fish. *J. of Food Sci.*, 51: 66-70.

- Floros J, Nielsen P, Farkas J (2000). Advances in Modified Atmosphere and Active Packaging with Applications in the Dairy Industries. BULL. Int. Dairy Fed., 346: 22–28.
- Frangos L, Pyrgotou N, Giatrakou V, Ntzimani A, Savvaidis IN (2010). Combined Effects of Salting, Oregano Oil And Vacuum-Packaging on the Shelf Life of Refrigerated Trout Fillets. Food Microbiology, 27: 115-121pp.
- Franklin N, Cooksey K, Getty K (2004). Inhibition of *Listeria monocytogenes* on the Surface of Individually Packaged Hot Dogs with a Packaging Film Coating Containing Nisin, J. of Food Prot., 67:480–485.
- Fратиanni F, De Martino L, Melone A, De Feo V, Coppola R, Nazzaro F (2010). Preservation of Chicken Breast Meat Treated with Thyme and Balm Essential Oils. J Food Sci. 75:M528–35.
- Fung DYC, Kastner CL, Lee CY, Hunt ML, Dikeman ME & Kropf D (1980). Mesophilic and Psychrotrophic Populations on Hot Boned and Conventionally Processed Beef. Journal of Food Protection, 43, 547-550.
- Gamage G R, Park HJ & Kim KM (2009). Effectiveness of Antimicrobial Coated Oriented Polypropylene/Polyethylene Films in Sprout Packaging. Food Research International, 42, 832e839.
- Garrido MD, Auqui M, Marti N, Linares MB (2011). Effect of two Different Red Grape Pomace Extracts Obtained Under Different Extraction Systems on Meat Quality of Pork Burgers. LWT Food Sci Technol 2011; 44: 2238–2243.
- Genena KA, Hense H, Smania-Junior A, De Seuoza SM (2008). Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) – A Study of the Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Extracts Obtained with Supercritical Carbon Dioxide. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 28: 463–469.
- Gennadios A, McHugh TH, Weller CL, Krochta JM (1994). Edible Coatings and Films Based on Proteins. In: Edible Coatings and Films to Improve Food Quality, Krochta JM, Baldwin EA, Nisperos-Carriedo MO (eds.), Technomic Publishing Company, USA, pp. 201-277.
- Gennadios A, Hanna MA & Kurth LB (1997). Application of Edible Coatings on Meats, Poultry and Seafoods: A review. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 30, 337–350.
- Gómez-Estaca J, López de Lacey A, López-Caballero ME, Gómez-Guillén MC, Montero P (2010). Biodegradable Gelatin-Chitosan Films Incorporated with Essential Oils as Antimicrobial Agents for Fish Preservation. Food Microbiol. 27:889–896
- Greene BE, Cumuze TH (1982). Relationship Between TBA Numbers and Inexperienced Panelist's Assessments of Oxidized Flavor in Cooked Beef. J Food Sc., 47, 52-58.
- Guerra NP, Macias CL, Agrasar AT, Castro LP (2005). Development of a Bioactive Packaging Cellophane Using Nisaplin As Biopreservative Agent. Letters in Appl. Micro., 40:106–110.

- Guillard V, Broyart B, Bonazzi C, Guilbert S and Gontard N (2003). Preventing Moisture Transfer in a Composite Food Using Edible Films: Experimental and Mathematical Study. *J Food Sci.* 68: 2267-2277.
- Gutierrez J, Rodriguez G, Barry-Ryan C, Bourke P (2008). Efficacy of Plant Essential Oils Against Foodborne Pathogens and Spoilage Bacteria Associated with Ready-To-Eat Vegetables: Antimicrobial and Sensory Screening. *Journal of Food Protection*, 71: 1846-1854pp.
- Güler T, Dalkılıç B (2005). Aromatik Bitkilerin Organik (Ekolojik) Hayvancılıkta Kullanım İmkânı. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*. 2005; 13-7.
- Ha JU, Kim YM, Lee DS (2001). Multilayered Antimicrobial Polyethylene Films Applied to the Packaging of Ground Beef. *Packaging Technol. Sci.*, 15: 55-62.
- Han JH (2000). Antimicrobial food packaging. *Food Technol* 54:56–65.
- Han JH (2005). New Technologies in Food Packaging: Overview. In J. H. Han (Ed.), *Innovations in Food Packaging* (pp. 3–11). Amsterdam: Elsevier Academic Press.
- Han JH and Gennadios A (2005). “Edible Films and Coatings: A Review,” in *Innovations in Food Packaging*, J. H. Han, Ed., pp. 239–262, Elsevier Science, New York, NY, USA, 2005.
- Han JH, Castell-Perez ME & Moreira RG (2007). The Influence of Electron Beam Irradiation of Antimicrobial Coated LDPE/Polyamide Films on Antimicrobial Activity and Film Properties. *LWT e Food Science and Technology*, 40, 1545e1554
- Hao YY, Brackett RE & Doyle MP (1998). Efficacy of Plant Extracts in Inhibiting *Aeromonas hydrophila* and *Listeria monocytogenes* in Refrigerated, Cooked Poultry. *Food Microbiology*, 15, 367–378.
- Helander IM, Alakomi HL, Latva-Kala K, Mattila-Sandhom T, Pol I, Smid EJ, Gorris LGM, von Wright A (1998). Characterization of the Action of Selected Essential Oil Components on Gram Negative Bacteria. *J Agric Food Chem.* 1998; 46:3590-5
- Herring JL, Jonnalagadda SC, Narayanan VC, Coleman SM (2010). Oxidative Stability of Gelatin Coated Pork at Refrigerated Storage. *Meat Science*, 85: 651-656.
- Ho CP, Huffman DL, Bradford DD, Egbert WR, Mikel WB and Jones WR (1995). Storage Stability of Vacuum Packaged Frozen Pork Sausage Containing Soy Protein Concentrate, Carregeenan or Antioxidant. *J. Food Sci.*, 60, 257-261.
- Hoffman KL, Han IY, Dawson PL (2001). Antimicrobial Effects of Corn Zein Films Impregnated with Nisin, Lauric Acid and EDTA. *Journal of Food Protection*, 64: 885-889.
- Hohman J, Molnar J and Schelz Z (2006). Antimicrobial and Antiplasmid Activities of Essential Oils. *Fitoterapia*. 77:279-285

- Hong SI, Krochta, JM (2006). Oxygen Barrier Performance of Whey-Protein-Coated Plastic Films as Affected by Temperature, Relative Humidity, Base Film and Protein Type. *Journal of Food Engineering* 77, 739–745.
- Hoque M, Bari M, Juneja V, Kawamoto S (2008). Antimicrobial Activities of Cloves and Cinnamon Extracts Against Food Borne Pathogens and Spoilage Bacteria, and Inactivation of *Listeria monocytogenes* in Ground Chicken Meat with Their Essential Oils. *Report of National Food Research Institute*, 72: 9–21.
- İlcım A, Ravid U, Dıgırak M and Karaman S (2001) Antibacterial and Antifungal Activity of The Essential Oils of *Thymus revolutus* Celak From Turkey. *Journal of Ethnopharmacology*. 76: 183-186.
- İlhan E (2010). Farklı Oranlarda Dana Kırıntı Eti İle Formüle Edilmiş Hamburger Köftelerinde Biberiye Ekstraktı İlavesinin Depolama Stabilitesi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- İçgöz B B, Yıldızhan B, Özmumcu B (1996). Bursa Piyasasında Tüketime Sunulan Çiğ Hamburger Köftelerin Mikrobiyolojik Ve Kimyasal Nitelikleri. *Et ve Ürünleri Sempozyumu'96 Bildiri Kitabı*; 176-184, İstanbul, 1996.
- İrkin R, Abay S, Aydın F (2011). Inhibitory Effects of Some Plant Essential Oils Against *Arcobacter Butzleri* and Potential for Rosemary Oil as a Natural Food Preservative. *J Med Food*. 14:291–296.
- Jane J, Wang S (1996). Soy Protein Based Thermoplastic Composition for Preparing Molded Articles. US Patent Number, 5, 523, 293.
- Janes ME, Koosheshand S, Johnson MG (2005). Control of *Listeria monocytogenes* on the Surface of Refrigerated, Ready-To-Eat Chicken Coated With Edible Zein Film Coatings Containing Nisin and/or Calcium Propionate. *J Food Sci*, 67 (7): 2754-2757.
- Jeon YJ, Kamıl, JYVA, Shahıdı F (2002). Chitosan as an Edible Invisible Film for Quality Preservation of Herring and Atlantic Cod. *J. Agric. Food Chem.* 20, 5167e5178
- Jiang M, Liu S, Wang Y (2011). Effects of Antimicrobial Coating from Catfish Skin Gelatin on Quality and Shelf Life of Fresh White Shrimp (*Penaeus vannamei*). *J Food Sci*. 2011 Apr;76(3):M204-9. doi: 10.1111/j.1750-3841.2011.02056.x.
- Juntachote T, Berghofer E, Siebenhandl S, Bauer F (2007). The Effect of Dried Galangal Powder and Its Ethanolic Extracts on Oxidative Stability in Cooked Ground Pork. *LWT-Food Sci. Technol.* 40 (2), 324-330.
- Kanner J (1994). Oxidative Process in Meat and Meat Products. *Meat Science*, 36; 169- 189.
- Karabagias I, Badeka A, Kontominas MG (2011). Shelf Life Extension of Lamb Meat Using Thyme or Oregano Essential Oils and Modified Atmosphere Packaging. *Meat Sci* 88:109–16.

- Karpinska, M (2008). Effect of the Addition of Ground Rosemary on the Quality and Shelf Life of Turkey Meatballs During Refrigerated Storage. *British Poultry Science*, 49 (6); 742-750.
- Kassem GM, Atta-Alla O A and Ali FHM (2011). Improving the Quality of Beef Burger by Adding Thyme Essential Oil and Jojoba Oil. *Arch. Zootec.* 60 (231): 787-795. 2011.
- Kaymaz Ş (1987). Ankara'da Tüketime Sunulan Hamburgerlerde Halk Sağlığı Yönünden Önemli Bazı Bakterilerin Saptanması. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.* 1987; 34(3): 377-393.
- Kedzia A (2010). Przeciwdrobnoustrojowe Działanie Czosnku (*Allium sativum* L.). *Postępy Fitoterapii*, 1: 46–52.
- Kerry JP, O'Grady MN and SA Hogan (2006). Past, Current and Potential Utilisation of Active and Intelligent Packaging Systems for Meat And Muscle-Based Products: A review. *Meat Sci.* 74: 113-130.
- Kester J J, Fennema O (1986). Edible Films and Coatings: A Review. *Food Technology* 40, 47–59
- Kılınççeker O, Doğan İS, Küçüköner E (2009). Effect of Edible Coatings on the Quality of Frozen Fish Fillets, *LWT - Food Science and Technology*, 42: 868-873. doi:10.1016/j.lwt.2008.11.003
- Kırbağ S ve Bağcı E (2000). *Picea abies* (L.) Karst. ve *Picea orientalis* (L.) Link Uçucu Yağlarının Antimikrobiyal Aktivitesi Üzerine Bir Araştırma, *Journal of Qafqaz University*, III (I), 183-190.
- Kırca A, Bilişli A, Demirel NN, Turhan H ve Arslan E (2007). Çanakkale Florasındaki Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Antioksidan ve Antimikrobiyal Aktiviteleri. TÜBİTAK Proje No: 104 0 292. Çanakkale
- Kim SJ, Ustunol Z (2001). Moisture Sorption Isotherm and Solubility of Whey Protein Based Edible Films as Influenced by Lipid and Plasticizer Type. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 49, 4388–91.
- Kim YM, An DS, Park HJ, Park JM, Lee DS (2002). Properties of Nisin-Incorporated Polymer Coatings as Antimicrobial Packaging Materials. *Packag. Technol. Sci.*, 15: 247-254.
- Kim KW, Thomas RW (2007). Antioxidative Activity of Chitosans with Varying Molecular Weights. *Food Chemistry*, 101: 308-313. doi:10.1016/j.foodchem.2006.01. 038
- Klebanov GI, Kapitanov AB, Teselkin YO, Babenkova IV, Zhambalova BA, Lyubitsky OB, Nesterova OA, Vasil'eva OV, Popov IN, Lewin G and Vladimirov YA (1998). The Antioxidant Properties of Lycopene. *Membr. Cell Biol.*12, 287-300.
- Kodal B (2008). Antioksidan Özellikteki Yenilebilir Filmlerin Sığır Kıymasının Oksidatif Stabilitesine Etkileri. Ankara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

- Kolsarıcı N, Candoğan K (1995). Effects of Potassium Sorbate and Lactic Acid on the Shelf Life of Vacuum-Packed Chicken Meats. *Poultry Sci.*, 74(11):1884-1894.
- Kotzekidou P, Giannakidis P, Boulamatsis A (2008). Antimicrobial Activity of Some Plant Extracts and Essential Oils Against Foodborne Pathogens in Vitro and on the Fate of Inoculated Pathogens in Chocolate. *Lebensm Wiss Technol.* 2008;41:119–127.
- Krasaekoopt W, Mabumrung J (2008). Microbiological Evaluation of Edible Coated Fresh-Cut Cantaloupe. *Nat Sci*, 42: 552–557.
- Kristo E, Koutsoumanis K P, Biliaderis CG (2008). Thermal, Mechanical and Water Vapor Barrier Properties of Sodium Caseinate Films Containing Antimicrobials and Their Inhibitory Action on *Listeria monocytogenes*. *Food Hydrocolloid*, 22: 373–386.
- Krochta MJ, Mulder-Johnston CD (1997). Edible and Biodegradable Polymer Films. Challenges and Opportunities. *Food Technol.*, vol,51, no.2; 61-74.
- Krochta JM (2002). Proteins as Raw Materials for Films and Coatings: Definitions, Current Status, and Opportunities. *Protein-Based Films and Coatings*. A Gennadios (Ed), CRC Pres, New York.
- Kuwahara K and Osako K (2003). “Effect of Sodium Gluconate on Gel Formation of Japanese Common Squid Mantle Muscle,” *Nippon Suisan Gakkaishi* (Japanese Edition), vol. 69, no. 4, pp. 637–642,2003.
- Küçüköner E (2013). Jelatin. <http://www.helalvedogal.com/jelatin/>
- Lacroix M, Saucier L, Caillet S and Qussalah (2006). Inhibitory Effects of Selected Plant Essential Oils on the Growth of Four Pathogenic Bacteria: *E.coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food Control*. 18(5), p.414-420.
- Ladikos D and Lougovois V (1990). Lipid Oxidation in Mucle Foods: A Review. *Food Chemistry*, 35: 295-314.
- Lambert R, Skandamis PN, Coote P, Nychas GJ (2001). A Study of the Minimum İnhibitory Concentration and Mode of Action of Oregano Essential Oil, Thymol and Carvacrol. *J Appl Microbiol.* 2001; 91: 453-62.
- Li B, Kennedy JF, Peng JL, Yie X, Xie BJ (2006). Preparation and Performance Evaluation of Glucomannan– Chitosan–Nisin Ternary Antimicrobial Blend Film. *Carbohydr Polym*, 65: 488-494.
- López-Caballero ME, Gómez-Guillén MC, Pérez-Mateos M, Montero P (2005). A Chitosan-Gelatin Blend as a Coating for Fish Patties. *Food Hydrocol.* 19, 303-311. doi:10.1016/j.foodhyd.2004.06.006
- Mahdavi-Yekta M, Homayonpour P, Monfared MR, Sadeghzadeh A (2014).The Effect of Thyme Extract (*Zataria Multiflora* Boiss) on the Sensory Properties and the Shelf Life of Hamburger. *Trends in Life Sciences. An International Peer Reviewed journal.* ISSN: 2319–4731 (p); 2319–5037 (e)

- Marsh K and Bugusu B (2007). Food Packaging-Roles, Materials, and Environmental Issues. *J. Food Sci.*, 72: 39-55.
- Mastromatteo M, Lucera A, Sinigaglia M, Corbo MR (2009). Combined Effects of Thymol, Carvacrol and Temperature on The Quality of Non Conventional Poultry Patties. *Meat Science*, 83: 246-254pp.
- Matan N, Rimkeeree H, Mawson AJ, Chompreeda P, Haruthaithanasan V, & Parker M (2006). Antimicrobial Activity of Cinnamon and Clove Oils Under Modified Atmosphere Conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 107, 180–185.
- Matuska M, Lenart A and Lazarides HN (2006). On the use of Edible Coating to Monitor Osmotic Dehydration Kinetics for Minimal Solids Uptake. *J Food Eng.* 72: 85-91.
- Mauriello G, Ercolini D, La Stora A, Casaburi A, Villani F (2004). Development of Polythene Films for Food Packaging Activated with an Antilisterial Bacteriocin from *Lactobacillus curvatus*. *J. Appl. Micro.*, 97:314–322.
- Mc Hugh TH (2000). Protein Lipid Interactions in Edible Films and Coatings. *Nannung.* 44: 148-151.
- Michalczyk M, Macura R, Tesarowicz I, Banas J (2012). Effect of Adding Essential Oils of Coriander (*Coriandrum sativum L.*) and Hyssop (*Hyssopus officinalis L.*) on The Shelf Life of Ground Beef. *Meat Science*, 90: 842-850pp.
- Miller K S and Krochta JM (1997). Oxygen and Aroma Barrier Properties of Edible Films: A Review. *Trends in Food Science & Technology* July 1997 [Vol. 8]
- Min S, Haris LJ, Krochta JM (2005). Antimicrobial Effects of Lactoferrin, Lysozyme, and the Lactoperoxidase System and Edible Whey Protein Films Incorporating the Lactoperoxidase System Against *Salmonella enterica* and *Escherichia coli* O157:H7. *J Food Sci*, 70 (7): 332-338.
- MINITAB Inc. (2000), Minitab R 13. User's Guide 2- Data Analysis and Quality Tools, MinitabInc., USA.
- Mitsumoto M, O'Grady MN, Kerry JP and Buckley DJ (2005). Addition of Tea Catechins and Vitamin C on Sensory Evaluation, Colour and Lipid Stability During Chilled Storage In Cooked or Raw Beef and Chicken Patties. *Meat Science* 69:773-779.
- Mohan CO, Ravishankar CN, Lalitha KV, and Sfinivasa Gopal TK (2012). Effect of Chitosan Edible Coating on the Quality of Double Filleted Indian Oil Sardine (*Sardinella longiceps*) During Chilled. *Food Hydrocolloids* 26: 167-174.
- Mokhtar SM, Youssef KM, Morsy NE (2014). The Effects of Natural Antioxidants on Colour, Lipid Stability and Sensory Evaluation of Fresh Beef Patties Stored At 4°C. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies* 2014, 20(3), 282-292
- Moloney AP (2002). The Fat Content of Meat and Meat Products. In: *Meat Processing Improving Quality*. Kerry, J., Kerry, J. and Ledward, D (Eds.), CRC Woodhead Publishing Ltd., pp. 137-153.

- Moreira MD, Ponce A, Valle CD, Roura SI (2009). Edible Coatings on Fresh Squash Slices Effect of Film Drying Temperature on the Nutritional and Microbiological Quality. *J Food Process Pres*, 33: 226–236.
- Muriel-Galet V, Cerisuelo JP, López-Carballo G, Lara M, Gavara R, Hernández-Muñoz P (2012). Development of Antimicrobial Films for Microbiological Control of Packaged Salad. *International Journal of Food Microbiology*, 157, pp. 195–201.
- Nadarajah D, Han JH & Holley RA (2005a). Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 in Packaged Ground Beef by Allyl Isothiocyanate. *International Journal of Food Microbiology*, 99, 269-279
- Nadarajah D, Han JH and Holley RA (2005b). Use of Mustard Flour to Inactivate *Escherichia coli* O 157:H7 in Ground Beef Under Nitrogen Flushed Packaging. *Inter. J. Food Microb.*, 99: 257-267.
- Nakahara K and Alzoreky NS (2003). Antibacterial Activity of Extracts from Some Edible Plants Commonly Consumed in Asia. *Food Microbiology*. 80: 223-230.
- Natrajan N, Sheldon BW (2000a). Efficacy of Nisin-Coated Polymer Films to Inactivate *Salmonella typhimurium* on Fresh Broiler Skin. *J. of Food Prot.*, 63(9): 1189-1196.
- Natrajan N, Sheldon BW (2000b). Inhibition of *Salmonella* on Poultry Skin Using Protein and Polysaccharide-Based Films Containing a Nisin Combination. *J. Food Prot.*, 63(9): 1268-1272.
- Nerin C, Tovar L, Djenane D, Camo J, Salafranca J, Beltran JA (2006). Stabilization of Beef Meat by a New Active Packaging Containing Natural Antioxidants. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 54, 7840–7846
- Nguyen VT, Gidley MJ, Dykes GA (2008). Potential of a Nisin-Containing Bacterial Cellulose Film to Inhibit *Listeria monocytogenes* on Processed Meats. *Food Microbiol*, 25: 471–478.
- Nostro A, Germano MP, D'Angelo V, Marino A and Canatelli MA (2000). Extraction Methods and Bioautography for Evaluation of Medicinal Plant Antimicrobial Activity. *Letters in Applied Microbiology*. 30:379-384.
- Ntzimani AG, Giatrakou VI, Savvaidis IN (2010). Combined Natural Antimicrobial Treatments (EDTA, Lysozyme, Rosemary and Oregano Oil) on Semi Cooked Coated Chicken Meat Stored in Vacuum Packages at 4 °C: Microbiological and Sensory Evaluation. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11: 187-196 pp.
- Nugboon K and Intarapichet K (2015). Antioxidant and Antibacterial Activities of Thai Culinary Herb and Spice Extracts, and Application in Pork Meatballs. *International Food Research Journal* 22(5): 1788-1800 (2015). Journal homepage: <http://www.ifrj.upm.edu.my>
- Nur Hanani ZA, Beatty E, Roos YH, Morris MA (2013). Development and Characterization of Biodegradable Composite Films Based on Gelatin Derived from Beef, Pork and Fish Sources. *Foods* 2013, 2, 1-17; doi:10.3390/foods2010001

- Oğuz B ve Sarı AO (2002). Kekik. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Bilgi Föyü. 108:21-22. İzmir.
- Oliveira TM, Soares NFF, Pereira RM, Fraga KF (2007). Development and Evaluation of Antimicrobial Natamycin-Incorporated Film in Gorgonzola Cheese Conservation. *Packag Technol Sci*, 20: 147-153.
- Ouattara B, Simard ER, Piette G, Begin A, Holley A R (2000a). Inhibition of Surface Spoilage Bacteria in Processed Meats by Application of Antimicrobial Films Prepared With Chitosan. *Int. J. Food Micro.*, 62; 139-148.
- Ouattara B, Simard RE, Piette G, Begin A, Holley RA (2000b). Diffusion of Acetic and Propionic Acids from Chitosan-Based Antimicrobial Packaging Films. *J. Food Sci.*, 65(5):768–773.
- Oussalah M, Caillet S, Salmieri S, Saucier L and Lacroix M (2004). Antimicrobial and Antioxidant Effects of Milk Protein-Based Film Containing Essential Oils for The Preservation of Whole Beef Muscle. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 52 (18), 5598-5605.
- Oussalah M, Caillet S, Salmieri S, Saucier L, Lacroix M. (2007). Antimicrobial Effects of Alginate-Based Films Containing Essential Oils on *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium* Present In Bologna and Ham. *J Food Prot.* 70:901–908.
- Özkan G, Sağdıç O, Özcan M (2003). Note: Inhibition of Pathogenic Bacteria by Essential Oils at Different Concentrations. *Food Science and Technology International*, 9, 85–88.
- Özdemir M and JD Floros (2004). Active Food Packaging Technologies. *Food Sci Nutr.* 44: 185-193.
- Özen F (2008). Bitkisel Ekstrakt Kullanımının Tekirdağ Köftesinin Mikrobiyolojik ve Duysal Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Öztürk G (2009). Likopen İçeren Yenilebilir Filmlerin Sığır Kıymasının Oksidatif Stabilitesine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Padgett T, Han IY, Dawson P L (1998). Incorporation of Food-Grade Antimicrobial Compounds into Biodegradable Packaging Films. *J. Food Prot.*, 61; 1330-1335.
- Pavlati AE and Orts W (2009). “Edible Films and Coatings: Why, What and How?” in *Edible Films and Coatings for Food Applications*, M. E. Em buscado and K. C. Huber, Eds., pp. 57–112, Springer, New York, NY, USA, 2009.
- Pranoto Y, Rakshit SK, Salokhe VM (2005). Enhancing Antimicrobial Activity of Chitosan Films by Incorporating Garlic Oil, Potassium Sorbate and Nisin. *LWT Food Sci Technol*, 38: 859–865.
- Quintavalla S, Vicini L (2002). Antimicrobial Food Packaging in Meat Industry. *Meat Sci*, 62: 373-380.

- Rasooli I, Rezaei MB, Allameh A (2006). Ultrastructural Studies on Antimicrobial Efficacy of Thyme Essential Oils on *Listeria monocytogenes*, *International Journal of Infectious Diseases* 10, 236-241.
- Raybaudi-Massilia RM, Mosqueda-Melgar J, Martín- Belloso O (2008). Edible Alginate-Based Coating as Carrier of Antimicrobials to Improve Shelf-Life and Safety of Fresh-Cut Melon. *Int J Food Microbio*, 121: 313-327.
- Recio MC and Rios JL (2005). Medicinal Plants and Antimicrobial Activity. *Ethnopharmacology*. 100: 80-84.
- Renerre M & Labadie J (1993). Fresh Red Meat Packaging and Meat Quality. In *Proceedings 39th International Congress of Meat Science and Technology* (pp.361–387), 1–6 August 1993, Calgary, Canada.
- Robertson GL (2006). Active and Intelligent Packaging. In *Food Packaging: Principles and Practice- 2nd ed.* CRC Press, Boca Raton, Fl. Chap. 14 pp.
- Rojas-Grau MA, Avena-Bustillos RJ, Olsen C, Friedman M, Henika PR, Martin-Belloso O, Pan Z, McHugh TH (2007). Effects of Plant Essential Oils and Oil Compounds on Mechanical, Barrier and Antimicrobial Properties of Alginate–Apple Puree Edible. *J Food Eng*, 81: 634 –641.
- Ross ZM, O’Gara EA, Hill DJ, Sleightholme HV, Maslin DJ (2001). Antimicrobial Properties of Garlic Oil Against Human Enteric Bacteria: Evaluation of Methodologies and Comparisons With Garlic Oil Sulfides and Garlic Powder. *Applied and Environmental Microbiology*, 67: 475–480.
- Roura SI, Valle CE, Ponce A G and Moreira MR (2005). Inhibitory Parameters of Essential Oils to Reduce a Food Borne Pathogen. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*. 38: 565-570.
- Sağdıç O (2003). Sensitivity of Four Patogenic Bacteria to Turkish Thyme and Oregano Hydrosols. *Lebensm.-Wiss.u.-Technol*. 36:467-473.
- Sağdıç O, Telli R (2008). Kekik Ekstraktının Köftede Antimikrobiyal, Antioksidan ve Duyusal Etkileri. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum
- Salem AM, Amin RA ve Afifi SAG (2010). Studies on Antimicrobial and Antioxidant Efficiency of Some Essential Oils in Minced Beef. *Journal of American Science*, 2010;6(12)
- Sallam KI, Ishioroshi M, Samejima K (2004). Antioxidant and Antimicrobial Effects of Garlic in Chicken Sausages. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 37(8): 849-855.
- Sanchez-Escalante A, Djenane D, Torrescano G, Beltrán JA and Roncales P (2003a). Antioxidant Action of Borage, Rosemary, Oregano, and Ascorbic Acid in Beef Patties Packaged in Modified Atmosphere. *Journal of Food Science*, 68 (1), 339-344.
- Sanchez-Gonzales E, Garcia S and Heredia N (2010). Extracts of edible and Medicinal Plants Damage Membranes of *Vibrio cholerae*. *Appl. Environ. Microbiol*. 76: 6888-689410

- Sánchez-Ortega I, García-Almendárez BE, Santos-López EM, Amaro-Reyes A, Barboza-Corona J E and Regalado C (2014). Antimicrobial Edible Films and Coatings for Meat and Meat Products Preservation. *The Scientific World Journal* Volume 2014 (2014), Article ID 248935, 18 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/248935>
- Santiago-Silva P, Soares NFF, Nóbrega JE, Júnior MAW, Barbosa KBF, Volp ACP, Erma Z, Würllitzer NJ (2009). Antimicrobial Efficiency of Film Incorporated with Pediocin (ALTA 2351) on Preservation of Sliced Ham. *Food Control*, 20: 85-89.
- Santos Pires A C, Soares NFF, Andrade NJ, Silva LHM, Camilloto GP, Bernardes PC (2008). Development and Evaluation of Active Packaging for Sliced Mozzarella Preservation. *Packag Technol Sci*, 21: 375-383.
- Sarıkuş G (2006). Farklı Antimikrobiyel Maddeler İçeren Yenilebilir Film Üretimi ve Kaşar Peynirinin Muhafazasında Mikrobiyel İnaktivasyona Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta, 69 s.
- Sarıkuş G and Seydim AC (2006). Antimicrobial Activity of Whey Protein Based Edible Films Incorporated with Oregano, Rosemary and Garlic Essential Oils. *Food Research International*. 39: 639-644.
- Sathivel S (2005). Chitosan and Protein Coatings Affect Yield, Moisture Loss, and Lipid Oxidation of Pink Salmon (*Oncorhynchus gorbusha*) Fillets During Frozen Storage. *Journal of Food Science*, 70(8): 455-459. doi:10.1111/j.1365-2621.2005.tb11514.x
- Sayago-Ayerdi SG, Brenes A, Goni I (2009). Effect of Grape Antioxidant Fiber on the Lipid Oxidation of Raw and cooked chicken hamburgers. *LWT Food Sci Technol* 2009; 42: 971–976.
- Scharff RL (2012). “Economic Burden from Health Losses Due to Foodborne Illness in The United States,” *Journal of Food Protection*, vol. 75, no. 1, pp. 123–131, 2012. [View at Publisher](#)
- Seydim AC & Sarikus G (2006). Antimicrobial Activity of Whey Protein Based Edible Films Incorporated with Oregano, Rosemary and Garlic Essential Oils. *Food Research International*, 39, 639e644.
- Shahidi F, Kamil J, Jeon YJ, Kim SK (2002). Antioxidant Role of Chitosan in Cooked Cod (gadus morhua) Model System. *Journal of Food Lipids*, 9(1): 57-64. doi:10.1111/j.1745-4522.2002.tb00208.x
- Simitzis PE and Deligeorgis SG (2010). “Lipid Oxidation of Meat and Use of Essential Oils as Antioxidants in Meat Products,” 2010, <http://www.scitopics.com/Lipid Oxidation of Meat and Use of Essential Oils as Antioxidants in Meat Products.html>.
- Siragusa GR, Cutter CN, Willett JL (1999). Incorporation of Bacteriocin in Plastic Retains Activity and Inhibits Surface Growth of Bacteria on Meat. *Food Micro.*, 16; 229-235.
- Sivarooban T, Hettiarachchy NS, Johnson MG (2008). Physical and Antimicrobial Properties of Grape Seed Extract, Nisin, and EDTA Incorporated Soy Protein Edible Films. *Food Res Int*, 41: 781–785.

- Sivropoulou A, Papanikolaou E, Nikolaou C, Kokkini S, Lanaras T, Arsenakis M (1996). Antimicrobial and Cytotoxic Activities of Origanum Essential Oils. *J Agric Food Chem.*1996; 44: 1202-5.
- Skandamis P N, Nychas G-J E (2002). Preservation of Fresh Meat with Active and Modified Atmosphere Packaging Conditions. *International Journal of Food Microbiology* 79, 35-45
- Skurtys O, Acevedo C, Pedreshi F, Enrione J, Osorio F, Aguilera JM (2010). *Food Hydrocolloid Edible Films and Coatings*. Nova Science Publishers Inc., New York.
- Sorrentino A, Gorrasi G and Vittoria V (2007). Potential Perspectives of Bio-Nanocomposites for Food Packaging Applications. *Trends Food Sci. Technol.* 18: 84-95.
- Souza WS, Cerqueira A, Ruiz A, Martins T, Casariego A, Teixeira A, Vicente A (2010). Effect of Chitosan-Based Coatings on the Shelf Life of Salmo. *Agricultural and Food Chemistry*, 58:11456-11462 (Salmo salar).
- Storia A I, Ercolini D, Marinello F & Mauriello G (2008). Characterization of Bacteriocin-Coated Antimicrobial Polyethylene Films By Atomic Force Microscopy. *Journal of Food Science*, 73, T48–T54
- Sunga SY, Sina LT, Teea TT, Beea ST, Rahmatb AR, Wawa R, Tana AC and Vikhraman M (2013). Antimicrobial Agents for Food Packaging Applications. *Trends in Food Science & Technology* 33 (2013) 110-123
- Suppakul P, Miltz J, Sonneveld K, Bigger SW (2003). Active Packaging Technologies with an Emphasis on antimicrobial Packaging and Its Applications. *J Food Sci*, 68: 408-420.
- Tekinşen CO, Yurtyeri A, Mutluer B (1980). Ankara’da Satılan Hazır Kıymaların Bakteriyolojik Kalitesi, *A.Ü. Veteriner Fakültesi Dergisi*, 27(1-2): 45-63.
- Thakur BR, Singh RK (1994). Food Irradiation- Chemistry And Application. *Food Research Int.* 10:437-473.
- Tomaino A, Cimino F, Zimbalatti V, Venuti V, Sulfaro V, De Pasquale A and Saija A (2005). Influence of Heating on Antioxidant Activity and the Chemical Comparison of Some Spice Essential Oils. *Food Chemistry*, 89, 549-554.
- Torlak E (2009). Doğal Antimikrobiyal Maddeler İle Hazırlanan Yenilebilir ve Kaplanmış Plastik Filmlerin Gıda Kaynaklı Bazı Patojenlere Etkileri. Doktora Tezi Selçuk Üniversitesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı. Konya.
- Torlak E ve Nizamlıoğlu M (2009). Doğal Antimikrobiyal Maddeler İle Hazırlanan Yenilebilir Filmlerin *Listeria monocytogenes* Üzerine Etkileri, *Vet. Bil. Derg.* 25, 1-2; 15-21.
- Toroğlu S, Çenet M (2006). Tedavi Amaçlı Kullanılan Bazı Bitkilerin Kullanım Alanları ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi İçin Kullanılan Metodlar. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2006; 9: 12-20.

- Tsai GJ, Su WH, Chen HC, Pan CL (2002). Antimicrobial Activity of Shrimp Chitin and Chitosan from Different Treatments and Applications of Fish Preservation. *Fisheries Science*, 68: 170- 177.doi:10.1046/j.1444-2906.2002.00404. x
- Turantaş F ve Ünlütürk A (2003). *Gıda Mikrobiyolojisi*. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri. İzmir S:171, 415.
- Ulbin-Figlewicz N, Zimoch A and Jarmoluk A (2013). Plant Extracts as Components of Edible Antimicrobial Protective Coatings. *Czech J. Food Sci.* Vol. 31, 2013, No. 6: 596–600
- USDA (United States Department of Agriculture) (2014). <http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>
- Üçüncü M (2007). *Gıdaların Ambalajlanması*. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, Türkiye, 896 s.
- Üstunol Z (2009). “Edible Films and Coatings for Meat And Poultry,” in *Edible Films and Coatings for Food Applications*, M. E. Embuscado and K. C. Huber, Eds., pp. 245–268, Springer, New York, NY, USA, 2009
- Valencia-Chamorro SA, Perez-Gago MB, del Rio MA and Palou L (2009). Effect of Antifungal Hydroxypropyl Methylcellulose (HPMC)-Lipid Edible Composite Coatings on Postharvest Decay Development and Quality Attributes of Cold-Stored ‘Valencia’ Oranges. *Postharv Bio Technol.* 54: 72-79.
- Varlık C, Uğur M, Gökoğlu N ve Gün H (1993). *Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:17, İstanbul.
- Vartiainen J, Motion R, Kulonen H, Rattö M, Skytta E, Ahvenainen R (2004). Chitosan-Coated Paper: Effects of Nisin And Different Acids on the Antimicrobial Activity, *Journal of Applied Polymer Sci.*, 94:986–993.
- Vermeiren L, Devlieghere F, Debevere J (2002). Effectiveness of Some Antimicrobial Packaging Concepts. *Food Addit. Contam.*, 19 Suppl.: 163-171.
- Vernozy-Rozand C, Ray-Gueniot S, Ragot C, Bavai C, Mazuy C, Montet MP et al. (2002). Prevalence of *Escherichia coli* O157:H7 in Industrial Minced Beef. *Letters in Applied Microbiology*, 35, 7–11.
- Villegas R, O’Connor TP, JCerry JP and Buckley DJ (1999). Effect of Gelatin Dip on the Oxidative and Colour Stability of Cooked Ham and Bacon Pieces During Frozen Storage. *Intern. J. Food Sci. Technol.* 65-71. 34, 385-389.
- Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernandez-Lopez J, Perez-Alvarez JA (2010). Effect of Added Citrus Fibre and Spice Essential Oils on Quality Characteristics and Shelf Life of Mortadella. *Meat Science*, 85: 568-576pp.
- Wang GH (1992). Research Note: Inhibition and Inactivation of five Species of Foodborne Pathogens By Chitosan, *J. Food Prot.*, 55, pp. 916–919

- Wanner J, Schmidt E, Bail S, Jirovetz L, Buchbauer G, Gochev V, Girova T, Atanasova T, Stoyanova A (2010). Chemical Composition, Olfactory Evaluation and Antimicrobial Activity of Selected Essential Oils and Absolutes from Morocco. *Nat Prod Commun.* 5:1349–1354.
- Warriss PD (2010). *Meat Science: An Introductory Text*, CAB International Publishers, New York, NY, USA, 2010.
- Yam KL, Takhistov PT & Miltz J (2005). Intelligent Packaging: Concepts and Applications. *Journal of Food Science*, 70(1), R1–R10.
- Yanishlieva NV, Marinova EM (2001). Stabilisation of Edible Oils with Natural Antioxidants. *Eur. Journal Lipid Science Technol.* 103, 752-767. *Complementary Therapies Part 2: Vol. 10, No. 5: 277-284.*
- Yetim H (2011). Jelatin Üretimi, Özellikleri ve Kullanımı. *Gıda Katkı Maddeleri : Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Ulusal ve Helal Sağlıklı Gıda Kongresi. 19 - 20 Kasım 2011 Ankara.*
- Yıldırım Y (1988). *Et Teknolojisi*. Ankara, Yıldırım Basımevi.
- Yıldız A, Karaca T, Çakmak Ö, Yörük M, Baskaya R (2004). İstanbul'da Tüketime Sunulan Köftelerin Histolojik, Mikrobiyolojik ve Serolojik Kalitesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15(1-2): 53-57.
- Yılmaz E, Tekinay AA, Çevik N (2006). Deniz Ürünleri Kaynaklı Fonksiyonel Gıda Maddeleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/1): 523-527.
- Yılmaz I, Yetim H and Ockerman HW (2002). The Effect of Different Cooking Procedures on Microbiological and Chemical Quality Characteristics of Tekirdağ Meatballs. *Nahrung*, 2002 Aug;46(4):276-8.
- Yılmaz İ and Demirci M (2010). Effect of Different Packaging Methods and Storage Temperature on Microbiological and Physicochemical Quality Characteristics of Meatball Food Science and Technology International Online First, published on July 9, 2010 as doi:10.1177/1082013210366779
- Yiğit N ve Benli M (2005). Ülkemizde Yaygın Kullanılan Kekik (*Thymus vulgaris*) Bitkisinin Antimikrobiyal Aktivitesi. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*. 3(8), 1-8. www.mikrobiyoloji.org/pdf/702050801.pdf.
- Zhou G H, Xu X L, Liu Y (2010). Preservation Technologies for Fresh Meat – A Review. *Meat Science* 86 (2010) 119–128
- Zinoviadou KG, Koutsoumanis KP ve Biliaderis CG (2009). Physico-Chemical Properties of Whey Protein Isolate Films Containing Oregano Oil and Their Antimicrobial Action Against Spoilage Flora Of Fresh Beef. *Meat Science* 82:338-345.
- Zivanovic Z, Chi S, Draughon AF (2005). Antimicrobial Activity of Chitosan Films Enriched with Essential Oils. *J Food Sci*, 70 (1): 45-51.

EK 1. İstatistik analiz verileri

Descriptive Statistics: ph; a; nem; perok; tba; ak; koli; staf

Variable	kofte	Total						Minimum	Maximum
		Count	Mean	SE Mean	StDev	CoefVar			
ph	1	4	6,7125	0,0749	0,1497	2,23	6,5500	6,9100	
	2	4	6,440	0,263	0,526	8,16	5,950	6,980	
	3	4	6,505	0,221	0,443	6,81	6,060	6,920	
	4	4	6,685	0,123	0,245	3,67	6,340	6,870	
	5	4	6,408	0,216	0,432	6,75	6,020	6,830	
a	1	4	1,280	0,122	0,244	19,05	1,080	1,600	
	2	4	1,3400	0,0882	0,1764	13,17	1,2300	1,6000	
	3	4	1,3125	0,0718	0,1436	10,94	1,1500	1,5000	
	4	4	1,3825	0,0463	0,0925	6,69	1,2800	1,5000	
	5	4	1,6500	0,0957	0,1915	11,61	1,4000	1,8000	
nem	1	4	54,833	0,162	0,324	0,59	54,490	55,270	
	2	4	57,168	0,497	0,994	1,74	55,840	58,180	
	3	4	57,775	0,176	0,352	0,61	57,490	58,280	
	4	4	58,240	0,418	0,836	1,44	57,290	59,180	
	5	4	56,593	0,241	0,482	0,85	55,900	56,990	
perok	1	4	3,925	0,654	1,307	33,31	2,700	5,200	
	2	4	3,350	0,857	1,714	51,15	1,600	5,700	
	3	4	2,825	0,822	1,644	58,19	0,700	4,700	
	4	4	4,000	0,402	0,804	20,10	3,000	4,700	
	5	4	4,475	0,439	0,877	19,60	3,200	5,200	
tba	1	4	1,7750	0,0750	0,1500	8,45	1,6000	1,9000	
	2	4	1,6750	0,0479	0,0957	5,72	1,6000	1,8000	
	3	4	1,6750	0,0629	0,1258	7,51	1,5000	1,8000	

	4	4	1,7250	0,0854	0,1708	9,90	1,5000	1,9000
	5	4	1,8750	0,0250	0,0500	2,67	1,8000	1,9000
ak	1	4	7,160	0,168	0,337	4,70	6,780	7,540
	2	4	7,448	0,211	0,422	5,67	6,830	7,760
	3	4	7,460	0,197	0,394	5,28	6,950	7,830
	4	4	7,158	0,178	0,356	4,98	6,700	7,530
	5	4	7,420	0,196	0,391	5,27	7,000	7,810
koli	1	4	5,183	0,241	0,483	9,31	4,830	5,890
	2	4	5,328	0,223	0,446	8,37	4,970	5,980
	3	4	5,338	0,177	0,354	6,63	5,080	5,860
	4	4	5,225	0,271	0,543	10,39	4,830	6,000
	5	4	5,270	0,189	0,377	7,16	4,870	5,780
staf	1	4	2,310	0,114	0,229	9,91	2,000	2,540
	2	4	2,4325	0,0840	0,1680	6,91	2,3000	2,6500
	3	4	2,3000	0,0849	0,1697	7,38	2,1800	2,5400
	4	4	2,2750	0,0946	0,1893	8,32	2,0000	2,4000
	5	4	2,285	0,111	0,221	9,68	2,000	2,540

Descriptive Statistics: ph; a; nem; perok; tba; ak; koli; staf

		Total						
Variable	günler	Count	Mean	SE Mean	StDev	CoefVar	Minimum	Maximum
ph	1	5	6,7800	0,0352	0,0787	1,16	6,6700	6,8500
	2	5	6,9020	0,0252	0,0563	0,82	6,8300	6,9800
	3	5	6,308	0,160	0,358	5,68	6,030	6,720
	4	5	6,210	0,109	0,243	3,92	5,950	6,550
a	1	5	1,2680	0,0897	0,2007	15,83	1,0800	1,6000

	2	5	1,4440	0,0988	0,2210	15,30	1,2300	1,8000
	3	5	1,3000	0,0548	0,1225	9,42	1,1000	1,4000
	4	5	1,5600	0,0812	0,1817	11,64	1,3000	1,8000
nem	1	5	56,646	0,582	1,302	2,30	54,810	57,850
	2	5	56,618	0,554	1,238	2,19	54,490	57,590
	3	5	56,994	0,726	1,624	2,85	54,760	58,640
	4	5	57,428	0,665	1,486	2,59	55,270	59,180
perok	1	5	3,420	0,653	1,460	42,69	1,600	5,200
	2	5	4,760	0,319	0,713	14,97	3,700	5,700
	3	5	2,9800	0,0860	0,1924	6,45	2,7000	3,2000
	4	5	3,700	0,822	1,837	49,65	0,700	5,200
tba	1	5	1,7200	0,0490	0,1095	6,37	1,6000	1,9000
	2	5	1,7000	0,0707	0,1581	9,30	1,5000	1,9000
	3	5	1,7400	0,0812	0,1817	10,44	1,5000	1,9000
	4	5	1,8200	0,0374	0,0837	4,60	1,7000	1,9000
ak	1	5	6,8520	0,0549	0,1228	1,79	6,7000	7,0000
	2	5	7,2300	0,0961	0,2149	2,97	7,0000	7,5300
	3	5	7,5400	0,0899	0,2011	2,67	7,3200	7,7000
	4	5	7,6940	0,0659	0,1474	1,92	7,5300	7,8300
koli	1	5	5,0460	0,0768	0,1717	3,40	4,8700	5,2300
	2	5	4,9580	0,0723	0,1618	3,26	4,8300	5,1800
	3	5	5,1680	0,0224	0,0502	0,97	5,0800	5,2000
	4	5	5,9020	0,0403	0,0901	1,53	5,7800	6,0000
staf	1	5	2,3600	0,0657	0,1470	6,23	2,1800	2,5400
	2	5	2,190	0,129	0,288	13,16	2,000	2,650
	3	5	2,3640	0,0598	0,1337	5,66	2,1800	2,5400

4 5 2,3680 0,0472 0,1055 4,45 2,3000 2,5400

----- 30.01.2017 08:13:49 -----

Welcome to Minitab, press F1 for help.

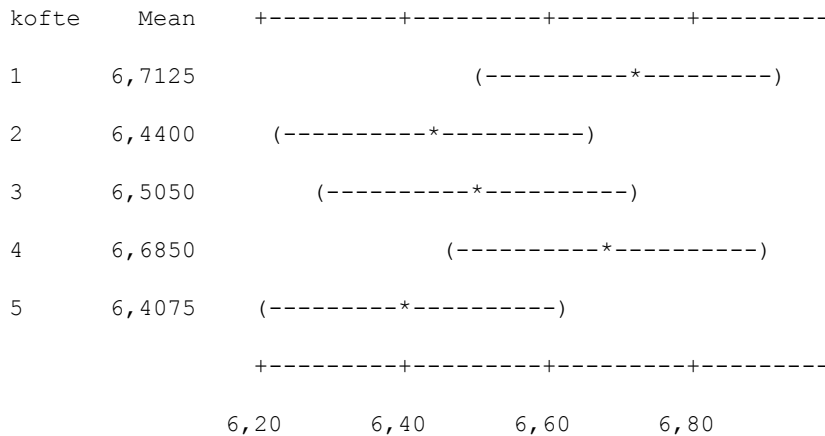
Two-way ANOVA: ph versus kofte; günler

Source	DF	SS	MS	F	P
kofte	4	0,31625	0,079063	2,01	0,157
günler	3	1,75484	0,584947	14,89	0,000
Error	12	0,47131	0,039276		
Total	19	2,54240			

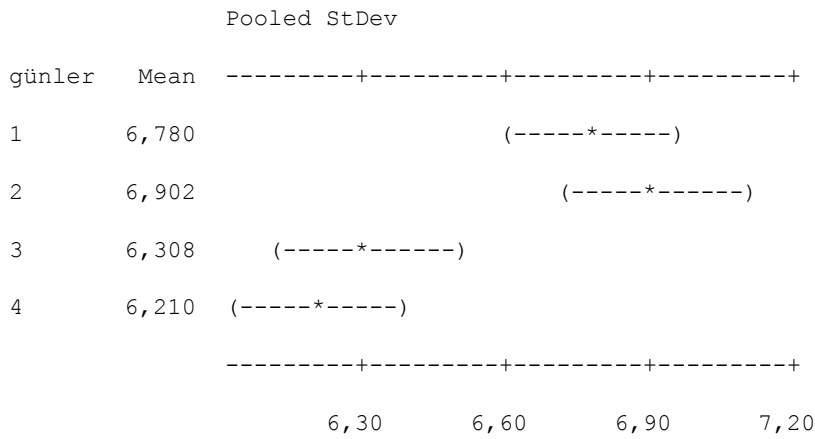
S = 0,1982 R-Sq = 81,46% R-Sq(adj) = 70,65%

Individual 95% CIs For Mean Based on

Pooled StDev



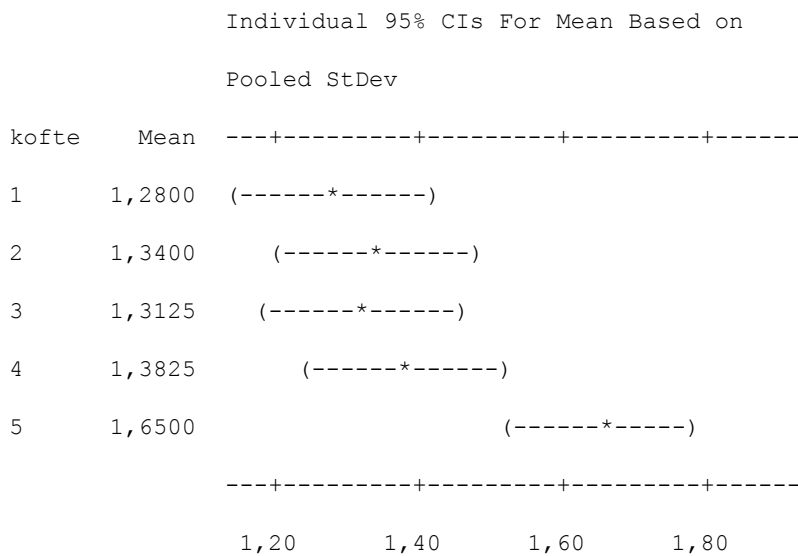
Individual 95% CIs For Mean Based on

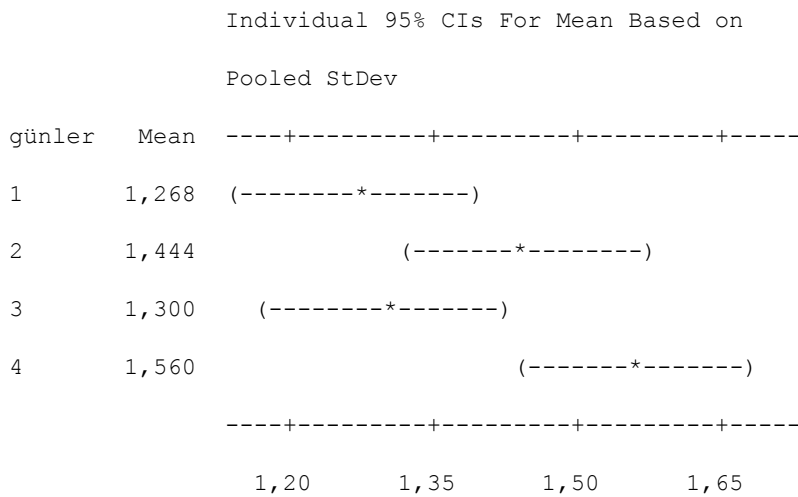


Two-way ANOVA: a versus kofte; günler

Source	DF	SS	MS	F	P
kofte	4	0,35287	0,0882175	5,41	0,010
günler	3	0,27382	0,0912733	5,60	0,012
Error	12	0,19553	0,0162942		
Total	19	0,82222			

S = 0,1276 R-Sq = 76,22% R-Sq(adj) = 62,35%

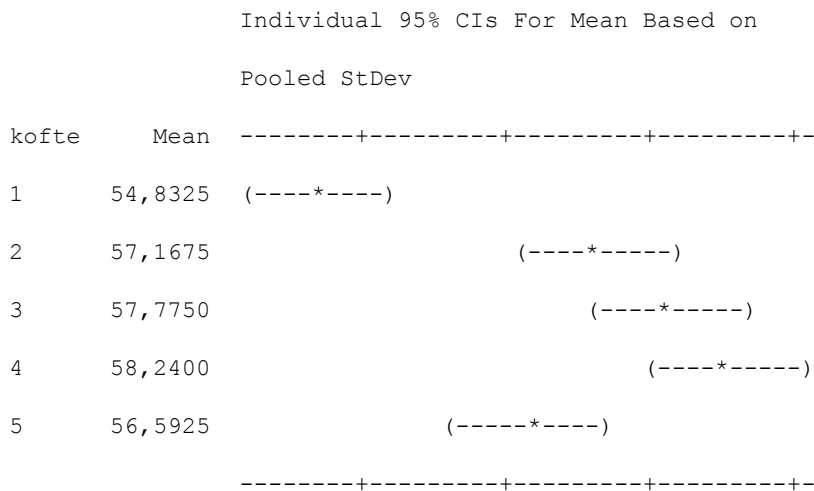




Two-way ANOVA: nem versus kofte; günler

Source	DF	SS	MS	F	P
kofte	4	27,9983	6,99958	19,54	0,000
günler	3	2,1491	0,71635	2,00	0,168
Error	12	4,2997	0,35831		
Total	19	34,4471			

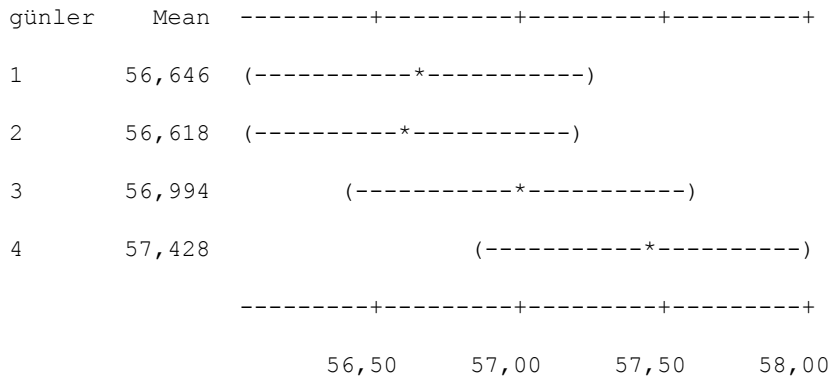
S = 0,5986 R-Sq = 87,52% R-Sq(adj) = 80,24%



55,2 56,4 57,6 58,8

Individual 95% CIs For Mean Based on

Pooled StDev



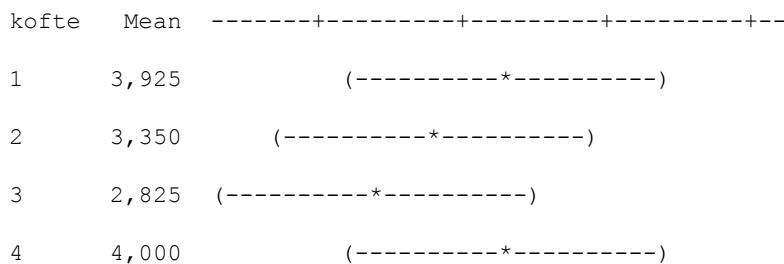
Two-way ANOVA: perok versus kofte; günler

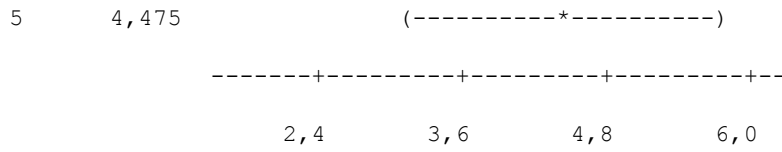
Source	DF	SS	MS	F	P
kofte	4	6,5130	1,62825	1,10	0,399
günler	3	8,5975	2,86583	1,94	0,176
Error	12	17,6950	1,47458		
Total	19	32,8055			

S = 1,214 R-Sq = 46,06% R-Sq(adj) = 14,60%

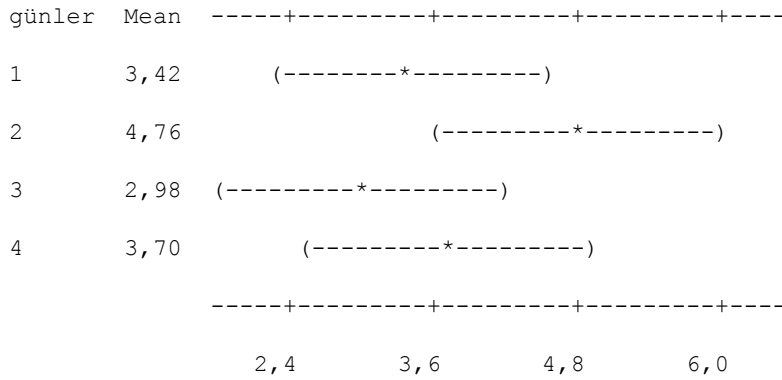
Individual 95% CIs For Mean Based on

Pooled StDev





Individual 95% CIs For Mean Based on
Pooled StDev

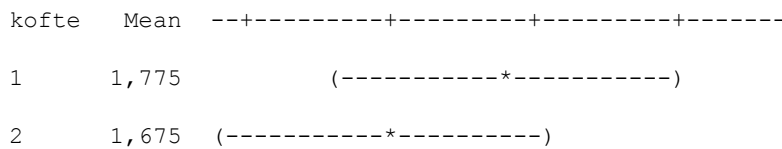


Two-way ANOVA: tba versus kofte; günler

Source	DF	SS	MS	F	P
kofte	4	0,1120	0,0280000	1,71	0,211
günler	3	0,0415	0,0138333	0,85	0,494
Error	12	0,1960	0,0163333		
Total	19	0,3495			

S = 0,1278 R-Sq = 43,92% R-Sq(adj) = 11,21%

Individual 95% CIs For Mean Based on
Pooled StDev



```

3      1,675  (-----*-----)
4      1,725      (-----*-----)
5      1,875                (-----*-----)
      +-----+-----+-----+-----
      1,56      1,68      1,80      1,92

```

Individual 95% CIs For Mean Based on
Pooled StDev

```

günler Mean  +-----+-----+-----+-----
1      1,72  (-----*-----)
2      1,70  (-----*-----)
3      1,74      (-----*-----)
4      1,82                (-----*-----)
      +-----+-----+-----+-----
      1,60      1,70      1,80      1,90

```

Two-way ANOVA: ak versus kofte; günler

Source	DF	SS	MS	F	P
kofte	4	0,38983	0,097457	11,25	0,000
günler	3	2,07538	0,691793	79,85	0,000
Error	12	0,10397	0,008664		
Total	19	2,56918			

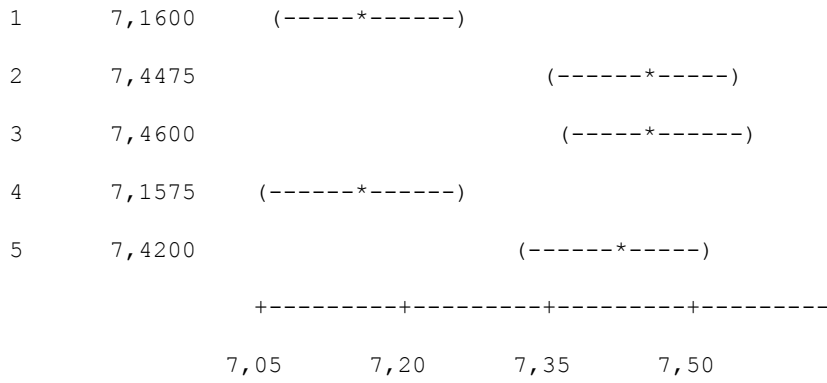
S = 0,09308 R-Sq = 95,95% R-Sq(adj) = 93,59%

Individual 95% CIs For Mean Based on
Pooled StDev

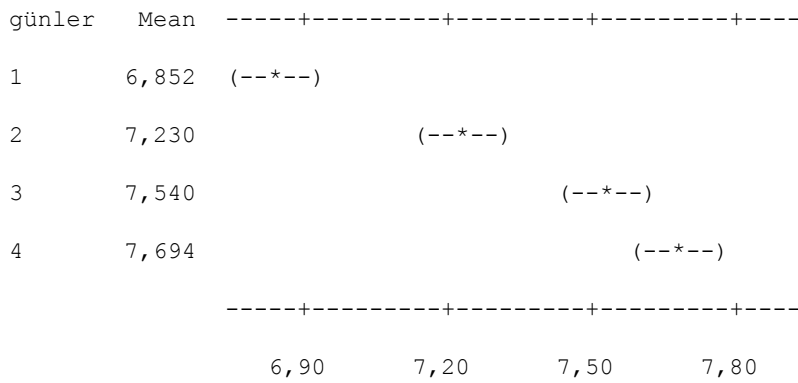
```

kofte Mean  +-----+-----+-----+-----

```



Individual 95% CIs For Mean Based on
Pooled StDev

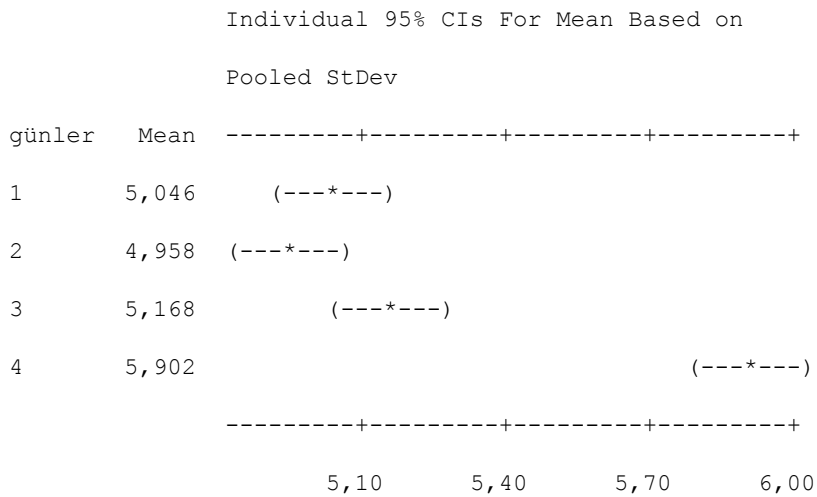
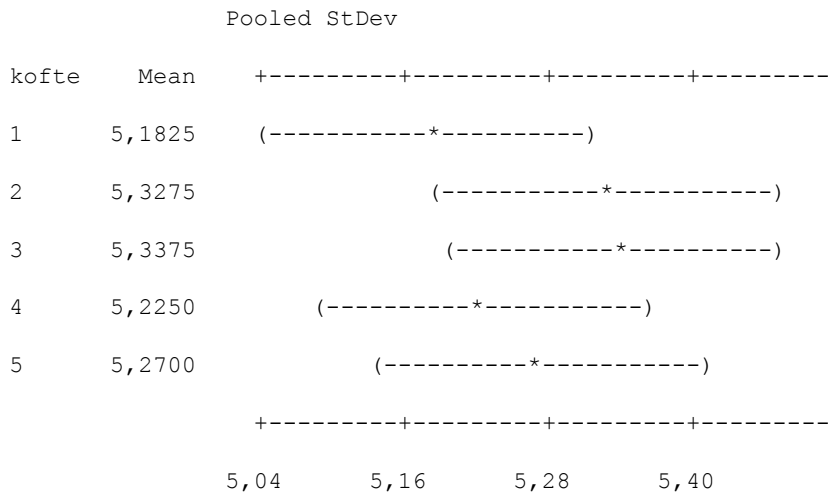


Two-way ANOVA: koli versus kofte; günler

Source	DF	SS	MS	F	P
kofte	4	0,07013	0,017533	1,08	0,410
günler	3	2,78670	0,928898	57,15	0,000
Error	12	0,19503	0,016253		
Total	19	3,05186			

S = 0,1275 R-Sq = 93,61% R-Sq(adj) = 89,88%

Individual 95% CIs For Mean Based on



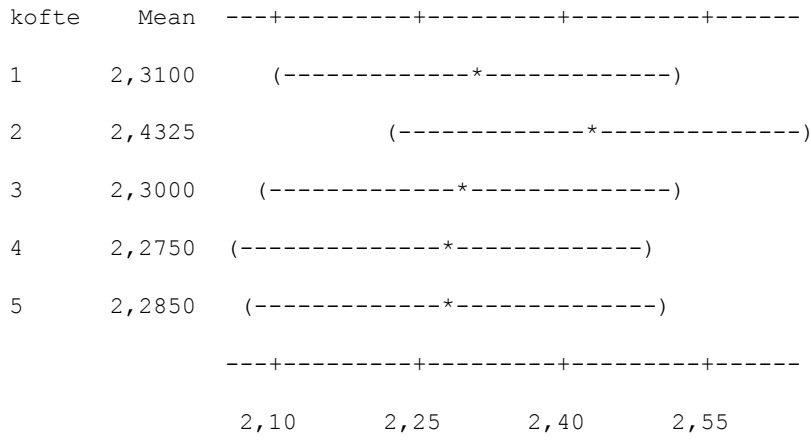
Two-way ANOVA: staf versus kofte; günler

Source	DF	SS	MS	F	P
kofte	4	0,065620	0,0164050	0,42	0,791
günler	3	0,113695	0,0378983	0,97	0,439
Error	12	0,468780	0,0390650		
Total	19	0,648095			

S = 0,1976 R-Sq = 27,67% R-Sq(adj) = 0,00%

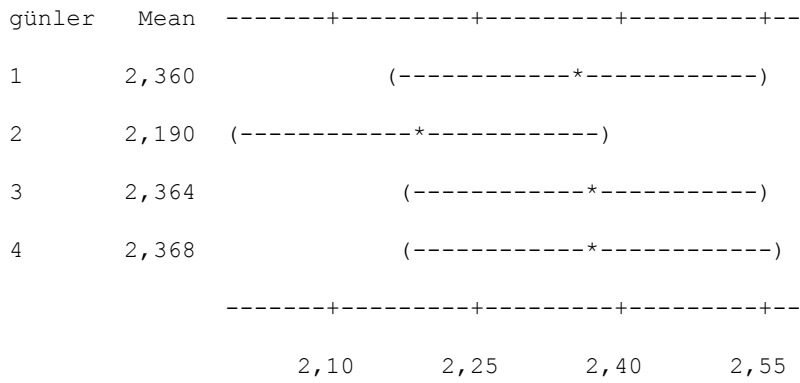
Individual 95% CIs For Mean Based on

Pooled StDev



Individual 95% CIs For Mean Based on

Pooled StDev



ÖZGEÇMİŞ

Tekirdağ/ Malkara 1970 doğumludur. İlkokul, ortaokul ve liseyi Malkara'da tamamladı. 1991 yılında Trakya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden mezun oldu. Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Mikrobiyoloji Anabilim Dalı'nda (1993-1996) ve Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda (1997-2000) yüksek lisans eğitimlerini tamamladı. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Meslek Yüksekokulu öğretim görevlisi olarak (1993-2006) görev yaptı. Namık Kemal Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu'nda 2006 yılından beri öğretim görevlisi olarak çalışmaya devam etmektedir. Evli ve iki kız çocuğu annesidir.