



T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LAVANTA ESANSİYEL YAĞLARININ KÖFTEDE *Escherichia coli* O157:H7 İLE KÖFTENİN DUYUSAL, KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK KALİTESİ ÜZERİNE OLAN ETKİSİ

Vet. Hek. ZÜHAL ÇALIŞKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAYVANSAL ÜRÜNLER HİJYEN VE TEKNOLOJİSİ
(DİSİPLİNLERARASI) ANABİLİM DALI

Danışman
Doç. Dr. Ahmet Hulusi DİNÇOĞLU

BURDUR - 2019

T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LAVANTA ESANSİYEL YAĞLARININ KÖFTEDE *Escherichia coli*
O157:H7 İLE KÖFTENİN DUYUSAL, KİMYASAL VE
MİKROBİYOLOJİK KALİTESİ ÜZERİNE OLAN ETKİSİ

Vet. Hek. ZÜHAL ÇALIŞKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAYVANSAL ÜRÜNLER HİJYEN VE TEKNOLOJİSİ
(DİSİPLİNLERARASI) ANABİLİM DALI

Danışman

Doç. Dr. Ahmet Hulusi DİNÇOĞLU

Bu Araştırma Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinatörlüğü tarafından 0482-YL-17 proje numarası ile desteklenmiştir.

BURDUR – 2019

KABUL ve ONAY

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Zühal Çalışkan tarafından *Doç. Dr. Ahmet Hulusi DİNÇOĞLU* yönetiminde hazırlanan *Lavanta Esansiyel Yağlarının Köftede Escherichia coli O157:H7 ile Köftenin Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Olan Etkisi* başlıklı tez çalışması jüri üyeleri olarak tarafımızdan okunmuş; kapsamı ve niteliği açısından Hayvansal Ürünler Hijyen ve Teknolojisi (Disiplinler arası) Anabilim Dalında *Yüksek Lisans Tezi* olarak oy birliği / oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Sınavı Tarihi

27/08/2019

Prof. Dr. Zafer GÖNÜLALAN

Erciyes Üniversitesi Veteriner
Fakültesi

Başkan

Doç. Dr. Ahmet Hulusi
DİNÇOĞLU

Burdur MAKÜ Sağlık
Bilimleri Fakültesi

Jüri

Prof. Dr. Özen
YURDAKUL

Burdur MAKÜ Veteriner
Fakültesi

Jüri

ONAY

Bu tez, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Lisans Üstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu *20.09/2019* Tarih ve *38* sayılı kararı ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. M. Doğa
TEMİZSOYLU
Müdür

Sağlık Bilimleri Enstitüsü



TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimim ve tez dönemim süresince bana her konuda destek veren, yardım ve tavsiyelerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ahmet Hulusi DİNÇOĞLU' na, yine bu süreç boyunca kıymetli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşarak tez çalışmamın bütün aşamalarında yardımını benden esirgemeyen Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Öğretim Üyeleri Prof. Dr. Özen YURDAKUL, Dr. Öğr. Üyesi. Dr. Halil YALÇIN, Dr. Öğr. Üyesi Erhan KEYVAN, Dr. Öğr. Üyesi Hatice Ahu KAHRAMAN, Öğr. Gör. Erdi ŐEN ve bölüm arkadaşlarım Vet. Hek. Jerina RUGJÍ, Vet. Hek. Zeki EROL ve Dyt. Ali İLERÍ başta olmak üzere tüm bölüm arkadaşlarıma ve çok değerli aileme teşekkürlerimi borç bilirim.



ETİK BEYAN

Lavanta Esansiyel Yağlarının Köftede Escherichia coli O157:H7 ile Köftenin Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Olan Etkisi başlıklı tez çalışmamdaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Doç. Dr. Ahmet Hulusi DİNÇOĞLU danışmanlığında Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna göre yazıldığını beyan ederim.

26/08/2019

Zühal CALIŞKAN



İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK	i
KABUL ve ONAY	ii
TEŞEKKÜR	iii
ETİK BEYAN	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER	vi
TABLolar	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Köfte	4
2.2. <i>E.coli</i> O157:H7	10
2.3. Lavanta	18
2.4. Gıdalarda esansiyel yağ kullanımı	23
3. GEREÇ ve YÖNTEM	27
3.1. GEREÇ	27
3.1.1. Köfte hamurunun hazırlanması	27
3.1.2. Cihazlar	29
3.1.3. Besiyeri, kimyasal maddeler ve suşlar	29
3.2. YÖNTEM	39
3.2.1. Suşun hazırlanması	39
3.2.2. Lavantanın hazırlanması	40
3.2.3. Lavantanın ekstraksiyonu	40
3.2.4. Köftelerin hazırlanması	41
3.2.5. Analizler	42
4. BULGULAR	51
4.1. Muhafaza süresince meydana gelen değişimler	52
4.1.1. Mikrobiyolojik değişimler	52
4.1.2. Kimyasal değişimler	72
4.1.3. Duyusal değişimler	82
5. TARTIŞMA	89
6. SONUÇ	99
KAYNAKLAR	100
ÖZGEÇMİŞ	109

ŞEKİLLER

Şekil 3.1.	İş akış şeması	28
Şekil 4.1.	Muhafaza süresince toplam mezofilik aerob bakteri sayısında meydana gelen değişimler	55
Şekil 4.2.	Muhafaza süresince koliform grubu bakteri sayısında meydana gelen değişimler	59
Şekil 4.3.	Muhafaza süresince toplam mezofilik aerob bakteri sayısında meydana gelen değişimler	61
Şekil 4.4.	Muhafaza süresince <i>Staphylococcus aureus</i> sayısında meydana gelen değişimler	63
Şekil 4.5.	Muhafaza süresince Maya ve Küf sayılarında meydana gelen değişimler	65
Şekil 4.6.	Muhafaza süresince <i>E. coli</i> O157:H7 sayılarında meydana gelen değişimler	69
Şekil 4.7.	<i>E. coli</i> O157:H7 için aglütinasyon testi sonuçları	71
Şekil 4.8.	Muhafaza süresince pH değerlerinde meydana gelen değişimler	73
Şekil 4.9.	Muhafaza süresince su aktivitesi değerlerinde meydana gelen değişimler	77
Şekil 4.10.	Muhafaza süresince kuru madde değerlerinde meydana gelen değişimler	78
Şekil 4.11.	Muhafaza süresince tuz değerlerinde meydana gelen değişimler	80
Şekil 4.12.	Muhafaza süresince renk değerlerinde meydana gelen değişimler	84
Şekil 4.13.	Muhafaza süresince tekstür değerlerinde meydana gelen değişimler	85
Şekil 4.14.	Muhafaza süresince koku değerlerinde meydana gelen değişimler	86
Şekil 4.15.	Muhafaza süresince tat değerlerinde meydana gelen değişimler	87
Şekil 4.16.	Muhafaza süresince genel kabuledilebilirlik değerlerinde meydana gelen değişimler	88

TABLULAR

Tablo 1.1.	<i>E. coli</i> 'nin üreme koşulları	3
Tablo 2.1.	Bazı besinlerin biyolojik değerleri ve sindirilme oranları	4
Tablo 2.2.	Djemen ve arkadaşlarının belirledikleri MIC değeri	22
Tablo 2.3.	Lavanta, Lavandin ve Spike lavanta yağlarının başlıca bileşenleri (%) (Lis-Balchin, 2002)	23
Tablo 3.1.	Köfte üretiminde kullanılan olan baharat ve katkı maddeleri	27
Tablo3.2.	McFarland Standartlarına Karşılık Gelen Bakteri Yoğunluğu McFarland Standardı	39
Tablo 3.3.	MIC değeri dilüsyon oranları	41
Tablo 3.4.	Köfte tiplerinde <i>E. coli</i> O157:H7' nin mevcudiyeti ve lavanta esansiyel yağ konsantrasyonu	42
Tablo 3.5.	Disk difüzyon yönteminde alınan zon çapları	42
Tablo 3.6.	MIC değerinin belirlenmesi	43
Tablo 4.1.	Lavanta yağının esansiyel bileşenleri ve miktarları (%)	51
Tablo 4.2.	Muhafaza süresince toplam mezofilik aerob bakteri sayısında meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log ₁₀ , kob/gr)	54
Tablo 4.3.	Muhafaza süresince koliform grubu bakteri sayısında meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log ₁₀ , kob/gr)	58
Tablo 4.4.	Muhafaza süresince <i>E. coli</i> sayısında meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log ₁₀ , kob/gr)	60
Tablo 4.5.	Muhafaza süresince <i>Staphylococcus aureus</i> sayısında meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log ₁₀ , kob/gr)	64
Tablo 4.6.	Muhafaza süresince maya ve küf sayılarında meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log ₁₀ , kob/gr)	66
Tablo 4.7.	Muhafaza süresince <i>E. coli</i> O157:H7 sayılarında meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log ₁₀ , kob/gr)	69
Tablo 4.8.	<i>E. coli</i> O157:H7 biyokimyasal özellikleri	70
Tablo 4.9.	Muhafaza süresince tespit edilen <i>E. coli</i> O157:H7 etkenlerinin biyokimyasal analiz sonuçları	71
Tablo 4.10.	Muhafaza süresince pH değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması	74
Tablo 4.11.	Muhafaza süresince su aktivitesi değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması	76
Tablo 4.12.	Muhafaza süresince kuru madde değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması	79
Tablo 4.13.	Muhafaza süresince tuz değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması	81
Tablo 4.14.	Muhafaza süresince renk değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması	84
Tablo 4.15.	Muhafaza süresince tekstür değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması	85
Tablo 4.16.	Muhafaza süresince koku değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması	86
Tablo 4.17.	Muhafaza süresince tat değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması	87
Tablo 4.18.	Muhafaza süresince genel kabuledilebilirlik değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması	88

ÖZET

Lavanta Esansiyel Yağlarının Köftede *Escherichia coli* O157:H7 ile Köftenin Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Olan Etkisi

Köfte ülkemizde sevilerek tüketilen bir et ürünüdür. Kontrol dışı üretim veya uygun olmayan şartlarda muhafaza edilme gibi sebeplerden dolayı bazı gıda patojenleri bu ürünü halk sağlığı açısından sorunlu hale getirebilmektedir. *Escherichia coli* O157:H7 halk sağlığı açısından risk oluşturabilen önemli gıda patojenlerinden biridir. Son yıllarda bazı bitkilerin esansiyel yağlarının gıda patojenleri üzerine ortaya koydukları antimikrobiyal etkileri sıklıkla incelenmeye başlanmış ve bilimsel çalışmalarda büyük yer edinmiştir. Bunun temel sebebi de toplumun bilinçlenmesi ve koruyucu kimyasal katkı maddeleri ihtiva eden gıdalara karşı olumsuz bakışı olmuştur. *Lavandula angustifolia* esansiyel yağının *Escherichia coli* O157:H7 üzerine etkisini tespit etmek için minimum inhibisyon konsantrasyonu (MIC) belirlenerek farklı konsantrasyonlarda deneysel olarak hazırlanan 6 köfte grubuna eklendi. Bu köfte gruplarından yapılan analizlerde dökme plak yöntemi ile mezofilik aerob, koliform, *Escherichia coli*, maya-küf, *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* O157:H7 bakteri yükleri incelendi. *Staphylococcus aureus* miktarları ilk gün analizlerinde yaklaşık aynı oranda çıkmışken, son analiz günlerinde yalnızca 2MIC değerinde esansiyel yağ eklenen D ve F gruplarında önemli bir azalma olduğu gözlemlendi. *Escherichia coli* O157:H7 miktarları incelendiğinde 2MIC esansiyel yağ içeren grupta yaklaşık 5 log düşüş gözlemlendi. Raf ömrü boyunca köftelerin kimyasal özellikleri olarak tuz miktarı, pH, kurumadde ve su aktivitesi değerlendirildi. Kuru madde oranının esansiyel yağ içeren gruplarda depolama süresi sonunda düştüğü, su aktivitesinde ise depolama süreci boyunca gruplar arası bir fark olmadığı gözlemlendi. *Escherichia coli* O157:H7 içermeyen A, C ve D köfte gruplarına panelistlerden 0., 3., 7. ve 12. günlerde duyusal analiz olarak renk, tat, koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik yönünden incelenmesi istendi. Genel tüketilebilirlik olarak MIC değeri kadar lavanta içeren C grubu örnekleri 12. gün analizlerinde daha çok beğenildi. Depolama süresince esansiyel yağın kokusunda azalma olduğu belirtildi. Elde edilen bulgularla söz konusu esansiyel yağın antimikrobiyal etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. Et ürünlerinde antimikrobiyal etkili nitrit, nitrat ve sorbat kullanımı insan sağlığında olumsuz etki gösterdiğinden yüksek oranda kullanımı önerilmemektedir. Lavanta esansiyel yağının farklı gıda koruyucu maddelerle yapılacak kombinasyonların daha iyi sonuçlar vereceği düşünülmüştür.

Anahtar kelimeler: Antimikrobiyal, *Escherichia coli* O157:H7, Köfte, *Lavandula angustifolia*

ABSTRACT

Effect of Lavender Essential Oils on Sensory, Chemical and Microbiological Quality of Meatballs with *Escherichia coli* O157: H7

Meatballs are considered amongst most preferred products in our country. Due to uncontrolled production or inappropriate storage conditions, some food pathogens may make this product problematic for public health. *Escherichia coli* O157: H7 is one of the major food pathogens that may pose a risk to public health. Recently, essential oils have been the focus of scientific studies and due to their antimicrobial effects have begun to be widely used. The main reason for this was the public awareness and negative outlook of foods containing protective chemical additives. To determine the effect of the essential oil derived from *lavandula angustifolia* on *Escherichia coli* O157: H7, minimum inhibition concentration (MIC) was determined and added to 6 meatball groups at different concentrations. Mesophilic aerobes, coliforms, *Escherichia coli*, yeast-mold, *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* O157: H7 bacterial loads were analyzed by the use of pour plate method. *Staphylococcus aureus* amounts were approximately the same in the first days of analysis, whereas in the last days of analysis, only 2MIC values addition of essential oil showed an important decrease in D and F groups. When the amounts of *Escherichia coli* O157: H7 were examined, a decrease of about 5 logs was observed in the 2MIC essential oil containing group. During shelf life the chemical analyses of meatballs consisted on the evaluation of salt content, pH, dry matter and water activity. Dry matter content was found to decrease at the end of storage period in groups containing essential oil. During storage period no difference in water activity was observed between the groups. The meatball groups A, C and D, which did not contain *Escherichia coli* O157: H7, were asked to be examined in terms of color, taste, smell, texture and general acceptability as a sensory analysis on days 0th, 3rd, 7th and 12th. As for the consummability Group C containing lavender essential oils as MIC value on the 12th day of analysis was evaluated as most preferred. During storage, decrease in the smell of essential oil was noted. Obtained findings showed that the essential oil had an antimicrobial effect. The utilisation of antimicrobials such as nitrite, nitrate and sorbate over permitted limits to meat products has a negative effect on human health and this inhibits the use of these additives. Taking into account the above mentioned it is thought that combinations of lavender essential oil with different food preservatives will give better results.

Keywords: Antimicrobial, *Escherichia coli* O157:H7, *Lavandula angustifolia*, Meatball

1. GİRİŞ

İnsan beslenmesinde önemli olan hayvansal protein, besleyici bileşenleri, barındırdığı eksojen amino asitler ve vitaminler sayesinde temel gıda maddesi olarak vazgeçilmez bir yere sahiptir. Hayvansal gıda denildiğinde ilk akla gelen biyolojik değeri açısından beslenmede çok önemli bir yere sahip olan et ve et ürünlerine olan talep de artmaktadır.

Taze et terimi kesime uygun olan hayvanların tüketime uygun, soğutma işlemi dışında her hangi bir işleme maruz kalmamış hayvansal kas dokusu olarak tanımlanmaktadır. Taze et ve et ürünlerinin bozulma nedeni etin işlenmesi ve depolama sürecinde gerçekleşen fizikokimyasal, kimyasal reaksiyonlar ve mikrobiyal gelişmeden kaynaklıdır. Kimyasal ve fiziksel özellikleri sebebiyle mikrobiyal bozulmalara duyarlı gıdalardan biridir. Hijyenik şartlarda üretilmemesi ve tüketiciye uygun bir şekilde ulaştırılmaması sonucu gıda kaynaklı enfeksiyon, intoksikasyon vakalarına neden olabilmek halk sağlığını büyük ölçüde riske atabilmektedir (Kaymaz, 1987).

Artan dünya nüfusu tüketici talebinin artmasına ve dolayısıyla sanayi sektörünün gelişimini etkileyerek, fabrikaların ortaya çıkmasına kentlere göçe ve yaşam şekillerinin değişimine neden olmuştur. Yaşam tarzındaki bu köklü değişim hızlı hazırlanan ve kolay tüketilen gıdaların tercih edilmesine sebep olmuştur.

Köfte Türk mutfağında sevilerek tüketilen, kolay hazırlanan bir et ürünüdür. Ülkemizde hazır gıda sektöründe kolay hazırlanmasından dolayı çokça tercih edilen köftenin birçok sayıda çeşidi bulunmaktadır (Kaymaz, 1987).

Mikrobiyal faaliyete bağlı olarak bozulma hem aerobik hem anaerobik koşullarda gerçekleşmektedir. Et kıyma haline getirildiğinde bozulmaya daha elverişli olmaktadır. Bunun sebebi hava ile temas yüzeyinin artması sonucu aerobik bir ortam oluşmasıdır. Dolayısıyla etin yüzeyinde bulunan mikroorganizmalar kıyma çekimi işlemiyle etin her tarafına dağılmaktadır (Elmalı ve Yaman, 2005; Gökmen ve Alisharlı, 2003; Gökten ve ark., 1988).

Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliğine göre et ve et ürünlerinden 5 adet 25 gr'lık örnekler alındığında hiçbirinde *Salmonella spp.* ve *E. coli* O157 bulunmamalıdır. *S. aureus* sayısı ise 5 numuneden 2'sinde 5×10^3 kob/gr'ın üstünde olmamalıdır. Et ve et ürünlerinden kaynaklanan zehirlenmeler çoğunlukla *Salmonella spp.*, *E. coli* O157, *S. aureus* ve *Clostridium perfringens* kaynaklı olup, ülkemizde yapılan çalışmalarda köfte ve benzeri et ürünlerinin mikrobiyolojik et kalitesinin düşük olduğu tespit edilmiştir (Erdem ve ark. 2014; Gökmen ve Alisharlı, 2003; Kaymaz, 1987).

E. coli gibi etkenlerden kaynaklanan gıda intoksikasyonları 3. Dünya ülkelerinde ciddi sağlık problemlerine, iş gücü kaybına ve ciddi tedavi masraflarına yol açmaktadır. Birçok noktada koruma ve kontrol sağlanarak önlemler alınmalıdır. Bu konuda yapılması gerekenler gıdaya bu patojenlerin bulaşması engellenmesi, gıdalarda çoğalmaları ve toksin oluşturmaları önlenmelidir ve bulaşmış olan mevcut patojenlerin uygun yöntemlerle yok etmeli veya sayısı tolere edilebilir düzeylere indirilmesidir (Erol, 2007).

Shiga toksin üreten *E. coli* (STEC) grubunda yer alan *E. coli* O157:H7 serotipi, son yıllarda dünyada gıdalarla bulaşan en önemli patojenlerden biri olup, insanlarda çoğu kez letal etkili enfeksiyona neden olmaktadır. *Enterobacteriaceae* ailesi içerisinde bulunan *Escherichia coli*, fakültatif anaerob, çoğunlukla hareketli, sporsuz, çubuk şeklinde bir Gram negatif bakteridir. Katalaz negatif oksidaz pozitifdir (Doyle ve ark., 1997).

E. coli' nin genetik yapısı *Shigella* ile çok benzemektedir. *Shigella* ve *E. coli* *Enterobacteriaceae* içinde zamanla farklı cinslere ayrılmıştır. Bu iki organizma, hastalık potansiyeli ve ekolojisi benzer olsa da iki farklı cins olarak tartışılmaya devam etmektedir. *E. coli*' nin nadir bir çeşidi olan *E. coli* O157:H7 serotipi bağırsakta ürettikleri toksinlerle ciddi hasarlara neden olan, *Shigella dysenteriae* tarafından üretilen toksine çok benzer verotoksin (VT) (shiga-benzeri toksin) üretmektedir (Easton, 1997; Desmarchelier ve ark., 1998; Halkman ve ark 2001; Park ve ark., 2010; March ve Ratnam, 1986; Terada 1995; Wells ve ark., 1983).

Tablo 1.1. *E. coli*'nin üreme koşulları (Erol, 2007)

	Minimum-maksimum	Optimal
Sıcaklık	7-45	37
pH	4,4-9,0	6-7
a_w	0,95-	0,99

Sığır dışkıсында yoğun miktarda bulunan bu suş kontamine su ve gıdalarla insanlara bulaşarak ciddi hastalıklara neden olmaktadır. Bildirilen salgınların çoğunda yetersiz ısıtma işlem görmüş etler ve pastörize edilmemiş çiğ sütler başta olmak üzere sığır kaynaklı gıdalardır rol almaktadır (Karmali ve ark. 2010). Diğer salgınların nedeni ise yine sığır dışkısı ile kontamine olmuş kullanım suları, meyve ve sebzelerdir (Caprioli ve ark. 2005; Gracey ve ark., 1999 Rangel ve ark. 2005).

Dünya nüfusunun artması ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte gıda güvenliği sıkıntısının ortadan kaldırılması için sentetik ürünler geliştirilmiştir. Ancak bu maddelerin sağlık üzerindeki yan etkileri gıda güvenliğini sorgulamaktadır. Bitki ve bitkilerden elde edilen esansiyel yağlar araştırılarak, bu sentetik ürünlere alternatif olabilir.

Dünyada doğal ve doğala özdeş ürünlere karşı artan talepler özellikle gelişmiş ülkelerde daha fazla yeşil tüketimi, daha az sentetik gıda katkı maddesi içeren ürünlere doğru olan eğilimi artırmaktadır. Bu amaçla birçok bitki ve bunlardan elde edilen bileşikler gıdaların birçok özelliğini geliştirme ve korumaya yönelik olarak kullanılmaktadır. Günümüzde lavantadan elde edilen esansiyel yağlar gıda muhafazasında katkı maddesi olarak sebze, pirinç, meyve, süt ürünleri, balık, et ürünleri dahil olmak üzere çok çeşitli gıdalarda kullanılmaktadır (Burt, 2004). Et ve et ürünlerinin mikroorganizmalar tarafından kontaminasyonu ve patojenlerin çoğalması, gıda kaynaklı enfeksiyonlara neden olabilir. Gıda kaynaklı patojenlerin çoğalmasını engellemek için lavantadan elde edilen esansiyel yağların antimikrobiyal olarak gıdalara katılabileceği ifade edilmiştir Ancak duyuşsal olarak baskın aromalarının bulunması sınırlayıcı bir neden olarak görülmektedir (Marín ve ark., 2016).

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Köfte

Besinden yararlanma derecesi kantitatif olarak değerlendirilirken gıdanın içerdiği proteininin biyolojik değeri göz önünde bulundurulur. Yumurta akı proteininin biyolojik değeri 100 olarak kabul edilerek diğer proteinlerle karşılaştırılması yapılmıştır (Arslan, 2013).

Tablo 2.1. Bazı besinlerin biyolojik değerleri ve sindirilme oranları (Arslan, 2013).

Besin maddesi	Biyolojik değeri	Sindirilme oranı
Yumurta akı	100	100
Yumurta	85	97
Sığır eti	75	97
Soya fasulyesi	75	-
Mısır	50	-

Et ürünlerinin biyolojik değerlerin saptanmasında içerdikleri bağ doku da göz önünde bulundurulduğundan dolayı et çeşitleri arasında değeri en yüksek et 80 olarak bonfile, en düşüğü 54 olarak da baş eti olduğu bilinmektedir. Ette bulunan %0,5-1,5 oranında bulunan karbonhidratın büyük bir kısmını %0,8-1 oranında glikojen oluşturur ve bu glikojen kesim sırasındaki strese ve etin muhafaza koşullarına bağlı olarak değişir (Arslan, 2013).

Taze et ve et ürünleri mineral maddelerce de zengindir. Kalsiyum başta olmak üzere demir ve fosfor içeriklerinin yanı sıra bakır, çinko, selenyum bakımından iyi bir kaynaktır. Miyoglobinde bulunan demir sindirim sırasında bağırsaklardan iyi sindirilmesinden dolayı anemik olan kişilerin et ürünü tüketmeleri önerilmektedir. İçerdikleri vitaminler de beslenme için önemlidir. Yağlı etler retinol, normal veya yağsız etler tiamin, niacin, riboflavin ve siyanokobalamin açısından oldukça zengin olmasının dışında C, E, K vitaminlerinden fakirdir. B₁₂ vitamini bitkilerde bulunmadığından et ürünlerinden temin edilmelidir (Arslan, 2013).

Köfte Türk mutfağında sevilerek tüketilen, kolay hazırlanan bir et ürünüdür. Ülkemizde hazır gıda sektöründe kolay hazırlanmasından dolayı çokça tercih edilen köftenin birçok sayıda çeşidi bulunmaktadır (Kaymaz, 1987). Tekirdağ köfte, tire köfte, inegöl köfte, satır köfte, akçaabat köfte başta olmak üzere farklı köfte reçeteleri uygulanarak yapılmaktadır. Türk Gıda Kodeksine göre Köfte: “Kıyılmış büyükbaş ve küçükbaş hayvanların biri veya birkaçının etlerinin karışımına, istenildiğinde aynı tür hayvanların yağları, lezzet vericiler ile diğer gıda bileşenlerinden biri veya birkaçı ilave edilerek çeşitli şekillerde hazırlanan pişirilmeye hazır kırmızı et karışımını veya pişirilmiş et ürünüdür”. Köftede hayvansal kaynaklı olmayan proteinler, nişasta, soya ve soya ürünleri kullanılmaz. Ancak baharat, ekmek ve galeta unu kaynaklı nişasta ve bitkisel protein miktarının toplamda %5’i aşmaması gerekir.

Eski yapılan çalışmalarda kıymanın halk sağlığı için çok büyük risk taşıdığı tespit edilmiştir (Elmalı ve Yaman, 2005; Gökmen ve Alisharlı, 2003; Gökten ve ark., 1988). 2015 yılında yapılan Et ve Et Ürünleri Tebliği’ ndeki değişikliklere 2016 yılındaki revizyonla kasap ve marketlerde hazır kıyma bulundurma ve satışına kısıtlama getirilerek risk faktörleri kontrol altına alınmıştır.

Köfte içerdiği kıymadan dolayı bozulmaya daha elverişli olmaktadır. Bunun sebebi mikroorganizmaların gelişebilmesi için gerekli besin maddeleri içermesinin yanı sıra kıyma çekimi işlemi ile etin her tarafına mikroorganizmaların dağılmasıdır (Elmalı ve Yaman, 2005; Gökmen ve Alisharlı, 2003; Gökten ve ark., 1988). Çekim işlemi sırasında hava ile temas yüzeyinin artması sonucu aerobik bir ortam oluşmaktadır. Üretimde kullanılan katkı maddeleri ve üretimi sırasında kullanılan kontamine ekipmanlar sonucu tüketici için riskli bir hal alabilir. Üretimi, muhafazası ve nakliyesi aşamalarında soğuk zincire ve hijyene dikkat edilmesi gerekmektedir (Arslan, 2013).

Et ve et ürünlerinin muhafazasını sağlamak için çeşitli teknikler bulunmaktadır. Bunların temel amacı gıdaların kokuşma ve bozulmasını engellemektir. Her ne olursa olsun gıdaların bozulmasındaki en önemli etken mikroorganizmalardır. Bu mikroorganizmalar kendine uygun olan koşullarda

(örneğin soğuk-sıcak, pH, ortamın tuz konsantrasyonu, ortamdaki su ve oksijen miktarının uygun olması), rahatlıkla ürerken uygun olmayan ortamlarda üreyemezler. Eğer bu koşullar daha zorlaşırsa canlılıklarını devam ettiremezler. Bozulmaya neden olacak faktörlerin inhibisyonu, inaktivasyonu veya rekontaminasyonun önlenmesi esaslarına dayalı fiziksel, kimyasal ve biyolojik teknikler kullanılarak gıdaların muhafazası sağlanmaktadır (Gracey ve ark., 1999).

- Isı işlemleri uygulayarak muhafaza
- Soğuk muhafaza
- Kurutma
- Işınlama
- Fermentasyon
- Yüksek hidrostatik basınç yöntemi
- Kimyasal madde kullanma (nitrat-nitrit kullanımı gibi)
- Paketleme sistemleri

Bu tekniklerin amacı mikroorganizmaların yaşaması için uygun olan ortamı değiştirip, çoğalmasını engellemektir (Gracey ve ark., 1999).

Çetin ve Bostan' ın (2002) yapmış olduğu çalışmada farklı konsantrasyonlarda sodyum laktat (NaL) eklenen ve 10 gün boyunca muhafaza edilerek mikrobiyolojik ve kimyasal değerleri incelenen deneysel olarak hazırlanmış köftelerde ilk analiz gününde $6,97 \log_{10}$ kob/g düzeyinde saptanan mezofilik aerob mikroorganizmalar, son analiz gününe kadar sürekli artış göstererek $9,59 \log_{10}$, kob/gr düzeyinde tespit edilmiştir. %0,5 NaL eklenmiş köfte grubunda ilk ve son gün analizleri incelendiğinde düzenli suretle artış göstererek sırasıyla $6,59$ ve $8,91 \log_{10}$, kob/gr düzeyinde olduğu saptanmıştır. Köfte gruplarında %0,5; %1 ve %2 NaL içeren örneklerde ilk gün analizlerindeki koliform grubu bakteri sayısı sırasıyla $5,24$; $4,89$ ve $4,29 \log_{10}$, kob/gr iken, onuncu gün analizinde yine aynı sırayla $6,93$; $6,01$ ve $5,78 \log_{10}$, kob/gr düzeyinde tespit edilmiştir. Aynı çalışmada konsantrasyonu arttırılarak %1 NaL eklenen başka bir

köfte grubunda mezofilik aerob bakteri oranı incelendiğinde ilk analiz gününde 6,50 log₁₀, kob/gr düzeyinden sürekli artarak son analiz gününde 7,85 log₁₀, kob/gr düzeyinde bulunmuştur. Bu çalışmanın %2 NaL oranında eklenen köfte gruplarında ilk analiz gününde bahsedilen mikroorganizma sayısı 5,92 log₁₀, kob/gr iken düzenli artış göstererek onuncu gün analizinde 6,71 log₁₀, kob/gr düzeyinde bulunmuştur.

Çolak ve arkadaşlarının (2008) farklı oranlarda laktoferrin ve nisin eklenerek hazırlanan Tekirdağ köftesi çalışmasında, kontrol grubunun barındırdığı mezofilik aerob bakteri sayısı ilk gün 6,11 log₁₀, kob/gr iken sürekli artış göstererek son analiz gününde 9,89 log₁₀, kob/gr düzeyinde olduğu belirtilmiştir. Diğer oranlarda laktoferrin ve nisin içeren grupların en efektif sonucun gözlemlendiği 200 µg/g laktoferrin ve 100 µg/g nisin içeren köfte grubunun mezofilik aerob bakteri sayısı, depolama sürecinin ilk gününde 6,11 log₁₀, kob/gr düzeyinde iken son analiz günde ise artış göstererek 7,49 log₁₀, kob/gr düzeyinde olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada *E. coli* sayısı kontrol grubunda son gün 4,89 log₁₀, kob/gr miktarında saptanan *E. coli* sayısı, 3. gün analizinde 200 µg/g laktoferrin ve 100 µg/g nisin içeren köfte grubunda sıfırlanmıştır. İlk gün analizlerinde her grup 4,28 log₁₀, kob/gr düzeyinde koliform grubu bakteri içerirken son analiz gününde kontrol grubunun mikroorganizma sayısı 7,63 log₁₀, kob/gr düzeyinde olduğu gözlemlenmiştir. Koliform grubu bakteriler üzerindeki en etkili dozun 200 µg/g laktoferrin ve 100 µg/g nisin içeren köfte grubunda olduğu tespit edilmiştir. Başlangıçta tüm gruplarda 5,32 log₁₀, kob/gr düzeyinde bulunan maya küf sayısı kontrol grubunda son analiz gününde 3,6 log₁₀ artış göstermiştir. Mikroorganizmalar üzerinde en çok etkili köfte grubunun 200 µg/g laktoferrin ve 100 µg/g nisin ihtiva ettiği bildirilmiştir. Nisin ve laktoferrin eklenen köfte gruplarıyla yapılan bir çalışmada tüm köfte gruplarının ilk gün analizinde *S. aureus* miktarları 3,73 log₁₀, kob/gr düzeyinde iken, gıda katkı maddesi bulunmayan köfte grubunun son analiz gününde 6,14 log₁₀, kob/gr düzeyine çıktığı belirtilmiştir. Köfte örneklerinden 100 µg/g laktoferrin ve 200 µg/g nisin içeren grupta 5. gün tüm *S. aureus*'un inhibe olduğu tespit edilmiştir.

Çetin ve Bostan (2002) yapmış oldukları bir çalışmada, NaL konsantrasyon farklarına bağlı olarak depolama süresince köfte gruplarındaki maya küf sayılarının azaldığı gözlenmiştir. Buna göre ilk analiz gününde %0, %0,5; %1 ve %2 oranlarında NaL içeren numunelerdeki maya küf sayısı sırasıyla 6,07; 6,09; 5,99 ve 5,94 log₁₀, kob/gr düzeyindeyken, son analiz gününde yine aynı sırayla 8,28; 7,73; 7,43 ve 7,82 log₁₀, kob/gr seviyesinde tespit edilmiştir. *Staphylococcus aureus* sayıları, kontrol grubu ile %0,5 ve %1 oranlarında NaL ihtiva eden grupların ilk analiz gününde sırasıyla 4,64; 4,14 ve 3,91 log₁₀, kob/gr düzeyindeyken muhafaza süresinde düzenli artış göstermiş ve son analiz gününde sırasıyla 6,91; 6,22 ve 5,72 log₁₀, kob/gr düzeylerine çıkmıştır. Bu etkenin sayısı yalnızca %2 oranında NaL içeren grupta ilk gün 3,60 log₁₀, kob/gr düzeyinde iken düzenli bir düşüş göstererek son analiz gününde 2,45 log₁₀, kob/gr seviyesine inmiştir.

Zeytin yaprağı ekstraktı ile yapılan bir çalışmada, 3 ve 6 log düzeylerinde *S. typhimurium*, *E. coli* O157 ve *S. aureus* eklenen köfte gruplarında bu mikroorganizmaların sayılarında sırasıyla 0.15-0.60, 0.23-0.25 ve 0.23-0.94 logaritmik birim aralığında azalış olduğu bildirilmiştir (Gökmen, 2016).

Mikroorganizmalar için besiyeri niteliği taşıyan et ürünlerinin içerdiği su miktarı çoğu mikroorganizma için uygun ortam oluşturmaktadır. Bütün canlılar gibi mikroorganizmaların da hücre içi fonksiyonlarını gerçekleştirip yaşamlarını idame etmeleri için suya ihtiyaçları vardır. Gıdalarda bulunan bu su bağlı, serbest ve immobilize formlarda bulunur. Bağlı olan su çözücü olmayıp kimyasal reaksiyona girmezken, serbest formda bulunan su gıdada bulunan suyun büyük çoğunluğunu oluşturur ve mikroorganizmaların kullanabildiği sudur. Su aktivitesi saf suyun buhar basıncının yine aynı ısıdaki gıdada bulunan su buharı basıncına oranı alınarak belirlenir ve değeri 0,0-1,0 arası değerlendirilir. Et ve et ürünlerinin su aktivitesi değerlendirildiğinde yaklaşık olarak fermente sucuğun 0,70, taze etin ise 0,99' dur (Feiner, 2006; Girard, 1992).

Mikroorganizmaların üremesini etkileyen en önemli etkenlerden bir diğeri de pH' tır. Gıda maddesinde bulunan H⁺ iyonlarının konsantrasyonu ile belirlenen bu değer, yaşamlarını devam ettirebilmeleri için gereken minimum ve maksimum

değerlere yaklaştıkça üreme azalabilir hatta durabilir. Bu durum mikroorganizmadan mikroorganizmaya değişmekle birlikte, suştan suşa ve hatta mikroorganizmanın genç ya da yaşlı olmasına bağlı olarak değişir (Feiner, 2006; Girard, 1992).

Et ürünlerinin pH' ısı 5,6 ve daha yüksek olduğundan, bu gıdalarda küf ve mayalar kadar bakteriler de bozulmaya neden olmaktadır. Stresli hayvandan elde edilen etlerde rigor mortisin tam olarak şekillenmemesi ve bu durumun pH ile bağlantısından dolayı daha kolay bozulduğu bilinmektedir. Uygun koşullarda kesilen hayvanın kesimini takiben karkasta depolanmış glikozun %1' lik kısmı laktik aside çevrilerek hayvanın türüne bağlı olarak pH değeri 7,4' ten 5,6' ya kadar düşer. Yapılan araştırmalarda rigor mortis sonunda pH' ın 5' e kadar düştüğü belirtilmiştir (Feiner, 2006; Girard, 1992).

Tuz su azaltıcı bir ajan olup mikroorganizmalarda osmotik basıncı etkileyerek hücre içindeki su kaybını sağlar ve tuza karşı tolerasyonu zayıf olan bakteri, maya ve küflerin gelişip çoğalmaları önlenmiş olur. Et ürünlerinin muhafazası sağlanırken eklenecek tuz, gıdada bulunan serbest su ile bağlanarak su aktivitesinin düşmesini sağlar (Feiner, 2006; Girard, 1992).

Et ve et ürünlerindeki bu su aktivitesi, kuru madde, pH, tuz oranı gıda muhafazasında bu nedenlerle önemli yere sahiptir. Bunların yanı sıra gıdaya katkı maddelerinin eklenmesi ile mikroorganizmanın yaşama faaliyeti mekanizmalarından bir veya birkaçı etkilenerek gıda güvenliği sağlanmış olunur (Çetin ve bostan, 2002).

Yapılan bir çalışmada, sodyum laktat eklenerek hazırlanan köftelerde konsantrasyon farklılıklarına göre su aktivitelerinin değiştiği bildirilmiştir. Kontrol grubu köftelerde 0,978 olarak bulunan a_w değeri %0,5; %1,0 ve %2,00 NaL ihtiva eden köftelerde sırasıyla 0,960; 0,943 ve 0,903 olarak saptanmıştır (Çetin ve bostan, 2002).

Gıda koruyucusu olarak nisin ve laktoferrin eklenerek yapılan bir araştırmada a_w ve kuru madde yzdelelerinde grup içi ve gruplar arası istatistiksel olarak bir fark bulunamadığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada pH düzeylerinin ilk gün tüm gruplarda 6,00 düzeyinde olduğu, son analiz gününe kadar artarak 6,32 ve 6,39 aralıklarında sonuçlar verdiği ifade edilmiştir (olak ve ark., 2008). Yapılan alışmalar, bu tür ürünlerde pH yükselmelerinin proteolizisten kaynaklanabileceğini belirtmektedirler (Bond ve ark., 2001; Fernandez-Lopez ve ark., 2006).

Et rnlerinin bozulması ile ürünün tekstrnde, renk ve lezzetinde değişimler meydana gelir. Etlerin raf ömrünü uzatmak için, doğal antibakteriyel bileşiklerin, baharatların ve otların, esansiyel yağların, organik asitler ve tuzlar gibi maddelerin kullanımı literatürlerde vardır (Lucera ve ark., 2012).

Sarımsak, soğan ve kekik bitkilerinin, kuru ve esansiyel yağ formlarının kıyma halindeki domuz etine uygulanması ile raf ömürleri incelenmiş ve kuru baharatın zayıf ya da hiç etki etmediği, esansiyel yağ asidi eklenen grubun raf ömrünün 7 günden 22 güne çıktığı gözlemlenmiş (Lucera ve ark., 2012).

2.2. *E.coli* O157:H7

Pediatri profsr olan Theodor Escherich 1885 yılında, *E. coli*' yi difteri ve intestinal infeksiyonlar üzerine çalışırken, bağırsakların normal florası anlamına gelen *Bacterium coli commune* adını vermiş ve tifo basilinin patojen olmayan bir çeşidi olarak tanımlamıştır (Anonim, 1985). 1895 yılında Walter Migula tarafından yeniden sınıflandırılarak *Bacillus coli* adını almıştır (Kim, 2016). Ders kitaplarında yıllarca Tifo basili ile karışılabilecek su ve bağırsak organizması olarak tanımlanması 1950' lerin ortalarında isimlendirmelerin taksonomistlerce kafa karıştırıcı olduğu yönündeki şikyetlere rağmen ders kitaplarında *Bacterium coli* olarak bulunmaya devam etmiştir. Castellani ve Chalmers tarafından 1919'da *Escherichia* ismi önerilmiş ve 1953' te Uluslararası Mikrobiyoloji Komitesi tarafından onaylanmıştır (Anonim, 1985).

- *Bacteria* alemi
 - *Proteobacteria* şubesi
 - *Gamma proteobakteria* sınıfı
 - *Enterobacteriales* takımı
 - *Enterobacteriaceae* familyası

Enterobacteriaceae heterogenusu insanların da dahil olduğu sıcak kanlı hayvanların gastrointestinal sisteminde bulunan Gram (-), çubuk şekilli, hareketli, spor içermeyen, genel olarak fakültatif anaerob bir gruptur (Liu, 2017).

Aşağıda üyeleri verilen Enterobacteriaceae familyası; taksonomisi, nükleik asit hibridizasyonu ve nükleik asit sekansı gibi evrimsel mesafeyi ölçen tekniklerin uygulanması ile hızlı bir değişim göstermektedir (Carrol, 2016).

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| ▪ <i>Atlantibacter</i> | ▪ <i>Kosakonia</i> |
| ▪ <i>Biostraticola</i> | ▪ <i>Leclercia</i> |
| ▪ <i>Buttiauxella</i> | ▪ <i>Lelliottia</i> |
| ▪ <i>Cedecea</i> | ▪ <i>Mangrovibacter</i> |
| ▪ <i>Citrobacter</i> | ▪ <i>Pluralibacter</i> |
| ▪ <i>Cronobacter</i> | ▪ <i>Pseudocitrobacter</i> |
| ▪ <i>Enterobacillus</i> | ▪ <i>Raoultella</i> |
| ▪ <i>Enterobacter</i> | ▪ <i>Rosenbergiella</i> |
| ▪ <i>Escherichia</i> | ▪ <i>Salmonella</i> |
| ▪ <i>Franconibacter</i> | ▪ <i>Shigella</i> |
| ▪ <i>Gibbsiella</i> | ▪ <i>Shimwellia</i> |
| ▪ <i>Izhakiella</i> | ▪ <i>Siccibacter</i> |
| ▪ <i>Klebsiella</i> | ▪ <i>Trabulsiella</i> |
| ▪ <i>Kluyvera</i> | ▪ <i>Yokenella</i> |

Bu familyanın üyeleri genel olarak;

- Peritrikof flagellaları ile hareket eden/ etmeyen Gr (-) basillerdir
- NaCl veya başka takviye etmeden peptonlu suda ya da et ekstraktlı ortamda üreyebilirler

- Mc Conkey agarda iyi yetişirler.
- Fakültatif anaerob yapıdadırlar.
- Genellikle gaz üretimi gerçekleştirirler.
- Glukozu oksitlemek yerine fermente ederler.
- Katalaz (+), oksidaz (-) reaksiyon gösterirler.
- Nitratı nitrite dönüştürürler.
- %39-59 oranında DNA' larında G+C içerirler. (Carrol, 2016)

Çok sayıda biyokimyasal testlerle tür seviyelerine göre tanımlanabilirler. Ticari olarak hazırlanmış test kitleri bu amaç için kullanılmaktadır ancak doğruluk oranları tartışmalıdır. Son geliştirilen bir teknik ise MALDI-TOF MS (Matriks assisted laser desorption ionization time of flight mass spectrometry) olarak bilinen matriks aracılı lazer dezopsiyon iyonizasyon uçuş zamanı kütle spektrometresi çoğu klinik laboratuvarlarında kültür izolatlarının tanımlanması için kullanılmaktadır. Ancak bu teknoloji de *Shigella*' yı *E. coli*' den ayırt edememektedir (Carrol, 2016).

Escherichia cinsi içinde yedi tür vardır (Liu, 2017).

- *E. coli*
- *E. adecarboxylata*
- *E. fergusonii*
- *E. hermannii*
- *E. vulnaris*
- *E. blattae*
- *E. marmotae*

Fekal kontaminasyonun göstergesi olarak değerlendirilerek indikatör mikroorganizma olarak kabul edilen *E. coli*, bazı serotiplerinin hastalıklara sebebiyet verme potansiyelinden dolayı patojen olarak tanımlanmıştır (Uğur ve ark, 1998).

Escherichia genusu içinde yer alan *E. coli*, insan ve hayvanlarda kalın bağırsaklarının normal florasında bulunur. Bazı suşları mikrofloranın bir parçası iken, diğer suşları patojenik yapıdadır. Patojenik suşları, kompleks antijenik yapıları ile çeşitli toksinleri üretebilmektedirler (Carrol, 2016).

E. coli prokaryotlar içerisinde çok iyi tanımlanarak biyokimyasal, biyolojik ve biyoteknolojik çalışmalarda model olarak kullanılmaktadır (Han ve Lee, 2006). *Escherichia coli*, Gram negatif, fakültatif anaerobik, hareketli, spor oluşturmeyen, şekeri fermente ederek gaz oluşturan, üreaz enzimi negatif bir çomak biçimlidir (Liu, 2017; PAHO, 2001; Carrol, 2016). Sıvı kültürlerde hızlı üreyerek, tek başına ya da çiftler halinde görülür (PAHO, 2001). *E. coli*' nin tipik morfolojisi in vitro olarak katı bir ortam üzerinde gözlemlenebilirken, klinik örneklerindeki morfolojisi oldukça değişiktir (Carrol, 2016).

Bağırsakta non-patojenik olan *E. coli* suşu başka bir sistemde patojenik olabilir. Örneğin üriner sistemde sistite neden olabilmektedir (PAHO, 2001). Non patojen suşlarının dışında patojen suşları da mevcuttur. Yapılan çalışmalarda ürogenital enfeksiyonlar, yara enfeksiyonları, mastitis, septisemi ve meningitis gibi hastalıklara neden olan patojen etkenlerden biri olduğu tespit edilmiştir. Bu hastalıkların yanı sıra colibacillosis (colibacteriosis, colitoxemia, enteropathojenic diyare) olarak da bilinen hemorojik colitise de neden olmaktadır (Wasteson, 2002).

E. coli izolatları serolojik ve genetik olarak 3 farklı antijene bağlı değişiklik gösterir. Bunlar;

- O (Somatik)
 - H (Flagella)
 - K (Kapsül)
- } antijenleridir.

Bu antijenlere dayanarak antijenik formülleri belirlenmiş olan 700' den fazla serotip identifiye edilmiştir. (Doyle ve ark., 1997). Bu sınıflandırma yapılırken bulundurduğu antijenik yapı baz alınmıştır. 150' den fazla ısıya dayanıklı somatik (O) antijeni, 100' den fazla ısıya dayanıklı kapsüler (K) antijeni ve 50' den fazla flagellar (H) antijeni tespit edilmiştir (Carrol, 2016).

K antijeninin O ve H antijeni kadar öneminin olmadığı düşünülerek serogrup ve serotiplendirmede kullanılmamıştır. O antijeni serogrupları belirlerken, H antijeni serotipleri belirlemektedir (Doyle ve ark., 1997). O antijeni lipopolisakkaritten olan dış kısımdır ve tekrar eden polisakkarit ünitelerden oluşmaktadır. Bazı O antijenleri

özel şekerler ihtiva edebilir. Isıya ve alkole dirençlidirler. Genel olarak aglütinasyonla tespit edilirler. K antijeni polisakkarit ya da protein yapıda olarak, somatik antijenin dış kısmında bulunur ve bakterinin penetrasyonunu kolaylaştırır. Bakterinin filagellalarında bulunan H antijeni, ısı ve alkol ile denatüre olabilen Flagellin (filagella proteini) ihtiva eder (Carrol ve ark., 2016).

Patojenik *E. coli*'nin virulensini etkileyen faktörler, invazyon, motilite, toksin oluşturma, antifagositik, genetik karakteristiği gibi özellikleridir (Doyle ve ark., 1997).

Hastalık oluşturma mekanizmalarına göre sınıflandırmaya patotip sınıflandırma denilmektedir. Bu mekanizmaya göre aşağıdaki şekilde sınıflandırma yapılır:

1. Menenjit (MENEK): *E. coli* ve grup B streptococci kaynaklıdır. Yaklaşık %80 i *E. coli*'nin sahip olduğu K1 antijeninden kaynaklanır (Carrol, 2016).

2. Sepsis (SEPEC): İmmun sistemin yetersiz olduğu durumlarda *E. coli* kan dolaşımına katılabilir ve sepsise neden olabilir. Özellikle yeni doğanlar, idrar yolu enfeksiyonu sonrası sepsis tablosu oluşumuna çok açıktır. Bağırsaklarda yarattıkları rahatsızlıklara göre 6 gruba ayrılmışlardır (Carrol, 2016).

3. Üriner sistem enfeksiyonları (UPEC) : *E. coli*, idrar yolu enfeksiyonlarının en sık nedenlerinden biridir. Poliüri, dizüri, hematüri, pyüri gibi semptomlar yalnızca *E. coli*'ye spesifik değildir. Üropatojenik olan bu *E. coli*'ler tipik olarak sitotoksik olan ve penetrasyonu kolaylaştıran hemolisin üretirler. Son dönemlerde *E. coli* O25b/ST131 suşu önemli bir patojen olarak karşımıza çıkmaktadır.

4. Gastroenteritis: Dünya çapında oldukça yaygın diyareye neden olan *E. coli* virulens özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır. İnce ve kalın bağırsağa penetrasyonu sağlayan özellikleri plazmitlerindeki genler tarafından kodlanmaktadır. Toksinleri de plazmid veya fajlar aracılığı ile olmaktadır. Genel olarak gastroenteritis yapan *E. coli*'ler aşağıdakilerdir:

- Enterotoksijen *E. coli* → (ETEC)
- Enteroinvaziv *E. coli* → (EIEC)
- Enteropatojen *E. coli* → (EPEC)
- Enteroagregatif *E. coli* → (EAEC)
- Enterohemorajik *E. coli* → (EHEC)
- Diffuse adherence *E. coli* → (DAEC)
- Shiga toksin üreten *E. coli* → (STEC)

ETEC, turist ishali olarak bilinen ve özellikle gelişmekteki ülkelerde infantil diyarenin başlıca nedeni olan bu grup, toksinler üreterek abdominal kramp, dehidrasyon ve kusmaya neden olmaktadır (Carrol, 2016; Doyle ve ark., 1997). Bazı suşları plazmid yardımı ile *Vibrio cholerae*'nin toksinine benzer, ısıya dayanıklı bir enterotoksin üretmektedir. ETEC ile kontamine olmuş gıdaların seçiminde ve tüketiminde dikkatli olunmalıdır. İshal geliştiğinde, antibiyotik kullanımı hastalık süresini oldukça kısaltmaktadır ancak antibiyotik direnci gelişebileceği düşünülerek kullanılmaması önerilmektedir (Carrol, 2016).

EPEC, ETEC gibi sulu diyareye neden olmaktadır ancak o grup gibi toksinler üretmemektedir. O55, O86, O119, O126, O127, O111ab, O125ac, O128ab, O142 serogruplarını barındırmaktadır. İnsanlar önemli rezervuardır (Doyle ve ark., 1997). Gelişmekte olan ülkelerde bebek ishallerinin önemli bir nedeni olan EPEC, ince bağırsak epitellerine penetre olarak uzun süreli veya kronik olabilen, kendi kendini sınırlayan, şiddetli ve sulu ishale neden olmakla birlikte kusma ve ateş ile karakterizedir (Carrol, 2016).

EIEC, kan rengine yakın mukoid yapıdaki diareye neden olmaktadır. İnce ve kalın bağırsağın mukoz membranlarının iç yüzünde bulunan enterositlere penetre olur. Patojeniteleri kapsülleri aracılığı ile fagositeden kurtulma kabiliyetine göre değişmektedir (Omerovic ve ark., 2017). Shigellosis' e çok benzer bir hastalık tablosu göstermektedir. Sanitasyonun kötü olduğu ülkelerde çocuklarda ve turistlerde gözlenir. Laktozu geç ya da hiç fermente etmezler (Carrol, 2016).

EAEC, 1987 yılında tanımlanmış ve ishalle ilişkili olduğu belirtilmiş olan Enteroagregatif *E. coli*, gelişmekte olan ülkelerde akut veya kronik ishale neden olmakla birlikte, sanayileşmiş ülkelerde de gıda kaynaklı hastalıkların nedenlerindedir (Omerovic ve ark., 2017; Carrol, 2016).

Enteroagregatif *E. coli* diğer gruplardan farklı olarak yapışma özelliğine sahiptir. HEp-2 (Human Epitelial Tip-2) hücrelerine yapışması iki şekilde olduğu bilinmektedir. Bunlar:

1. Agregatif yapışma: HEp-2 hücrelerinin yokluğunda *E. coli*' ler üstüste yığıldığı yapışma şekli.
2. Diffuz (gerçek) yapışma: Ortamda HEp-2 hücrelerinin varlığında kümeler halinde ona tutunma davranışı gözlemlenmiş, HEp-2 ortadan kalktığında ise dağılma davranışı gözlemlenmiştir (Omerovic ve ark., 2017).

Hala patolojenik olarak mekanizması tamamen açıklığa kavuşmamıştır. Her laboratuvarında bulunmayan doku kültürüne yapışma deneyleri ile tespit edilmektedir (Carrol, 2016).

EHEC en patojenik gruptur. İnsan patojeni olarak kayıtlara 1982 yılında 2 hemorajik kolitis salgınında identifiye edilerek geçmiştir. İntestinal duvara zarar verecek güçlü toksinler üretir. Bunun sonucunda kanlı diareye neden olur. Reservuarı genellikle sığırlardır. Geyik, domuz, köpek ve at taşıyıcı olmalarına rağmen patojenite göstermezler. İnsanlarda şiddetli rahatsızlıklara neden olarak horizontal bulaşma gerçekleşebilir. (PAHO, 2001).

En yaygın bulaşma şekli kesimhanede karkasların dışkı ile teması sonucu kontamine olan etlerin, az pişirilerek tüketilmesi ile gerçekleşir. İnfekte et normal görünür ve kokar. Yeterince uygulanan ısıl işlem sonucu etken inhibisyonu şekillenebilir. Salam ve sosis üretiminde kontamine et kullanımı olma ihtimali göz önünde bulundurularak iyice pişirilerek tüketilmelidir (PAHO, 2001).

Göl, nehir, dere ve şebeke sularının infekte dışkı ile kontaminasyonu sonucu salgın hastalıklara neden olabileceği göz ardı edilmemelidir. Salgınların artışı genellikle yağun yağmur yağışlarının veya bahar aylarında eriyen kar sularının kullanım suyuna karışması ile olur (PAHO, 2001).

STEC, Vero (African Green Monkey Kidney) hücrelerinde sitotoksik olan *Shigella dysenteriae type 1*' in salgıladığı Shigatoksine (Stx) benzer verotoksin salgılamaktadırlar. Verotoksin (VT), üreten 160 O serogrubu ve 50 H serotipi izole edilmiş ve STEC (shigatoksin üreten *E. coli*) olarak adlandırılmıştır. Listeye yenileri hala eklenmektedir. Bu grupta bulunan 130 tane serotip hernekadar hemorajik kolitis yaptığı düşünülse de insan hastalardan izoleedilememiştir (Omerovic ve ark., 2017).

STEC grubunda yer alan ve son yıllarda dünyada gıdalarla bulaşan en önemli patojenlerden biri olan *E. coli* O157:H7 serotipi, insanlarda letal etkili enfeksiyona neden olduğu belirtilmiştir (Noveir ve ark., 2000). Gıda kaynaklı enfeksiyon nedenlerinin başında gelen *Escherichia coli* O157: H7, ilk kez ABD'de 1982 yılında 2 salgında 47 vaka ile görülmüştür (Noveir ve ark., 2000).

E. coli O157:H7 serotipi 42 °C' de ürememesi, sorbitolü fermente edememesi, 4- methylumbelliferone glukuronide (MUG)' i hidrolize eden β-glikorunidaz enzimine sahip olmaması sonucu floresan özellik göstermemesi diğer *E. coli*' lerden ayıran özellikleridir. Hidrojen sülfür oluşturmazlar, Voges proskauer (-), sorbitol (-)' tir. Laktoz ve glikozu fermente ederek gaz oluşumu sağlarlar. (Tablo2.3.) İndol, Metil red, hareket ve lizin dekarboksilaz (+) olduğu bildirilmiştir (Desmarchelier ve ark., 1998; Easton, 1997; Halkman ve ark 2001; March ve Ratnam, 1986; Park ve ark., 2010; Terada 1995; Wells ve ark., 1983).

Yapılan araştırmalarda sağlıklı sığırların dışkılarında yoğun miktarlarda bulundurduklarından dolayı sığır dışkısı ile kontamine olabilecek her türlü gıda primer rezervuar olarak kabul edilmiştir. Dünyada görülmüş enfeksiyonların büyük çoğunluğu yetersiz ısı işlem görmüş etler ve pastörizasyon edilmemiş çiğ sütler başta olmak üzere sığır kaynaklı gıdalardır. Özellikle fast-food gıdalarda yeteri kadar ısı işlem uygulanmaması enfeksiyon riskini arttırmaktadır (Karmali ve ark., 2010).

Diğer kaynaklar ise sığır dışkısı ile kontamine olmuş sebze, meyve, kullanım sularıdır (Karmali ve ark., 2010). Et ürünlerinin yanı sıra *E. coli* O157:H7 vakaları, kaba yonca filizlerinde, pastörize edilmemiş meyve sularında, kuru-tütsülenmiş salamlarda, kıvırcık salatada ve lor peynirinde gözlenmiştir (Caprioli ve ark., 2005, Rangel ve ark., 2005).

E. coli O157:H7'nin pH 1,5 -2,5 değerlerinde bile 3-4 saat canlı kalabildiği bilinmektedir. Bu da *E. coli* O157:H7'nin az sayıda bile mide asidinden geçerek enfeksiyona neden olabildiğini açıklamaktadır. EHEC gıda kaynaklı salgınlarının retrospektif analizleri yapıldığında enfektif dozunun çok düşük olduğu ortaya çıkmıştır. ABD'de 1993 yılında salgına neden olan köftelerde gram başına 0,3-15 CFU arası olduğu görülmüş. Yine başka bir salgında düzgün paketlenmiş salamlardan alınan örneklerde 0,3-0,4 CFU *E. coli* O157:H7 olduğu tespit edilmiş. *E. coli* O157:H7'nin enfeksiyon dozu 1000 hücreden bile az olabileceği düşünülürken (Tamplin, 2005; Topçu ve ark., 2002), bu verilerle 100 hücreden bile az olabileceği düşünülmektedir (Doyle ve ark., 1997).

Yonca filizi, ispanak, turp ve marul gibi sebzeler de sulama suyundan kaynaklı enfeksiyon kaynağı olabilmektedir. Yine dışkı kaynaklı sağmal ineğin memesine bulaşması sonucu sütte kontamine olabilmekte ve doğru pastörizasyondan geçmezse insanı enfekte edebilmektedir (Topçu ve ark., 2002).

2.3. Lavanta

Bilinen yaklaşık 3000 esansiyel yağdan 300 kadarı ticari öneme sahip olup, *Lamiaceae* familyasından olan Lavanta (*lavandula*), esansiyel yağ üretiminde ilk sıralarda yer almaktadır. *Lamiaceae* familyasından olan Lavanta (*lavandula*)'nın dünyada yaklaşık olarak 32 kadar lavanta türü (*Lavandula spp.*) olduğu bilinmektedir Akdeniz bölgesinde yaygınlık gösteren lavantanın, dünyada başta Fransa olmak üzere, Bulgaristan, İngiltere, ABD, Kuzey Afrika'da yetiştiriciliği yapılmaktadır. Yabani olarak Güney Fransa, Orta İtalya, Yugoslavya, İspanya, Yunanistan'da da yetişmektedir (Lis-Balchin, 2002).

Pubmed’de 1951’den günümüze esansiyel yağların antimikrobiyal aktiviteleri üzerine 6150 adet yayınlanan makalenin 4109 tanesi son 10 yıl içinde yayınlanmıştır. Günümüze kadar yayınlanan bu yayınların 693 tanesi de *Lamiaceae* familyasında bulunan lavanta, nane, ada çayı, fesleğen, biberiye, kekik, melisa gibi bitkilerin esansiyel yağlarının antimikrobiyal aktiviteleri ile ilgilidir.

Lavanta esansiyel yağı, lavanta bitkisinin toprak üstü kısımlarından çeşitli yöntemlerle elde edilmektedir. Piyasada satışa sunulan esansiyel yağlar genellikle su buharı distilasyon tekniği ile üretilir. Ancak en iyi esansiyel yağ bileşenlerini koruyan yöntemler, solvent yardımı ile yapılan yöntemlerdir. Lavanta esansiyel yağı için tercih edilen en uygun solvent ise *n*-hexadecane olarak belirlenmiştir (Fakhari ve ark., 2005).

Ekstaksiyon tekniği esansiyel yağ içindeki komponentleri etkilediği çeşitli çalışmalarda tespit edilmiştir (Da Porto ve ark., 2009; Marcum ve Hanson, 2006; Muñoz-Bertomeu ve ark.,2007).

En verimli esansiyel yağ üretimi için tercih edilen lavanta bitkileri; Haziran ve Temmuz aylarında, sabahın erken saatlerinde, çiçekleri daha açmamış olarak toplanmış olanlardır. Bu şekilde toplanan lavanta bitkisinin esansiyel yağ miktarı daha fazladır. Genellikle 60 kg lavanta bitkisinden 1 lt yağ elde edilmektedir. Kodekslere göre hakiki lavanta bitkisi en az %1 esansiyel yağ içermelidir. Linalylacetat oranına göre de esansiyel yağ kalitesi belirlenir (Aslancan ve Sarıbaş, 2011).

Lavantada en fazla bulunan monoterpener; linalol, linalylacetat, borneol, camphor ve 1,8 cineole’ dur. Bunlar arasında linalol, linalylacetat ve camphor lavanta uçucu yağının kalitesini belirlemektedir. Farklı lavanta türleri ve melezlerinin genetik yapı farklılıklarının haricinde, coğrafi ve mevsimsel değişikliklerin yanı sıra gübreleme ve sulama miktarlarının da esansiyel yağ içeriklerini etkilediği bilinmektedir (Lis-Balchin, 2002).

Dünya nüfusunun artması ile birlikte gıda temininde sıkıntılar ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu sıkıntının ortadan kaldırılması için raf ömürleri uzun gıdalar üretilmelidir. Et ve et ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için patojen

mikroorganizmaların kontaminasyonu engellemek ve kontamine olmuş mikroorganizmaların gelişimini inhibe etmek gerekmektedir. Gıdaların en yaygın bozulma sebeplerinden biri olan oksidasyon, kimyasal olarak sentezlenen antioksidanların sağlık üzerine yan etkilerinden dolayı tüketicilerin doğal antioksidanlara karşı eğilimi bulunmaktadır (Marín ve ark., 2016). Bu mikroorganizmaları inhibe etmek için geliştirilen sentetik ürünlerin, sağlık üzerindeki yan etkileri nedeni ile gıda güvenirliliğini sorgulatmaktadır. Esansiyel yağlar araştırılarak, bu sentetik ürünlere alternatif olarak kullanılabilir (Marín ve ark., 2016). Bu durum göz önüne alındığında birçok bitkinin gerek insan sağlığı üzerindeki etkileri, gerek ise gıda muhafazasına yönelik ortaya koyduğu etkiler kapsamlı bir şekilde araştırılmaya başlanmıştır (Gökmen ve ark., 2016).

Lavanta türlerinin antibakteriyel etkileri esansiyel yağların bitkinin hangi kısmından elde edildiğine göre de değişiklikler göstermektedir. Pombal ve arkadaşlarının (2016) yaptığı bir çalışmada, *Lavandula luisieri*' nin çiçeğinden elde edilen esansiyel yağın, yapraktan elde edilene göre daha etkili antibakteriyel yanıt verdiği saptanmıştır. Djeneen ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, *Lavandula angustifolia*' dan yaklaşık %0,21 esansiyel yağ elde edilmiştir. Bu oran bitkilerin genetiği, yetiştirildiği coğrafya ve toplanma zamanına göre değişiklik göstermektedir (Djeneen ve ark., 2012).

Djeneen ve arkadaşlarının (2012) yaptığı çalışmada lavanta esansiyel yağının Gr(+) bakterilere Gr(-) bakterilerden daha etkili olduğu görülmüşken, yapılan başka bir çalışmada ise (Oussalah, 2007) Gr(-) bakterilere Gr(+) bakterilerden daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

L. angustifolia' nın etki mekanizması, içerdiği komponentlerden (linalool, linalyl acetate ve terpinen-4-ol) kaynaklı mikroorganizmanın hücre membranındaki yağ katmanına zarar vererek lizis meydana getirdiği araştırmalar sonucu ortaya çıkmıştır (Burt, 2004; Carson ve ark., 2002; Lopez-Romero ve ark., 2015).

Son yıllarda artan antibiyotik direnci nedeni ile mikroorganizmalar üzerinde etkili olacak yeni ürünler araştırılmaktadır (Man ve ark., 2019; Soliman ve ark.,2017;

Vasireddy ve ark, 2018). Bazı araştırmalarda esansiyel yağların anti fungal ve antiviral etkilerinin de olduğu tespit edilmiştir (Brochot ve ark., 2017; Gavanji ve ark., 2015; Mo ve Os, 2017).

Düşük oranlardaki antibiyotiklerden yüksek antimikrobiyal etki elde etmek için esansiyel yağ ile kombinasyonları, antibiyotik direnci oluşumunu engellediği yapılan araştırmalarda tespit edilmiştir (Langeveld ve ark., 2013).

Yapılan araştırmalarda bitkilerin antimikrobiyal ajanların etkinliklerini arttırdığı bildirilmiştir (Smith ve ark., 2007; Zhao ve ark., 2001). Örneğin *Rosmarinus officinalis* L. esansiyel yağının eritromisin ile kombinasyonunun *Staphilococcus aureus* üzerinde 16-32 kat daha fazla antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir (Oluwatuyi ve ark, 2004). Esansiyel yağların antimikrobiyal aktivitede yalnızca çok miktarda bulunan bileşikler değil, az miktarda olan bileşiklerin rol aldığı bildirilmiştir (Beers ve ark, 2006).

Farklı dozlarda lavanta esansiyel yağı ve antimikrobiyal etkinliği olan maddeler kombine edilerek sinerjik etkilerine bakılmış ve lavanta esansiyel yağının fusodik asit ile kombinasyonun fusodik aside göre *Staphilococcus aureus*'a 5 kat daha fazla etkili olduğu belirtilmiş (De Rapper ve ark., 2016).

Lavantanın MIC ve MBC değerleri arasında büyük farklılıklar olduğu ve yapılan çalışmalarda genellikle düşük miktarlarda MIC, yüksek düzeyde MBC değeri verdiği görülmüştür. Bu durumun bazı esansiyel yağ bileşiklerinin hücre bölünmesine etkide bulunduğunu düşündürmüştür (Nazzaro ve ark., 2013).

Yapılan bir çalışmada lavanta esansiyel yağının *E. coli* üzerindeki etkisi araştırılmış ve bakteriyi log fazına etkileyerek çoğalmasını durdurup lizise neden olduğu bildirilmiştir. Bu durumun *E. coli* O157:H7 üzerinde de gözlemlendiği belirtilmiştir (Sasaki ve ark., 2015).

Mith ve arkadaşları (2014), gıdalarda bozulmaya neden olan bazı bakteriler (*Brochothrix thermosphacta* ve *Pseudomonas fluorescens*) ile bazı gıda kaynaklı

patojenleri (*Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium* ve *enterohemorajik Escherichia coli* O157:H7) üzerinde 15 farklı esansiyel yağın antibakteriyel etki düzeyleri disk difüzyon yöntemi kullanılarak araştırılmışlardır. Test edilen esansiyel yağların çoğu tüm bakterilere karşı antimikrobiyal etki göstermiştir. Esansiyel yağlar, gıda ürünlerine eklenen sentetik antimikrobiyaller yerine doğal bir bileşik olarak kullanılabilir.

Lavanta türlerinden elde edilen esansiyel yağların geçmişten günümüze birçok alanda etkili olduğu bilinmektedir. Lavantadan elde edilen esansiyel yağların gıdalara eklenmesi ile raf ömrünün uzatıldığı, bakteriyel çoğalmanın inhibe edildiğinin ve antioksidatif görev yaptığının birçok kanıtı vardır. Lavanta ile ilgili yapılan bu çalışmalarda, gıda kaynaklı patojenlerin inhibe olması ve oksidasyonun gecikmesi şeklinde alınan veriler umut verici olmuştur.

Lavanta esansiyel yağının temel bileşiklerinden olan linalool, linalil asetat gibi bileşikler kendi bünyesinde içeren *Acollanthus suaveolens*' in yapraklarından elde edilen esansiyel yağ, kimyasal olarak analiz edilmiş ve sitotoksik, antioksidan ve antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre Gr (-)'lere Gr (+)'lerden daha iyi bir bakteriyostatik etki gösterdiği çıkarımları yapılmıştır (Martins ve ark., 2016).

Tablo 2.2. Djenen ve arkadaşlarının (2012) belirledikleri MIC değeri

	<i>L. angustifolia</i>	Kloramfenikol
<i>E. coli</i>	1,00	0,12

Antimikrobiyal etkisinin trans- α -necrodil acetate kaynaklı olduğu düşünülmüş olan, portekiz lavantası olarak da bilinen *Lavandula luisieriile* ile yapılan bir çalışmada *E. coli* üzerine etkisi disk diffüzyon yöntemi ile incelenmiş ve yapraklarından elde edilen zon çapı $17,9 \pm 0,2$; çiçekten elde edilen zon çapı ise $22,3 \pm 0,2$ olduğu belirtilmiştir (Pombal ve ark.,2016).

Tablo 2.3. Lavanta, Lavandin ve Spike lavanta yağlarının başlıca bileşenleri (%) (Lis-Balchin, 2002)

	<i>Lavender yağı</i>	<i>Lavandin yağı</i>	<i>Spike Lavender yağı</i>
Linalylacetat	12-54	19-26	0-1,5
Linalol	10-50	20-23	26-44
<i>cis-/ trans-</i> Ocimene	0,1-14	1,0-3,0	0-0,3
Lavandulol ve acetat	0,1-14	0,5-0,8	0,2-1,5
1,8-Cineole	2,1-3,0	10	25-36
Camphor	0-0,2	12	5,3-14,3
α ve β-Pinene	0,02-0,3	0,6-0,9	1,6-3,6
Borneol	1,0-4,0	2,9-3,7	0,8-4,9
Caryophyllene/ oxide	3,0-8,0	2,7-6,0	0,1-0,3
Myrcene	0,4-1,3	1,2-1,5	0,2-0,4
Farnesene	iz miktarda	1,1	0,2-0,3
Germacrene D	0,2-0,9	1,0-1,2	—
Camphene	0,1-0,2	0,3-0,6	0,2-1,8
Limonene	0,2-0,4	0,9-1,5	1,0-2,2

Djeneen ve arkadaşlarının (2012) yaptığı çalışmada raf ömrü boyunca lavanta esansiyel yağı içeren kıyma örnek grupları incelenmiş, 2MIC değerinde etkinliğinin daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. İlk analiz gününde 3,6 log₁₀, kob/gr, kob/gr düzeyinde çıkan *E. coli* miktarı 3. gün analizlerinde 1,76 log₁₀, kob/gr düzeyine inerken, 9. gün analizinde log₁₀, kob/gr düzeyine yükseldiği arz edilmiştir. *S. aureus* miktarı ise 3. gün analizlerinde 1,46 log₁₀, kob/gr düzeyindeyken 9. gün analizinde 2 log azalma gösterdiği bildirilmiştir.

2.4. Gıdalarda esansiyel yağ kullanımı

Dünyada doğal ve doğala özdeş ürünlere karşı artan talepler, özellikle gelişmiş ülkelerde daha fazla yeşil tüketimi arttırırken, sentetik gıda katkı maddesi içeren ürünlere olan eğilimi azaltmaktadır. Bu amaçla birçok bitki ve bunlardan elde edilen

bileşiklerin, gıdaların birçok özelliğini geliştirme ve korumaya yönelik kullanımı tercih edilmektedir. Günümüzde lavantadan elde edilen esansiyel yağlar, gıda muhafazasında katkı maddesi olarak sebze, pirinç, meyve, süt ürünleri, balık, et ürünleri dahil olmak üzere çok çeşitli gıdalarda kullanılmaktadır (Burt, 2004).

Et ürünlerinin bozulması ile tekstür, renk ve lezzet değişimi gözlemlenir. Etlerin raf ömrünü uzatmak için, doğal antibakteriyel bileşiklerin, baharatların ve otların, esansiyel yağların, organik asitlerin ve tuzların kullanımı literatürde vardır (Lucera ve ark., 2012).

Et ve et ürünlerinin mikroorganizmalar ile kontaminasyonu ve gıda üzerinde çoğalması, gıda kaynaklı enfeksiyonlara neden olabilir. Gıda kaynaklı patojenlerin çoğalmasını engellemek için lavantadan elde edilen esansiyel yağların antimikrobiyal olarak gıdalara katılabileceği ifade edilmiştir (Marín ve ark., 2016).

Gómez-Estaca ve arkadaşlarının (2010) yaptığı bir çalışmada çeşitli bitki özlerinin, bazı önemli gıda patojenlerini ve bozulma bakterilerini içeren 18 bakteri ile antimikrobiyal aktiviteleri test edilmiştir ve lavanta esansiyel yağının inhibisyon etkisinin daha yüksek olduğu ifade edilmiştir. Bulunan sonuçlar doğrultusunda bu esansiyel yağların gıda koruyucuları olarak kullanımını değerlendirmeye yönelik çeşitli esansiyel yağları ihtiva eden jelatin-citosan yenilebilir filmler geliştirilerek, antimikrobiyal etkilerini 6 farklı mikroorganizmaya karşı gözlemlenmişlerdir. Mikroorganizmaların çoğalmasının büyük oranda azaldığı tespit edilmiştir. Test edilen mikroorganizmalara karşı esansiyel yağların nitel antimikrobiyal aktivitesi karanfil > biberiye > lavanta şeklinde saptanmıştır.

Gıdaların en yaygın bozulma sebeplerinden biri olan oksidasyon, kimyasal olarak sentezlenen antioksidanların sağlık üzerine yan etkilerinden dolayı tüketicilerin doğal antioksidanlara karşı eğilimi bulunmaktadır (Marín ve ark., 2016).

Lavanta ve nane yağı ile işleme tabii tutulmuş kıymalarda bu yağların antioksidan özellikleri incelenmiş, kıymada thiobarbiturik asit reaktif substans

(TBARS) değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu da üründe lipit oksidasyonunda azalmanın bir ifadesi olarak rapor edilmiştir (Djenane ve ark., 2012).

Yenilebilir filmlere katılan esansiyel yağlardan daha yüksek antioksidatif sonuç alındığını ifade eden Marín ve arkadaşları' nın yaptığı bir araştırmada, maydanoz, rezene ve lavanta esansiyel yağları katılan yenilebilir filmlerden en iyi antioksidatif etkiyi ise maydanozun gösterdiği belirtilmiştir (Marín ve ark., 2016).

Kovatcheva-Apostolova ve arkadaşları (2008) tarafından yapılan bir araştırmada, tavuk eti kıymasına *Lavandula vera* eklendikten sonra pişirilmesi ve sonrasında soğuk hava deposunda bekletilmesi ile α -tokoferol kaybı ve lipid oksidasyonunda azalma olduğu tespit edilmiştir. Buda *L. vera* ekstraktlarının antioksidatif özelliklerinin gıda sektöründe yaygın olarak kullanılabilceğini ortaya koymaktadır. Araştırmacılar lavantanın içerdiği fenolik bileşenin *R. damascena*'nın 10 katı olduğunu bundan dolayı lavantanın etkisini yaratabilmek için beş kat fazla *R. domescena* gerektiğini ifade etmişlerdir.

Ticari uygulamalar için *Lavandula latifolia* bitkisinden elde edilen esansiyel yağının özellikleri bir çalışmada araştırılmış. Rafine edilmiş soya yağının oksidasyonunu indüklemek için, *L. latifolia* esansiyel yağını ekleyerek, çeşitli mikrodalga ısıtma seviyelerinde ve farklı zaman uzunluklarına tabi tutulmuş. Soya fasulyesi yağ örneklerinde lavanta esansiyel yağının potansiyel rolünü anlamak için antioksidan aktivitesi ve oksidasyona karşı direnci de incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, *Lavandula latifolia* esansiyel yağının, soya fasulyesi yağında oksidasyona karşı stabilizatörler olarak kullanılabilir iyi bir doğal bileşik kaynağı olduğunu kanıtlamaktadır. Esansiyel yağ ilavesi, kontrol örnekleri ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilen kalite parametrelerinde daha düşük bozulma değerleri ortaya koyarak soya yağı içindeki oksidasyonu önlemiştir. Dahası, doymamış yağ asitleri içeriğinde daha yüksek bir koruma gözlemlenerek, daha yüksek antioksidan aktivite saptanmıştır. *Lavandula latifolia* esansiyel yağının başlangıçtaki ısıtma sürelerinde yağdaki E vitamini içeriğini arttırması nedeniyle soya yağının besleyici kalitesinin de arttığı ifade edilmiştir (Rodrigues ve ark., 2012).

Lavanta gibi çeşitli kokuları kullanarak kokunun kişilik özellikleri ile görev performansına etkisi arasındaki ilişkiler kurulmaya çalışılmıştır. Bir Japon patent başvurusu, beyin uyarıcıları ve/veya beyin aktivitesini güçlendiren maddeler olarak çeşitli monoterpenlerin kullanılabilirliğini iddia etmektedir. Bu bileşiklerin sakız gibi gıda maddeleri içine dahil edilmesiyle bu etkilerinden faydalanılabileceği düşünülmektedir (Lis-Balchin, 2002).

Gıdalarda lavantadan elde edilen esansiyel yağların kullanımı kısmında dikkatli olunması gerekmektedir. Çünkü bazı gıdaların aromasında kullanım dozuna bağlı olarak hoş olmayan görünüm ortaya çıkarabilmektedir. Lavantadan elde edilen esansiyel yağların gıdalarda yaygın bir şekilde koruyucu olarak kullanılmasını sınırlayıcı nedenler vardır. Bunlar;

- Tatlandırıcı özelliklerinin yüksek olması,
- Duyusal açıdan belirli gıdalarda kullanılabilmesi,
- Antimikrobiyal etkilerinin çok yüksek olmamasından dolayı kombinasyonlara ihtiyaç duymalarıdır (Marín ve ark., 2016).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

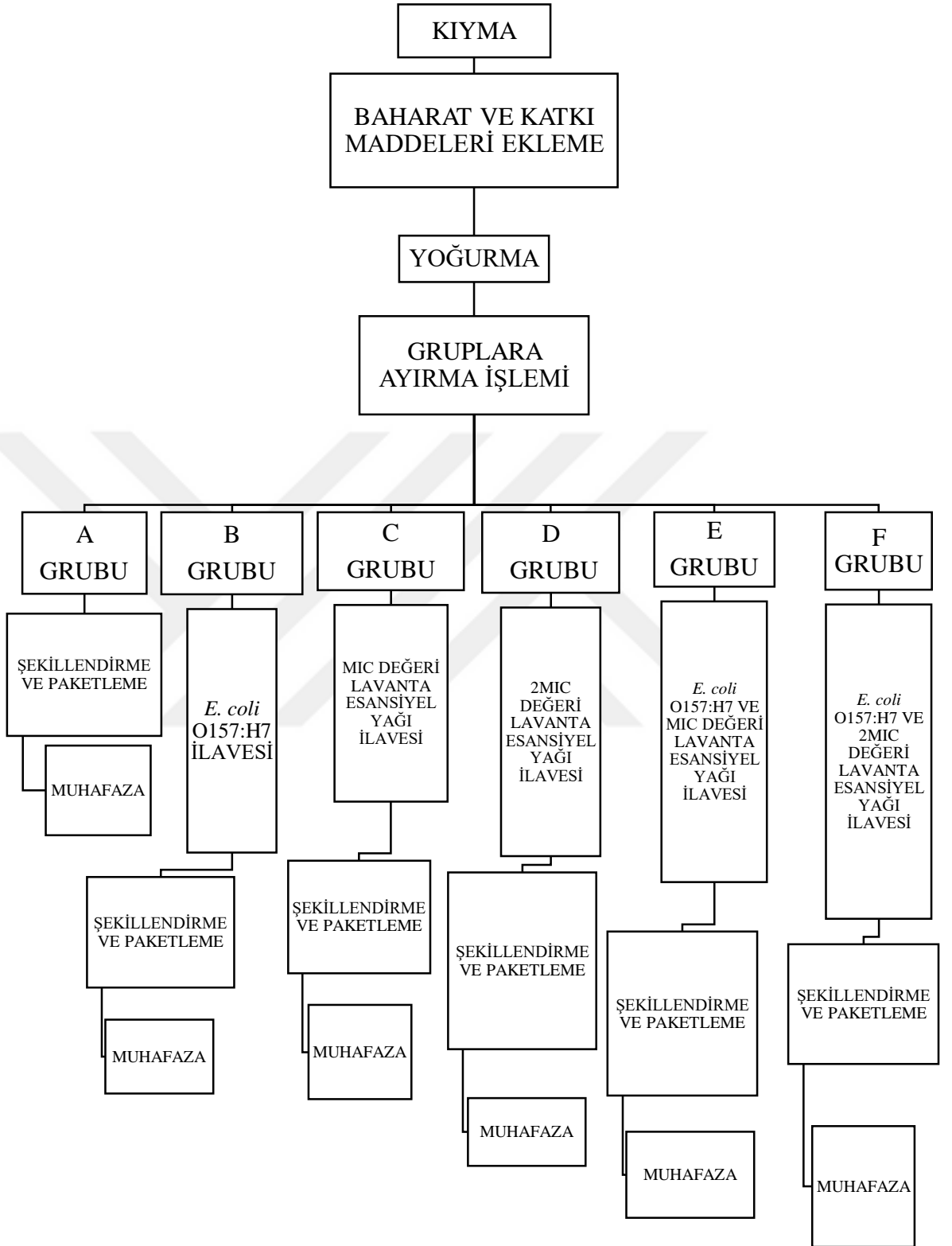
3.1. Gereç

3.1.1. Köfte Hamurunun hazırlanması

Deneyisel köfte üretimi TS 10581 tarafından önerilen yöntem esas alınarak MAKÜ Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı laboratuvarlarında gerçekleştirildi (21.05.2018). Bu amaçla tendo, ligament, büyük damar, fascia ve kaba yağlarından arındırılmış et %90 ve et yağı %10 olacak şekilde kıymadan alınan % 84 oranındaki miktara Tablo 3.1.' de belirtilen formülasyonla baharatlar ilave edildi. Şekil 3.1.' deki iş akış şeması doğrultusunda hazırlandı.

Tablo 3.1. Köfte üretiminde kullanılan olan baharat ve katkı maddeleri (Çolak ve ark. 2008)

Baharat ve katkı maddeleri	Kıymaya eklenecek baharat oranı (%)
Tuz	2
Galeta Unu	8
Kırmızıbiber	2
Karabiber	0,1
Kimyon	0,4
Sarımsak	0,5
Soğan	3



Şekil 3.1. Köfte üretim süreci

3.1.2. Cihazlar

Deneyisel köftelerin üretimi, mikrobiyolojik ve fiziksel MAKÜ Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı laboratuvarlarında, aşağıdaki cihazlardan yararlanılarak yapıldı.

- Hassas terazi
- Su banyosu
- Otoklav
- Etüv
- Isıtıcı tablalı manyetik karıştırıcı
- Otomatik pipet
- Vortex
- Lab Blender 400
- pH metre (Hanna HI 9321)
- Su aktivitesi ölçüm cihazı (Testo, Lufft)
- Cam malzemeler ve diğer laboratuvar malzemeleri
- Soğuk depo
- UV sterilizatör
- Bunzen beki
- Desikatör ve Maşası
- Desikatör kâsesi
- UV lambası

3.1.3. Besiyeri, Kimyasal Maddeler ve Suşlar

***E. coli* O157:H7 (ATCC 43895)**

Deneyisel köfte örneklerine ilave edilecek olan *E. coli* O157:H7 suşu MAKÜ Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı bakteri kültür koleksiyonundan temin edildi.

Mueller Hinton Agar (OR-BAK, OR-PET 35)

Bir paketinde 20 adet petri bulunan besiyerleri hazır olarak temin edildi.

Mueller Hinton Broth (LABM, LAB114)

Bileşimi:

- Beef Extract 2.0 g
- Acid Hydrolysed Casein 17.5 g
- Starch 1.5 g

Hazırlanması: Dehidre besiyeri 21 g/L olacak şekilde distile su içerisinde çözünmesi sağlanıp, tüplere 1 ml dağıtılarak 121 °C' de 15 dakika otoklavda sterilize edildi. Sterilizasyon sonrası hazırlanmış besiyeri berrak, sarımsı renktedir ve 25 °C' de pH' sı 7,4 ± 0,2' dir.

Peptone Bacteriological (Biolife 4122592)

Bileşimi:

- Pepton

Hazırlanması: Dehidre besiyeri, 1 g/L olacak şekilde distile su içinde çözdürüldü. Homojenize işlemi tamamlandıktan sonra tüplere 9 ml ve besiyeri şişelerine 90 ml olacak şekilde dağıtıldı. Bu işlemin sonunda, 121 °C' de 15 dakika otoklavda sterilize edildi. Sterilizasyon sonrası hazırlanmış besiyeri berrak, çok açık sarımsı renktedir ve 25 °C' de pH'sı 6,5 - 7,5 'dir.

Plate Count Agar (Merck 1.05463)

Bileşimi:

- Peptone from casein 5,0 g/L
- Yeast extract 2,5 g/L
- D(+) Glucose 1,0 g/L
- Agar-agar 14,0 g/L

Hazırlanması: Dehidre besiyeri, 22,5 g/L olacak şekilde distile su içinde çözdürüldü. Otoklavda 121 °C' da 15 dakika sterilize edildi ve petri kutularına 12,5'er mL dökülmek üzere su banyosunda bekletildi. Sterilizasyon sonrası hazırlanmış besiyeri berrak, çok açık sarımsı renktedir ve 25 °C' de pH'sı 7,0±0,2' dir.

Violet Red Bile Dextrose (VRBD) Agar (Merck 1.10275)

Bileşimi:

- Peptone 7,0 g/L
- Yeast extract 3,0 g/L
- D(+) Glucose 10,0 g/L
- NaCl 5 g/L
- Ox bile (Bile salt mixture) 1,5 g/L
- Neutral red 0,03 g/L
- Crystal violet 0,002 g/L
- Agar-agar 13,0 g/L

Hazırlanması: Dehidre besiyeri, 39,5 g/L olacak şekilde distile su içinde karıştırılarak ısıtıcı tablalı manyetik karıştırıcıda kaynaması sağlandı ve kaynama başladıktan sonra en çok 2 dakika daha kaynama sıcaklığında tutulup, 45-50 °C' ye soğuyunca steril petri kutularına 12,5' er mL dökülmek üzere sıcak su banyosunda bekletildi. Ekim yapıldıktan 15 dakika sonra, oda sıcaklığında kendi halinde bekletilen petri kutularına ikinci kat olarak VRBD besiyerinden 5-6 mL kadar döküldü. Hazırlanmış besiyeri parlak ve koyu kırmızı-kahve renklidir, pH'sı 25 °C' de $7,3\pm 0,2$ ' dir.

TBX Agar (Oxoid CM0945)

Bileşimi:

- Tryptone 20,0 g/L
- Bile Salts No. 3 1,5 g/L
- Agar- agar 15 g/L
- X-glucuronide 0.075 g/L

Hazırlanması: Ticari olarak satılan besiyerinden 36,6 g/L olacak şekilde distile su içerisinde çözündürülerek otoklavda 121 °C' de 15 dakika sterilize edildi. 50 °C' de petrilere dökülmek üzere sıcak su banyosunda bekletildi. Sterilizasyon sonrası hazırlanmış besiyeri berrak ve sarımsı renktedir. 25 °C' de pH' sı $7,2\pm 0,2$ ' dir.

Baird Parker Agar (Biolife 4011162)

Bileşimi:

- Pancreatic Digest of Casein 10.00 g/L
- Beef Extract 5.00 g/L
- Yeast Extract 1.00 g/L
- Sodium Pyruvate 10.00 g/L
- Glycine 12.00 g/L
- Lithium Chloride 5.00 g/L
- Agar-agar 15.00 g/L

Hazırlanması: Ticari olarak satılan besiyerinden 58 g/L olacak şekilde distile su içerisinde çözündürülerek otoklavda 121°C' de 15 dakika sterilize edildi. 50 °C' de petrilere dökülmek üzere sıcak su banyosunda bekletildi. Sterilizasyon sonrası hazırlanmış besiyeri sarımsı-kahve renkte olup 25 °C' de pH' sı 6,8±0,2' dir.

Egg Yolk Tellurite Emulsion 20% 100ml (Biolife, 423701)

Bileşimi:

- Egg yolk 20 ml
- Potassium tellurite (K_2TeO_3) 0,245 g
- Sodium Chloride (NaCl) 0,75 g
- Distilled water 160 ml

Hazırlanması: Sterilize edilmiş ve 50 °C' ye soğutulmuş 1000 ml Baird Parker Agar'a 50 ml Egg Yolk Tellurite Emulsion eklenildi ve iyice karıştırıldı.

Koagulaz Plazma (Biolife, REF 429936)

Bileşimi:

- Rabbit plasma EDTA, 5ml (liyofilize)

Hazırlanması: Aseptik şartlarda steril distile su ile 1:3 oranında sulandırılıp vortex yardımı ile iyice çözüne kadar karıştırılarak hazırlandı.

Potato Dextrose Agar (Biolife, 4019352)

Bileşimi:

- Potato Extract 5.0 g/L
- Glucose 20.0 g/L
- Agar 17.0 g/L

Hazırlanması: Ticari olarak satılan besiyerinden 42 g/L olacak şekilde distile su içerisinde çözüdürülerek otoklavda 121 °C' de 15 dakika sterilize edildi. 50 °C' de petrilere dökülmek üzere sıcak su banyosunda bekletildi. Sterilizasyon sonrası hazırlanmış besiyeri berrak sarımsı-kahve renkte olup 25 °C' de pH' sı $5,6 \pm 0,2$ ' dir.

Tryptic Soy Broth Modified (m-TSB) (Biolife, 402155M2)

Bileşimi:

- Pancreatic Digest of Casein 17.00 g/L
- Soy Peptone 3.0 g/L
- Sodium Chloride 5.0 g/L
- Dipotassium Hydrogen Phosphate 4.0 g/L
- Glucose 2.5 g/L
- Bile Salts No. 3 1.5 g/L

Hazırlanması: Ticari olarak satılan besiyerinden 33 g/L olacak şekilde distile su içerisinde çözüdürülerek 225 ml' lik şişelere dağıtıldı ve otoklavda 121 °C' de 15 dakika sterilize edildi. 50 °C' deki su banyosunda kullanılmak üzere bekletildi.

Novobiocin Antimicrobial Supplement (Biolife, 4240045)

Bileşimi:

- Novobiocin 10 mg

Hazırlanması: 5 ml steril distile su ile çözdürüldükten sonra 50 °C' deki 225 ml' lik m-TSB'lerle aseptik şartlarda karıştırıldı. Sterilizasyon sonrası hazırlanmış besiyeri berrak sarımsı-kahve renkte olup pH 7.4 ± 0.2' dir.

Sorbitol Mac Conkey Agar (Biolife, CM 401669 S2)

Bileşimi:

- Tryptone 17.000 g/L
- Peptocomplex 3000 g/L
- D- Sorbitol 10.000 g/L
- Bile Salts No.3 1500 g/L
- Sodium Chloride 5000 g/L
- Neutral Red 0.030 g/L
- Crystal Violet 0.001 g/L
- Agar 14.500 g/L

Hazırlanması: Ticari olarak satılan besiyerinden 51 g/L olacak şekilde distile su içerisinde çözümlenerek ve otoklavda 121 °C' de 15 dakika sterilize edildi. 50 °C' ye geldiğinde steril petrilere 12,5 ml dökülerek oda ısısında soğutulmaya bırakıldı.

Fluorocult VRB (VRB-MUG Agar)

Bileşimi:

- Peptone 7,0 g/L
- Yeast Extract 3,0 g/L
- Lactose 10,0 g/L; NaCl 5 g/L
- Ox Bile (Bile Salt Mixture) 1,5 g/L
- Neutral Red 0,03 g/L

- Crystal Violet 0,002 g/L
- MUG 0,1 g/L
- Agar-agar 15,0 g/L

Hazırlanışı: Ticari olarak satılan besiyerinden 41,5 g/L olacak şekilde distile su içerisinde çözündürülerek ve otoklavda 121 °C' de 15 dakika sterilize edildi. 50 °C' ye geldiğinde steril petrilere 12,5 ml dökülerek oda ısısında soğutulmaya bırakıldı.

***E. coli* O157 Rapid Latex Agglutination Test (Remel, RML 30959601)**

Sunulan Reaktifler ve Malzemeler:

- *E. coli* O157 lateks reaktifi: 2,5 ml - *E. coli* O157'ye tavşan antikorları ile kaplı lateks partikülleri ile korunmuş %0.099 sodyum azid (damlalıklı kırmızı kapak)
- Kontrol lateks reaktifi: 2.5 ml - *E. coli* O157'ye reaktif olmayan tavşan antikorları ile kaplı lateks partikülleri ile korunmuş %0.099 sodyum azit (yeşil kapak)
- Örnek seyreltici: %0.85 izotonik salin: 5.0ml - % 0.099 sodyum azit ile korundu (siyah kapak)
- Kullanılabilir aglütinasyon kartları: Her biri 6 adet siyah aglütinasyon alanı olan 20 kart
- Karıştırma stiktörleri (4x25): 100 adet tek kullanımlık karıştırma çubuğu
- Tek kullanımlık pipet

Trypton Water(MERCK, 1.10859)

Bileşimi:

- Peptone from casein 10,0 g/L
- NaCl 5 g/L

Hazırlanışı: Dehidre besiyeri, 15,0 g/L olacak şekilde distile su içinde çözülerek, tüplere 5' er mL dağıtılıp otoklavda 121 °C' de 15 dakika sterilize edildi. Hazırlanmış besiyeri berrak ve sarımsıdır, 25 °C' de pH'sı 7,3±0,2' dir.

Kovacs' ayracı (CHEMBIO, CB2600.0100)

Bileşimi:

- n-Butanol
- hydrochloric acid
- 4-dimethylaminobenzaldehyde

MR-VP Broth

Bileşimi:

- Peptone from meat 7,0 g/L
- D(+) Glucose 5,0 g/L
- Phosphate buffer 5,0 g/L

Hazırlanışı: Dehidre besiyeri, 17,0 g/L olacak şekilde distile su içinde çözdürülüp, tüplere 5' er mL olarak dağıtılarak ve otoklavda 121 °C' de 15 dakika sterilize edildi. Hazırlanmış besiyeri berrak, sarımsı kahverenkdedir ve 25 °C' de pH'sı 6,9±0,2'dir.

Metil Red indikatörü

Bileşimi:

- 4-Dimethylaminoazobenzene-2'-carboxylic acid

Hazırlanışı: 0,1 gr metil red 300 ml %95' lik etil alkol içinde çözdürülerek hazırlandı.

Etil Alkol (Merck, 100983)

Bileşimi:

- Ethyl alcohol (C₂H₅OH)

Hazırlanışı: Kullanılacak alkol derecesine göre dilusyonu gerçekleştirildi.

α- Naphtol çözeltisi

Bileşimi:

- α -Naphthol (MERCK, 822289)

Hazırlanışı: 5 g α -naftol' ün 100 ml absolute etil alkol içerisinde çözünmesi sağlandı.

KOH çözeltisi

Bileşimi:

- KOH

Hazırlanışı: 40 g KOH 100 ml'lik balon jøjeye aktarıldı. Distile su ile hacim çizgisine kadar tamamlanarak karıştırıldı.

Simmon's Citrat Agar (Biolife, 4020452)

Bileşimi:

- Ammonium dihydrogen phosphate 0,8 g/L
- Sodium Ammonium Phosphate 0,8 g/L
- NaCl 5,0 g/L
- Sodium citrate 2,0 g/L
- MgSO₄ 0,2 g/L
- Bromothymol blue 0,08 g/L
- Agar-agar 15,0 g/L

Hazırlanışı: Dehidre besiyeri, 23,0 g/L olacak şekilde distile su içinde ısıtılarak çözünmesi sağlanıp, tüplere 7' şer mL olacak şekilde dağıtılarak ve otoklavda 121 °C' de 15 dakika sterilize edildi. Otoklavdan çıkarıldığında 1-1,5 cm yükseklikte bir çubuğa yatırılarak besiyerinin katılaşması beklenildi. Hazırlanmış besiyeri berrak ve yeşil renkte olup, 25 °C' de pH' sı 7,0±0,2' dir.

Triple Sugar Iron Agar (Oxoid, CM 277)

Bileşimi:

- Lab-Lemco' powder 3,0 g/L
- Yeast extract 3,0 g/L

- Peptone 20,0 g/L
- Sodium chloride 5,0 g/L
- Lactose 10,0 g/L
- Sucrose 10,0 g/L
- Glucose 1,0 g/L
- Ferric citrate 0,3 g/L
- Sodium thiosulphate 0,3 g/L
- Phenol red 0,024 g/L
- Agar 12,0 g/L

Hazırlanışı: 65 gr dehidre besiyerinin 1litre distile su içinde ısıtılarak çözünmesi sağlandı. Tüplere 7ml olacak şekilde dağıtılıp 121°C 15 dakika otoklavda sterilize edildi. Otoklavlama sonrası 1-1,5 cm yükseklikte bir çubuğa yatırılarak besiyerinin katılaşması beklendi. Hazırlanmış besiyeri berrak şeffaf kırmızı renkte 25 °C' de pH 7.4 ± 0.2' dir.

Lysine Iron Agar (Acumedia, 7211A)

Bileşimi:

- Enzymatic Digest of Gelatin 5 g/L
- Yeast Extract 3 g/L
- Dextrose 1 g/L
- L-Lysine 10 g/L
- Ferric Ammonium Citrate 0,5 g/L
- Sodium Thiosulfate 0,04 g/L
- Bromcresol Purple 0,02 g/L
- Agar 13,5 g/L

Hazırlanışı: 1 litre distile su içinde 33 gr dehidre besiyeri ısıtılarak çözünmesi sağlandı. Tüplere 7 ml olacak şekilde konulduktan sonra 121 °C' de 15 dakika otoklavda sterilize edildi. Otoklavlama sonrası 1-1,5 cm yükseklikte bir çubuğa yatırılarak besiyerinin katılaşması beklendi. Hazırlanmış besiyeri berrak ve menekşe renginde olup, 25 °C' de pH 6.7 ± 0.2' dir.

K₂CrO₄: 0,2 N potasyum kromat çözeltisi hazırlandı.

AgNO₃ çözeltisi

Bileşimi:

➤ AgNO₃(Merck, 1.01510)

Hazırlanışı: Saf AgNO₃ kapsüle konularak etüvde 150 °C' de 2 saat bekletilerek kuruması sağlandı. Daha sonra AgNO₃ içeren kapsüller desikatöre alınarak oda sıcaklığına gelmesi sağlandı. 16,9890 g AgNO₃ 1 litre saf suda çözündürülerek 0,1 N gümüş nitrat çözeltisi hazırlandı ve koyu renkli şişede muhafaza edildi.

3.2. Yöntem

3.2.1. Suşun Hazırlanması

Deneysel köfte örneklerine ilave edilecek olan *E. coli* O157:H7 suşu MAKÜ Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı bakteri kültür koleksiyonundan temin edildi. *E. coli* O157:H7 suşu McFarland standardına göre 10⁸/ml olacak şekilde ayarlandı. Hazırlanan süspansiyonun konsantrasyonu, spektrofotometrede Tablo 3.2.' de belirtilen McFarland Standardı 0,5 değeri ile karşılaştırılarak doğrulandı.

Tablo 3.2. McFarland Standartlarına Karşılık Gelen Bakteri Yoğunluğu McFarland Standardı

McFarland Standardı	kob (x10 ⁸ /mL)	1% BaCl ₂ /1% H ₂ SO ₄ (mL)
0,5	1,5	0,05/ 9,95
1	3	0,1/ 9,9
2	6	0,2 /9,8
3	9	0,3/ 9,7
4	12	0,4/ 9,6
5	15	0,5/ 9,5

3.2.2. Lavantanın hazırlanması

Burdur ili ve çevresinden temin edilecek olan lavanta bitkileri üniversitemizin bitki taksonomistleri tarafından identifiye edildi.

3.2.3. Lavantanın ekstraksiyonu

Esansiyel yağların elde edilmesinde en yaygın yöntem olan "su buharı distilasyon yöntemi" kullanılır. Bu yöntemde esansiyel yağ taşıyan lavanta su ile beraber bir distilasyon kazanına konularak ısıtıldı. Isıtma ile meydana gelen su buharı, esansiyel yağ ve aromatik suları birbirinden ayırmak için soğutucudan geçirildi (Kılıç, 2008).

3.2.3.1. Lavanta esansiyel yağının içeriğinin belirlenmesi

Lavanta esansiyel yağının içeriğinin belirlenmesi GC-MS ile Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Uygulama Merkezinde hizmet alımı yoluyla gerçekleştirildi (Fakhari ve ark, 2005).

3.2.3.2. İlave edilecek Lavanta Esansiyel Yağının Belirlenmesi

3.2.3.2.1. Disk difüzyon yöntemi

Mueller Hinton Agar'a 100 µl *E. coli* inokulumundan alınarak yayma plak yöntemi ile ekimi yapıldı. Steril haldeki disklere lavanta esansiyel yağı ve dimetilsülfat emdirilerek hazırlandı (Djenane ve ark., 2012).

Gentamicin (+) kontrol

Dimetilsülfat (-) kontrol

Lavanta içeren disk

Boş disk

} yerleştirildi

37 °C' de 24 saat etüvde inkübasyona kaldırıldı.

3.2.3.2.2. Minimum inhibisyon konsantrasyonu (MIC)

1 ml Mueller hinton broth içeren deney tüplerine 1 ml *E. coli* içeren inokulum ve farklı oranlarda lavanta esansiyel yağı eklendi. Oranlar Tablo 3.2.' deki gibidir.

37 °C' de 24 saat inkübasyona bırakıldı. Üremenin olmadığı son dilüsyon MIC değeri olarak kabul edildi.

Tablo 3.3. MIC değeri dilüsyon oranları.

Gruplar	Mueller Hinton Broth (ml)	İnokulum (ml)	Lavanta (µl/ml)
Kontrol	1	1	-
1.	1	1	0,05
2.	1	1	0,1
3.	1	1	0,2
4.	1	1	0,4
5.	1	1	0,8
6.	1	1	1,6
7.	1	1	3,2
8.	1	1	6,4
9.	1	1	12,8
10.	1	1	25,6
11.	1	1	51,2

3.2.3.2.3. Minimal bakterisidal konsantrasyonu (MBC)

Belirlenen MİK değerinin iki alt ve iki üst değerine sahip dilüsyonlardan mueller hinton agar' a yayma plak yöntemi ile ekim yapıldı. 37 °C' de 24 saat inkübasyona kaldırıldı.

3.2.4. Köftelerin Hazırlanması

Et %90 ve et yağı %10 olacak şekilde kıymadan alınan %84 oranındaki miktara Tablo 3.1' de belirtilen formülasyonla baharatlar ilave edildi ve köfte hamuru 6 eşit parçaya ayrılarak Tablo 4' deki gruplar oluşturuldu. Homojen bir karışım oluştuktan sonra yaklaşık 5 cm çapında ve ağırlıkları 40-50 gr olacak şekilde köfteler hazırlandı.

0, 1, 3, 5, 7, 10 ve 12. günlerde analizler yapılmak üzere her gruptan 50'şer köfte hazırlanıp köpük tabaklara porsiyonlar halinde yerleştirildikten sonra polietilen film ile üstü kapatıldı ve +4 °C' de buzdolabı şartlarında muhafaza edildi.

Tablo 3.4. Köfte tiplerinde *E. coli* O157:H7' nin mevcudiyeti ve lavanta esansiyel yağ konsantrasyonu

Gruplar	<i>E. coli</i> O157:H7 inokülasyonu	Lavanta esansiyel yağ konsantrasyonu (% w/w)
A	-	-
B	+	-
C	-	+ (MIC)
D	-	+ (MICx2)
E	+	+ (MIC)
F	+	+ (MICx2)

3.2.5. Analizler

3.2.5.1. Esansiyel yağ analizleri

3.2.5.1.1. Zon çapının belirlenmesi

Tablo 3.5. Disk difüzyon yönteminde alınan zon çapları

Kullanılan Disk	Zon Çapı (mm)
Gentamisin → (+) Kontrol	18
Lavanta Esansiyel Yağı	12
Dimetil Sülfat → (-) Kontrol	-
Boş Disk	-

100 µl *E. coli* inokulumundan alınarak MH Agara yayma plak yöntemi ile yapılan ekimi takiben çeşitli içerikli diskler yerleştirildi. Paralel ekimi de yapılarak 37 °C ısısı olan etüve 24 saat inkübasyona kaldırıldı.

3.2.5.1.2. MIC değerinin belirlenmesi

1 ml mueller hinton broth içeren 12 adet deney tüplerine ze yardımı ile 0,5 McFarland değerindeki *E. coli* O157:H7 inokulumundan ekimler yapıldı. Lavanta esansiyel yağları eklenerek 37  C ısısı olan etüve 24 saat inkübasyona kaldırıldı.

Üreme olmayan son tp 8.tüp olarak gözlemlendi. Lavanta MIC değeri 6,4  l olarak belirlenmiş oldu.

Tablo 3.6. MIC değerinin belirlenmesi

Gruplar	MHB(ml)	İnokulum	Lavanta Esansiyel Yağı (�l/ml)
Kontrol	1	+	-
1.	1	+	0,05
2.	1	+	0,1
3.	1	+	0,2
4.	1	+	0,4
5.	1	+	0,8
6.	1	+	1,6
7.	1	+	3,2
8.	1	+	6,4
9.	1	+	12,8
10.	1	+	25,6
11.	1	+	51,2

MBC değerinin belirlenmesinde bu inokulumlardan MH agara yapılan ekimler inkübasyon sonrası değerlendirildi ve 9. agarda üreme görülmedi. 12,8  l/ml MBC değeri olarak belirlenmiş oldu.

3.2.5.2. Mikrobiyolojik analizler

Analiz günlerinde steril stomacher poşetine 10 gr köfte örneklerinden tartılıp, 90 ml peptonlu su ilave edilerek stomacher cihazında homojen hale getirildi. Bu 1/10'luk dilüsyondan faydalanılarak seri dlsyonlar hazırlandı. Bu seri dilüsyonlardan 1' er ml alınarak dökme plak yöntemiyle çift seri ekim gerçekleştirildi.

İnkübasyon süresi sonunda 30-300 arası koloni içeren plaklar değerlendirildi (APHA 1995, Harrigan 1998).

3.2.5.2.1. Toplam mezofilik aerob bakteri sayımı

Plate Count Agar (**Biolife, 4019352**) besi yeri hazırlanarak ekim anına kadar 50 °C' lik su banyosunda bekletildi. Hazırlanan dilusyonlardan dökme plak yöntemiyle ekimler yapıldı ve petri kutuları 30±1 °C' de 48 saat inkübe edilerek tipik koloniler sayıldı (ICMSF, 1982).

3.2.5.2.2. Koliform grubu bakteri sayımı

Violet Red Bile Agar (**Merck 1.10275**) ısıtıcı tablalı manyetik karıştırıcıda ısıtılarak hazırlandı ve ekim işlemine kadar 50 °C' lik su banyosunda bekletildi. Hazırlanan dilusyonlardan dökme plak yöntemi ile ekimler yapıldı ve petri kutuları 37±1 °C de 24 saat inkübe edildi. Oluşan tipik koloniler sayıldı (ICMSF, 1982).

3.2.5.2.3. *Escherichia coli* izolasyonu

Etkenin izolasyonu için hazırlanmış dilusyonlardan 1'er ml alınarak, daha önce hazırlanmış ve 50 °C' lik su banyosunda bekletilen Tryptone Bile X-Glucuronide Medium (TBX) besiyeri kullanılarak dökme plak yöntemi ile ekim gerçekleştirildi. 30 °C' de 4 saat, daha sonra 44 °C' de 18 saat inkübasyona bırakıldı ve belirgin tipik kolonilerin sayımı gerçekleştirildi (FAO, 1992).

3.2.5.2.4. Koagülaz pozitif *Staphylococcus aureus*' un saptanması

Egg Yolk Tellurite katkılı Baird Parker Agar kullanılarak dökme plak yöntemiyle ekim yapıldı. 36±1 °C' de 30 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrası siyah renkli kolonilerin sayım işlemi gerçekleştirildi.

İnkübasyon sonrası plaklarda üreyen etrafında şeffaf zon bulunan siyah renkli tipik görüntüye sahip koloniler ile atipik kolonilerden 5 tanesi seçilerek koagülaz testi

uygulandı. Tipik ve atipik koloniler 5 ml Brain Heart Infusion Broth içeren tüplere inokülasyonu gerçekleştirildi. 24 saat 37 °C’ de inkübasyona bırakıldı.

Aseptik şartlarda 0,5 ml tavşan plazması konulan steril tüplere, inoküle edilmiş Brain heart Infusion Broth’tan öze yardımı ile ekim yapıldı. 37 °C’ de 24 saate kadar bekletildi. 3-6 saatler arasında koagulasyon oluşumu incelendi. Koagulasyon oluşturmayanlar 24 saate kadar gözlemlendi. Test sonucu pozitif olan kolonilerin sayısı şüpheli kolonilerin sayısıyla çarpılıp, 5'e bölünerek koagulaz pozitif *Staphylococcus aureus'* un sayısı belirlendi (ICMSF, 1982).

3.2.5.2.5. Maya ve küf sayımı

Analiz için Potato Dextrose Agar besi yeri hazırlandı ve ekim sırasına kadar 50 °C’ lik su banyosunda bekletildi. Hazırlanan dilasyonlardan dökme plak yöntemiyle ekimler yapıldı ve petri kutuları 22±1 °C’ de 5 gün inkübe edilerek tipik kolonilerden sayım yapıldı (ICMSF, 1982).

3.2.5.2.6. *E. coli* O157:H7 sayısının belirlenmesi

E. coli O157:H7’nin izolasyon ve identifikasyonu ISO 16654:2001 tarafından önerilen yönteme göre yapıldı. Köfte numuneleri steril stomacher poşetlerinde 25 g tartılıp üzerine 225 ml Novobiocin ilaveli mTSB-Broth ilave edilerek 3 dakika süreyle stomacher ile homojenize edildi. 37 °C’ de 16-20 saat inkübe edildikten sonra bu homojenattan 1 ml alınarak, Cefixime Tellurite Selective katkılı Sorbitol Macconkey (CT-SMAC) agara, dökme plak yöntemiyle ekim yapılarak 42 °C’ de 48 saat inkübe edildi. İnkübasyon sonunda sorbitol negatif (kül-grimsi koloniler) olan kolonilerden Fluorocult VRB (VRB-MUG) agar besiyerine ekim yapılarak 42 °C’de 48 saat inkübasyona tabi tutuldu (ISO 2011, Halkman 2005).

Gelişen kolonilere biyokimyasal testler (β -glukuronidaz Testi, İndol, Metil Red, Voges-Proskauer, Citrat, Lizin Dekarboksilaz, Triple Sugar Iron Testi) uygulandı ve *E. coli* O157:H7 Rapid latex agglutination testi uygulanarak identifikasyon işlemi gerçekleştirildi.

3.2.5.2.6.1. Biyokimyasal analizler

I. β -glukuronidaz Testi

CT-SMAC agarda sorbitol negatif (kül-grimsi koloniler) olan koloniler, Fluorocult VRB (VRB-MUG) ağara çizme plak yöntemi ile ekim yapılarak, 42 °C’de 48 saat inkübasyona tabi tutuldu. İnkübasyon sonunda 366 nm dalga boyundaki UV el lambası ile floresan kontrolü yapıldı. Floresan renk verenler β -glukuronidaz pozitif olarak değerlendirilirken, vermeyenler negatif olarak değerlendirmeye alındı (Halkman 2005).

II. İndol Testi

Tüpte hazırlanan 5 ml Tryptone Water sıvı besiyerine şüpheli taze kültürlerden inokülasyon gerçekleştirilerek 37 °C’ de 24 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sırasında besiyerinde bulunan triptofanı parçalayan bakteriler pirüvik asit amonyak ve indol açığa çıkartır. Kovacs’ indol ayırıcı damlattığımızda açığa çıkan bu indol 4-dimethyl-aminobenzaldehyde ile reaksiyona girerek vişneçürüğü renk oluşturur.

İnkübasyon sonucu 0,5 ml Kovacs’ indol ayırıcı eklendiğinde tüplerin üst kısımlarında kırmızı halka oluşumu pozitif (+), sarı- kahverengi halka ise negatif (-) olarak değerlendirildi (Halkman 2005).

III. Metil red (MR) testi

Tüplerde hazırlanan 5 ml MR/VP medium besiyerine şüpheli taze kültürlerden inokülasyon gerçekleştirilerek 37 °C’ de 48-72 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonunda metil red indikatörü damlatılarak kırmızı renk oluşumu pozitif (+), sarı-turuncu renk oluşumu negatif (-) olarak değerlendirildi (Halkman 2005).

IV. Voges Proskauer (VP) Testi

Metil Red testi için hazırlanan 48 saatlik MR/VP içeren kültürden 1 ml alınarak üzerine 1 ml %40' lık potasyum hidroksit (KOH) çözeltisi ve 3 ml %5' lik α -naftol çözeltisi ilave edildi. Oluşan pembe renk pozitif (+), sarı renk ise negatif (-) olarak değerlendirildi (Halkman 2005).

V. Sitrat Testi

Yatık olarak hazırlanan Simmons Citrate Agara, şüpheli koloninin taze kültüründen iğne uçlu öze ile alınarak daldırma ve çizme yöntemleri ile inokülasyon gerçekleştirildi. 37 °C' de 24-48 saat inkübasyon sonucu mavi renk oluşumu pozitif (+), renk değişimi olmayanlar ise negatif (-) olarak değerlendirildi (Halkman 2005).

VI. Triple Sugar Iron Agar Testi

Yatık agar olarak hazırlanan Triple Sugar Iron Agar'a iğne uçlu öze ile şüpheli koloniden daldırma ve çizme yöntemi ile gerçekleştirilen inokülasyon sonrası besiyerleri 35 °C' de 24-48 saat inkübasyona bırakıldı. Süre sonunda tüplerin alt kısımlarında sarı renk glikoz kullanımını, yüzeyde kırmızı renk oluşumu laktoz ve sakkaroz kullanımını ifade ederken, tüpün dip kısmında oluşan siyah renk ise H₂S (hidrojen sülfür) oluşumunu göstermektedir. Besiyerinin yukarı doğru itilmesi ya da besiyerinde oluşan boşluklar gaz oluşumunu göstermektedir (Halkman 2005).

VII. Lisin Dekarboksilaz Testi

İğne uçlu öze ile şüpheli kolonilerden alınan taze kültür yatık olarak hazırlanmış Lisin Iron Agar' a daldırma ve çizme yöntemi ile inoküle edildi. 37 °C'de 24-48 saat inkübasyon sonunda tüpün alt kısmında viyole rengin oluşumu lizin dekarboksilaz pozitif (+), sarı renk oluşumu negatif (-) olarak değerlendirilirken siyah renk oluşumu H₂S (hidrojen sülfür) pozitif (+) olarak değerlendirildi (Halkman 2005).

3.2.5.3. Kimyasal analizler

3.2.5.3.1. pH analizi

Et ve Köfte örneklerinin pH değeri TS 3136'ya göre tayin edildi (TS 3136, 1978). pH metre ile yapılan ölçümlerin monitörde gözlemlenen sonuçları not edildi.

3.2.5.3.2. Tuz tayini

Köfte örneklerinin tuz miktarı TS 1747' ye göre tespit edildi (TS 1747, 1974). Buna göre uygulanan mohr deneyi ortamda bulunan klorür (Cl⁻) iyonlarının gümüş nitratla (AgNO₃) bir araya gelerek gümüş klorür halinde çökmesi ve indikatör olarak eklenen potasyum kromat (K₂CrO₄)' la reaksiyona girmeyen gümüş nitrat (AgNO₃) birleşerek kırmızı kahve reninin gümüş kromat (Ag₂CrO₄)' a dönüşmesi prensibine dayanmaktadır.

Köfte örneklerinden yaklaşık 5' er gram alınarak 250 ml' lik balon jodelere konuldu. Bir miktar distile su eklenerek tuzun suya geçmesi için su banyosunda bekletildi. Soğuması için su banyosundan çıkarılmasını takiben üst çizgiye kadar distile su eklendi. 25 ml süzüntü bir erlenmayere alınarak üzerlerine birkaç damla % 10' luk potasyum kromat damlatıldı. 0.1 N AgNO₃ ile titre edilerek belirlendi. Harcanan AgNO₃ kenara not edilerek aşağıdaki formülle tuz içeriği belirlenmiş oldu.

$$\%Tuz (g /100ml örnek) = \frac{V \times N \times F \times 0,0585}{ÖRNEK} \times 100$$

$$V = (V2 - V1)$$

$$V1 = \text{Şahit denemede harcanan AgNO}_3 \text{ miktarı (ml)}$$

$$V2 = \text{Esas denemede harcanan AgNO}_3 \text{ miktarı (ml)}$$

$$N = \text{AgNO}_3 \text{ çözeltisinin normalitesi (0.1N)}$$

$$F = \text{AgNO}_3 \text{ çözeltisinin faktörü}$$

$$0,0585 = \text{NaCl' ün mili ekivalen ağırlığı (g)}$$

$$\text{Örnek} = \text{Örnek miktarı (g)}$$

3.2.5.3.3. Kurumadde tayini

Köfte örneklerinin kurumadde oranı TS 1743'e göre tespit edildi (TS 1743, 1974). Desikatör kâseleri, 105 °C' lik etüvde kurutulduktan sonra desikatörde bekletilip tartıldı. Kâselere yaklaşık 5' er gr köfte numuneleri eklenip etüvde 105 °C' de yaklaşık 4 saat bekletilip rutubeti giderildikten sonra desikatöre alınarak soğuması beklendi. İşlem sonunda yapılan tartım sonuçları not edildi ve aşağıdaki formül uygulanarak % rutubet oranı belirlendi.

$$\text{Nem} = \frac{(m_3 - m_1)}{(m_2 - m_1)} \times 100$$

m1: Kurutulmuş boş Desikatör kaseleri ve kapağın ağırlığı (g)

m2: İçerisinde köfte örneği bulunan Desikatör kaseleri ve kapağının kurutma işlemi öncesi ağırlığı (g)

m3: İçerisinde köfte örneği, Desikatör kaseleri ve kapağının kurutma işlemi sonrası ağırlığı (g)

3.2.5.3.4. Su aktivitesi (a_w) tayini

Köfte örneklerinin su aktivitesi değeri AOAC'nin belirttiği yönteme göre tespit edilecektir. Her gruptan alınan yaklaşık 15 gr köfte numunesi Testo 645 (Almanya) su aktivitesi cihazının örnek kabine yerleştirilerek monitörden okunan değerler kaydedilmiştir.

3.2.5.4. Duyusal analizler

A, C, D grupları pişirme işlemi sonrası alanında uzman 10 paneliste tattırıldı. Panelistlere tadım öncesi eğitim verilerek renk, tekstür, koku, tat ve genel kullanılabilirlik alanlarında hedonik tip skala kullanarak 0-9 arası puan vermeleri istendi (Nadajarah ve ark., 2005).

3.2.5.5. İstatistiksel Analizler

Deneyssel olarak hazırlanan 6 grup köftenin muhafazanın 0, 1, 3, 5, 7, 10 ve 12. günlerinde yapılan analizlerden elde edilen mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuusal veriler istatistiksel olarak değerlendirmeye alındı. SPSS for Windows paket programı yardımı ile grup içi ve gruplar arası değerlendirmede One-Way ANOVA Tukey testi kullanıldı (SPSS, 2010).



4. BULGULAR

Deneyisel köfte örneklerine katılan lavanta yağının esansiyel bileşenlerine dair analiz sonuçları Tablo 4.1.' de verilmiştir.

Tablo 4.1. Lavanta yağının esansiyel bileşenleri ve miktarları (%)

Alıkonma zamanları	% oran	Bileşen
6,072	0,169	ALPHA-PINENE
7,047	0,031	CAMPHENE
8,350	0,017	BETA-PINENE
8,446	0,035	SABINENE
9,791	0,871	BETA-MYRCENE
10,895	0,212	BUTANOIC ACID, BUTYL ESTER
12,050	3,974	3-OCTANONE
12,874	2,939	BETA-OCIMENE
13,497	2,545	OCIMENE
14,582	0,060	I-HEXANOL
17,347	0,234	3-OCTANOL, ACETATE
18,049	0,464	3-OCTANOL
18,519	0,618	OCTEN-1-OL, ACETATE
19,602	0,435	NEO-ALLO-OCIMENE
22,142	1,076	BUTANOIC ACID, HEXYL ESTER
24,691	0,338	ALCANFOR/CAMPHOR
26,469	37,023	LINALOOL
28,757	28,651	LINALYL ACETATE
29,864	3,191	4-TERPINEOL
31,186	3,303	LAVANDULYL ACETATE
32,494	1,353	4-HEXEN-1-OL, 5-4METHYL-2-(1-METHYLETHENYL)
33,821	0,530	BORNEOL
34,203	1,410	ALPHA-TERPINEOL
35,640	3,519	TRANS-CARYOPHYLLENE
37,416	0,310	NERYL ACETATE
38,463	5,090	BETA-FARNESENE
41,026	0,653	GERANIOL
51,851	0,117	CUMIC ALCOHOL
79,284	0,722	OXTRANE, TRIDECYL

4.1. Muhafaza süresince meydana gelen değişimler

Muhafaza süresince deneysel köfte örneklerinin mikrobiyolojik niteliklerinde meydana gelen değişimlere ait veriler Tablo 4.2.-4.9. ile Şekil 4.1.-4.8. kimyasal niteliklerinde meydana gelen değişimlere ait veriler Tablo 4.10.-4.13. ile Şekil 4.9.-4.11. duyuşal niteliklerinde meydana gelen değişimlere ait veriler Tablo 4.14.-4.18. ile Şekil 4.12.-4.16.' de verilmiştir.

4.1.1. Mikrobiyolojik değişimler

4.1.1.1. Toplam mezofilik aerob bakteriler

Mezofilik aerob bakteri sayımını belirlemek için, deneysel olarak hazırlanmış köfte numunelerinin PCA' ya yapılan ekimlerinden elde edilen verilerin hepsinin ilk gün sonuçları birbirine yakın değerler vermiştir. Buna göre kontrol grubu olan A numunesinin 7,80 log₁₀, kob/gr kadar olan mikroorganizma sayısı, 1. gün analizinde yükselmekte (8,08 log₁₀, kob/gr) ve 3. gün analizinde düşüş göstermektedir (7,98 log₁₀, kob/gr). Beşinci ve yedinci gün analizlerinde 7,83 ve 7,74 log₁₀, kob/gr seviyesine kadar bakteri sayısı azalmakta ve son iki analiz gününde 8,14 ve 8,51 log₁₀, kob/gr seviyelerine yükseldiği görülmüştür.

E. coli O157:H7 suşunu ihtiva eden B grubunda da mezofilik aerob bakteri sayısının, A grubundakine benzer bir azalma ve artma tablosu olduğu belirlenmiştir. Buna göre ilk gün analizindeki elde edilen değerlerin (7,80 log₁₀, kob/gr) ikinci gün 8,23 log₁₀, kob/gr değerine yükseldiği ve 3. gün analizlerinde tekrar düştüğü (7,67 log₁₀, kob/gr) gözlemlenmiştir. Mikroorganizmaların beşinci gün analizlerindeki 7,61 log₁₀, kob/gr değerine azalmasını son iki analizde 7,69; 8,14 log₁₀, kob/gr düzeyine yükselmesi takip etmiştir.

Lavanta esansiyel yağı içeren C ve D de gruplarında benzer tablolar gözlemlenmiştir. C grubunun ilk gün analizindeki bakteri sayısı (7,93 log₁₀, kob/gr) 1., 3., ve 5. günlerde 7,51; 7,33; 6,62 log₁₀, kob/gr azalarak, 7. gün 6,67 log₁₀, kob/gr sabit kalmış (p>0,05) ve son iki gün 7,90; 7,88 log₁₀, kob/gr düzeylerine tekrar

yükselmiştir ($p<0,05$). Analiz günleri arasında bakteri yoğunluğu en yüksek olan günün, ilk analiz günü olduğu tespit edilmiştir.

D grubu analiz sonuçlarına göre mezofilik aerob sayısı, ilk analiz gününde 7,55 \log_{10} , kob/gr olarak tespit edilmiş ve ardından 10. analiz gününe kadar bir düşüş gözlenmiştir (7,31; 7,02; 6,62; 6,58 \log_{10} , kob/gr). Son iki analiz günü mikroorganizma sayısı 7,41 ve 7,61 \log_{10} , kob/gr değerlerine yükselmiştir. Bu grubun en yüksek mezofilik aerob bakteri sayısı 7,61 \log_{10} , kob/gr olarak son gün analizinde tespit edilmiştir.

MIC miktarı kadar lavanta esansiyel yağının yanı sıra, *E. coli* O157:H7 ihtiva eden E grubu köftelerinde yapılan bakteri sayımında, ilk analiz gününde 7,91 \log_{10} , kob/gr olarak bulunan miktar, ikinci analiz gününde artış göstererek 8,127 \log_{10} , kob/gr miktarına ulaşmıştır. Son iki analiz gününe kadar mikroorganizma sayılarında devamlı suretle istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görülmüştür (7,96; 7,62; 7,48 \log_{10} , kob/gr). Son iki analiz gününde mezofilik aerob bakteri sayısı anlamlı bir artış göstermiştir (7,87; 8,08 \log_{10} , kob/gr). En yüksek bakteri yoğunluğu 3. gün analizlerinde tespit edilmiştir.

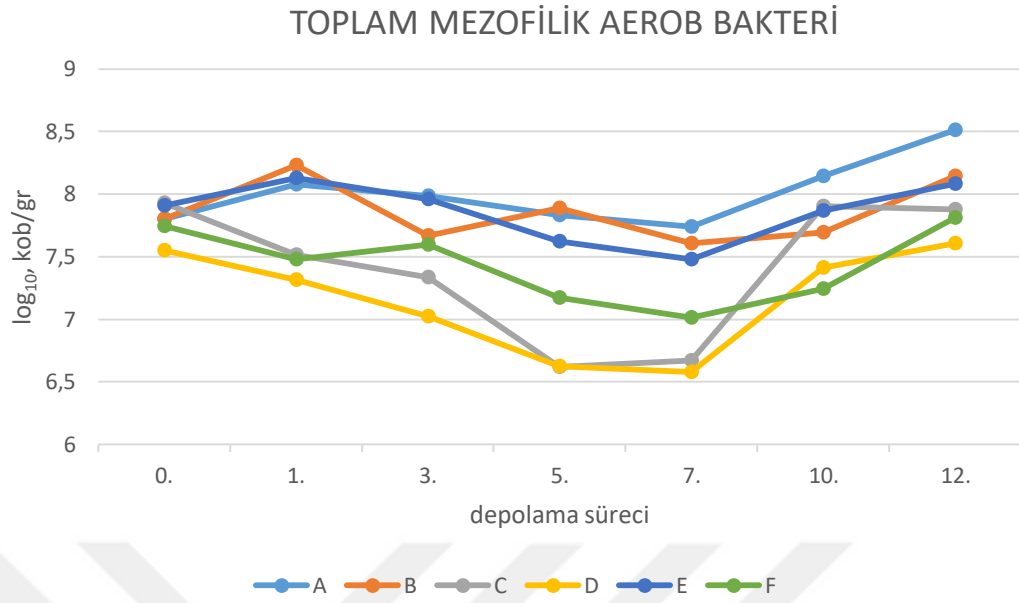
F grubunun ilk analiz gününde 7,74 \log_{10} , kob/gr olan etken sayısı rakamsal olarak 1. gün analizinde azalmış (7,48 \log_{10} , kob/gr) ve 3. gün analizinde yine rakamsal olarak artsa da (7,60 \log_{10} , kob/gr) bu durum istatistiksel olarak anlam ifade etmemiştir. 5. ve 7. gün analizlerindeki azalma ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (7,17; 7,01 \log_{10} , kob/gr). Son iki analiz gününde etken sayısının tekrar yükseldiği tespit edilmiştir (7,24; 7,81 \log_{10} , kob/gr). En yüksek bakteri yoğunluğunun son analiz gününde olduğu görülmüştür.

Gruplar arasında ilk gün analizlerine göre son analiz gününde bu grup mikroorganizma sayılarında anlamlı bir azalma gözlemlenmemiştir ($p>0,05$). Tüm köfte gruplarında mezofilik aerob bakteri sayılarının 7. gün analiz sonuçlarına göre 10. günde arttığı tespit edilmiştir ($p<0,05$). *E. coli* O157:H7 ihtiva etmeyen grupların 3. gün analizlerinde lavanta esansiyel yağı içeren C ve D gruplarının, A grubuna göre

Tablo 4.2. Muhafaza süresince toplam mezofilik aerob bakterî sayısında meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log10, kob/gr)

GRUP	Günler (X±SD)											
	0.	1.	3.	5.	7.	10.	12.					
A	7,80±0,55 ^{Bb}	8,08±0,57 ^{ABCb}	7,98±0,02 ^{Aab}	7,83±0,02 ^{Ab}	7,74±0,06 ^{Ab}	8,14±0,02 ^{Aab}	8,51±0,02 ^{Aa}					
B	7,80±0,05 ^{ABab}	8,23±0,02 ^{Aa}	7,67±0,14 ^{Bb}	7,89±0,05 ^{Aab}	7,61±0,04 ^{Ab}	7,69±0,07 ^{Aab}	8,14±0,61 ^{Aab}					
C	7,93±0,06 ^{ABa}	7,51±0,06 ^{BCbc}	7,33±0,02 ^{Cc}	6,62±0,04 ^{Dd}	6,67±0,07 ^{Dd}	7,90±0,03 ^{Bab}	7,88±0,57 ^{Aabc}					
D	7,55±0,07 ^{ABa}	7,31±0,02 ^{Cb}	7,02±0,04 ^{De}	6,62±0,13 ^{Dd}	6,58±0,05 ^{Dd}	7,41±0,02 ^{Cb}	7,61±0,04 ^{Aa}					
E	7,91±0,05 ^{Aabc}	8,13±0,04 ^{ABa}	7,96±0,02 ^{Aab}	7,62±0,08 ^{Bbc}	7,48±0,05 ^{Bc}	7,87±0,06 ^{Babc}	8,08±0,63 ^{Aa}					
F	7,74±0,06 ^{ABa}	7,48±0,15 ^{BCb}	7,60±0,09 ^{Bb}	7,17±0,01 ^{Cc}	7,01±0,03 ^{Cd}	7,24±0,03 ^{Dc}	7,81±0,08 ^{Aa}					

a,b,c,d,e Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir (p<0,05)
A,B,C,D,E Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.1. Muhafaza süresince toplam mezofilik aerob bakteri sayısında meydana gelen değişimler

mikroorganizma sayılarının azaldığı belirlenmiştir ($p < 0,05$). *E. coli* O157:H7 içeren gruplarda ise 1. gün analizinde F grubunun, B grubuna göre bakteri sayısının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azaldığı görülürken, 5., 7., ve 12. gün analizlerinde lavanta esansiyel yağı içeren E ve F gruplarının her ikisinde de anlamlı bir azalma olduğu tespit edilmiştir.

4.1.1.2. Koliform grubu bakteriler

VRB agara yapılan ekimlerle belirlenen koliform grubu bakteri sayısının, tüm gruplarda analizin ilk günü ile son günü arasında anlamlı bir şekilde azalma gösterdiği görülmüştür ($p < 0,05$).

İlk gün yapılan analizlerde kontrol grubu olan A' nın değerlendirmelerinde $6,10 \log_{10}$, kob/gr olarak belirlenen koliform grubu bakteri sayısı 1. gün analizlerinde $7,17 \log_{10}$, kob/gr çıkmış ve bundan sonraki günlerde rakamsal değerlerin yanı sıra istatistiksel olarak da anlamlı görülen bir düşüş gerçekleşmiştir ($p < 0,05$). *E. coli* O157:H7 içeren B grubunun ilk analiz gününde mikroorganizma sayısı $7,16 \log_{10}$, kob/gr iken 1. gün analizinde $8,12 \log_{10}$, kob/gr olarak tespit edilmiştir. Bu yükselişi

takiben 3. gün yapılan analizde 7,19 log₁₀, kob/gr olan bakteri sayısı, 5. gün analizinde 6,79 log₁₀, kob/gr seviyesine inerken, 7. gün analizinde istatistiksel olarak anlamlı bir yükseliş göstererek 7,12 log₁₀, kob/gr seviyelerine çıkmıştır (p<0,05). Bunu izleyen analiz günlerinde ise hem rakamsal hem de istatistiksel olarak anlamlı bulunan bakteri sayısındaki azalma sonucu değerler sırası ile 6,70 ve 7,00 log₁₀, kob/gr değerlerinde belirlenmiştir.

Lavanta esansiyel yağından MIC değeri kadar içeren C grubu örneklerinde, ilk gün 6,95 log₁₀, kob/gr düzeyinde belirlenen koliform grubu bakteri sayısının, 2. analiz gününde 6,80 log₁₀, kob/gr 3. analiz gününde ise 5,89 log₁₀, kob/gr seviyelerine indiği görülmüştür. Bu düşüşten sonra mikroorganizma sayısında tekrar bir artış gözlemlenmiş ve 5. analiz gününde 6,31 log₁₀, kob/gr düzeyinde sayım yapılmıştır. Takip eden analiz günlerinde istatistiksel olarak da anlamlı bulunan bir azalma gerçekleşerek sırasıyla 5,21; 5,01 ve 4,75 log₁₀, kob/gr düzeyinde etken tespiti yapılmıştır (p<0,05).

C grubunun iki katı düzeyinde (2MIC) lavanta esansiyel yağı içeren D grubundaki etken sayısı, ilk analiz gününde 6,65 log₁₀, kob/gr olarak tespit edildikten sonra, ikinci ve üçüncü analiz günlerinde azalarak 6,34 ve 5,58 log₁₀, kob/gr 5. gün analizinde artarak 5,66 log₁₀, kob/gr düzeyine yükselmiştir. Diğer analiz günlerinde istatistiksel olarak 5. güne göre anlamlı bir azalma gözlemlenirken (4,63; 4,55 ve 4,72 log₁₀, kob/gr) son analiz günündeki düşüş istatistiksel olarak da anlamlı olduğu görülmüştür.

E. coli O157:H7 ve lavanta esansiyel yağı ihtiva eden E grubunda 0. gün 7,65 log₁₀, kob/gr koliform grubu bakteri bulunurken, bu rakam ikinci analiz gününde azalarak 7,12 log₁₀, kob/gr düzeyinde tespit edilmiştir. Üçüncü analiz gününde bakteri sayısında anlamlı bir artış göstererek 7,22 log₁₀, kob/gr seviyesine çıkmıştır (p<0,05). Sonraki analiz günlerinde etken sayısında istatistiksel olarak da anlamlı bir düşüş ortaya çıkmış ve sırasıyla 6,45; 6,26; 6,14 ve 5,92 log₁₀, kob/gr düzeyinde etken tespiti yapılmıştır (p<0,05).

E grubunun iki katı oranında lavanta esansiyel yağı içeren F grubu örneklerinde, ilk gün analizinde 6,96 log₁₀, kob/gr kadar olan mikroorganizma varlığının sonraki analiz günlerinde azalarak sırasıyla 6,83; 6,30; 6,14; 6,13; 5,99 ve 5,81 log₁₀, kob/gr seviyelerine düşmüştür. Bu azalma 7. günün 5. gün analizlerine olan farkı hariç diğer günlerde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05).

Gruplar arası değerlendirmede genel olarak C ve D gruplarının kontrol grubu olan A' ya göre içerdiği bakteri sayısında anlamlı bir şekilde düşüş gösterdiği Tablo 4.3.' de görülmektedir. Beşinci gün yapılan analizlerde MIC değeri kadar lavanta esansiyel yağı içeren C grubunun, A grubuna göre rakamsal olarak daha fazla mikroorganizma içermesine karşı bu sonuç istatistiksel olarak bir anlam ifade etmemiştir (p>0,05). Numunelerin hazırlandığı 0. gün analizleri sonucunda ise C ve D gruplarının bakteri sayısının A grubuna göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (p<0,05).

E. coli O157:H7 suşunun bulunduğu B grubunun E ve F grupları ile karşılaştırılması yapıldığında lavanta esansiyel yağını içeren grupların barındırdığı mikroorganizma sayısının B grubuna göre daha az olduğu saptanmıştır (p<0,05).

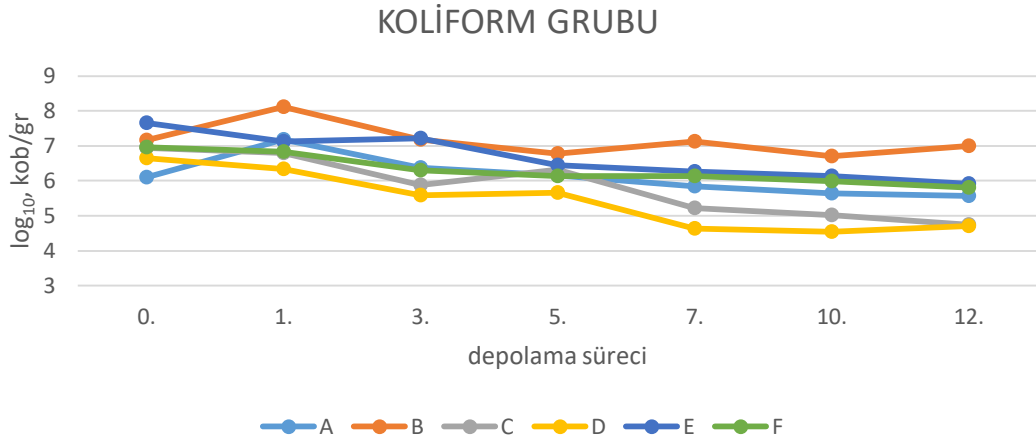
MIC değerinin iki katı oranında lavanta esansiyel yağı içeren D ve F gruplarının ilk ve son analiz günleri haricinde, koliform grubu bakteri sayısının yalnız MIC değeri kadar esansiyel yağ içeren C ve E gruplarına göre daha az olduğu görülmüştür (p<0,05).

Son gün yapılan analizlerde C ve D gruplarındaki esansiyel yağ içeriğinden kaynaklı bakteri sayısında rakamsal olarak farklılık olmasına karşı istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir (p>0,05). Bu durum yine 12. gün analizlerinde E ve F grupları arasında da gözlemlenmiştir.

Tablo 4.3. Muhafaza süresince koliform grubu bakteri sayısı meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log₁₀, kob/gr)

GRUP	Günler											
	0.	1.	3.	5.	7.	10.	12.					
A	6,10±0,03 ^{Ec}	7,17±0,04 ^{Ba}	6,37±0,05 ^{Bb}	6,15±0,01 ^{Dc}	5,84±0,02 ^{Dd}	5,63±0,02 ^{De}	5,57±0,02 ^{Ce}					
B	7,16±0,01 ^{Bb}	8,12±0,01 ^{Aa}	7,19±0,03 ^{Ab}	6,79±0,10 ^{Ad}	7,12±0,01 ^{Ab}	6,70±0,08 ^{Ad}	7,00±0,01 ^{Ac}					
C	6,95±0,03 ^{Ca}	6,80±0,09 ^{Cb}	5,89±0,03 ^{Cd}	6,31±0,10 ^{CDc}	5,21±0,03 ^{Ee}	5,01±0,02 ^{Ef}	4,75±0,06 ^{Dg}					
D	6,65±0,11 ^{Da}	6,34±0,01 ^{Db}	5,58±0,13 ^{Dc}	5,66±0,06 ^{Ec}	4,63±0,05 ^{Fde}	4,55±0,05 ^{Fe}	4,72±0,09 ^{Dd}					
E	7,65±0,06 ^{Aa}	7,12±0,04 ^{Bc}	7,22±0,03 ^{Ab}	6,45±0,01 ^{Bd}	6,26±0,01 ^{Be}	6,14±0,02 ^{Bf}	5,92±0,05 ^{Bg}					
F	6,96±0,48 ^{Ca}	6,83±0,56 ^{Cb}	6,30±0,63 ^{Bc}	6,14±0,36 ^{Dd}	6,13±0,81 ^{Cd}	5,99±0,74 ^{Ce}	5,81±0,80 ^{Bf}					

a,b,c,d,e Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir (p<0,05)
A,B,C,D,E Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.2. Muhafaza süresince koliform grubu bakteri sayısında meydana gelen değişimler

4.1.1.3. *E. coli* izolasyonu

Hazırlanan köfte örneklerinin içerdiği *E. coli* sayısının belirlenmesi için gerçekleştirilen analizler sonucunda, tüm grupların en fazla bakteri yükünün 1. gün analizlerinde ortaya çıktığı görülmüştür (Tablo 4.4).

Yalnızca *E. coli* O157:H7 içeren B grubunun ilk analiz gününde 7,26 log₁₀, kob/gr düzeyinde bulunan *E. coli* miktarı, 1. gün analizinde bir artış göstererek 7,46 log₁₀, kob/gr düzeyine çıkmıştır (p>0,05). Bu analiz gününü takiben sonraki analiz günlerinde bakteri sayısında düşüş gözlemlenmiş, etken miktarı sırasıyla 7,15; 6,68 ve 6,70 log₁₀, kob/gr düzeyinde bulunmuştur (p>0,05). Onuncu analiz gününde mikroorganizma sayısı artarak 6,76 log₁₀, kob/gr düzeyine çıkmış ve son analiz gününde tekrar azalarak 6,66 log₁₀, kob/gr düzeyine inmiştir (p>0,05).

MIC miktarı kadar lavanta esansiyel yağının yanı sıra, *E. coli* O157:H7 ihtiva eden E grubu köftelerinin ilk analiz gününde 6,05 log₁₀, kob/gr olarak bulunan etken miktarı, ikinci analiz gününde artarak 6,32 log₁₀, kob/gr düzeyine ulaşmıştır (p<0,05). Sonraki analiz gününde 5,69 log₁₀, kob/gr miktarına düştüğü görülmüştür (p<0,05). Beşinci gün analizinde mikroorganizma sayısı 6,15 log₁₀, kob/gr düzeyinde belirlenen bakteri sayısı bir sonraki analiz gününde düşüş göstermiş (6,13 log₁₀, kob/gr) fakat bu durum istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0,05). Onuncu gün analizinde

5,84 log₁₀, kob/gr düzeyindeki *E. coli* miktarının, son analiz gününde 5,78 log₁₀, kob/gr değerine düştüğü tespit edilmiştir (p>0,05).

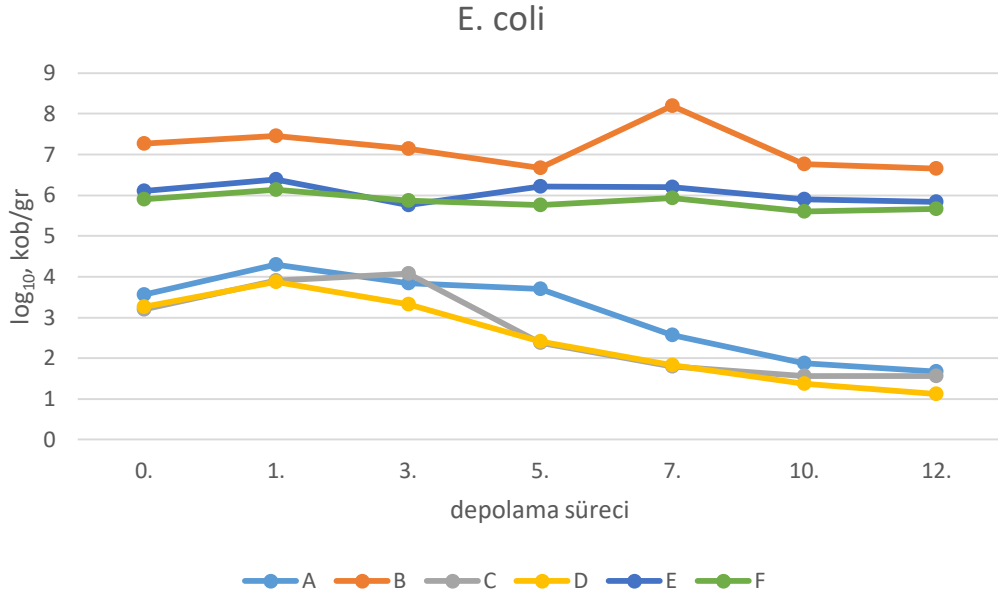
Tablo 4.4. Muhafaza süresince *E. coli* sayısında meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log₁₀, kob/gr)

Günler	Gruplar		
	B	E	F
0.	7,26±0,02 ^{Aa}	6,05±0,04 ^{Bb}	5,91±0,07 ^{Bb}
1.	7,46±0,01 ^{Aa}	6,32±0,01 ^{Ba}	6,13±0,59 ^{Ca}
3.	7,15±0,01 ^{Aa}	5,69±0,07 ^{Bd}	5,87±0,65 ^{Bbc}
5.	6,68±0,06 ^{Aa}	6,15±0,02 ^{Bb}	5,76±0,39 ^{Ccd}
7.	6,70±0,05 ^{Aa}	6,13±0,02 ^{ABb}	5,94±0,33 ^{Bb}
10.	6,76±0,03 ^{Aa}	5,84±0,07 ^{Bc}	5,60±0,51 ^{Be}
12.	6,66±0,04 ^{Aa}	5,78±0,04 ^{Bcd}	5,66±0,45 ^{Bde}

a,b,c,d,e Aynı sütunda farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir (p<0,05)
A,B,C,D,E Aynı satırda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir (p<0,05).

Lavanta esansiyel yağından 2MIC kadar içeren F grubu, ilk analiz gününde 5,91 log₁₀, kob/gr kadar *E. coli* içerirken, diğer gruplarda olduğu gibi ikinci analiz gününde 6,13 log₁₀, kob/gr seviyesine yükselmiştir (p<0,05). Üçüncü gün analizinde mikroorganizma sayısı 5,87 log₁₀, kob/gr düzeyine inmiş, sonraki analiz gününde bir azalış göstererek 5,76 log₁₀, kob/gr seviyesine çıkmıştır (p>0,05). Sonraki analiz günlerinde ise etken miktarı artara 5,94 log₁₀, kob/gr düzeyinde tespit edilmiştir (p<0,05) son iki analiz gününde sırasıyla 5,60 ve 5,66 log₁₀, kob/gr düzeylerine düştüğü gözlemlenmiştir (p<0,05).

Kontrollü olarak *E. coli* O157:H7 eklenen gruplar karşılaştırıldığında, lavanta esansiyel yağı içeren E ve F gruplarının, B grubuna göre, yine F grubu örneklerinde de E grubuna göre daha düşük miktarlarda *E. coli* ihtiva ettiği istatistiksel verilerle de tespit edilmiştir (p<0,05)



Şekil 4.3. Muhafaza süresince toplam mezofilik aerob bakteri sayısında meydana gelen değişimler

4.1.1.4. Koagülaz pozitif *Staphylococcus aureus* sayısı

Deneysel köfte gruplarında koagülaz pozitif *Staphylococcus aureus* sayısı belirlemek için Egg Yolk Tellurite ilaveli BP besiyerine yapılan ekimlerde bakteri sayımının yanı sıra, çevresinde tipik zon oluşturan siyah kolonilerden alınarak, koagülaz testleri uygulandı. Yapılan tüm testlerden negatif sonuçlar alındı. Besiyerinde sayımı yapılan koloniler *Staphylococcus aureus* olarak değerlendirildi (Tablo 4.5).

A grubu köftelerine yapılan analizlerde *Staphylococcus aureus* sayısı, ilk analiz gününde 4,20 log₁₀, kob/gr iken, birinci gün analizinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş göstererek 4,04 log₁₀, kob/gr düzeyine inmiştir. Üçüncü ve beşinci gün analizinde bakteri sayısı tekrar artarak sırasıyla 4,26 ve 5,19 log₁₀, kob/gr seviyelerine ulaşmıştır. Yedinci analiz gününde mikroorganizma sayısı bir miktar düşüş gösterip 5,08 log₁₀, kob/gr gr düzeyine inerken (p<0,05), son iki analiz gününde gösterdiği değişimin (5,06 ve 5,36 log₁₀, kob/gr) istatistiksel olarak anlam ifade etmediği (p>0,05).

E. coli O157:H7 inoküle edilen B grubunun ilk gün analizlerindeki *Staph. aureus* miktarı 4,01 log₁₀, kob/gr düzeyinden, birinci ve üçüncü gün analizlerinde 4,04 ve 4,04 log₁₀, kob/gr düzeylerine gerilemiş ancak bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0,05). Sonraki analiz günlerinde devamlı suretle mikroorganizma sayısı artarak sırasıyla 5,03; 5,06; 5,29 ve 5,53 log₁₀, kob/gr düzeyine ulaşmış, bu artışın istatistiksel olarak yalnızca 7. gün artışı hariç tüm analiz günlerinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir (p<0,05).

Yalnızca MIC değeri kadar esansiyel yağ içeren C grubu köftelerinin ilk gün analizlerinde, bakteri sayısı 4,10 log₁₀, kob/gr düzeyinde olduğu saptanmıştır. Birinci analiz gününde 3,98 log₁₀, kob/gr düzeyine inen etken sayısı, son analiz gününe kadar artış eğilimi göstererek sırasıyla 4,06; 4,59; 4,62 ve 5,12 log₁₀, kob/gr seviyesine ulaşmış, son analiz gününde ise 3,99 log₁₀, kob/gr düzeyine inmiştir (p<0,05).

2MIC düzeyinde lavanta esansiyel yağı ihtiva eden D grubunun ilk gün analizlerindeki *Staph. aureus* sayısı 4,10 log₁₀, kob/gr düzeyindeyken, birinci gün analizinde 3,86 log₁₀, kob/gr değerine düşmüştür (p<0,05). Üçüncü ve beşinci gün analizlerinde 3,99 ve 4,68 log₁₀, kob/gr olarak tespit edilen bakteri sayısı, 7. gün analizinde önemli miktarda azalarak 3,61 log₁₀, kob/gr olarak belirlenmiştir (p<0,05). Son iki analiz gününde tekrar yükselerek sırasıyla 3,73 ve 3,56 log₁₀, kob/gr düzeylerine ulaşmıştır. Tablo 4.5.' de görüldüğü gibi, muhafazanın 5. günü, etkenin en yüksek seviyede tespit edildiği zaman dilimi olmuştur (4,68 log₁₀, kob/gr).

E grubu köfte numunelerindeki etken sayısı ilk gün 4,16 log₁₀, kob/gr düzeyindeyken, 1. gün analizinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalış göstererek 3,91 log₁₀, kob/gr düzeyine inmiş ve son analiz gününe kadar tekrar artarak sırasıyla 4,15; 4,94; 5,10 ve 5,14 log₁₀, kob/gr düzeyine çıkmıştır (10. gün analizi hariç) (p<0,05). *Staphylococcus aureus* sayısı son analiz gününde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş göstererek 3,92 log₁₀, kob/gr düzeyinde tespit edilmiştir (p<0,05).

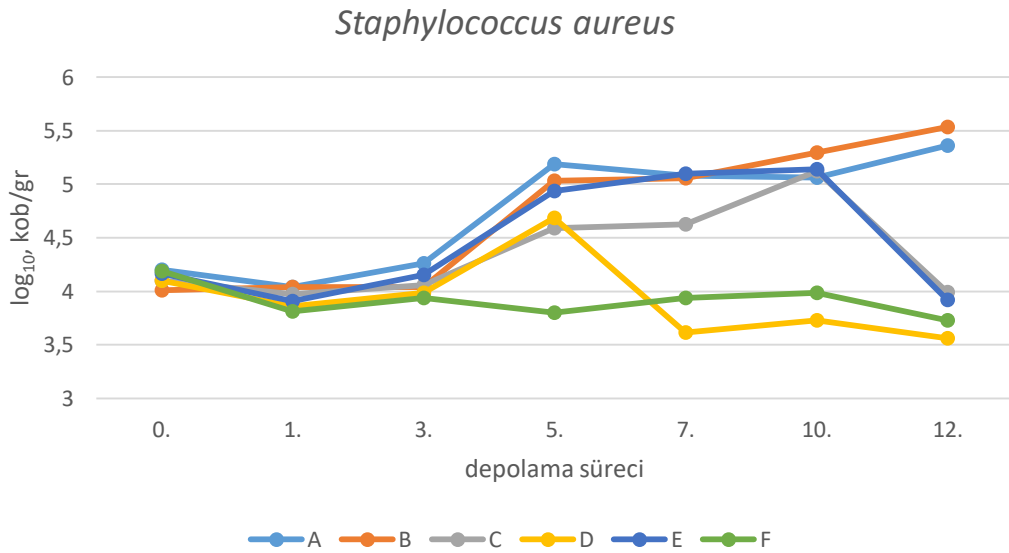
E. coli O157:H7 suşu ve 2 MIC değerinde lavanta esansiyel yağ içeren F grubunun, en yüksek *Staph. aureus* sayısının ilk gün analizinde 4,19 log₁₀, kob/gr olarak tespitinden sonra, istatistiksel olarak anlamlı bulunan bir düşüşle birinci gün

analizinde 3,81 log₁₀, kob/gr miktarında saptanmıştır. Sonraki iki gün mikroorganizma sayısı 3,94; 3,80 log₁₀, kob/gr düzeylerinde tespit edilmiş ve son 2 analiz gününde sırasıyla 3,94 ve 3,98 log₁₀, kob/gr seviyelerinde tespit edilerek beşinci analiz gününe göre anlamlı bir artış içinde olduğu gözlemlenmiştir (p<0,05). Son analiz gününde 3,73 log₁₀, kob/gr düzeyine istatistiksel olarak da anlamlı bir düşüş tespit edilmiştir (p<0,05).

Lavanta esansiyel yağı ihtiva etmeyen gruplarda (A ve B), en yüksek etken sayısı son gün analizinde saptanmıştır. Söz konusu esansiyel yağı bulunduran C, D, E ve F gruplarında ise en yüksek bakteri sayısı farklı günlerde gözlenmiştir (Şekil 4.3).

E. coli O157:H7 içeren B ve F grupları incelendiğinde ilk gün analizleri hariç F grubunun daha az *Staph. aureus* içerdiği tespit edilmiştir (p<0,05).

E. coli O157:H7 içermeyen gruplar kendi içinde değerlendirildiğinde, lavanta esansiyel yağı ihtiva eden C ve D gruplarının (C grubunun 10. gün analizleri hariç) A grubuna göre daha az etken ihtiva ettiği tespit edilmiştir (p<0,05).



Şekil 4.4. Muhafaza süresince *Staphylococcus aureus* sayısında meydana gelen değişimler

Tablo 4.5. Muhafaza süresince *Staphylococcus aureus* sayısında meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (\log_{10} , kob/gr)

Grup	Günler											
	0.	1.	3.	5.	7.	10.	12.					
A	4,20±0,03 ^{Ab}	4,04±0,01 ^{Ab}	4,26±0,01 ^{Ab}	5,19±0,001 ^{Aab}	5,08±0,001 ^{Aa}	5,06±0,01 ^{Ba}	5,36±0,01 ^{Aa}					
B	4,01±0,03 ^{Cd}	4,04±0,02 ^{ABd}	4,04±0,03 ^{Cd}	5,03±0,04 ^{Bc}	5,06±0,05 ^{Ac}	5,29±0,03 ^{Ab}	5,53±0,11 ^{Aa}					
C	4,10±0,05 ^{BCc}	3,98±0,04 ^{ABCd}	4,06±0,06 ^{Ccd}	4,59±0,08 ^{Cb}	4,62±0,09 ^{Bb}	5,12±0,01 ^{Ba}	3,99±0,02 ^{Bcd}					
D	4,10±0,04 ^{BCb}	3,86±0,07 ^{CDcd}	3,99±0,03 ^{CDbc}	4,68±0,15 ^{Ca}	3,61±0,07 ^{Def}	3,73±0,04 ^{Dde}	3,56±0,07 ^{Cf}					
E	4,16±0,02 ^{ABc}	3,91±0,01 ^{BCDd}	4,15±0,02 ^{Bc}	4,94±0,03 ^{Bb}	5,10±0,04 ^{Aa}	5,14±0,05 ^{Ba}	3,92±0,06 ^{Bd}					
F	4,19±0,03 ^{ABa}	3,81±0,09 ^{Dc}	3,94±0,03 ^{Db}	3,80±0,03 ^{Dc}	3,94±0,02 ^{Cb}	3,98±0,06 ^{Cb}	3,73±0,07 ^{Cc}					

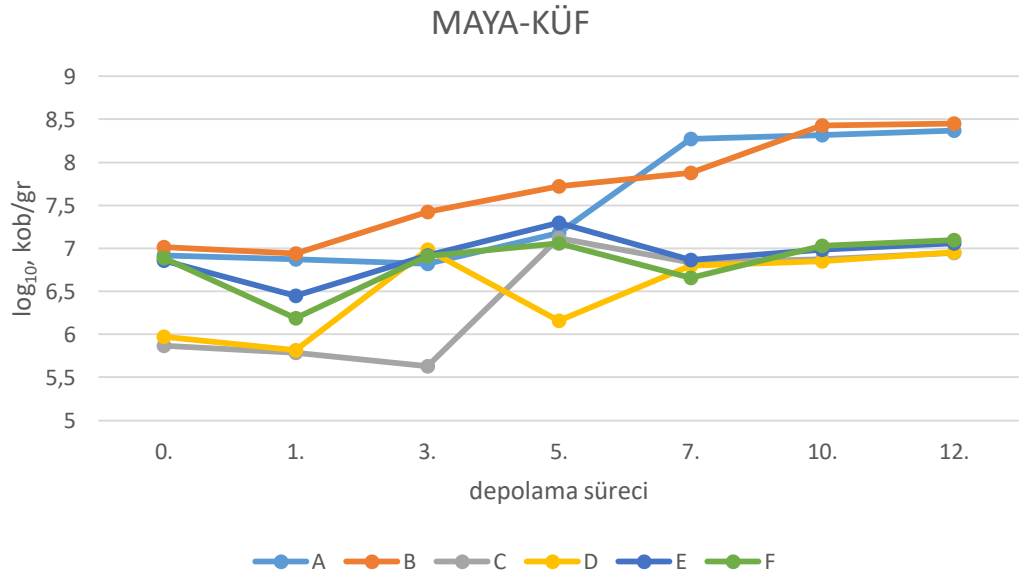
a,b,c,d,e Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir ($p<0,05$)
A,B,C,D,E Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir ($p<0,05$).

4.1.1.5.Maya küf sayısı

Maya ve küflerin sayımı için PDA besiyerine yapılan ekimler incelendiğinde analizlerin son gününde ilk günlerine göre anlamlı bir yükseliş olduğu görülmüştür.

A grubu köfteler, incelendiğinde 3. analiz gününe kadar maya ve küf sayımında düşüş gözlenirken (6,92; 6,87; 6,82 log₁₀, kob/gr), 5. gün analizinden sonra mikroorganizma sayıları sırasıyla 7,18; 8,27; 8,32; 8,37 log₁₀, kob/gr bir artış olduğu gözlemlenmiştir (p>0,05) (Tablo 4.6). B, C ve D grubu köfte örneklerinde de günler arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir.

Kontrollü olarak *E. coli* O157:H7 suşunu barındıran B grubunda ilk analiz gününde yapılan sayımın (7,01 log₁₀, kob/gr) 1. gün analizinde 6,94 log₁₀, kob/gr gerilediği belirlenmiştir. Sonraki analiz günlerinde ise sırasıyla 7,43; 7,72; 7,88; 8,43 ve 8,45 log₁₀, kob/gr mikroorganizma sayısının arttığı görülmüştür (p>0.05).



Şekil 4.5. Muhafaza süresince maya ve küf sayılarında meydana gelen değişimler

Söz konusu esansiyel yağdan MIC değeri kadar bulunan C grubunun maya ve küf sayımında ilk analiz gününde (5,87 log₁₀, kob/gr) bulunan değer 3. analiz gününe kadar düşüş göstermiştir (5,78; 5,63 log₁₀, kob/gr). 5. gün analizinden son analiz

Tablo 4.6. Muhafaza süresince maya ve küf sayılarında meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log₁₀, kob/gr)

Grup	Günler											
	0.	1.	3.	5.	7.	10.	12.					
A	6,92±0,34 ^{ABa}	6,87±0,01 ^{Aa}	6,82±0,03 ^{ABCa}	7,18±0,02 ^{BCa}	8,27±0,02 ^{Aa}	8,32±0,03 ^{Ba}	8,37±0,01 ^{Ba}					
B	7,01±0,03 ^{Aa}	6,94±0,03 ^{Aa}	7,43±0,02 ^{Aa}	7,72±0,09 ^{Aa}	7,88±0,07 ^{Ba}	8,43±0,03 ^{Aa}	8,45±0,02 ^{Aa}					
C	5,87±0,06 ^{Ca}	5,78±0,02 ^{Da}	5,63±0,05 ^{Ca}	7,12±0,02 ^{Ca}	6,84±0,04 ^{Ca}	6,87±0,03 ^{Da}	6,95±0,02 ^{Da}					
D	5,97±0,05 ^{Ca}	5,82±0,11 ^{Da}	6,99±1,13 ^{BCa}	6,16±0,04 ^{Da}	6,80±0,06 ^{Ca}	6,85±0,02 ^{Da}	6,95±0,01 ^{Da}					
E	6,86±0,05 ^{Ba}	6,45±0,07 ^{Ba}	6,92±0,04 ^{ABa}	7,29±0,03 ^{Ba}	6,86±0,05 ^{Ca}	6,98±0,04 ^{Ca}	7,06±0,04 ^{Ca}					
F	6,88±0,05 ^{Ba}	6,19±0,02 ^{Ca}	6,91±0,04 ^{ABa}	7,06±0,04 ^{Ca}	6,66±0,07 ^{Da}	7,03±0,04 ^{Ca}	7,10±0,02 ^{Ca}					

a,b,c,d,e Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir (p<0,05)
A,B,C,D,E Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir (p<0,05).

gününe kadar sırasıyla 7,12; 6,84; 6,87 ve 6,95 log₁₀, kob/gr mikroorganizma sayısında azalma tespit edilmiş ve bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır (p>0.05).

D grubu köftelerinden yapılan bakteri sayımında, ilk analiz gününde 5,97 log₁₀, kob/gr olarak bulunan miktar, ikinci analiz gününde azalarak 5,817 log₁₀, kob/gr seviyelerinde belirlenmiştir (p>0.05). Üçüncü ve beşinci gün analizlerinde rakamsal olarak mikroorganizma sayısı azalarak (6,986; 6,158 log₁₀, kob/gr) sonraki gün analizlerinde yükseliş görülmüştür (6,802; 6,853; 6,951 log₁₀, kob/gr). Yedinci ve on ikinci gün analiz sonuçlarındaki bu yükseliş istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır.

Hem *E. coli* O157:H7 hem de lavanta esansiyel yağı ihtiva eden E grubu örnelerinde 0. günde 6,86 log₁₀, kob/gr maya ve küf bulunurken, bu rakam ikinci analiz gününde azalarak 6,45 log₁₀, kob/gr düzeyine inmiştir. Sonraki gün analizinde bakteri sayısı rakamsal olarak artsa da (6,92 log₁₀, kob/gr) bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05). Etken miktarı beşinci gün analizinde 7,29 log₁₀, kob/gr seviyelerine yükselirken yedinci gün analizinde düşerek 6,86 log₁₀, kob/gr seviyesine gerilemiştir. Son iki analiz gününde 6,98; 7,06 log₁₀, kob/gr miktarlarında bakteri sayımları yapılmış olup ortaya çıkan artış istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur (p>0,05).

F grubuna uygulanan analizler sonucunda mikroorganizma sayılarındaki azalış ve artış günleri E grubundakine benzer bir tablo sergilemiştir. Buna göre 0. gün analizinde 6,89 log₁₀, kob/gr düzeyinde olan maya küf sayısı 1. gün analizinde 6,19 log₁₀, kob/gr düzeyine inmiştir (p>0.05). Üçüncü ve beşinci gün analizlerinde istatistiksel olarak da anlamlı olan bir mikroorganizma artışı gözlemlenmemiştir (6,91; 7,06 log₁₀, kob/gr). Yedinci gün maya ve küf sayısı azalsa da (6,66 log₁₀, kob/gr) son iki analiz gününde artış göstererek 7,03; 7,10 log₁₀, kob/gr olarak tespit edilmiştir (p>0,05).

E. coli O157:H7 içermeyen gruplar incelendiğinde lavanta esansiyel yağ ihtiva eden C ve D gruplarının, kontrol grubuna göre maya küf sayılarının daha az olduğu

gözlemlenmiştir. Bu durum 3. gün analizleri ile 5. günün C grubu haricinde görülmüştür ($p<0.05$).

Köfte örneklerinin hazırlandığı gün yapılan incelemelerde *E. coli O157:H7* ve esansiyel yağ içeren grupların (E ve F), esansiyel yağ içermeyen B grubuna göre rakamsal olarak daha az mikroorganizma barındırdığı görülse de istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).

4.1.1.6. *Escherichia coli O157:H7*

4.1.1.6.1. *Escherichia coli O157:H7* sayısı

Tüm analiz günlerinde belirlenen *E. coli O157:H7* miktarı gruplar arasında farklılık göstermekte olup en fazla bakteri yüküne sahip köfte grubunun B grubu olduğu tespit edilmiştir. F grubu örneklerin E grubuna göre birinci gün analizleri hariç *E. coli O157:H7* miktarının daha az olduğu istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.7).

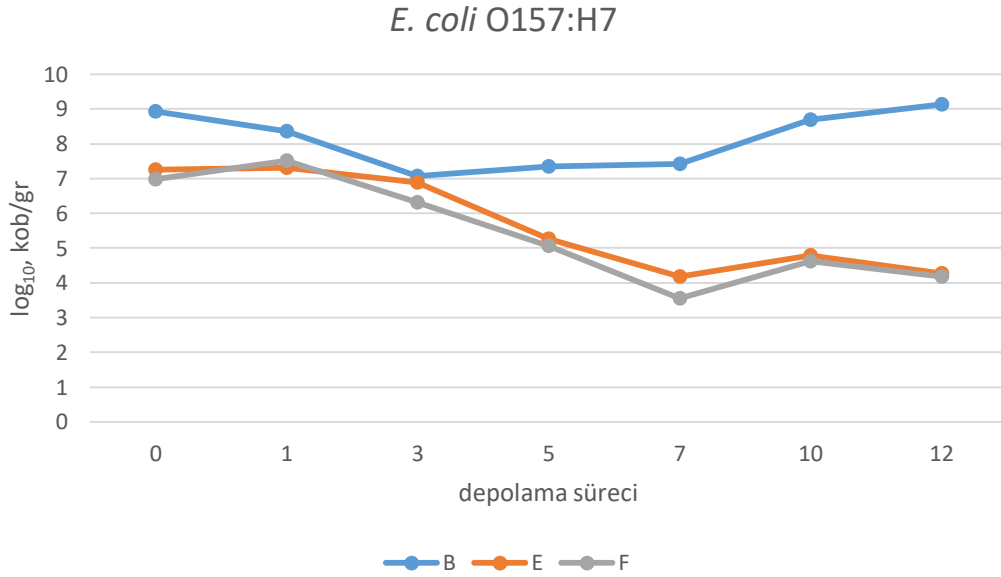
Deneyssel olarak hazırlanmış B grubu numunelerinde ilk analiz günü 8,91 olan mikroorganizma sayısı beşinci gün analizine kadar günbegün azalma göstererek sırasıyla 8,36; 7,82 ve 7,34 \log_{10} , kob/gr değerlerinde belirlenmiştir. Şekil 4.6' da da görüldüğü gibi sonraki analiz günlerinde etken sayısı artarak sırasıyla 7,41 ve 8,70 \log_{10} , kob/gr. Son analiz gününde istatistiksel olarak da anlamlı bulunan bir artış göstermiş ve 9,14 \log_{10} , kob/gr miktarında olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

E. coli O157:H7 ve MIC değeri oranında *Lavandula angustifolia* esansiyel yağı içeren E grubunda ilk iki analiz gününde istatistiksel olarak anlamlı bulunmayan göreceli farklılıklar gözlemlenerek 7,31 ve 7,37 \log_{10} , kob/gr düzeyinde olduğu saptanmıştır ($p>0,05$). Yedinci gün analizine kadar bakteri sayısında azalma gözlemlenirken (6,81; 5,33 ve 4,25 \log_{10} , kob/gr), onuncu gün analizinde 4,85 \log_{10} , kob/gr düzeyine yükselmiş ve son analiz gününde tekrar azalarak 4,33 \log_{10} , kob/gr miktarında bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.7. Muhafaza süresince *E. coli* O157:H7 sayılarında meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log₁₀, kob/gr)

Günler	Grup		
	B	E	F
0.	8,91±0,14 ^{Aa}	7,31±0,07 ^{Ba}	6,98±0,03 ^{Cb}
1.	8,36±0,03 ^{Aa}	7,37±0,09 ^{Ca}	7,51±0,05 ^{Bb}
3.	7,82±0,02 ^{Ab}	6,81±0,45 ^{Ba}	6,16±0,45 ^{Ca}
5.	7,34±0,02 ^{Ab}	5,33±0,03 ^{Ba}	5,07±0,03 ^{Ca}
7.	7,41±0,01 ^{Ac}	4,25±0,03 ^{Bb}	3,56±0,06 ^{Cd}
10.	8,70±0,04 ^{Ac}	4,85±0,07 ^{Ba}	4,61±0,06 ^{Cc}
12.	9,14±0,02 ^{Ad}	4,33±0,03 ^{Bc}	4,18±0,02 ^{Ce}

a,b,c,d,e Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir (p<0,05)
A,B,C,D,E Aynı satırda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.6. Muhafaza süresince *E. coli* O157:H7 sayılarında meydana gelen değişimler

Muhafaza süresince F grubu köftelerdeki etken düzeyine bakıldığında, ilk analiz gününde 6,98 log₁₀, kob/gr olan etken miktarı sonraki analiz gününde 7,51 log₁₀, kob/gr seviyesine çıkmış, daha sonra onuncu gün analizine kadar düzenli bir düşüş göstererek sırasıyla 6,16; 5,07 ve 3,56 log₁₀, kob/gr miktarlarında tespit edilmiştir. Onuncu gün analizinde artarak 4,61 log₁₀, kob/gr düzeyinde saptanmış, son analiz gününde ise istatistiksel olarak anlamlı bulunan bir düşüş saptanarak 4,18 log₁₀, kob/gr düzeyinde tespit edilmiştir (p<0,05).

4.1.1.6.2. *E. coli* O157:H7'nin biyokimyasal analiz sonuçları

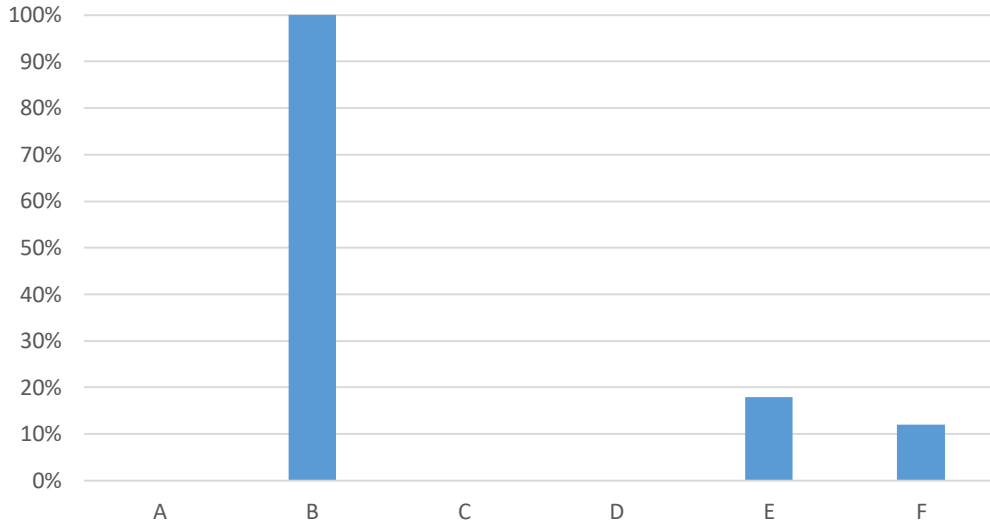
Sorbitol Macconkey (CT-SMAC) agarda sorbitol negatif (kül-grimsi koloniler) olan kolonilerden Fluorocult VRB (VRB-MUG) agar besiyerine ekimi gerçekleştirilerek β -glukuronidaz özellikleri değerlendirildi. UV (366 nm) testinde floresan göstermeyen numunelere, yapılan çalışmayı desteklemek amacıyla İMVİC (İndol, Metil Red, Voges Proskover ve Sitrat) testlerinin yanı sıra Lizin Dekarboksilaz, Triple Sugar Iron Testi uygulandı. *E. coli* O157:H7 Rapid latex agglutination testi uygulanarak identifikasyon işlemi gerçekleştirildi.

3 kez tekrar edilen çalışmada, her köfte grubundan birer adet floresan reaksiyon göstermeyen koloni alınarak yapılan biyokimyasal test sonuçları Tablo 4.9' da verilmiştir. Buna göre A, C ve D gruplarında *E. coli* O157:H7 suşuna rastlanmazken, B grubundaki şüpheli kolonilerin tamamının *E. coli* O157:H7 olduğu tespit edilmiştir. E ve F grubu köftelerden elde edilen şüpheli kolonilerin sırasıyla %86 ve %12' sinin *E. coli* O157:H7 olduğu saptanmıştır (Şekil 4.7.)

Tablo 4.8. *E. coli* O157:H7 biyokimyasal özellikleri

<i>E. coli</i> O157:H7 Biyokimyasal Özellikleri	
Sorbitol	-
β Glukoronidaz	-
İndol	+
Metil Red	+
VP	-
Sitrat	-
Glikoz	+
Laktoz/ Sakkaroz	-
Lizin Dekarboksilaz	+
Gaz	+
Hareketlilik	+
H ₂ SO ₄	-

Aglütinasyon



Şekil 4.7. *E. coli* O157:H7 için aglütinasyon testi sonuçları

Tablo 4.9. Muhafaza süresince tespit edilen *E. coli* O157:H7 etkenlerinin biyokimyasal analiz sonuçları

Biyokimyasal Özellikleri	Gruplar					
	A	B	C	D	E	F
Sorbitol(-)	21(%100)	21(%100)	21(%100)	21(%100)	21(%100)	21(%100)
B-glukoronidaz(-)	21(%100)	21(%100)	21(%100)	21(%100)	21(%100)	21(%100)
İndol(+)	15(%71)	21(%100)	21(%100)	21(%100)	18(%86)	21(%100)
Metil red(+)	15(%71)	21(%100)	12(%57)	18(%86)	21(%100)	21(%100)
Vp(-)	12(%57)	21(%100)	15(%71)	15(%71)	21(%100)	21(%100)
Sitrat(-)	18(%86)	21(%100)	12(%57)	12(%57)	21(%100)	112(%57)
Glikoz(+)	21(%100)	21(%100)	21(%100)	21(%100)	21(%100)	21(%100)
Laktoz-sakkaroz(-)	3(%14)	21(%100)	3(%14)	3(%14)	18(%86)	12(%57)
Lisin dekarboksilaz(+)	18(%86)	21(%100)	15(%71)	15(%71)	18(%86)	21(%100)
H ₂ S (-)	15(%71)	21(%100)	9(%43)	12(%57)	21(%100)	15(%71)
Hareketlilik(+)	21(%100)	21(%100)	21(%100)	21(%100)	21(%100)	21(%100)
Aglütinasyon(+)	0(%0)	21(%100)	0(%0)	0(%0)	18(%86)	12(%57)

4.1.2. Kimyasal değişimler

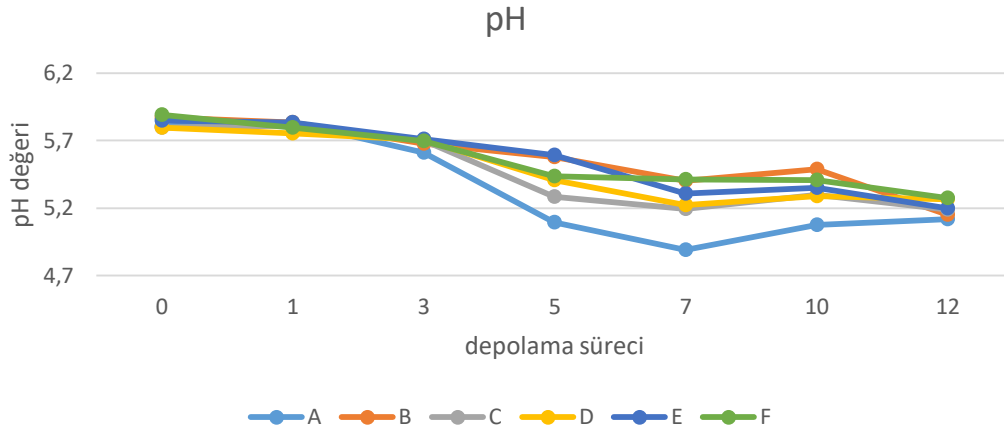
4.1.2.1. pH

Deneysel köfte örneklerinde elde pH değerleri Tablo 4.10.' da sunulmuştur. Kontrol grubunda ilk analiz gününden 10. gün analizine kadar ürünün pH'sında düşüş görülmekle birlikte (5,80; 5,83; 5,61; 5,09 ve 4,89) son iki analiz gününde hafif seyirli bir yükselme meydana gelmiştir (5,08 ve 5,12). *E. coli* O157:H7 suşunu içeren B grubu köftelerin ilk gün 5,87 düzeyinde ölçülen pH değeri son gün analizinde en düşük seviye olan 5,15 değerinde saptanmıştır ($p<0,05$).

Lavanta esansiyel yağı içeren C grubunda ise ilk gün pH değeri 5,78 düzeyindeyken, birinci gün yapılan analizde 5,81 olarak belirlenmiş ($p>0,05$), üçüncü ve beşinci gün analizlerinde anlamlı olarak bir düşüş göstermiştir ($p<0,05$). D grubunda analizin ilk gününde 5,80 seviyesinde tespit edilen pH, 7. gün analizinde 5,22'ye kadar düşmüştür. Sonraki analiz günlerinde sırasıyla 5,29 ve 5,27 seviyelerinde ölçüm yapılmış olup, bu değerler ilk analiz gününe göre istatistiksel anlam gösterse de 7. gün analizine göre istatistiksel bir farklılık göstermemiştir.

E. coli O157:H7 suşu ve lavanta esansiyel yağı ihtiva eden E grubu köftelerde en yüksek ve en düşük pH değerleri sırasıyla 5,85 ile ilk gün ve 5,20 ile son analiz gününde saptanmıştır ($p<0,05$). Onuncu gün analizinde elde edilen değer (5,35) bir önceki analiz günündeki değere göre (5,31) artmış görünse de bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). F grubu köftelerin pH ölçümlerinde en yüksek değer ilk analiz gününde 5,89 olarak belirlenmiş, bu değer analizin son gününe kadar devamlı düşüş göstererek sırasıyla 5,80; 5,70; 5,44; 5,41; 5,40 ve 5,27 düzeylerinde tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tüm gruplarda yapılan pH analizlerinin ilk ve son günleri arasında büyük bir fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Gruplar arası değerlendirmede 0. ve 1. günlerde anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ($p>0,05$). A ve C grupları hariç en düşük pH değerleri son analiz gününde elde edilmiştir.



Şekil 4.8. Muhafaza süresince pH değerlerinde meydana gelen değişimler

Üçüncü gün analizlerinde A grubu ile lavanta esansiyel yağı içeren C ve D gruplarının A grubuna göre pH düzeyinin daha yüksek olduğu Tablo 4.10.' da verildiği gibi görülmektedir. Beşinci gün analizlerinde lavanta esansiyel yağını ihtiva eden C ve D grubu köftelerin A grubuna göre daha düşük pH'da olduğu tespit edilirken, B grubunun E'ye göre bir farklılığının olmadığı ancak F grubu numunelerden daha düşük seviyede bu değerlere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Yedinci gün analizlerinde ise C ve D gruplarının A grubuna göre daha bazik olduğu, üstelik D grubunun pH değerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Onuncu gün analizleri incelendiğinde A grubunun pH değerinin C ve D gruplarına göre daha düşük olduğu istatistiksel olarak da doğrulanmış ($p < 0,05$), C ile D arasında ise anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0,05$). A grubunun son gün analizlerinde C grubu ile anlamlı bir farklılığın olmadığı ancak D grubuna göre daha düşük bir pH'ya sahip olduğu gözlemlenmiştir.

E. coli O157:H7 içeren gruplar incelendiğinden lavanta esansiyel yağı da içeren E ve F gruplarının B grubuna göre anlamlı farklılıklarının olmadığı göze çarpmıştır ($p > 0,05$). Yedinci gün analizlerinde bu gruplardan E ve F grupları incelendiğinde E grubunun daha düşük pH değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Son gün analizlerinde B ve E grubu değerlendirildiğinde rakamsal olarak fark olduğu gözükse de bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). F grubu örneklerin ise B grubundakilere göre daha düşük pH özelliğine sahip olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.10. Muhafaza süresince pH değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması

Grup	Günler											
	0.	1.	3.	5.	7.	10.	12.					
A	5,80±0,04 ^{Aa}	5,83±0,04 ^{Aa}	5,61±0,04 ^{Bb}	5,09±0,03 ^{Dc}	4,89±0,03 ^{Ed}	5,08±0,08 ^{Cc}	5,12±0,04 ^{Bc}					
B	5,87±0,05 ^{Aa}	5,83±0,02 ^{Aa}	5,68±0,03 ^{ABb}	5,58±0,05 ^{Ac}	5,40±0,03 ^{ABe}	5,49±0,02 ^{Ad}	5,15±0,03 ^{Bf}					
C	5,80±0,05 ^{Aa}	5,81±0,02 ^{Aa}	5,7±0,03 ^{Ab}	5,28±0,04 ^{Cc}	5,19±0,03 ^{Dd}	5,30±0,04 ^{Bc}	5,19±0,02 ^{ABd}					
D	5,80±0,07 ^{Aa}	5,75±0,03 ^{Ab}	5,71±0,02 ^{Ab}	5,41±0,03 ^{Bc}	5,22±0,05 ^{CDd}	5,29±0,03 ^{Bd}	5,27±0,05 ^{Ad}					
E	5,85±0,07 ^{Aa}	5,83±0,03 ^{Aa}	5,71±0,03 ^{Ab}	5,59±0,03 ^{Ac}	5,31±0,04 ^{BCd}	5,35±0,04 ^{Bd}	5,20±0,03 ^{ABe}					
F	5,89±0,03 ^{Aa}	5,80±0,07 ^{Ab}	5,70±0,02 ^{Ac}	5,44±0,06 ^{Bd}	5,41±0,03 ^{Ad}	5,41±0,04 ^{ABd}	5,27±0,04 ^{Ae}					

a,b,c,d,e Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir (p<0,05)
A,B,C,D,E Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir (p<0,05).

Su aktivitesi (a_w)

Deneysel olarak üretilen 6 köfte grubu da depolama süreci boyunca belirlenen analiz günlerinde su aktivitesi düzeyi ölçülerek değerlendirildi. Buna göre Tablo 4.11. ve Şekil 4.9.'da da görüldüğü gibi gruplar arasında su aktivitesi yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edildi ($p>0,05$).

Muhafaza sürecinde A grubunun ilk gün analizinde a_w değeri 0,99 olarak tespit edilirken bu değer sonraki analiz günlerinde sırasıyla sonucu 0,97; 0,96; 0,98; 0,96 ve 0,96 olarak tespit edilmiştir. Son gün analizinde ise bu değer yükselmiş (0,97).

B grubunun ilk gün analizinde 0,98 olarak ölçülen a_w değeri, birinci gün analizinde 0,98'ye düşmüştür ($p>0,05$). Son analiz gününe kadar su aktivitesi değerinin devamlı suretle azalmasına rağmen (0,98; 0,96; 0,95; 0,95 ve 0,95) bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış ($p>0,05$), son analiz gününde ise bu değer 0,96 düzeyine çıkarak farklılık sergilemiştir ($p>0,05$).

MIC değeri kadar lavanta esansiyel yağı içeren C grubunda ilk analiz günü su aktivitesi analizi sonucu 0,97 olarak bulunmuşken birinci gün analizinde bu değer 0,98 düzeyine çıkması istatistiksel olarak da anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Takip eden analiz günlerinde elde edilen değerlerdeki değişimler (0,97; 0,97; 0,96; 0,95 ve 0,97) istatistiksel olarak anlam ifade etmemiştir ($p>0,05$).

İlk gün analizinde 0,97 su aktivitesi değerine sahip olan D grubu numunesi birinci gün analizinde 0,97 değerine gerilemiş ($p<0,05$) ve bundan sonraki günlerde küçük değişimler gösterse de (0,96; 0,97; 0,96; 0,96; 0,96) bu değişimler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

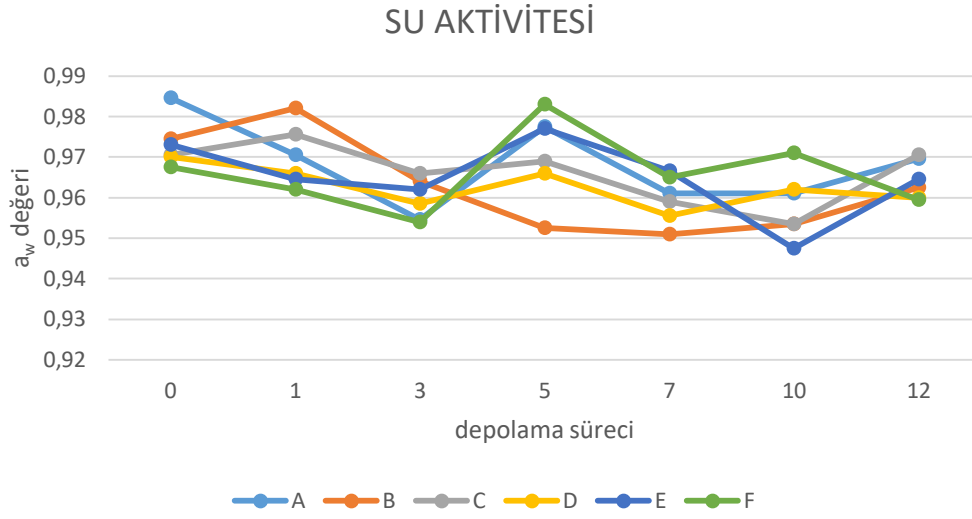
Hem MIC değeri kadar lavanta esansiyel yağı içeren hem de *E. coli* O157:H7 suşunu ihtiva eden E grubu köftelerde ilk gün 0,97 düzeyinde ölçülen a_w değeri, birinci gün analizlerinde bir düşüş göstererek 0,97 değerinde saptanmıştır ($p>0,05$). Sonraki analiz günlerinde görülen değişimlerin (0,96; 0,98; 0,97; 0,95; 0,97) anlam ifade etmediği tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Tablo 4.11. Muhafaza süresince su aktivitesi değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması

	Günler X±SD											
Grup	0.	1.	3.	5.	7.	10.	12.					
A	0,99±0,01 ^{Aa}	0,97±0,11 ^{Aabc}	0,96±0,18 ^{Ac}	0,98±0,01 ^{Ab}	0,96±0,13 ^{Abc}	0,96±0,01 ^{Abc}	0,97±0,01 ^{Aabc}					
B	0,98±0,01 ^{Aa}	0,98±0,01 ^{Aa}	0,96±0,02 ^{Aa}	0,95±0,35 ^{Aa}	0,95±0,03 ^{Aa}	0,95±0,02 ^{Aa}	0,96±0,02 ^{Aa}					
C	0,98±0,01 ^{Ab}	0,98±0,01 ^{Aa}	0,97±0,01 ^{Ab}	0,97±0,02 ^{Ab}	0,96±0,02 ^{Ab}	0,95±0,02 ^{Ab}	0,97±0,01 ^{Ab}					
D	0,97±0,01 ^{Aa}	0,97±0,01 ^{Aa}	0,96±0,02 ^{Aa}	0,97±0,01 ^{Aa}	0,96±0,02 ^{Aa}	0,96±0,01 ^{Aa}	0,96±0,03 ^{Aa}					
E	0,97±0,01 ^{Aa}	0,97±0,01 ^{Aa}	0,96±0,02 ^{Aa}	0,98±0,01 ^{Aa}	0,97±0,02 ^{Aa}	0,95±0,03 ^{Aa}	0,97±0,02 ^{Aa}					
F	0,97±0,01 ^{Aa}	0,96±0,01 ^{Aa}	0,95±0,01 ^{Aa}	0,98±0,01 ^{Aa}	0,97±0,02 ^{Aa}	0,97±0,10 ^{Aa}	0,96±0,03 ^{Aa}					

a,b,c,d,e Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir (p<0,05)

A,B,C,D,E Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.9. Muhafaza süresince a_w değerlerinde meydana gelen değişimler

F grubunun 0. ve 1. gün analizlerinde 0,97 ve 0,96 olarak gözlemlenen a_w değeri, 3. gün bir düşüş göstererek 0,95 değerinde tespit edilmiştir ($p>0,05$). Beşinci gün analizinde 0,98 düzeyine yükselen bu değer, sonraki analiz günlerinde sırasıyla 0,97; 0,97 ve 0,96 olarak ölçülmüştür ($p>0,05$).

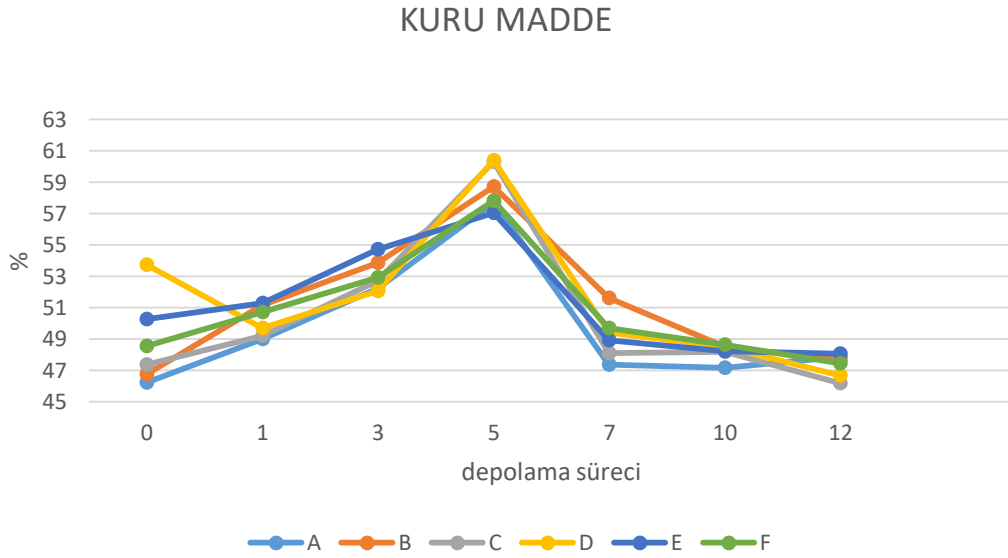
4.1.2.2. Kurumadde miktarı

Lavanta esansiyel yağı içermeyen A ve B gruplarında son analiz gününde elde edilen kurumadde değerlerinin ilk analiz gününde elde edilenlerden daha yüksek olduğu görülmüştür. A ve B gruplarındaki en düşük kuru madde miktarı ilk analiz gününde saptandı (%46,23 ve %46,75). Lavanta esansiyel yağı içeren diğer gruplarda ise (C, D, E ve F) tam tersi olarak, sıfırıncı gün kuru madde miktarının son gün analizlerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiş, bu gruplardaki en düşük kuru madde düzeyleri onikinci günde saptanmıştır (%46,19; %46,65; %48,05 ve %47,44).

Kontrol grubu olan A grubu köftelerinin, kuru madde düzeylerinin 5. gün analizlerine kadar istatistiksel olarak artış gösterdiği (%46,23; %48,99; %52,22 ve %57,70), 7. analiz gününde anlamlı bir düşüş (%47,36) meydana geldiği ($p<0,05$), bu düşüşün 10. analiz gününde de devam ettiği (%47,16) gözlemlenmiştir ($p>0,05$). Son analiz gününde bu değer %47,83 olarak tespit edilmiştir.

Yalnızca *E. coli* O157:H7 suşunu ihtiva eden B grubunun ilk gün analizinde, %46,75 düzeyinde olan kuru madde miktarı yükselerek birinci gün analizinde %51,15 düzeyinde bulunmuştur ($p>0,05$). Üçüncü ve beşinci gün analizlerinde artış göstererek sırasıyla %53,84 ve %58,72 değerlerine ulaşan kuru madde oranı, sonraki analiz günlerinde yine istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş göstererek sırasıyla %51,61 ve %48,49 düzeyine inmiş ($p<0,05$), son analiz gününde ise %47,63 düzeyinde tespit edilmiştir.

MIC değeri kadar lavanta esansiyel yağından içeren C grubu köftelerinin sıfırinci gün analizinde kuru madde oranı %47,38 olarak saptanırken birinci analiz gününde %49,21 oranında belirlenmiştir ($p>0,05$). Bu değer sonraki iki analiz gününde istatistiksel olarak da anlamlı bir yükseliş yaparak %52,71 ve %60,31 değerlerine ulaşmıştır ($p<0,05$). Son üç analiz gününde örneklerin kuru madde oranları sırasıyla, %48,08; %48,17 ve %46,19 değerlerine gerilemiştir.



Şekil 4.10. Muhafaza süresince kuru madde değerlerinde meydana gelen değişimler

Esansiyel yağ oranı 2MIC düzeyinde olan D grubunun kuru madde oranı ilk analiz gününde %53,75 olan bu değer birinci gün analizinde %49,69'e düştüğü, sonraki iki analiz gününde ise artarak %52,04 ve %60,39 düzeyine çıktığı saptanmıştır ($p<0,05$). Son üç analiz gününde bu değerler düşerek sırasıyla %49,38; %48,51 ve %46,65 olarak tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Tablo 4.12. Muhafaza süresince kuru madde değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması

Grup	Günler											
	0.	1.	3.	5.	7.	10.	12.					
A	46,23±0,01 ^{Af}	48,99±0,12 ^{Dc}	52,22±0,14 ^{Db}	57,70±0,1 ^{Ca}	47,356±0,25 ^{Ec}	47,16±0,05 ^{Ce}	47,83±0,11 ^{ABd}					
B	46,75±3,49 ^{Ade}	51,15±0,18 ^{Ac}	53,84±0,17 ^{Bb}	58,72±0,01 ^{Ba}	51,61±0,06 ^{Ac}	48,49±0,06 ^{ABe}	47,63±0,01 ^{BCe}					
C	47,38±0,64 ^{Ad}	49,21±0,14 ^{Dc}	52,71±0,51 ^{CDb}	60,31±0,68 ^{Aa}	48,08±0,11 ^{Dd}	48,17±0,58 ^{BCd}	46,19±0,05 ^{Ee}					
D	53,75±5,09 ^{Ab}	49,69±0,11 ^{Cbc}	52,04±0,55 ^{Db}	60,39±0,26 ^{Aa}	49,38±0,21 ^{Bbc}	48,51±0,05 ^{ABbc}	46,65±0,12 ^{Dc}					
E	50,24±0,59 ^{Ad}	51,28±0,07 ^{Ac}	54,72±0,15 ^{Ab}	57,04±0,15 ^{Ca}	48,89±0,20 ^{Ce}	48,23±0,23 ^{ABf}	48,05±0,16 ^{Af}					
F	48,54±0,32 ^{Ae}	50,70±0,17 ^{Bc}	52,91±0,14 ^{Cb}	57,81±0,24 ^{Ca}	49,69±0,15 ^{Bd}	48,64±0,01 ^{Ae}	47,44±0,10 ^{Cf}					

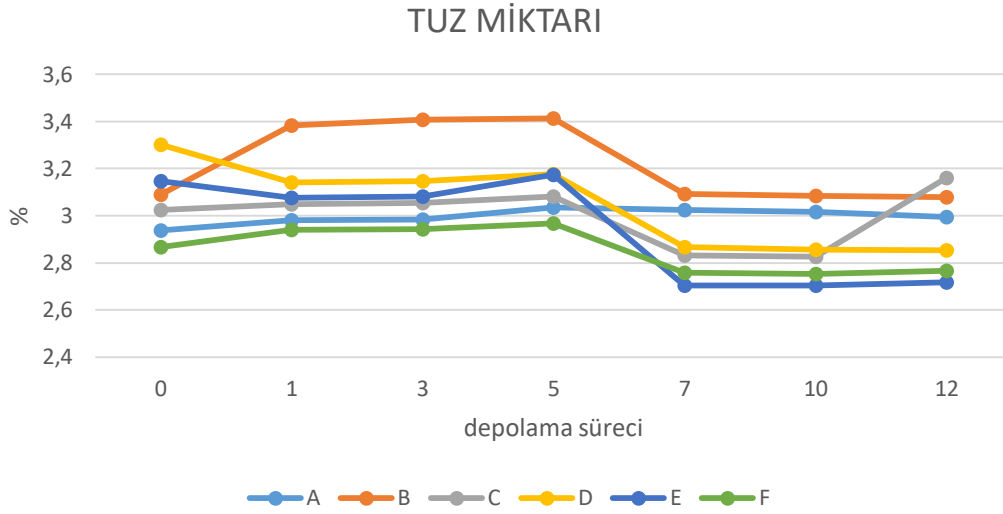
a,b,c,d,e Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir (p<0,05)

A,B,C,D,E Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir (p<0,05).

E grubu örneklerde, ilk analiz gününde %50,24 olarak tespit edilen bu değer birinci gün analizinde %51,28 düzeyine çıkmıştır. Sonraki iki analiz gününde istatistiksel olarak da anlamlı bir yükseliş göstererek sırasıyla %54,72 ve %57,04 düzeyine çıkmıştır. Takip eden analiz günlerinde bu değerler sırasıyla %48,89; %48,23 ve %48,05 düzeyine inmiştir ($p<0,05$).

F grubu köftelerinin kuru madde düzeyleri muhafaza süresince, her analiz gününde istatistiksel olarak anlamlı değişimler göstermiştir ($p<0,05$). İlk gün analizinde %48,54 olarak belirlenen bu değer artarak sonraki analiz günlerinde sırasıyla %50,69; %52,91 ve %57,81 düzeyine ulaşmıştır. Sonraki günlerde düşüş göstererek sırasıyla %49,69; %48,64 ve %47,44 düzeylerinde tespit edilmiştir.

4.1.2.3.Tuz



Şekil 4.11. Muhafaza süresince tuz değerlerinde meydana gelen değişimler

Tablo 4.13. de görüldüğü gibi ilk ve son analiz günlerinde elde edilen değerler hariç, deneysel köfte örneklerinin tamamında gruplar arasında tuz değerleri bakımından anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Muhafaza süresince saptanan en yüksek tuz miktarı C grubu hariç, beşinci gün analizlerinde tespit edilmiştir. C grubu örneklerin en yüksek tuz değeri son analiz gününde elde edilmiş olsa da, 5. gün analizinde saptanan değer bu grupta en yüksek ikinci değer olmuştur.

Tablo 4.13. Muhafaza süresince tuz değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması

Grup	Günler											
	0.	1.	3.	5.	7.	10.	12.					
A	2,94±0,01 ^{Ae}	2,98±0,001 ^{Ed}	2,98±0,01 ^{Fcd}	3,04±0,01 ^{Da}	3,03±0,01 ^{Bb}	3,02±0,01 ^{Bb}	2,99±0,01 ^{Ac}					
B	3,09±0,01 ^{Ac}	3,38±0,003 ^{Ab}	3,41±0,01 ^{Aa}	3,41±0,01 ^{Aa}	3,09±0,01 ^{Ac}	3,09±0,01 ^{AcD}	3,08±0,01 ^{Ad}					
C	3,03±0,01 ^{Aa}	3,05±0,01 ^{Dab}	3,06±0,01 ^{Da}	3,08±0,01 ^{Ca}	2,83±0,01 ^{Da}	2,83±0,01 ^{Da}	3,16±0,58 ^{Aa}					
D	3,30±0,56 ^{Aa}	3,14±0,007 ^{Bab}	3,15±0,01 ^{Bab}	3,18±0,01 ^{Bab}	2,87±0,01 ^{Cb}	2,86±0,01 ^{Cb}	2,85±0,01 ^{Ab}					
E	3,15±0,60 ^{Aa}	3,08±0,009 ^{Cab}	3,08±0,01 ^{Cab}	3,18±0,01 ^{Ba}	2,71±0,01 ^{Fb}	2,70±0,01 ^{Fb}	2,72±0,01 ^{Ab}					
F	2,87±0,02 ^{Ac}	2,94±0,01 ^{Fb}	2,94±0,01 ^{Fb}	2,97±0,03 ^{Ea}	2,76±0,01 ^{Ed}	2,75±0,01 ^{Ed}	2,77±0,01 ^{Ad}					

a,b,c,d,e Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir (p<0,05)
A,B,C,D,E Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir (p<0,05).

A grubunun ilk analiz gününde %2,94 olarak saptanan tuz miktarı, 3. gün analizine kadar yükselme göstermiş (%2,98 ve %2,94), beşinci gün analizinde en yüksek seviyesi olan %3,04 değerlerine ulaşarak önceki muhafaza günlerine göre farklılık göstermiştir ($p<0,05$). Bu noktadan sonra tuz miktarlarında Tablo 4.13.' de görüldüğü gibi devamlı bir düşüş yaşanmış olup son analiz gününde %2,99 düzeyinde tespit edilmiştir.

E. coli O157:H7 suşunu ihtiva eden B grubu köfterinde ilk analiz günündeki tuz oranı %3,09 değerindeyken, birinci ve üçüncü gün analizinde bu değer %3,38 ve 3,41 olarak tespit edilmiş, bu değerler istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ($p<0,05$). Bu grup örneklerdeki tuz miktarları düşmeye devam ederek son analiz gününde %3,08 seviyesine gerilemiştir.

C grubu köftelerin ilk gün %3,03 oranında bulunan tuz değeri, takip eden analiz gününde çok küçük bir artış göstererek %3,05 düzeyine gelmiştir ($p>0,05$). Yedinci gün analizine kadar bir artış göstererek %2,83 seviyesine ulaşan tuz miktarı ($p>0,05$), onuncu gün analizinde yalnızca bir miktar azalarak %2,83, son günde ise artarak %3,16 düzeyine gelmiştir.

D grubunda ilk analiz gününde %3,30 olan tuz miktarı, ikinci ve üçüncü analiz günlerinde sırasıyla %3,14 ve 3,15 değerlerinde bulunmuştur ($p>0,05$). Beşinci gün analizinde %3,18 değerine ulaşmış, sonraki analiz günlerinde düşerek sırasıyla %2,87 ve %2,86 ve %2,85 seviyesinde tespit edilmiştir ($p>0,05$).

E grubu köftelerinin tuz miktarı, sıfırıncı gün analizlerinde %3,15 olarak saptanmış ve sonraki iki analiz gününde de önemsiz seviyede düşerek %3,08 düzeyine inmiştir ($p>0,05$). Beşinci gün analizinde artarak %3,18 olarak tespit edilen tuz miktarı, sonraki analiz günlerinde %2,71 ve %2,70 seviyesine inmiş, son analiz gününde ise %2,72 düzeyinde tespit edilmiştir ($p<0,05$).

F grubu köftelerde üretim günü yapılan analizde %2,87 düzeyinde bulunan tuz miktarı, birinci gün analizinde artış göstererek %2,94 değerinde tespit edilmiştir.

Yedinci gün analizinde %2,76 miktarında belirlenen tuz oranı ($p<0,05$), son iki analiz %2,75 ve %2,77 düzeyinde saptanmıştır ($p>0,05$).

4.1.3. Duyusal değişimler

Deneysel olarak hazırlanmış *E. coli* O157:H7 ihtiva etmeyen A, C ve D grupları pişirme işlemini takiben 10 panelist tarafından değerlendirildi. Değerlendirmeler bütün analiz günlerinde aynı panelist grup tarafından gerçekleştirildi. Panelistlere tadım öncesi eğitim verilerek renk, tekstür, koku, tat ve genel kabul edilebilirlik alanlarında 0- 9 arası puan vermeleri istendi. Bu puanlamalar istatistiksel olarak da incelenerek değerlendirildi.

Duyusal analizlerin gerçekleştirilmesinin asıl amacı ülkemiz halkının yabancı olduğu lavantalı bir et ürününe karşı vereceği temel tepkileri duyusal ölçekler skalasında değerlendirmek olmuştur. Hem bu sebeple hem de analiz zamanlarının birbirine çok yakın olması nedeniyle 0, 3, 7 ve 12. günlerde duyusal analizler gerçekleştirilmiştir.

4.1.3.1. Renk

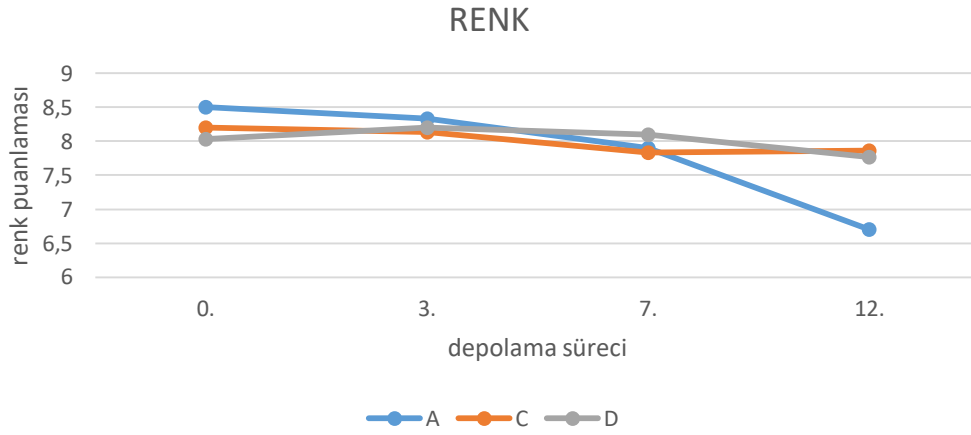
Tablo 4.14. ve Şekil 4.12.' de görüldüğü gibi renk parametresi açısından köftelerde ilk ve son gün analizlerinin birbirleri arasındaki değerlendirmesinin haricinde ($p<0,05$), gruplar arası bir farklılık olmadığı istatistiksel olarak saptanmıştır ($p>0,05$). Birinci analiz günü A grubu köftelerinin (8,50), D grubuna göre (8,03) renginin daha iyi olduğu gözlemlenirken, son gün analizlerinde C ve D grubunun (7,87 ve 7,77) A grubuna (6,7) göre daha iyi bir renge sahip olduğu panelistler tarafından düşünölmüştür.

Grupların kendi içlerinde günler arası değerlendirme yapılırken A grubunun son analiz günü hariç ($p<0,05$) diğer gruplarda istatistiksel olarak anlamlı renk değişimleri saptanmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.14. Muhafaza süresince renk değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması

Grup	Günler X±SD			
	0.	3.	7.	12.
A	8,50±0,68 ^{Aa}	8,33±1,27 ^{Aa}	7,90±1,09 ^{Aa}	6,70±1,60 ^{Bb}
C	8,20±0,66 ^{ABa}	8,13±1,20 ^{Aa}	7,83±0,95 ^{Aa}	7,87±1,07 ^{Aa}
D	8,03±0,89 ^{Ba}	8,2±1,06 ^{Aa}	8,10±0,61 ^{Aa}	7,77±0,9 ^{Aa}

a,b,c,d,e Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir (p<0,05)
A,B,C,D,E Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir (p<0,05)



Şekil 4.12. Muhafaza süresince renk değerlerinde meydana gelen değişimler

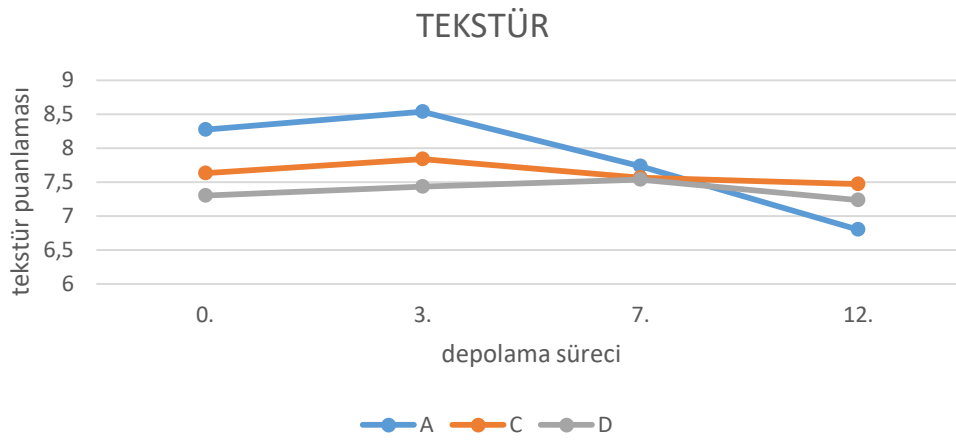
4.1.3.2. Tekstür

Duyusal yönden analiz edilen köfte numunelerinin tekstürel özellikleri değerlendirildiğinde, ilk tadım gününde C ve D ile (7,63 ve 7,30) kontrol grubu (8,27) arasında fark olduğu gözlemlenirken, ikinci tadım gününde yalnızca D grubunun (7,43) A grubuna (8,53) göre farklı olduğu saptanmıştır (p<0.05). Diğer günlerde istatistiki olarak anlamlı farklılıkların olmadığı, son analiz gününde lavanta içeren C ve D grubu köftelerin göreceli olarak daha iyi değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir (p>0.05) (Tablo 4.15., Şekil 4.13.).

Tablo 4.15. Muhafaza süresince tekstür değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması

Gruplar	Günler X±SD			
	0.	3.	7.	12.
A	8,27±0,74 ^{Aab}	8,53±0,68 ^{Aa}	7,73±1,08 ^{Ab}	6,80±1,49 ^{Ac}
C	7,63±0,76 ^{Ba}	7,83±1,21 ^{ABa}	7,57±0,94 ^{Ab}	7,47±1,20 ^{Aa}
D	7,30±1,21 ^{Ba}	7,43±1,65 ^{Ba}	7,53±1,14 ^{Aa}	7,23±1,33 ^{Aa}

a,b,c,d,e Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir ($p<0,05$)
A,B,C,D,E Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir ($p<0,05$)



Şekil 4.13. Muhafaza süresince tekstür değerlerinde meydana gelen değişimler

4.1.3.3. Koku

Tablo 4.16. ve Şekil 4.14.'de ifade edildiği gibi köftelerin kokularının duyuşal olarak değerlendirildiği analiz günlerinin ilk ikisinde grupların tamamı istatistiksel olarak birbirlerine göre farklılık göstermişlerdir. Üçüncü analiz gününde D grubu (5,73) ile A ve C grubunun (7,20 ve 7,03) farklı, son analiz gününde ise C grubu örneklerle (6,70) A ve D grubu (5,03 ve 5,33) arasında farklılık olduğu gözlemlenmiştir ($p<0,05$).

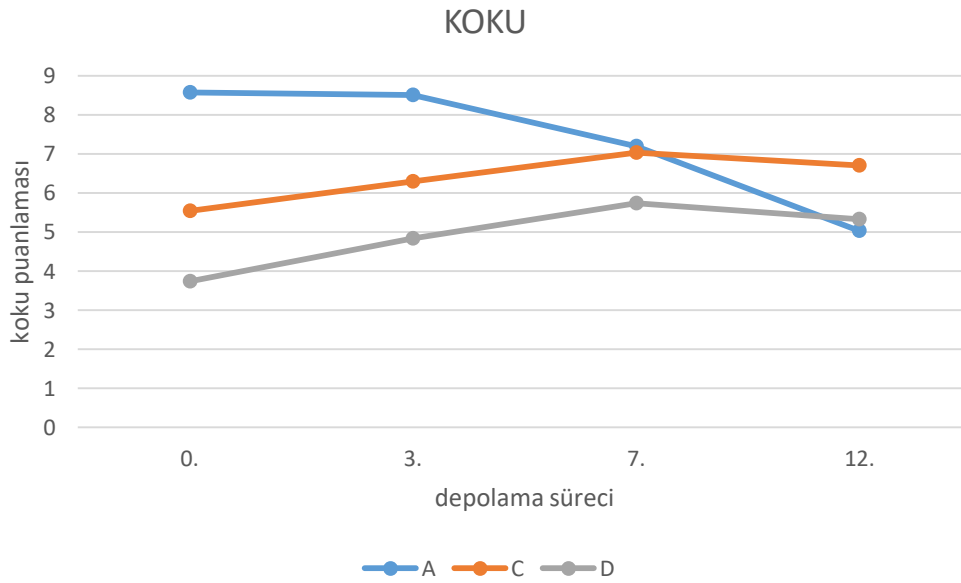
A grubu numunelerin ilk analiz gününde koku parametresine göre en yüksek puanlamayı almasına rağmen (8,57) ilerleyen analiz günlerinde bu parametre açısından aldığı puan düşerek son analiz gününde orta sınıfta yer almıştır. Buna göre son analiz

gününde C grubundaki deneysel köfte örneklerinin koku parametresine göre A grubundan daha iyi olduğu istatistiksel olarak da tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 4.16. Muhafaza süresince koku değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması

Gruplar	Günler X±SD			
	0.	3.	7.	12.
A	8,57±0,68 ^{Aa}	8,50±0,68 ^{Aa}	7,20±1,40 ^{Ab}	5,03±1,40 ^{Bc}
C	5,53±1,53 ^{Bb}	6,30±1,29 ^{Bab}	7,03±1,10 ^{Aa}	6,70±1,39 ^{Aa}
D	3,73±1,36 ^{Cb}	4,83±1,29 ^{Ca}	5,73±1,31 ^{Ba}	5,33±1,49 ^{Ba}

a,b,c,d,e Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir ($p<0,05$)
A,B,C,D,E Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir ($p<0,05$)



Şekil 4.14. Muhafaza süresince koku değerlerinde meydana gelen değişimler

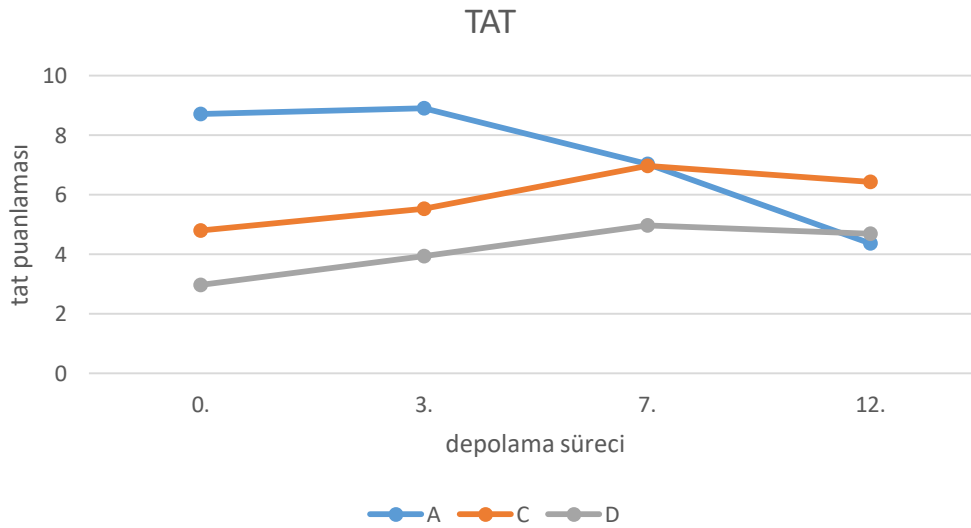
4.1.3.4. Tat

Tat parametresi yönünden ilk iki analiz gününde grupların tamamı arasında fark görülürken ($p<0,05$), 7. günde A ile C, 12. günde ise A ile D grubu numuneleri arasında anlamlı bir fark belirlenmemiştir ($p>0,05$). A grubu örnekler ilk analiz günlerinde en yüksek beğeniyi alırken bu durum son analiz gününde lavanta ilaveli C gurubu lehinde oluşmuştur (Tablo 4.17. ve Şekil 4.16.).

Tablo 4.17. Muhafaza süresince tat değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması

Grup	Günler X±SD			
	0.	3.	7.	12.
A	8,70±0,60 ^{Aa}	8,90±0,31 ^{Aa}	7,03±1,59 ^{Ab}	4,37±1,77 ^{Bc}
C	4,80±1,63 ^{Bc}	5,53±1,55 ^{Bbc}	6,97±1,10 ^{Aa}	6,43±1,61 ^{Aab}
D	2,97±1,22 ^{Cc}	3,93±1,28 ^{Cb}	4,97±1,25 ^{Ba}	4,70±1,49 ^{Bab}

a,b,c,d,e Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir (p<0,05)
A,B,C,D,E Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir (p<0,05)



Şekil 4.15. Muhafaza süresince tat değerlerinde meydana gelen değişimler

Köftelerin tat parametresi yönünden muhafaza süresince değişimi incelendiğinde, A ve C grubu köftelerde ilk iki analiz gününde bir fark ortaya çıkmazken (8,70-8,90 ve 4,80-5,53) sonraki iki analiz gününde A grubunda düşüş (7,03 ve 4,37), C grubunda ise anlamlı bir yükseliş görülmüştür (6,97 ve 6,43) (p<0,05).

4.1.3.5. Genel kabul edilebilirlik

Panelistlerden, deneysel olarak hazırlanan köftelerin genel olarak kabul edilebilirliğinin değerlendirilmesi istendiğinde, A grubu köftelerin ilk iki analiz gününde (8,57 ve 8,50) çok iyi, üçüncüsünde (7,37) iyi, son analiz gününde ise 5,27

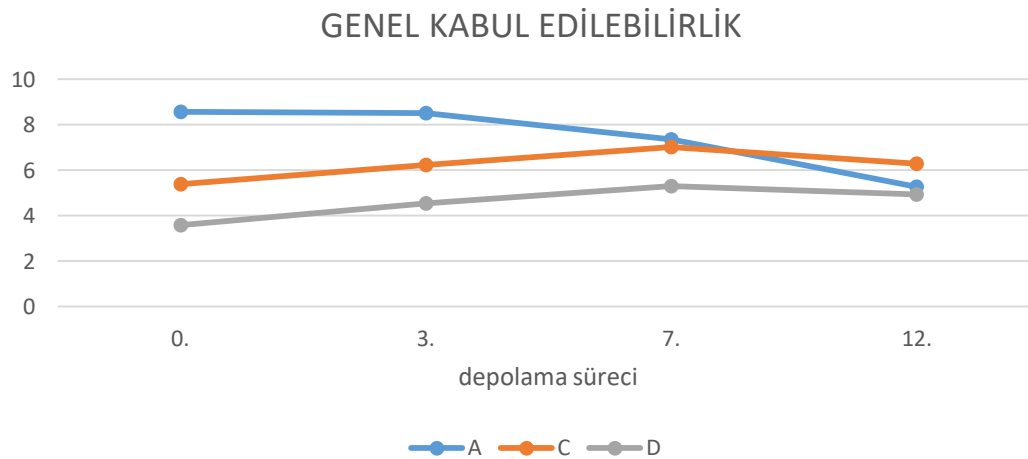
puanlama ile orta seviyede olduğu Tablo 4.18. ve Şekil 4.16.'da da gösterildiği gibi tespit edilmiştir. C grubu köfteler ilk iki analiz gününde (5,40; 6,23) orta ve ortanın üstü olarak değerlendirilirken, sonraki analiz gününde (7,03) iyi, son analiz gününde ise (6,30) ortalamanın üstü olarak değerlendirilmiştir. D grubu köfteler ilk analiz günü (3,60) kötü, ikinci analiz günü (4,53) ortanın altı, üçüncü analiz gününde (5,30) orta seviye olarak nitelendirilmiştir. Son analiz gününün değerleri (4,93) diğer günlerle istatistiksel farklılık ortaya koymamıştır ($p>0,05$).

İlk gün analizlerinde gruplar arası değerlendirmede A grubunun genel tüketilebilirlik özelliği çok iyi sınıfta değerlendirilirken, son iki analiz gününde C grubu ile arasında anlamlı bir fark olmadığı saptanmıştır.

Tablo 4.18. Muhafaza süresince genel kabuledilebilirlik değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması

Gruplar	Günler X±SD			
	0.	3.	7.	12.
A	8,57±0,68 ^{Aa}	8,50±0,73 ^{Aa}	7,37±1,10 ^{Ab}	5,27 ±1,64 ^{ABc}
C	5,40±1,52 ^{Bb}	6,23±1,28 ^{Bab}	7,03±0,85 ^{Aa}	6,30±1,90 ^{Aab}
D	3,60±1,10 ^{Cb}	4,53±1,22 ^{Ca}	5,30 ±1,09 ^{Ba}	4,93±1,53 ^{Ba}

a,b,c,d,e Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir ($p<0,05$)
A,B,C,D,E Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir ($p<0,05$)



Şekil 4.16. Muhafaza süresince genel kabul edilebilirlik değerlerinde meydana gelen değişimler

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada farklı konsantrasyonlarda *Lavandula angustifolia* esansiyel yağı ve *E. coli* O157:H7 suşu eklenerek deneysel olarak hazırlanan 6 grup köftenin muhafaza süresince mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal özelliklerinin değişimleri incelenmiştir. Çalışmamızın temel amacı et ürünlerinde ciddi halk sağlığı problemi teşkil eden patojenlerden biri olan *E. coli* O157:H7 üzerine, *Lavandula angustifolia*'dan elde ettiğimiz esansiyel yağın etkisini incelemek olmuştur. Bu etki incelenirken sağlık açısından olumlu etkilere sahip olan bu esansiyel yağın köfteyle kombine edilmesinin tüketilebilirlik açısından etkilerini de tespit ederek yeni bir fonksiyonel ürün ortaya koymak amaçlanmıştır.

Mezofilik aerob bakteri sayımını belirlemek için, deneysel olarak hazırlanmış köfte numunelerinin PCA' ya yapılan ekimlerinden elde edilen verilerin hepsinin ilk gün sonuçları birbirine yakın değerler vermiştir. Tüm köfte gruplarında mezofilik aerob bakteri sayılarının 7. gün analiz sonuçlarına göre 10. günde arttığı tespit edilmiştir. *E. coli* O157:H7 ihtiva etmeyen grupların 3. gün analizlerinde lavanta esansiyel yağı içeren C ve D gruplarının, A grubuna göre mikroorganizma sayılarının azaldığı belirlenmiştir. *E. coli* O157:H7 içeren gruplarda ise 1. gün analizinde F grubunun, B grubuna göre bakteri sayısının azaldığı görülürken, 5., 7., ve 12. gün analizlerinde lavanta esansiyel yağı içeren E ve F gruplarının her ikisinde de bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Üretim gününde yapılan analizlerde A, B, C, D, E ve F köfte gruplarının mezofilik aerob bakteri sayısı sırasıyla 7,80; 7,80; 7,93; 7,55; 7,91 ve 7,74 log₁₀, kob/gr düzeyinde olduğu tespit edilirken 12. gün analizlerinde 8,51; 8,14; 7,88; 7,61; 8,08 ve 7,81 log₁₀, kob/gr düzeyinde gözlemlenmiştir.

Elde edilen veriler Çetin ve Bostan'ın (2002) yapmış olduğu çalışmada kontrol grubu köftelerin son güne göre ilk gün analizinden elde edilen mezofilik aerob bakteri sayısı depolamanın ilk ve son gününde benzer olarak daha yüksek bulunmuştur (Çetin ve Bostan, 2002). Fakat aynı çalışmada düzenli artış gözlenirken bizim çalışmamızda günler arasında artış ve azalışlar meydana gelmiş ve veriler paralellik göstermemektedir. Çetin ve Bostan'ın çalışmasında NaL içeren tüm analiz gruplarında muhafaza süresince söz konusu mikroorganizma sayısında sürekli bir artış

gözlenirken, yapmış olduğumuz çalışmada lavanta esansiyel yağı içeren tüm grupların 12. gün analizlerinde elde edilen değerler ilk gün verilerine göre düşüş göstermiştir.

Gómez-Estaca ve arkadaşlarının lavanta esansiyel yağının bazı önemli gıda patojenleri ve bozulma bakterilerine karşı gösterdiği antimikrobiyal aktiviteleri incelenmiş ve lavantanın inhibisyon etkisinin yüksek olduğu ifade edilmiştir (Gómez-Estaca ve ark.,2010).

Çolak ve arkadaşlarının (2008) yaptığı çalışma verilerine göre kontrol grubundaki mezofilik aerob bakteri sayısındaki artışın elde ettiğimiz kontrol grubu verilerinden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Söz konusu çalışmadaki farklı oranlarda Laktoferrin ve nisin içeren köfte gruplarına yapılan ilk ve son gün analizlerinden elde edilen mezofilik aerob bakteri sayısı, verilerimize göre paralellik göstermiş ancak bu çalışmadaki mezofilik aerob bakteri sayısı artışlarının, elde ettiğimiz değerlere oranla daha yüksek olduğu bulunmuştur (Çolak ve ark., 2008).

Koliform grubu bakteri sayısında, tüm gruplarda analizin ilk günü ile son günü arasında anlamlı bir azalma olduğu görülmüştür. Gruplar arası değerlendirmede genel olarak C ve D gruplarının kontrol grubu olan A' ya göre içerdiği bakteri sayısında anlamlı bir düşüş olduğu görülmüştür. Beşinci gün yapılan analizlerde MIC değeri kadar söz konusu esansiyel yağı içeren C grubunun, A grubuna göre rakamsal olarak daha fazla mikroorganizma içermesine karşı istatistiksel olarak bir anlam ifade etmemiştir ($p>0,05$). Numunelerin hazırlandığı 0. gün analizleri sonucu C ve D gruplarının bakteri sayısının A grubuna göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). *E. coli* O157:H7 suşunun bulunduğu B grubunun E ve F grupları ile karşılaştırılması yapıldığında lavanta esansiyel yağını içeren grupların barındırdığı mikroorganizma sayısı B grubuna göre daha az olduğu anlaşılmıştır ($p<0,05$).

Yapılan bir çalışmada (Çolak ve ark, 2008) 200 µg/g laktoferrin ve 100 µg/g nisin içeren köfte gruplarındaki koliform bakteri miktarının depolama süreci boyunca, lavanta esansiyel yağına eklediğimiz örneklere göre daha etkili bir düşüş meydana getirdiği görülmüştür.

Başka bir çalışmada farklı oranlarda eklenen NaL grupların koliform grubu bakteri sayıları ilk analiz günü verileri elde ettiğimiz verilerden daha düşük iken olgunlaşma boyunca artış göstermiştir. Tüm gruplardan elde ettiğimiz verilerde Çetin ve Bostan' ın (2002) verilerinden farklı olarak düşüşler meydana gelmiştir (Çetin ve Bostan, 2002). Özellikle bu azalışlar lavanta ihtiva eden gruplarda daha ciddi oranlarda gözlenmiştir.

Deneysel olarak *E.coli* O157:H7 suşu inoküle ettiğimiz gruplar incelendiğinde, lavanta esansiyel yağı içeren E ve F gruplarındaki *E. coli* düzeylerinin, B grubuna göre numunelere göre daha az olduğu görüldü. B, E ve F gruplarının sıfıncı gün analizlerinde *E. coli* sayıları sırasıyla 7,26; 6,05 ve 5,91 log₁₀, kob/gr düzeyindeyken, 12. gün analizinde 6,66; 5,78 ve 5,66 log₁₀, kob/gr seviyesinde gözlemlenmiştir.

Djeneen D ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada raf ömrü boyunca lavanta esansiyel yağı içeren kıyma örnek grupları incelenmiş, 2MIC değerinde etkinliğinin daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Djeneen, 2012).

Çolak ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada (2008), yaptığımız çalışmaya göre *E. coli* miktarı kontrol grubunda benzer bir artış gösterirken, gıda koruyucusu olarak eklenen 200 µg/g laktoferrin ve 100 µg/g nisin içeren köfte gruplarına göre lavanta esansiyel yağı içeren gruplarda daha fazla artış gözlemlendi.

Deneysel köfte gruplarında koagülaz pozitif *Staphylococcus aureus* sayısı belirlemek için Egg Yolk Tellurite ilaveli BP besiyerine yapılan ekimlerde bakteri sayımının yanı sıra, çevresinde tipik zon oluşturan siyah kolonilerden alınarak, koagülaz testleri uygulandı. Yapılan tüm testlerden negatif sonuçlar alınması nedeniyle sayımı yapılan koloniler *Staphylococcus aureus* olarak değerlendirilmiştir. Lavanta esansiyel yağı ihtiva etmeyen gruplarda (A ve B), en yüksek *Staphylococcus aureus* sayısı 12. gün analizinde saptanmıştır. Söz konusu olan esansiyel yağı bulunduran C, D, E ve F gruplarında ise en yüksek bakteri sayısı farklı günlerde gözlenmiştir. *E. coli* O157:H7 içeren B ve F grupları incelendiğinde ilk gün analizleri hariç F grubunun daha az *Staphylococcus aureus* içerdiği tespit edilmiştir (p<0,05). Gruplararası değerlendirmede *E. coli* O157:H7 içermeyen deneysel köfte örneklerinde, lavanta esansiyel yağı ihtiva eden C ve D gruplarının (C grubunun 10.

gün analizleri hariç) A grubuna göre daha az mikroorganizma ihtiva ettiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Üretimin ilk gününde A, B, C, D, E ve F köfte gruplarının *Staphylococcus aureus* miktarları sırasıyla 4,20; 4,01; 4,10; 4,10; 4,16 ve 4,19 \log_{10} , kob/gr düzeyinde iken son gün analizlerinde yine sırasıyla 5,36; 5,53; 3,99; 3,56; 3,92 ve 3,73 \log_{10} , kob/gr düzeyinde olduğu saptanmıştır.

Çalışmamızda lavanta esansiyel yağı içeren köfte numunelerinden elde edilen *Staphylococcus aureus* sayıları ilk güne göre son analiz gününde düşüş gösterdi. Yapılan bir çalışmada gıda koruyucu maddesi olarak %2 oranında NaL içeren köftelerde de bezner bir düşüş ortaya çıkmıştır (Çetin ve Bostan, 2002). Başka bir çalışmada kıymada bulunan *S. aureus* miktarının, lavanta esansiyel yağının etkisiyle 3. gün analizlerinde 1,46 \log_{10} , kob/gr düzeyindeyken 9. gün analizinde 2 log azalma gösterdiği bildirilmiştir (Djeneen, 2012).

Staphylococcus aureus' un depolama sürecindeki miktarları incelenen bir çalışmada (Çolak ve ark., 2008) 100 $\mu\text{g/g}$ laktoferrin ve 200 $\mu\text{g/g}$ nisin içeren grupta 5. gün söz konusu mikroorganizmanın inhibe olduğu tespit edilmiştir. Lavanta esansiyel yağı içeren köfte numunelerimizde bu tür bir inhibisyon gözlemlenmemiştir.

Köfte örneklerimizdeki maya-küf sayılarında analizin son gününde ilk günlere göre anlamlı bir yükseliş olduğu saptanmıştır. *E. coli* O157:H7 içermeyen gruplar incelendiğinde lavanta esansiyel yağı ihtiva eden C ve D gruplarının, kontrol grubuna göre maya küf sayılarının daha az olduğu tespit edilmiştir (Bu durum 3. gün analizleri ile 5. günün C grubu analizi haricinde görülmüştür). Köfte örneklerinin hazırlandığı gün yapılan incelemelerde *E. coli* O157:H7 ve esansiyel yağ içeren grupların (E ve F), esansiyel yağ içermeyen B grubuna göre rakamsal olarak daha az mikroorganizma barındırdığı görülse de istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edildi. Depolama sürecinin ilk gününde A, B, C, D, E ve F köfte gruplarının maya ve küf miktarları 6,92; 7,01; 5,87; 5,97; 6,86 ve 6,88 \log_{10} , kob/gr düzeyindeyken son analiz gününde yine sırasıyla 8,37; 8,45; 6,95; 6,95; 7,06 ve 7,10 \log_{10} , kob/gr düzeyinde olduğu ortaya çıkmıştır.

Çetin ve Bostan'ın ilk gün yaptıkları analizlerde elde edilen maya ve küf oranları bizim çalışmamızdan daha düşük bulunmuşken muhafaza süresince sürekli

artış göstererek lavanta esansiyel yağı ihtiva eden köfte gruplarından daha yüksek değerler aldığı görülmüştür (Çetin ve Bostan, 2002).

Çalışmamızda ilk analiz günlerinde tespit ettiğimiz maya ve küf miktarları, Çolak ve arkadaşlarının ilk gün analizinde elde ettiği verilerden logaritmik olarak 1-1,5 daha az bulunmuştur. Bu iki çalışmanın son analiz günleri karşılaştırıldığında 200 µg/g laktoferrin ve 100 µg/g nisin kombinasyonunun maya ve küf üzerine daha etkili olduğu düşünülebilir (Çolak ve ark., 2008).

E. coli O157:H7 düzeyi bakımından bütün analiz günlerinde belirlenen etken miktarı gruplar arasında farklılıklar göstermiştir ve en fazla bakteri yüküne sahip köfte grubunun B grubu olduğu tespit edilmiştir. F grubu örneklerin E grubuna göre birinci gün analizleri hariç *E. coli* O157:H7 miktarının daha az olduğu istatistiksel olarak da saptanmıştır ($p < 0,05$). Deneysel üretim aşamasında *E. coli* O157:H7 suşu eklenen B, E ve F gruplarının mikroorganizma sayıları sırasıyla 8,91; 7,31 ve 6,98 log₁₀, kob/gr düzeyindeyken, son analiz gününde sırasıyla 9,14; 4,33 ve 4,18 log₁₀, kob/gr düzeyinde ortaya çıkmıştır.

Disk difüzyon yöntemi kullanılarak 15 farklı esansiyel yağın *Escherichia coli* O157: H7 ve diğer bazı patojenler üzerine olan antibakteriyel etkisinin incelendiği bir çalışmada, lavanta esansiyel yağının *E. coli* O157:H7 üzerinde inhibisyon meydana getirdiği bildirilmiştir (Mith ve ark., 2014).

Yapılan başka bir çalışmada lavanta esansiyel yağının *E. coli* O157:H7 üzerindeki etkisi araştırılmış, çalışmanın sonunda bu esansiyel yağın bakterinin log fazını etkileyerek çoğalmasını durdurduğu ve lizise neden olduğu ifade edilmiştir (Sasaki ve ark., 2015).

Laboratuvarda deneysel olarak üretilen 6 köfte grubu da depolama süreci boyunca belirlenen analiz günlerinde su aktivitesi düzeyi ölçülerek değerlendirildi. Buna göre gruplar arası verilerin istatistiksel olarak anlam ifade etmediği tespit edildi ($p > 0,05$). Muhafaza sürecinin ilk analiz gününde A, B, C, D, E ve F köfte gruplarının a_w değerlerinin sırasıyla 0,99; 0,98; 0,98; 0,97; 0,97 ve 0,97 olduğu saptanmıştır. Son

analiz gününde ise yine sırasıyla 0,97; 0,96; 0,97; 0,96; 0,97 ve 0,96 olduğu görülmektedir.

Farklı NaL konsantrasyonlarının ilavesi ile hazırlanan köftelerin su aktiviteleri değerlendirilmiş ve konsantrasyon yoğunluğuna göre a_w değerinin daha az olduğu saptanmıştır. Yaptığımız çalışma ile karşılaştırıldığında NaL içeren köftelerin su aktivite değerlerinin bizim örneklerimizden daha düşük olduğu görülmektedir (Çetin ve Bostan, 2002).

Çolak ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada (2008) a_w değerleri de incelenmiş, Nisin ve Laktoferrin ilaveli köfteler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz pH verileri grupların tamamında ilk ve son analiz günleri arasında büyük farklılıkların meydana geldiğini ortaya koymuştur yapılan ($p < 0,05$). Gruplar arası değerlendirmede 0. ve 1. günlerde anlamlı bir fark gözlemlenmemekle ($p > 0,05$), A ve C grupları hariç en düşük pH değerleri son analiz gününde elde edilmiştir. Üçüncü gün analizlerinde A grubu ile lavanta esansiyel yağı içeren C ve D gruplarının A grubuna göre pH düzeyinin daha yüksek olduğu Tablo 4.10.' da da gösterildiği gibi görülmektedir. Beşinci gün analizlerinde lavanta esansiyel yağını ihtiva eden C ve D grubu köftelerin A grubuna göre daha düşük pH'da olduğu tespit edilirken, B grubunun E'ye göre bir farklılığının olmadığı ancak F grubu numunelerden daha düşük seviyede bu değerlere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Yedinci gün analizlerinde ise C ve D gruplarının A grubuna göre daha bazik olduğu, üstelik D grubunun pH değerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Onuncu gün analizleri incelendiğinde A grubunun pH değeri C ve D gruplarına göre daha düşük olduğu istatistiksel olarak da doğrulanmış ($p < 0,05$), C ile D arasında ise anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p > 0,05$). A grubunun son gün analizlerinde C grubu ile anlamlı bir farklılığın olmadığı ancak D grubuna göre daha düşük bir pH'ya sahip olduğu gözlemlenmiştir. *E. coli* O157:H7 içeren gruplar incelendiğinden lavanta esansiyel yağı da içeren E ve F gruplarının B grubuna göre anlamlı farklılıklarının olmadığı göze çarpmıştır ($p > 0,05$). Yedinci gün analizlerinde bu gruplardan E ve F grupları incelendiğinde E grubunun daha düşük pH değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Son

gün analizlerinde B ve E grubu değerlendirildiğinde rakamsal olarak fark olduğu gözükse de bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). F grubu örneklerin ise B grubundakilere göre daha düşük pH özelliğine sahip olduğu saptanmıştır. Üretim günü A, B, C, D, E ve F grubu köftelerdeki pH değerleri sırasıyla 5,80; 5,87; 5,80; 5,80; 5,85 ve 5,89 iken son analiz gününde yine sırasıyla 5,12; 5,15; 5,19; 5,27; 5,20 ve 5,27 olarak tespit edilmiştir.

Çolak ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği bir çalışmada, kontrol grubunun ilk gün analizi 6,00 olarak bulunmuş ve depolama sürecince tüm gruplarda 6,32-6,39 arasında bir yükseliş göstermiştir (Çolak ve ark., 2008).

Hastaoğlu ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, kontrol grubunda en yüksek pH değeri saptanırken, 5g/kg oranında natamycin eklenen köfte grubunun daha az bir yükseliş gösterdiği bildirilmiştir (Hastaoğlu ve ark., 2017).

Kuzu kıymasına %0,1 oranında kekik esansiyel yağı eklenerek yapılan bir çalışmada, ilk 5 günde istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. esansiyel yağ katılımının proteolizisi yavaşlatmasından dolayı pH değerlerinin yükselişinin daha yavaş olduğu düşünülmüştür (Karabagias ve ark., 2011).

Gruplardaki tuz değerleri incelendiğinde, ilk ve son analiz günlerinde elde edilen değerler hariç, deneysel köfte örneklerinin tamamında gruplar arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$). Grup içi en yüksek tuz miktarı C grubu hariç, beşinci gün analizlerinde tespit edilmiştir. C grubu örneklerin en yüksek tuz değeri son analiz gününde elde edilmiş olsa da, 5. gün analizinde saptanan değer bu grupta en yüksek ikinci değer olmuştur. Sıfıncı gün A, B, C, D, E ve F numunelerinde sırasıyla %2,94; %3,09; %3,03; %3,30; %3,15 ve %2,87 olarak saptanan tuz değerleri, 12. günde sırasıyla %2,99; %3,08; %3,16; %2,85; %2,72 ve %2,77 düzeylerinde bulunmuştur.

Sığır etinden elde edilen köftelerin tuz miktarının incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yaptığımız çalışmaya en benzer araştırmada, Öksüztepe ve arkadaşları tarafından gökkuşağı alabalığından üretilen köftelere farklı konsantrasyonlarda Sodyum Laktat eklenerek tuz miktarları incelenmiş. Kontrol grubunun %3.58 düzeyinde tuz içerdiği tespit edilmiş ve muhafaza süresi boyunca

dalgalanmalar olduğu ifade edilmiştir. Tuz miktarı bakımından gruplar arasındaki farkın istatistiksel bir önem taşımadığı bildirilmiştir (Öksüztepe ve ark., 2010). Tuz değerinin bizim değerlerimizden yüksek olması adı geçen ürünün farklı şekilde hazırlanmasından kaynaklanmış olabilir.

Lavanta esansiyel yağı içermeyen A ve B gruplarında son analiz gününde elde edilen kurumadde miktarlarının ilk analiz gününde elde edilenlerden daha yüksek olduğu görülmüştür. A ve B gruplarındaki en düşük kuru madde miktarı ilk analiz gününde saptanmıştır (%46,23 ve %46,75). Bu esansiyel yağı içeren diğer gruplarda ise (C, D, E ve F) tam tersi olarak, sıfıncı gün kuru madde miktarının son gün analizlerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiş, bu gruplardaki en düşük kuru madde düzeyleri onikinci günde saptanmıştır (%46,19; %46,65; %48,05 ve %47,44).

Yapılan bir çalışmada kontrol grubunda ilk analiz günü %42,90 bulunmuş ve son gün analizlerine kadar bu oranlar artmıştır. Kurumadde oranlarında gruplar arası istatistiksel olarak bir fark olmadığı bildirilmiştir (Çolak ve ark., 2008).

Hastaoğlu ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada depolama süreci boyunca kurumadde oranı artmış ancak bu artış gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır (Hastaoğlu ve ark., 2017).

Renk parametresi değerlendirilen köftelerde ilk ve son gün değerlendirmesinin haricinde gruplar arası bir farklılık olmadığı istatistiksel olarak da belirlenmiştir ($p>0,05$). Birinci analiz günü A grubu köftelerin renk değerlerinin (8,50), D grubuna göre (8,03) daha iyi olduğu gözlemlenirken, son gün analizlerinde C ve D grubunun (7,87 ve 7,77) A grubuna (6,7) göre daha iyi bir renge sahip olduğu verilerle ortaya koyulmuştur. Grupların kendi içlerinde günler arası değerlendirme yapılırken A grubunun son analiz günü hariç ($p<0,05$) diğer gruplarda istatistiksel olarak anlamlı renk değişimleri saptanmamıştır ($p>0,05$).

Deneyisel köfte numunelerinin tekstürel bakımından değerlendirildiğinde, ilk tadım gününde C ve D ile (7,63 ve 7,30) kontrol grubu (8,27) arasında fark olduğu gözlemlenirken, ikinci tadım gününde yalnızca D grubunun (7,43) A grubuna (8,53) göre farklı olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Diğer günlerde istatistiki olarak anlamlı

farklılıkların olmadığı gözlemlenirken, son analiz gününde lavanta içeren C ve D grubu köftelerin göreceli olarak daha iyi değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Köftelerin koku yönünden duyuşsal olarak değeriendirildiği analiz günlerinin ilk ikisinde grupların tamamı istatistiksel olarak birbirlerine göre farklılık göstermişlerdir. Üçüncü analiz gününde D grubu (5,73) ile A ve C grubunun (7,20 ve 7,03) farklı, son analiz gününde ise C grubu örneklerle (6,70) A ve D grubu (5,03 ve 5,33) arasında farklılık olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). A grubu numuneleri ilk analiz gününde koku parametresine göre en yüksek puanlamayı almasına rağmen (8,57) ilerleyen analiz günlerinde bu parametre açısından aldığı puan düşerek son analiz gününde orta sınıfta yer almıştır. Buna göre son analiz gününde C grubunun koku parametresine göre A grubundan daha iyi olduğu istatistiksel olarak da belirlenmiştir ($p<0,05$).

Tat parametresi yönünden ilk iki analiz gününde grupların tamamı arasında fark görülürken ($p<0,05$), 7. günde A ile C, 12. günde ise A ile D grubu numuneleri arasında anlamlı bir fark belirlenememiştir ($p>0,05$). A grubu numuneler ilk analiz günlerinde en yüksek beğeniye alırken bu durum son analiz gününde lavanta ilaveli C grubu lehinde oluşmuştur. Köftelerin tat parametresi yönünden muhafaza süresince değışimi incelendiğinde, A ve C grubu köftelerde ilk iki analiz gününde bir fark ortaya çıkmazken (8,70-8,90 ve 4,80-5,53) sonraki iki analiz gününde A grubunda düşüş (7,03 ve 4,37), C grubunda ise anlamlı bir yükseliş görülmüştür (6,97 ve 6,43) ($p<0,05$).

Panelistlerden, deneysel olarak hazırlanan köftelerin genel olarak kabul edilebilirliğinin değeriendirilmesi istendiğinde, A grubu köftelerin ilk iki analiz gününde (8,57 ve 8,50) çok iyi, üçüncüsünde (7,37) iyi, son analiz gününde ise 5,27 puanlama ile orta seviyede olduğu tespit edilmiştir. C grubu köfteler ilk iki analiz gününde (5,40; 6,23) orta ve ortanın üstü olarak değeriendirilirken, sonraki analiz gününde (7,03) iyi ($p<0,05$), son analiz gününde ise (6,30) ortalamanın üstü olarak değeriendirilmiştir. D grubu köfteler ilk analiz günü (3,60) kötü, ikinci analiz günü (4,53) ortanın altı, üçüncü analiz gününde (5,30) orta seviye olarak nitelendirilmiş olup bu değışim istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Son analiz gününün değeri (4,93) diğer günlerle istatistiksel farklılık ortaya koymamıştır ($p>0,05$). İlk

gün analizlerinde gruplar arası değerlendirmede A grubunun genel tüketilebilirlik özelliği çok iyi sınıfta değerlendirilirken, son iki analiz gününde C grubu ile arasında anlamlı bir fark olmadığı saptanmıştır.

Djeneen ve arkadaşlarının yaptıkları bir duysal analiz çalışmasında, bizim çalışmamızda da olduğu gibi, ürünlerdeki yoğun lavanta kokusunun muhafaza süresince azaldığı, bunun da lavanta yağının uçuculuk özelliğinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Djeneen ve ark., 2012).

Yapılan bir çalışmada, farklı konsantrasyonlarda nisin ve lactoferrin eklenerek deneysel olarak hazırlanmış köfte gruplarının duysal analizlerinde gruplar arası anlamlı bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir (Çolak ve ark., 2008).

Hastaoğlu ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada farklı konsantrasyonlarda Nisin ve Natamycin ilaveli köftelerin duysal analizleri gerçekleştirilmiştir. Buna göre genel kabul edilebilirlik puanlamalarında nisin içeren köftelerin kontrol grubu köftelere göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermediği, ancak bu köftelerin daha çok beğenildiği ifade edilmiştir. Renk parametresi incelendiğinde ise 5. gün analizlerinde bütün gruplarda istatistiksel olarak da anlamlı bir değişim tespit edilmiştir. En iyi lezzetin ise 5g/kg oranında nisin içeren köftelerde gözlemlendiği bildirilmiştir (Hastaoğlu ve ark., 2017).

6. SONUÇ

Et ve et ürünlerinin bozulma riskinin yüksek olmasından dolayı gıda güvenliğini geliştirmek ve raf ömrünü uzatmak amacı ile çeşitli gıda koruyucu maddeleri eklenmektedir. Özellikle son yıllarda tüketicinin de bilinçlenmesi ile doğal kaynaklı gıda koruyucu maddelerine talep artmaktadır. Bu çalışmada farklı oranlarda köfte gruplarına eklenen *Lavandula angustifolia* esansiyel yağının *E. coli* O157:H7 üzerine etkisi incelendi. Ayrıca köftenin muhafaza süreci boyunca mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal değişimleri incelendi. Lavanta esansiyel yağının *E. coli* O157:H7 üzerine inhibe edici etkisi olduğu tespit edilmiştir. Kullandığımız *Lavandula angustifolia* esansiyel yağı miktarının Gr (-) bakterilere, Gr (+) bakterilerden daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgularla söz konusu esansiyel yağın antimikrobiyal etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. Gıda koruyucu maddelerle yapılan diğer çalışmalar da baz alındığında lavanta esansiyel yağı ile yapılacak kombinasyonların daha iyi sonuçlar vereceği düşünölmektedir.

Bu çalışmada antibakteriyel açıdan elde edilen olumlu sonuçların yanında duyuşal analiz sonuçları da ümit verici olmuştur. Özellikle ilk analiz günlerinde panelistlerde lavanta esansiyel yağlarından dolayı oluşun yabancı tat algısı, ilerleyen günlerde daha kabul edilebilir ve hatta beğebnilir bir duruma dönüşmüştür. Buda tüketici alışkanlıklarında değişimlerin meydana gelebileceğini bizlere düşöndürmekte, halk sağlığı açısından birçok fayda sağlayabilecek lavantalı et ürünlerinin piyasada kullanılabilceği sonucunu uyandırmaktadır.

Gıda teknolojisinde lavanta esansiyel yağlarının tek başlarına veya diğer organik yapılı koruyucularla birlikte kullanılmasının gıda muhafazasında sağlık açısından önemli sonuçlar ortaya koyabileceğini düşünmekteyiz. Hem mikrobiyolojik açıdan gıda güvenliği açısından olumlu etkis hem de gıdalara ilave edilmesiyle onlara fonksiyonel bir özellik kazandırması, lavanta esansiyel yağlarının et ürünlerinde kullanılması gerektiği sonucunu bu çalışmayla ortaya koymaktayız. Bunun yanında, gıdalarda koruyucu olarak kullanılan ve halk sağlığı açısından sorun yaratan kimyasalların kullanım oranlarının azalması sağlanacak ve bu yağın ilavesiyle gıdalların daha güvenli bir hale gelebileceği kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

Akçamlı E. (2008). A study on the presence of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in Blue cheese sold in public markets in Konya province. MSc. dissertation, University of Selçuk, Turkey.

Anonim (1995). Standard Methods for the Examination for Water and Wastewater American Public Health Association (APHA) (19th edition). Byrd Prepress Springfield, Washington.

Anonim (1974). Et ve Et Mamulleri Klorür Miktarı Tayini, TS 1747. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

Anonim (1974). Et ve Et Mamulleri Rutubet Miktarı Tayini, TS 1743. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

Anonim (1978). Et ve Et Mamullerinde pH Tayini, TS 3136. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

Anonim (1982). ICMSF, *Microorganism in Foods 1. Their Significance and Methods of Enumeration* Toronto; Buffalo: University of Toronto Press, 1988, c1978. p:436.

Anonim (1985). Special Feature *Escherichia coli*, 1885-1985. *J. Hyg., Camb.*, **95**, 521.

Anonim (2007). Köfte – Pişmemiş, TS 10581. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

Anonim (2012). ISO 16654:2001, Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the detection of *Escherichia coli* O157.

Anonim (2016). Parfümeri, eczacılık vb. alanlarda kullanılan bitkiler ve yem bitkileri tohumu. TUİK 2017.

Anonim (1992). Manual of Food Quality Control. 4. Rev. 1. “Microbiological Analysis”. *Food and Agricultural Organization of the United Nations*, Rome, 43-56.

Arslan A. (2013). *Et muayenesi ve et ürünleri teknolojisi*. Medipres Yayıncılık, Ankara, 2. Baskı

Aslancan H., Sarıbaş R. (2011). *Lavanta Yetiştiriciliği*. Yayın No: 41, Yayın Tarihi:15.11.2011.<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/marem/Belgeler/Yeti%C5%9F>

Ftiricilik%20Bilgileri/Lavanta%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi.pdf (Erişim Tarihi: 2018)

Beers M.H., Porter R.S., Jones T.V., Kaplan Berkwits M. (2006). *The Merck Manual of Diagnosis and Therapy*, Merck Research Laboratories, Rahway,NJ, USA, 18th ed.

Bond, J.M., Marchello, M.J. Andslanger, W.D. 2001. Physical, chemical and shelf-life characteristics of low-fat ground beef patties formulated with waxy hull-less barley. *J. Muscle Foods* **12**, 53–69.

Brochot A., Guilbot A., Haddioui L., Roques C. (2017). Antibacterial, antifungal, and antiviral effects of three essential oil blends. *MicrobiologyOpen*, **6**.

Burt S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. *Int J Food Microbiol*, **94**, 223– 253.

Caprioli A., Morabito S., Brugère H., Oswald E. (2005). Enterohemorrhagic Escherichia coli: emerging issues on virulence and modes of transmission. *Vet Res*, **36**, 289-311.

Carroll K.C., Morse S.A., Mietzner T., Miller S.,(2016). *Jawetz, Melnick, and Adelberg's Medical Microbiology*, McGraw–Hill Education, USA, 27th edition.

Carson C.F., Mee B.J., Riley T.V. (2002). Mechanism of action of *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) oil on *Staphylococcus aureus* determined by time-kill, lysis, leakage, and salt tolerance assays and electronmicroscopy. *Antimicrob Agents Ch*, **46**, 1914–1920.

Colak H., Hampikyan H., Bingol E.B., Aksu H. (2008). The effect of nisin and bovine lactoferrin on the microbiological quality of turkish-style meatball (tekirdağ köfte). *J Food Safety*, **28**, 355-375.

Çetin B., Bostan K. (2002). Hazır köftelerin mikrobiyolojik kalitesi ve raf ömrü üzerine sodyum laktatın etkisi. *Turk J Vet Anim Sci.*, **26**, 843-844.

Da Porto, C., Decorti, D., & Kikic, I. (2009). Flavour compounds of *Lavandula angustifolia* L. to use in food manufacturing: compar *Lavandula angustifolia* L. to use in food manufacturing: comparison of three different extraction methods. *Food Chem*, **112**, 1072–1078.

De Rapper S., Viljoen A., Van Vuuren S. (2016). The in vitro antimicrobial effects of *Lavandula angustifolia* essential oil in combination with conventional antimicrobial agents. *Evid Based Complement Alternat Med.*, 2752739.

Desmarchelier P.M., Bilge S.S., Fegan N., Mills L., Vary, J. C., Jr, & Tarr, P. I. (1998). A PCR specific for *Escherichia coli* O157 based on the *rfb* locus encoding O157 lipopolysaccharide. *J Clin Microbiol*, **36**, 1801- 4.

Djenane D., Aïder M., Yangüela J, Idir L., Gómez D., Roncalés P. (2012). Antioxidant and antibacterial effects of *Lavandula* and *Mentha* essential oils in minced beef inoculated with *E.coli* O157:H7 and *S.aureus* during storage at abuse refrigeration temperature. *Meat Sci.*, **92**, 667–674.

Doyle M.P., Beuchat L.R, Montville T.J. (1997). *Escherichia coli* O157:H7 in food. In: Doyle MP, Beuchat LR, Montville TJ (Eds). *Food Microbiology Fundamentals and Frontiers*. ASM pres Washington, pp:171-191.

Easton L. (1997). *Escherichia coli* O157: occurrence, transmission and laboratory detection. *Br J Biomed Sci*, **54**, 57-64.

Elmalı M., Yaman H. (2005). Microbiological quality of raw meat balls: produced and sold in the eastern of Turkey. *Pakistan J Nutr*, **4**, 197– 201.

Erdem A.K., Sağlam D., Özer D., Özçelik E. (2014). Microbiological quality of minced meat samples marketed in İstanbul. *YYÜ Vet Fak Derg*, **25 (3)**, 67-70.

Erol İ. (2007). *Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi*. Ankara, Pozitif Matbaacılık Ltd. Şti. s:78-92. ISBN:978-975-00131-0-9.

Fakhari A.R., Salehi P., Heydari R., Ebrahimi S.N., Haddadb P.R. (2005): Hydrodistillation-headspace solvent micro extraction, a new method for analysis of the essential oil components of *Lavandula angustifolia* Mill. *J Chromatogr*, **1098**, 14-18.

Feiner G. (2006). *Meat Products Handbook*. 1 st ed., Woodhead Publishing, p: 672. ISBN: 9781845690502.

Fernandez-Lopez J., Jimenez S., Sayas-Barbera E., Sendra E., Perez-Alvarez J.A. (2006). Quality characteristics of ostrich (*Struthio camelus*) burgers. *Meat Sci.* **73**, 295–303.

Gavanji S., Sayedipour S.S., Larki B., Bakhtari A. (2015). Antiviral activity of some plant oils against herpes simplex virus type 1 in Vero cell culture. *J. Acute Med.* **5**, 62-68.

Girard J.P. (1992). *Technology of Meat and Meat Products*. New York: Ellis Horwood, p:272.

Goktan D., Tuncel G., Unluturk A. (1988). The effect of vacuum packaging and gaseous atmosphere on microbial growth in tripe. *Meat Sci.* **24**, 301–307.

Gómez-Estaca J., López de Lacey A., López-Caballero M.E., Gómez-Guillén M.C., Montero P. (2010). Biodegradable gelatine-chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation. *Food Microbiol.*, **27**, 889-896.

Gökmen M., Akkaya L., Kara R., Gök V., Önen A., Ektik N. (2016). Zeytin yaprağı ekstraktı ilavesinin köftelerde *S. typhimurium*, *E. coli* O157 ve *S. aureus* gelişimi üzerine etkisi, *Akademik Gıda*, **14**, 28-32.

Gökmen M., Alişarlı M. (2003). Van ilinde tüketime sunulan kıymaların bazı patojen bakteriler yönünden incelenmesi. *YYU Vet Fak Derg* **14**, 27-34.

Gracey J. F., Collins D.S., Huey R.J. (1999). *Meat Hygiene*, Elsevier Health Sciences, Edinburgh, 10th edition.

Güzel M. (2015). *Tarlaların Yeni Prensesi Lavanta*. <http://liderlervadisi.com/teknoloji-transferi/detail/139/tarlalari-yeni-prensesi-lavanta/> (2018)

Halkman A.K., Noveir M.R., Doğan H.B. (2001). *Escherichia coli* O157:H7 serotipi. Ankara, Sim Matbaacılık Limited Şirketi, s:1-36.

- Han M.J, Lee S.Y. (2006).** The Escherichia coliproteome: Past, present, and future prospects. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, **70**, 362–439.
- Hastaoğlu E., Saraç M.G., Keskin Z.S., Yozgat F. (2017).** The Effects of Nisin and Natamycin on the Microbiological, Chemical and Sensorial Qualities of Meatballs. *CSJ* , **38(4)**, 834-844.
- Karabagias I., Badeka A., Kontominas M.G. (2011).** Shelf life extension of lamb meat using thyme or oregano essential oils and modified atmosphere packaging. *Meat Sci.*, **88 (1)**, 109-116.
- Karmali M.A., Gannon V., Sargeant J.M. (2010).** Verocytotoxin-producing *Escherichia coli* (VTEC). *Veterinary Microbiology.*, **140**, 360–370.
- Kaymaz Ş. (1987).** Detection of some important bacteria of public health significance in raw and cooked hamburgers consumed in Ankara, Turkey. *Ankara University Journal of Faculty of Veterinary science*, **34**, 577-593.
- Kılıç A. (2008):** Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemleri. *BAROFD.*, **10(13)**, 37-45.
- Kim K. S. (2016).** Human Meningitis-Associated *Escherichia coli*. *EcoSal Plus*, **7**.
- Kovatcheva-Apostolova E.G., Georgiev Ilieva M.P., Skibsted L.H., Rødtjer A., Andersen M.L. (2008).** Extracts of plant cell cultures of *Lavandula vera* and *Rosa damascena* as sources of phenolic antioxidants for use in foods. *Eur Food Res Technol.*, **227**, 1243-1249.
- Langeveld W.T., Veldhuizen E.J., Burt S.A. (2013).** Synergy between essential oil components and antibiotics: a review. *Crc Cr Rev Microbiol*, **40**, 76–94
- Lis-Balchin M. (2002):** Lavender the Genus *Lavandula* - London and Newyork: Taylor & Francis, Cilt 4.
- Liu D. (2017)** *Laboratory Models for Foodborne Infection Food microbiology series.* CRC Press, France, 317-330 1st edition.
- Lopez-Romero J.C., Gonzalez-R'ios H., Borges A., Simões M. (2015).** Antibacterial effects and mode of action of selected essential oils components against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Article ID 795435, 9 pages.

- Lucera A., Costa C., Conte A., Nobile M.A.D. (2012).** Food applications of natural antimicrobial compounds. *Front Microbiol.*, **3**, 287.
- Man A., Santacroce L., Jacob R., Mare A., Man L. (2019).** Antimicrobial Activity of Six Essential Oils Against a Group of Human Pathogens: A Comparative Study. *Pathogens*, **8(1)**, 15.
- March S.B., Ratnam S. (1986).** Sorbitol-MacConkey medium for detection of *Escherichia coli* O157:H7 associated with hemorrhagic colitis. *J Clin Microbiol.*, **23**, 69-72.
- Marcum B.D., Hanson R.B. (2006).** Effect of Irrigation and Harvest Timing on Peppermint Oil Yield in California. *Agricultural Water Management*, **82**, 118–128.
- Martins R.L., Simões R.C., Rabelo M., Farias A.L.F., Rodrigues A.B.L., Ramos R.S., Fernandes J.B., Santos L.S., Almeida S.S.M.S. (2016).** Chemical Composition, an Antioxidant, Cytotoxic and Microbiological Activity of the Essential Oil from the Leaves of *Aeollanthus suaveolens* Mart. Ex Spreng., *PLoS ONE.*, **11**.
- Mith H., Dure´ R., Delcenserie V., Zhiri A., Daube G., Clinquart A. (2014).** Antimicrobial activities of commercial essential oils and their components against food-borne pathogens and food spoilage bacteria. *Food Sci. Nutr.*, **2**, 403–416.
- Mo T., Os A. (2017).** Plant Essential Oil: An Alternative to Emerging Multidrug Resistant Pathogens. *J. Microbiol. Exp.*, **5**, 1–10.
- Munoz-Bertomeu J., Arrillaga I., Segura J. (2007).** Essential oil variation within and among natural populations of *Lavandula latifolia* and its relation to their ecological areas. *Biochem. Syst. Ecol.*, **35** 479-488.
- Nadajarah, D, Han JH, Holley R. (2005).** Use of mustard flour to indicate *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef under nitrogen flushed packaging. *Int. J. Food Microbiol.*, **99**, 257-267.
- Nazzaro F., Fratianni F., De Martino L., Coppola R., De Feo V. (2013).** Effect of Essential Oils on Pathogenic Bacteria. *Pharmaceuticals*, **6**, 1451–1474.
- Noveir M.R., Dogan H.B., Halkman A.K. (2000).** A note on *Escherichia coli* O157:H7 serotype in Turkish meat products. *Meat Science*, **56**, 331-335.

Oluwatuyi M., Kaatz G.W., Gibbons S. (2004). Antibacterial and resistance modifying activity of *Rosmarinus officinalis*. *Phytochemistry*, **65**, 3249–3254.

Omerovic M, Müştak , Kaya İ. (2017). *Escherichia coli* Patotiplerinin Virülens Faktörleri. Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi, **28 (1)**, 1-6.

Oussalah M., Caillet S., Saucier L., Lacroix M. (2007). 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**, 414–420.

Öksüztepe, G, Çoban, Ö E, Güran, H Ş (2010). Sodyum laktat ilavesinin taze gökkuşığı alabalığından (*Oncorhynchus mykiss* W.) yapılan köftelere etkisi. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, **16**, S65-S72.

PAHO (2001). *Zoonoses And Communicable Diseases Common To Man And Animals* Washington, 90-99. 3rd edition.

<https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2012/Acha-Zoonoses-Eng.pdf> (Erişim Tarihi:13.07.2019).

Pombal S, Rodrigues CF, Araújo JP, Rocha PM, Rodilla JM, Diez D (2016). Antibacterial and antioxidant activity of Portuguese *Lavandula luisieri* (Rozeira) Rivas-Martinez and its relation with their chemical composition. *SpringerPlus.*, **5**, 1711.

Raeisi M, Hashemi M, Aminzare M, Afshari A, Zeinali T, Jannat B (2018). An investigation of the effect of *Zataria multiflora* Boiss and *Mentha piperita* essential oils to improve the chemical stability of minced meat. *Veterinary world*, **11(12)**, 1656.

Rangel JM, Sparling PH, Crowe C, Griffin PM, Swerdlow DL (2005). Epidemiology of *Escherichia coli* O157:H7 Outbreaks, United States, 1982–2002. *Emerg Infect Dis.*, **11**, 603–609.

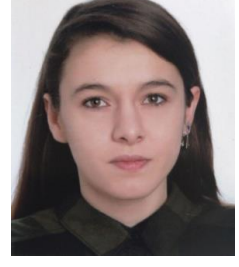
Rodrigues N, Malheiro R, Casal S, Asensio-S.-Manzanera MC, Bento A, Pereira JA (2012). Influence of spike lavender (*Lavandula latifolia* Med.) essential oil in the quality, stability and composition of soybean oil during microwave heating. *Fct.*, **50**, 2894–2901.

- Sasaki J, Yamanouchi K, Nagaki M, Arima H, Aramachi N, Inaba T (2015).** Antibacterial effect of lavender (*Lavandula*) flavor (volatile). *J Food Sci* , **5**, 95–102.
- Smith ECJ, Williamson EM, Wareham N, Kaatz GW, Gibbons S (2007).** Antibacterials and modulators of bacterial resistance from the immature cones of *Chamaecyparis lawsoniana*. *Phytochemistry*, **68**, 210–217.
- Soliman SSM, Alsaadi AI, Youssef EG, Khitrov G, Noreddin AM, Hussein MI Ibrahim AS (2017).** Calli Essential Oils Synergize with Lawsone against Multidrug Resistant Pathogens. *Molecules* **22**, 2223
- SPSS (2010).** Standard Version16.0. SPSS for Windows, Release 13.0, Standard Version. IL: SPSS Inc., Chicago.
- Tamplin ML, Paoli G, Marmer BS, Phillips AJ (2015).** Models of the behavior of *Escherichia coli* O157:H7 in raw sterile ground beef stored at 5 to 46°C. *Int. J. Food Microbiol.*,**1**, 335-344.
- Terada K (1995).** Information about food poisoning caused by *E. coli* O157. *J. Infect. Dis.*, **171**, 1042-5.
- Topçu Aİ, Söyletir G, Doğanay M (2002).** *Bakteriyel İnfeksiyonlar. İnfeksiyon Hastalıkları ve Mikrobiyoloji*, cilt 1, Nobel Tıp Kitapevi, İstanbul, 1564-1575.
- Uğur M Nazlı B, Bostan K (1998).** İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi ABD Ders Notları. İstanbul.
- Vasireddy L, Bingle LEH, Davies MS (2018).** Antimicrobial activity of essential oils against multidrug-resistant clinical isolates of the Burkholderia cepacia complex. *Plos ONE*, **13** (8).
- Wasteson Y (2002).** Zoonotic *Escherichia coli* from clinic mastitis, *Acta Vet Scand.*, **43**, 79-84.
- Wells JG, Davis BR, Wachsmuth IK, Riley LW, Remis RS, Sokolow R, Morris GK (1983).** Laboratory investigation of hemorrhagic colitis outbreaks associated with a rare *Escherichia coli* serotype. *J. Clin. Microbiol.*, **18**, 512-520.

Zhao WH, Hu ZQ, Okubo S, Hara Y, Shimamura T (2001). Mechanism of synergy between epigallocatechin gallate and β -lactams against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *AAC*, **45**, 1737-1742.



ÖZGEÇMİŞ



1. GENEL:

Ad ve Soyad : Zühal ÇALIŞKAN
Doğum Yeri ve Tarihi : İSTANBUL 03/12/1987
Elektronik Posta : zuhalcaliskan87@gmail.com
Telefon no : 0553 232 03 12
Yazışma Adresi : Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü İstiklal Yerleşkesi
/BURDUR.

2. Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

Lisans :Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi (2015)
Yüksek Lisans :Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık
Bilimleri Enstitüsü
Hayvansal Ürünler Hijyen ve Teknolojisi Disiplinlerarası Anabilim Dalı (halen
devam ediyor).

3. Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl (Mesleki Deneyim): S.S. Manavgat Kasapları Temin Tevzii Koop. Manavgat Mezbahası (2015-2017).

