

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**LİMON UÇUCU YAĞI UYGULANAN TAVUK ETİNDE MİKROBİYAL
DEĞİŞİMİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Elif PARILTI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Özlem ERTEKİN

TUNCELİ-2025

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**LİMON UÇUCU YAĞI UYGULANAN TAVUK ETİNDE MİKROBİYAL
DEĞİŞİMİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Elif PARILTI
(220040002)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Özlem ERTEKİN

TUNCELİ-2025

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

LİMON UÇUCU YAĞI UYGULANAN TAVUK ETİNDE MİKROBİYAL
DEĞİŞİMİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Elif PARILTI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 29/05/2025 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oy birliği** ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ali ARSLAN
(Fırat Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Özlem ERTEKİN
(Munzur Üniversitesi)

Doç. Dr. Yeliz İPEK
(Munzur Üniversitesi)

BAŞKAN

DANIŞMAN

ÜYE

Bu tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Nagihan KARAASLAN AYHAN

Enstitü Müdürü

Bu çalışma, Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: YLMUB024-08

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve sanat eserleri kanunu”ndaki hükümlere tabidir.

29/05/2025

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Elif PARILTI

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Özlem ERTEKİN

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın başından sonuna kadar bilgisi, tecrübesi ve hoşgörüsü ile destek ve yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Özlem ERTEKİN'e saygı, minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmayı YLMUB024-08 numaralı proje ile destekleyen Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim.

Ayrıca maddi ve manevi anlamda her zaman yanımda olan aileme ve eşime teşekkür ederim

Elif PARILTI
TUNCELİ-2025



İÇİNDEKİLER

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	I
TEŞEKKÜR.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ŞEKİLLER LİSTESİ	IV
TABLolar LİSTESİ	V
SEMBOLLER LİSTESİ	VI
KISALTMALAR LİSTESİ	VII
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
1. GİRİŞ	1
1.1. Antimikrobiyal Maddeler	3
1.2. Et ve Et Ürünlerinde Kullanılan Antimikrobiyal Maddeler	4
1.3. Antimikrobiyal Etkili Bitkilerin Önemi	4
1.4. Uçucu Yağ	5
1.5. Limon Uçucu Yağı	6
1.6. Limon Yağı ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	6
2. MATERYAL VE METOT	11
2.1. Materyal.....	11
2.1.1. Besiyerleri, cam ve diğer malzemeler, alet ve ekipmanlar	11
2.1.1.1. Besiyerleri.....	11
2.1.1.2. Cam ve diğer malzemeler	11
2.1.1.3. Alet ve ekipmanlar	11
2.1.2. Tavuk eti.....	11
2.1.3. Limon uçucu yağı.....	13
2.1.4. Mikroorganizmalar.....	13
2.2. Metot.....	13
2.2.1. Mikrobiyolojik analizler.....	13
2.2.1.1. Patojen kültürlerin aktiveştirilmesi.....	13
2.2.1.2. Disk difüzyon yöntemi.....	13
2.2.1.3. Limon uçucu yağının <i>E.coli</i> ATCC 25922 suşu üzerine etkisinin incelenmesi ...	14
2.2.1.4. Limon uçucu yağının tavuk göğüs ve but eti üzerine etkisinin incelenmesi.....	14
2.2.1.5. Limon uçucu yağının kontamine edilen tavuk göğüs ve but eti üzerine etkisinin incelenmesi	15
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	16
3.1. Limon Uçucu Yağının Antimikrobiyal Etkinliğinin Değerlendirilmesi.....	16
3.2. Limon Uçucu Yağının <i>E.coli</i> ATCC 25922 Suşu Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi.....	17
3.3. Limon Uçucu Yağının Tavuk Göğüs ve But Eti Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi	18
3.4. Kontamine Edilen Tavuk Göğüs ve But Eti Üzerine Limon Uçucu Yağının Etkisinin Değerlendirilmesi	19
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	22
5. KAYNAKLAR	24
ÖZGEÇMİŞ	30

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Tavuk göğüs ve but etlerinin gramajlanmaları ile ilgili bazı örnekler.....	12
Şekil 2.2.	Tavuk göğüs ve but etlerinin limon uçucu yağı uygulanan gramajlanmaları ile ilgili bazı örnekler.....	12
Şekil 3.1.	<i>E.coli</i> 25922'nin disk difüzyon yöntemine göre zon görüntüsüne bir örnek.....	16
Şekil 3.2.	Plate Count Agar'da 37°C'de 1 günde oluşan koloni örneği.....	17



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1.	Farklı miktarlardaki limon uçucu yağının <i>E.coli</i> ATCC 25922 suşu üzerine antibakteriyel etkisi.....	18
Tablo 3.2.	Tavuk göğüs ve but eti örnekleri üzerine limon uçucu yağının etkisi.....	19
Tablo 3.3.	Kontamine edilen tavuk göğüs ve but eti örnekleri üzerine farklı miktarlarda uygulanan limon uçucu yağının etkisi.....	21



SEMBOLLER LİSTESİ

mL	: Mililitre
v/v	: Hacimsel oran
°C	: Santigrat
µL	: Mikrolitre
dk	: Dakika
g	: Gram
%	: Yüzde
kob/g	: Koloni oluşturan birim/gram
kob/mL	: Koloni oluşturan birim/mililitre



KISALTMALAR LİSTESİ

GRAS	: Güvenli olarak kabul edilen
ATCC	: Amerikan tip kültür koleksiyonu
OD	: Optik yoğunluk
TVC	: Toplam canlı sayımı
EC	: <i>E. coli</i> 25922 suşu
LUY	: Limon uçucu yağı



ÖZET

Tavuk eti mikroorganizmalar tarafından kolayca kontamine olabilmektedir. Dolayısıyla tavuk eti çabuk bozulabilen bir gıda olduğu için üretimden tüketime kadar olan süreçte çok dikkatli davranılması gereken bir üründür. Et ve et ürünlerini zararlı mikroorganizmalardan koruyabilmek için birçok yöntem uygulanmaktadır. Ancak günümüzde sağlık açısından daha güvenilir olarak kabul edilen doğal koruyuculara olan eğilim artmıştır. Bu çalışmada da doğal olarak elde edilen limon uçucu yağının antimikrobiyal özelliğinden yararlanılması ve limon uçucu yağının tavuk etinin depolanma süresi boyunca mikrobiyal değişimine olan etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın birinci bölümünde limon uçucu yağının 5 farklı gıda kaynaklı patojen mikroorganizmaya karşı antimikrobiyal etkisi incelenmiştir. Limon uçucu yağının daha az etkili olduğu *E. coli* ATCC 25922, tavuk göğüs ve but etlerine kontamine edilecek mikroorganizma olarak seçilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde 150, 200, 250, 500, 1000 ve 2500 µL miktarlarındaki limon uçucu yağının 240 µL *E. coli* ATCC 25922 üzerine depolama süresince inhibe edici aktivitesi değerlendirilmiştir. *E. coli* ATCC 25922 üzerine en fazla inhibitör aktivite gösteren limon uçucu yağı miktarı 1000 ve 2500 µL olarak belirlenmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde 150 ve 2500 µL limon uçucu yağının tavuk göğüs ve but eti üzerinde depolama süresince toplam bakteri açısından mikrobiyal değişime etkisi incelenmiştir. Limon uçucu yağının her iki miktarının da mikroorganizma gelişimini yavaşlattığı ve bu etkinin miktar fazlalığından dolayı 2500 µL için daha fazla olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın dördüncü bölümünde 240 µL *E. coli* ATCC 25922 ile farklı miktarlardaki (150, 200, 250, 500, 1000 ve 2500 µL) limon uçucu yağı karışımı, mikrobiyal yükünden temizlenmiş tavuk göğüs ve but etleri üzerine sürülerek depolama süresi boyunca limon uçucu yağının inhibitör etkisi incelenmiştir. Çalışmanın sonunda *E. coli* ATCC 25922 üzerinde limon uçucu yağının bütün miktarlarında inhibitör etki tespit edilirken en yüksek inhibitör etkinin 1000 ve 2500 µL limon uçucu yağı miktarlarında olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Limon uçucu yağı, antimikrobiyal madde, tavuk göğüs eti, tavuk but eti, *E. coli* ATCC 25922

ABSTRACT

Evaluation of Microbial Change in Chicken Meat Applied with Lemon Essential Oil

Chicken meat can be easily contaminated by microorganisms. Therefore, chicken meat is a product that should be treated very carefully from production to consumption since it is a perishable food. Many methods are applied to protect meat and meat products from harmful microorganisms. However, today, the tendency towards natural preservatives, which are considered more reliable in terms of health, has increased. In this study, it was aimed to benefit from the antimicrobial properties of naturally obtained lemon essential oil and to evaluate the effect of lemon essential oil on the microbial change of chicken meat during storage. In the first part of the study, the antimicrobial effect of lemon essential oil against 5 different foodborne pathogenic microorganisms was examined. *E. coli* ATCC 25922, which lemon essential oil is less effective against, was selected as the microorganism to be contaminated in chicken breast and thigh meat. In the second part of the study, the inhibitory activity of 150, 200, 250, 500, 1000 and 2500 μL amounts of lemon essential oil on 240 μL *E. coli* ATCC 25922 during storage was evaluated. The amount of lemon essential oil that showed the highest inhibitory activity on *E. coli* ATCC 25922 was determined as 1000 and 2500 μL . In the third part of the study, the effect of 150 and 2500 μL lemon essential oil on microbial change in terms of total bacteria on chicken breast and thigh meat during storage was investigated. It was determined that both amounts of lemon essential oil slowed down the growth of microorganisms and this effect was greater for 2500 μL due to the higher amount. In the fourth part of the study, a mixture of 240 μL *E. coli* ATCC 25922 and different amounts (150, 200, 250, 500, 1000 and 2500 μL) of lemon essential oil was applied to chicken breast and thigh meat cleaned from microbial load and the inhibitory effect of lemon essential oil was investigated during the storage period. At the end of the study, while all amounts of lemon essential oil were found to have inhibitory effects on *E. coli* ATCC 25922, it was determined that the highest inhibitory effect was found in 1000 and 2500 μL lemon essential oil amounts.

Keywords: Lemon essential oil, antimicrobial agent, chicken breast meat, chicken thigh meat, *E. coli* ATCC 25922

1. GİRİŞ

Dünya nüfusu arttıkça hayvansal proteinlere olan gereksinim artmaktadır. Bu sebeple besleyici değeri yüksek ve ekonomik olarak uygun olmasından dolayı kanatlı hayvan etleri tercih edilmekte ve kanatlı hayvan endüstrisi bu artışları karşılamaya çalışmaktadır (Amerah, 2016).

Kırmızı ete göre tavuk eti daha fazla protein içermekte olup protein oranı 100 g tavuk eti için yaklaşık 21 g kadardır. Tavuk eti doymamış yağ asitlerince zengin olmakla birlikte B2, B6, B12 gibi vitaminler içerir (Arslan, 2002; Anıl ve ark., 1999).

Hem üreticiler hem de tüketiciler için dikkat edilmesi gereken en önemli kritik nokta gıda güvenliğidir. Üretimin başından sonuna kadar gıda güvenliğini sağlayarak mikrobiyal yükün olması gereken limitlerde tutulmasını sağlamak büyük önem arz etmektedir (O'Sullivan, 2016). Çiğ tavuk etinin kontaminasyona uğraması sağlık açısından ve ekonomik açıdan problem teşkil etmektedir. Bu nedenle doğal antimikrobiyal maddelerin gıdalarda uygulanması hem bozulma yapan hem de sağlığı tehdit eden mikroorganizmaların elimine edilmesinde önem taşımaktadır (Harmankaya ve Vatansever, 2016). Bu nedenlerle yaygın olarak araştırmalarda lezzet özelliklerini geliştirmek, dayanıklılığı artırmak ve raf ömrünü uzatmak için bitkilerden elde edilen ekstrakt, esansiyel yağ gibi koruyuculara yönelinmiştir (Botsoglou ve ark., 2003). Bunlar sentetik koruyuculara alternatif olarak düşünülmektedir (Harmankaya ve Vatansever, 2016).

Tavuk eti besin içeriği (protein, mineral, vitamin, doymamış yağ) açısından değerli bir gıda (Taşkıran, 2018; Aydın, 2018) olmakla birlikte bu besin içerikleri ile varolan su aktivitesi ve tavuk etinin içerdiği pH, mikroorganizmaların üremesi için iyi bir ortam oluşturmaktadır (Yıldırım ve ark., 2015). Sonuç olarak tavuk eti farklı kontaminasyonlara uğrayabilmektedir.

Tavuk etleri için tavuk yetiştiriciliğinden tüketime kadarki her basamakta dikkat etmek gerekir (Altun, 2013). Bazen kanatlı hayvanın sağlıklı olmasına rağmen kesimhaneden bulaşabilecek patojen bakteriler ile tavuk eti kontamine olabilmektedir (Aydın, 2018). Bunların dışında kesimhane havasında bulunabilecek küf, maya ve bakteriler ortama dağılabilmekte, tavuk etini kontamine edip bozabilmekte ya da dayanıklılık süresini azaltabilmektedir (Altun, 2013). Ayrıca bu şekilde kontamine olan etlerin mikrobiyal olarak yükü artmış olacağından depolama koşullarında soğutma ve dondurma işlemlerine gerektiği kadar dikkat edilmemesi durumunda yine ürünün

bozulması kaçınılmaz olmakta ve tüketici sağığı tehlikeye girmektedir (Aydın, 2018; Yıldırım ve ark., 2015).

Tavuk etinin florasında *Moraxella*., *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae*, *Acinetobacter*, *Staphylococcus*, *Clostridium*, *Flavobacterium* cinsleri ile maya/küf bulunabilmektedir (Harmankaya, 2013). Patojen bakterilerin başında *Staphylococcus auerus*, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* gibi bakteriler gelmektedir (Aydın, 2018; Altun, 2013). Diğerleri ise *Aeromonas*, *Enterococcus*, *Shigella* ve *Yersinia* cinsleri olarak sıralanabilir (Altun, 2013).

E. coli, *S. typhimurium* ve *E. faecalis* insan ve hayvan bağırsağıında yaşayarak çeşitli enfeksiyonlara sebebiyet verebilmektedir. Enfeksiyonları önlemek için hijyen ve gıda işleme uygulamalarının önemi vurgulanmaktadır (El Basuini ve ark., 2024). Patojenik *E. coli*, kümes hayvanı endüstrisinde önemli ekonomik kayıplara neden olan bir tür olmakla birlikte (Nolan ve ark., 2020) insanlarda idrar yolu enfeksiyonlarına ve menenjitte neden olduğu öne sürülmüştür. Bu da güvenlik risklerini vurgulamaktadır (Jorgensen ve ark., 2019). *Escherichia coli*'nin kontaminasyonu kolay olduğu için bu zararlı suşların yapmış olduğu enfeksiyonları önlemek için gıdaları uygun şekilde işleme gerekliliğı bulunmaktadır (Bintsis, 2017).

Salmonella typhimurium, gıda kaynaklı hastalığa (salmonelloz) neden olur (Won ve Lee, 2017). Bu bakteriler için kirlenmiş kümes hayvanları yaygın bir kaynaktır ve bu durum hijyenik gıda işlemenin önemini vurgular (Shaji ve ark., 2023).

Enterococcus faecalis, belirli koşullar altında patojenik hale gelebilmektedir. Enfeksiyonlara ve gıda kaynaklı hastalığa neden olabilir (Oprea ve Zervos, 2007). Gıdalardaki varlığı, kötü hijyen nedeniyle fekal kontaminasyona işaret eder (Gotkowska-Płachta ve Gołaś, 2023) ve bazı suşlar antibiyotik dirençlidir ve tedaviyi zorlaştırır (Boccella ve ark., 2021).

Staphylococcus spp. doğada yaygındır ve kümes hayvanlarında ve insanlarda minör ve majör enfeksiyonlara neden olabilen türlerden oluşur (Bannerman, 2003). *S. aureus* da bu türlerden birisidir.

Listeria spp.'nin et ve et ürünlerindeki varlığı et endüstrisi için ciddi bir problem teşkil eder. Bu grubun üyeleri dolapta muhafaza edilen çiğ veya pişmiş et ürünlerinde de bulunabilmektedir. Bu bakteriler et ürünlerine kontamine olduğu zaman gıda enfeksiyonlarının ana kaynağını *L. monocytogenes* oluşturmaktadır.

Günümüzde bu patojenlerin inhibisyonunu arzu edilen bir yöntem ile yapmak gereklidir. Ancak bu yöntem gıdanın besin öğelerini, tekstürel ve duyuşal özelliklerini değiştirmemelidir. Ayrıca kullanılan yöntem ve maddenin çevre dostu olması ve ekonomik oluşu da büyük önem taşımaktadır. Bu şekilde hem bozulmaya neden olan bakteriler hem de patojen bakteriler elimine edilerek gıdaların dayanıklılığı dolayısıyla raf ömrü uzatılabilmektedir (Harmankaya ve Vatansever, 2016). Kanatlı etleri biyolojik, fiziksel ve kimyasal olmak üzere 3 farklı şekilde dekontamine edilebilmektedir (Harmankaya, 2013).

Uzun zamandan beri gıdalardaki patojen mikroorganizmalar yapay maddeler kullanılarak dekontamine edilmektedir. Bu yapay kimyasal özellikteki koruyucu maddelerin güvenli olmaması ve mikroorganizmaların bazı maddelere (antibiyotik) karşı direnç kazanması endişesi sebebiyle kişiler doğal koruyucu maddelere yönelmiştir (Bolder, 1997). Bunlardan bitki yağları ve ekstraktları bitkisel kaynaklı; nisin, pediosin gibi bakteriosinler mikrobiyal kaynaklı; lizozim, laktoferrin, laktoperoksidaz gibi koruyucular hayvansal kaynaklı olup gıda endüstrisinde kullanılan doğal antimikrobiyaller olarak sayılabilir (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2013).

İyi bir dekontaminasyon yöntemi, gıda maddesinde kalıntı bırakmamalı, gıdanın duyuşal ve besinsel özelliklerini değiştirmemeli, yasal olmalı, ekonomik olmalı ve çevreye zarar vermemelidir. Patojen bakteriler başta olmak üzere onunla aynı ortamda bulunan diğer mikroorganizmaları da yok ederek gıdaların dayanıklılığını uzatmalıdır.

1.1. Antimikrobiyal Maddeler

Mikrobiyolojik bozulmaları önlemek ya da durdurmak için kullanılan maddelere antimikrobiyal maddeler denilmektedir. Asetik asit, laktik asit, benzoik asit, sorbik asit, nitrat, nitrit gibi laboratuvar ortamında geliştirebilen maddeler ile biyolojik sistemlerde bulunan doğal bileşenler de antimikrobiyal olabilmektedir. Bunlardan bitkisel kaynaklı olanlara esansiyel yağlar, ekstraktlar; hayvansal kaynaklı olanlara lizozim, laktoferrin; mikrobiyal kaynaklı olan bakteriosinlere de nisin, pediosin, subtilin gibi gıda endüstrisinde kullanılan doğal koruyucular örnek verilebilir (Çankaya, 2010). Bitkisel kaynaklı antimikrobiyal maddelerde bitkinin türü, kompozisyonu ve uygulama yoğunluğu ile uygulanacak mikroorganizmanın cinsi, türü, miktarı önemlidir. Ayrıca gıdanın içeriği, prosesi, muhafaza koşulları antimikrobiyal etki için önem taşımaktadır (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2013).

1.2. Et ve Et Ürünlerinde Kullanılan Antimikrobiyal Maddeler

Bu ürünlerin bozulmasına birçok faktör sebep olmaktadır. Bunların başında kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmalar gelmektedir. Bu durum sağlık açısından da tehlike oluşturduğu gibi ekonomik kayıplara da neden olmaktadır. Psikrofil, mezofil ve termofilik bakteriler kontamine olduktan sonra et ve et ürünlerinde üremeye devam ederek ürünü bozabilmektedir (Falowo ve ark., 2014). Bunların başında *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* gibi bakteriler gelerek enfeksiyonlara sebep olabilmektedir (Ghabraie ve ark., 2016). Et ürünlerindeki bu bozulmaların önüne geçmek için antimikrobiyal özellikte olan doğal ve sentetik maddeler bu gıdalara eklenmektedir. (Falowo ve ark., 2014). Bu maddeler mikroorganizmaların hücre zarına, genetik materyaline zarar vererek ya da enzimlerinin aktivitesini engelleyerek mikroorganizmaları yok edebilmektedir (Erdoğan ve Everest, 2013). Et ürünlerinde genellikle resmi olarak kullanımlarında kısmen sakınca görülmeyen sentetik antimikrobiyal maddeler (sorbik asit ve tuzları, benzoik asit ve tuzları, nitrit) ile mikrobiyal, bitkisel ve hayvansal kaynaklı doğal antimikrobiyal maddeler kullanılmaktadır.

Et ürünlerinde yapay maddeler bakterilerin engellenmesi ve raf ömrünü uzatmak açısından kullanılmaktadır. Ancak sentetik maddeler koruyuculuğunun yanında uzun süre tüketildiğinde sağlık açısından sorunlar oluşturabilmekte ve endişeler uyandırabilmektedir. Bu nedenle antimikrobiyal maddelerin doğal olanları ile ilgili çalışmalar artmaktadır (Ghabraie ve ark., 2016).

Dünyada tavuk üretim endüstrisindeki hızlı gelişmeye ve tüketicilerin daha çok tavuk etine yönelmelerine bağlı olarak tavuk eti tüketiminden kaynaklanan gıda kaynaklı hastalıklar artış göstermiştir (Kampelmacher, 1987). Tavuk eti dekontaminantlarında da doğal kaynaklara yönelim artmaktadır (Dickens ve ark., 2000; Gülmez ve ark., 2006).

1.3. Antimikrobiyal Etkili Bitkilerin Önemi

Antimikrobiyal etkili bitkiler hem gıdalarda tat, koku, görünüş gibi duyuşal özellikleri oluşturmak hem de gıdayı sağlıklı kılmak için antimikrobiyal olarak koruyuculuk kazandırmak için kullanılmaktadır. Böylece gıdaların bozulması engellenmekte ve gıdaların raf ömrü uzatılmaktadır (Valero ve Salmeron, 2003).

Bunlardan bitki uçucu yağları ve ekstraktları mikroorganizmaların gelişimini yavaşlattığı gibi konsantrasyon düzeyine ve bitki çeşidine bağlı olarak mikroorganizmaları tamamen yıkımlamaktadır (Ertürk, 2006).

Et ürünlerinde doğal katkıları olarak en çok baharat kullanılmaktadır (Özcan, 2003). Baharatlar içerdikleri uçucu yağlardan dolayı antimikrobiyal etki göstermektedir (Akgül ve Kıvanc 1989; Akgül, 1993). Uçucu yağlar ise tek başına çok etkili olmakla birlikte bunların güçlü aromaları kullanımlarını kısıtlamaktadır (Gutierrez ve ark., 2008). Bundan dolayı bu yağların gıdanın duyu özelliklerini değiştirmeyecek dozda kullanılarak zararlı bakterileri inhibe edecek minimum konsantrasyon miktarının saptanması büyük önem taşımaktadır (Alzoreky ve Nakahara, 2003; Seydim ve Sarıkuş, 2006).

1.4. Uçucu Yağ

Uçucu yağ distilasyon ve ekstraksiyon gibi yöntemlerle elde edilen; bitkinin kök, yaprak, çiçek, dal, kabuk, meyve gibi bölümlerinden çıkarılan sıvı haldeki aromatik ve yağlı maddelerdir (Amerah, 2016).

Uçucu yağlarda farklı kimyasal bileşikler ve değişik gruplar antibakteriyel aktivitenin sağlanmasına yardımcı olmaktadır (Toroğlu ve ark., 2006). Uçucu yağlar içerdikleri alkol, fenolik bileşikler, alditler, ketonlar, alifatik hidrokarbonlar, isoflavonoidler ve diğer maddeler ile bakterisidal etki gösterir (Dorman ve Deans, 2000). Ayrıca uçucu yağlar güzel kokulu lipofilik bileşikler içermekle birlikte timol, karvakrol, sitrol ve ogeol gibi bileşikler de içerir. Bu bileşikler bitki türüne bağlı olarak farklı oranlarda bulunan antimikrobiyal bileşiklerdir (Ceylan, 1995). Uçucu yağlar, güvenli olarak kabul edilen (GRAS) bileşikler olarak sınıflandırılmaktadır.

Uçucu yağlar, su destilasyonu, vakum destilasyonu, hidrodifüzyon, buhar destilasyonu, su-buhar destilasyonu, mikrodalga destekli destilasyon, fraksiyonel destilasyon ile elde edilebildiği gibi infüzyon, mekanik sıkma yöntemi, maserasyon ve gelişmiş yöntemlerden süperkritik akışkan ekstraksiyonu, ultrason destekli ekstraksiyon, basınçla ekstraksiyon, mikrodalga destekli solvent ekstraksiyon ile elde edilebilmektedir (Yaman ve Kuleaşı, 2016).

1.5. Limon Uçucu Yağı

Limon yağı dünya mutfağında lezzet verici olarak kullanılmaktadır. Limon yağı çeşitli biyoaktif özellikler içermektedir. Antimikrobiyal özelliklerinden dolayı gıdaların raf ömrünü uzatmada da önemli etkide bulunmaktadır (Reis ve ark., 2019). Limon (*Citrus limon*) kabuğu flavonoid, alkaloid gibi içeriği nedeniyle antimikrobiyal ve tıbbi olarak kullanılan çok önemli bir bitkidir (Turhan ve ark., 2006; Teixeira ve ark., 2013). Bazı çalışmalarda limon esansiyel yağının mikroorganizmalar üzerine etkili olduğu belirtilmiştir (Randazzo ve ark., 2016). Limon kabuğu ekstrakt yağının ise *Escherichia coli* ATCC25922, *Salmonella Thyphimurium* CCM 5445), maya (*Candida albicans* ATCC 10239) ve mantarlar üzerinde antimikrobiyal etkisi olduğu belirtilmiştir (Ereçevit ve Kırbağ, 2017).

Sonuç olarak tavuk eti çabuk bozulabilen bir gıdadır. Bundan dolayı çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Günümüzde yapay kimyasal dekontaminasyon yöntemleri tüketiciler tarafından hoş karşılanmayan ve sağlığa zararlı uygulamalar olarak görülmektedir. Bu bağlamda artık doğal yöntemler uygulanmaya çalışılmakta ve antimikrobiyal özelliği olan maddelerden yararlanılmaktadır.

Bu tez kapsamında limon uçucu yağı gibi doğal bitkisel bir maddenin lezzet ve aroma vermek yanında antimikrobiyal özelliğinin de olduğunun ve limon uçucu yağının tavuk etine uygulanması ile tavuk etinde bu antimikrobiyal etkinin mikrobiyal değişime nasıl yansıdığının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

1.6. Limon Yağı ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Keskin ve ark (2018), yaptıkları çalışmada belirli oranlarda farklı baharat ekstraktları eklenmesinin, çiğ köftelerin raf ömrü üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada çiğ köfte örnekleri hazırlandıktan sonra, %0,5 ve %1 oranında limon kabuğu yağı, portakal kabuğu yağı, hibiskus, yeşil çay, tarhun ekstraktları ilave edilerek 21 gün 4°C'de depolanmıştır. Depolamanın 0, 7, 14 ve 21. günlerinde, patojen bakterilerden *Listeria* spp., *Escherichia coli*., *Pseudomonas* spp., *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* ile koliform, toplam aerobik mezofilik ve aerobik psikrofilik mikroorganizma varlığı araştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre bütün bakteri türlerinin sayısında düşüş tespit edilmiştir.

Henderson ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada flavanoidler ve esansiyel yağlar açısından zengin olan *Citrus* limonunun antimikrobiyal ve antikanserojen etkisi araştırılmıştır. *E. coli*'ye karşı antimikrobiyal aktivite için disk difüzyon yöntemi kullanılmış ve *Citrus* limonunun kabuğunun etanol ile ekstraktının %25, %50, %75 ve %100 oranında kullanılmasıyla sırasıyla 15,03, 16,17, 15,83 ve 18,77 mm çapında inhibisyon zonu elde edilmiştir. Bu çalışmada *Citrus limon* kabuğu ekstrakt yağının yüksek antimikrobiyal potansiyel gösterdiği belirtilmiştir.

Ramadan ve ark. (2015), tarafından yapılan çalışmada pomegranate (*Punica grana*), orange (*Citrus siensis*) ve lemon (*Limona taris*) kabuklarının metanol ve etanolle elde edilen ekstraktlarının kümes hayvanlarının derisinde *Listeria monocytogenes*, *Salmonella Typhimurium*, *Escherichia coli* ve methicilline direçli *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas fluorescens*'e karşı MIC değerleri belirlenmiş ve in vitro koşullarda disk difüzyon metoduyla inhibisyon testleri yapılmıştır. Bu ekstraktların antimikrobiyal aktivitesi olduğu ve mikrobiyal dekontaminasyonu sağladığı belirtilmiştir.

Kılınç ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada meyve kabuk artıklarının yenilebilir film üretiminde ya da antimikrobiyal madde olarak kullanılması amaçlanmıştır. Bu amaçla limon, portakal, kırmızı elma ve yeşil elma kabukları kullanılmış ve elde edilen ekstraktlardan en yüksek antimikrobiyal etkiyi gösteren portakal ve limon kabuklarından elde edilen ekstraktlar olmuştur. Bu ekstraktlar ile ksantan, keçiyoynuzu ve karagenan içeren yenilebilir filmler oluşturularak elde edilen filmlerin patojen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etkileri incelenmiştir. İnceleme sonucunda limon ve portakal kabuklarının ekstraktlarından hazırlanan yenilebilir filmlerin zon çapları değerlendirildiğinde antimikrobiyal etkinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Limon kabuğu ekstraktı ile hazırlanan filmlerin portakal kabuğu ekstraktı ile hazırlanan filmlere göre *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella Thyphimurium* CCM 5445, *Candida albicans* ATCC 10239'a karşı daha yüksek antimikrobiyal etkisi olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak limon ekstraktlarından hazırlanan filmlerin hem portakal ekstraktlarından hazırlanan filmlere göre hem de kırmızı ve yeşil elma kabuklarından elde edilen ekstraktlarla üretilen yenilebilir filmlere göre daha fazla antimikrobiyal etkisinin olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar tarafından meyve kabuklarından elde edilen bu yenilebilir filmlerin raf ömrünü artırmak için bir alternatif olabileceği vurgulanmıştır.

Scholz ve ark. (2006), tarafından yapılan araştırmada *E. coli* üzerinde en çok nane yağının etkili olduğu, portakal yağının ise antifungal etki gösterdiği belirtilmiştir. Yine

Mathur ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada portakal kabuğu yada portakal posasının önemli antimikrobiyal etkisi olduğu belirlenmiştir.

Arora ve Kaur (2013), tarafından yapılan araştırmada portakal kabuklarının metanol, aseton, hekzan ve su ile hazırlanan ekstraktlarının *S. aureus* ve *E. coli* üzerine antimikrobiyal etkisi incelenmiştir. En fazla etkiye metanol ile hazırlanan ekstraktta rastlanmıştır.

Nisar ve ark. (2018), tarafından yapılan araştırmada narenciye pektininin içerisine farklı oranlarda (% 0,5, %1,0 ve %1,5) karanfil tomurcuk yağı eklenerek filmlerin fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmış ve elde edilen antimikrobiyal filmin gıda sektöründe kaplamalarda kullanılmak üzere faydalı olacağı belirtilmiştir.

Batu ve ark. (2021), tarafından yapılan çalışmaya göre ayıklanmış hamsilerin limon (*Citrus limon*) kabuğu ile defne (*Laurus nobilis* L.) yaprağı özütlerinin konulduğu yıkama sularında bekletildikten sonraki toplam bakteri ve *Escherichia coli* sayısındaki değişim incelenmiştir. Çalışmada yıkama suyu olarak steril musluk suyu ve farklı oranlarda limon kabuğu özütü ile defne yaprağı özütü kullanılmıştır. Limon kabuğu ve defne yaprağı özütleri uygulanan balıklarda *E. coli* sayıları bakımından gruplar arasında bir farklılık olmamasına rağmen ($p>0,05$) toplam bakteri sayısı kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Antimikrobiyal etkilerinden dolayı bu ekstraktların yıkama suyuna katılarak kullanılmasının uygun olduğu belirtilmiştir.

Karne ve ark., (2023) yaptıkları çalışmada portakal ve limon kabuğu esansiyel yağını karşılaştırmış ve portakal ile limon kabuklarının sırasıyla %80 ve %70 oranında limonen içerdiğini belirlemişlerdir.

Oğuzhan Yıldız (2019) yılında yapmış olduğu çalışmada turunçgil kabuk yağlarının gökkuşağı alabalıklarının filetolarının raf ömrünü artırmadaki etkisini belirlemek istemiştir. Bunun için %0,5 ve %1 oranında limon, bergamot, portakal kullanılmıştır. Sonrasında depolanan örneklerde toplam aerobik mezofilik bakteri, Enterobacteriaceae gibi mikroorganizmaların sayısal değişimine bakılmıştır. Sonuç olarak bu kabuk yağlarının gökkuşağı alabalığı filetolarının mikrobiyolojik yükünü azalttıkları ve raf ömrünün artırılmasında etkili olacağı belirtilmiştir.

Hartanti ve ark. (2020) tarafından yapılan araştırmaya göre karanfil ve limon fesleğeni uçucu yağlarının kimyasal bileşenlerinin belirlenmesi ve bu yağların hem tek tek kullanıldıklarında hem de kombine halde kullanıldıklarında tavuk etlerini koruma potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma için karanfil ve limon fesleğeni

yağlarının üç farklı (%2:0,2, 1:1 ve 0,1:2 v/v) kombinasyonu ve %1 v/v konsantrasyonunda tek karanfil ve limon fesleğeni yağları hazırlanmıştır. Potansiyel koruma etkileri, 15 günlük buzdolabında saklanan etler üzerindeki mikrobiyal büyümenin azalmasının gözlemlenmesiyle değerlendirilmiştir. Her iki işlem grubu ve depolama süresi numunelerin OD'lerini önemli ölçüde etkilemiştir. Bu iki yağın kombinasyonu, özellikle %1:1'lik optimum oranda, en iyi mikrobiyal inhibe edici aktiviteyi göstermiş ve etlerin duysal değişimlerini 12 gün geciktirmiştir. Sonuç olarak karanfil ve limon fesleğeni yağlarının kombinasyonları tek kullanımlık olanlardan daha iyi bir mikrobiyal inhibe edici aktivite ve koruma potansiyeli göstermiştir. Bu et koruma etkilerinin hem karanfil hem de limon fesleğen yağlarında yüksek oranda oksijenli bileşiklerin yani özellikle öjenol, Z-sitral ve E-sitral'in varlığıyla ilişkili olabileceği düşünülmüştür.

İbrahim ve ark. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada tavuk etleri, meyve suyu içeren marine solüsyonlarında beş grupta marine edilmiştir. Bu meyve suları farklı oranlarda kivi suyu (%5), kivi suyu (%10), limon suyu (%0,04), limon suyu (%0,2), kivi (%10) ve limon (%0,2) sularının karışımı ve marine edilmeyen bir kontrol grubundan oluşmuştur. Örnekler, bozulma belirtileri görülene kadar 0, 3, 6 ve 9 günlük depolama (4°C) süresince, toplam bakteri, Enterobacteriaceae ve *Staphylococci* sayımları açısından analiz edilmiştir. Sonuçlara bakıldığında aerobik psikrofilik bakteri sayısındaki azalmanın sırasıyla kivi suyu (%5), kivi suyu (%10), limon suyu (%0,04), limon suyu (%0,2) ve limon suyu (%0,2)+kivi suyu (%10) karışımında sırasıyla %73,9, %89,3, %95,3, %98 ve %93,3; Enterobacteriaceae sayısında ise sırasıyla %89,23, %95,64, %58, %99,8 ve %95,51; *Staphylococci* sayısında ise sırasıyla %60,60, %93,18, %65,15, %96,74 ve %93,68 olduğunu ortaya koymuştur. Bu doğal meyve sularının bakteriyel kontaminasyonu kontrol etmek ve tavuk etinin raf ömrünü artırmak için doğal bir alternatif olabileceği vurgulanmıştır.

Kačániová ve ark. (2023) tarafından yapılan bir çalışmada yeşil limon esansiyel yağı ile muamele edilen göğüs etinin vakumlu paketlenmiş halinde *Listeria monocytogenes* CCM4699'un gelişmesi takip edilmiştir. Tavuk göğüs etleri yeşil limon esansiyel yağı ile vakumlu olarak paketlenmiş ve daha sonra *Listeria monocytogenes* CCM4699 ile aşılmıştır. 5 günlük depolama süresi boyunca *L. monocytogenes* gelişmesi izlenmiştir. Ayrıca Enterobacteriaceae sayısı, toplam canlı sayımları (TVC) da depolamanın ilk 0, 1, 3 ve 5. günlerinde takip edilmiştir. Yeşil limon yağının kullanıldığı veya kullanılmadığı vakumlu paketlenmiş örneklerde mikrobiyal gelişme büyük ölçüde azalmıştır. Ancak yeşil

limon yağı uygulanan ve vakumlu paketlenen örneklerde aynı zamanda Enterobacteriaceae'nin büyümesi de önemli ölçüde azalmıştır. Yine yeşil limon esansiyel yağının %1 uygulanması, depolama sıcaklıklarından bağımsız olarak göğüs etindeki *Listeria monocytogenes*'i yok edebilmiştir.

Kiprotich ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada Yucca özütü içeren limon suyunda marine edilen çiğ tavuk etinde *S. enterica*'nın yok edilmesi için kekik yağının etkinliği de araştırılmış ve yürütülmüştür. Bunun için oda sıcaklığında (22°C) limon suyunda marine edilmiş çiğ tavuk göğüs etinde *Salmonella enterica* birkaç saat kalabilmiştir. Yucca özütü içeren limon suyu marinesine %0,5 veya %1,0 (v/v) oranında kekik yağı eklenmesi ile 22°C'de marine edilmiş çiğ tavukta *S. enterica*'nın ölüm oranı önemli ölçüde artırmıştır. Bu sonuçlara dayanarak, kekik yağının, çiğ tavuk göğsünde *Salmonella*'ya karşı limon suyu marinesine sosunun antimikrobiyal etkinliğini artırma ve bu popüler kümes hayvanı ürününün mikrobiyal güvenliğini geliştirme konusunda iyi bir potansiyeli olduğu bulunmuştur.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Besiyerleri, cam ve diğer malzemeler, alet ve ekipmanlar

2.1.1.1. Besiyerleri

Plate Count Agar (Neogen), Casein Peptone Water (Neogen), Müeller Hinton Agar (Condalab), Tryptic Soy Broth (Condalab) kullanılmıştır.

2.1.1.2. Cam ve diğer malzemeler

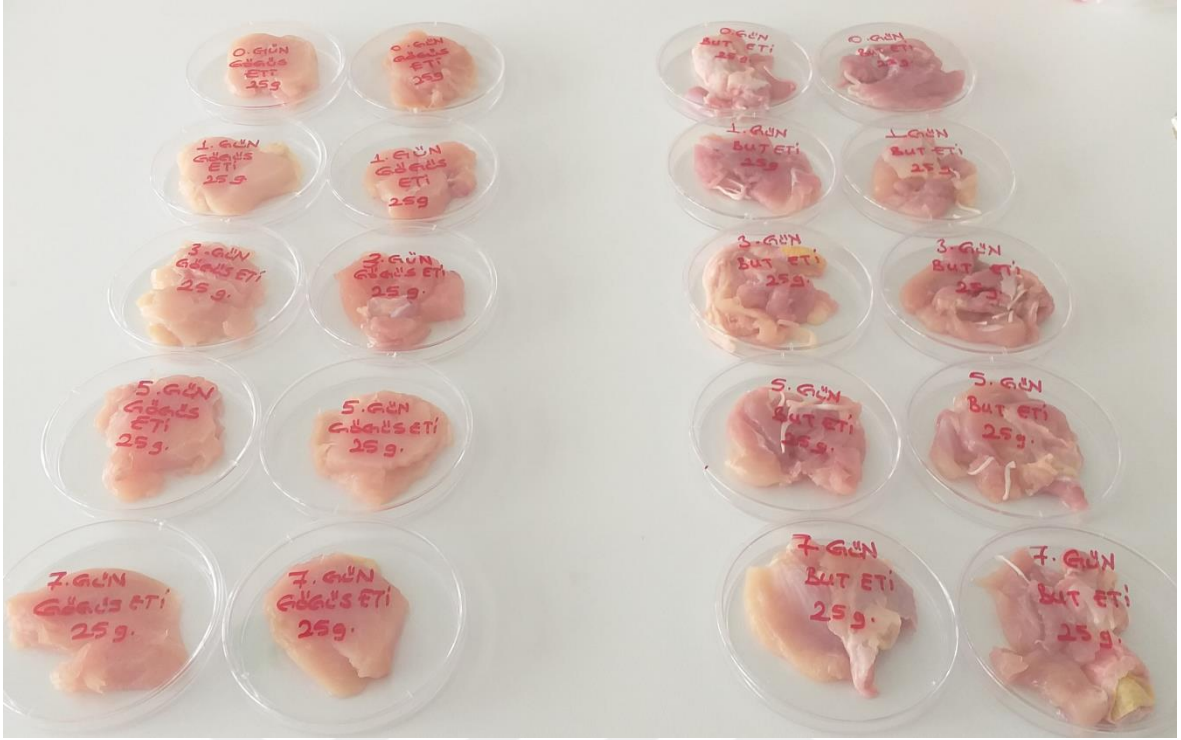
Deney tüpleri, petri kutusu, eppendorf tüpü, erlen, beher, mezür, pens, öze, drigalski özesi, pipetler, stomacher poşeti kullanılmıştır.

2.1.1.3. Alet ve ekipmanlar

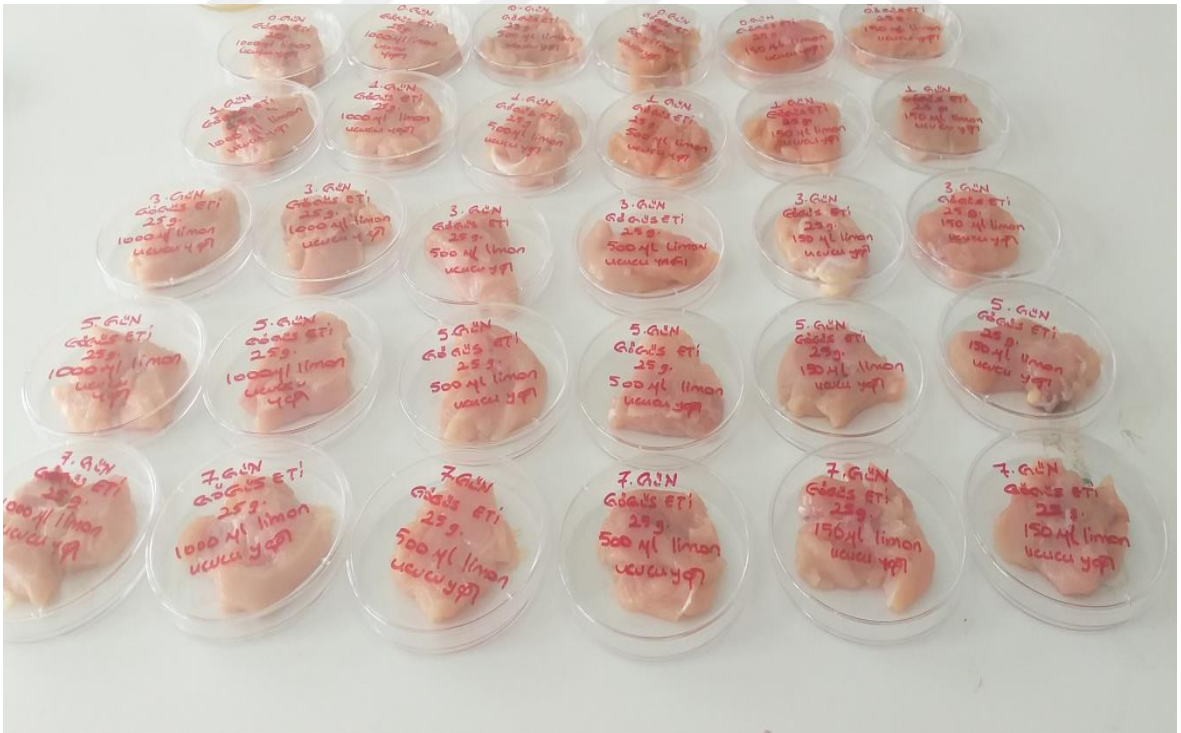
Etüvler (Ordell), terazi (AnD), otomatik pipetler (Brand), dijital kumpas (Fett), otoklav (Hirayama), stomacher parçalayıcı (Interscience), tüp karıştırıcı (Jeio Tech) kullanılmıştır.

2.1.2. Tavuk eti

Çalışmada kullanılan tavuk göğüs (derisiz) ve but (derili) eti günlük olarak Tunceli ilinde tavuk eti satan yerel marketten orijinal ambalajları içerisinde temin edildi. Tavuk etleri laboratuvara getirilerek kullanılıncaya kadar buzdolabında 4°C'de muhafaza edildi.



Şekil 2.1. Tavuk göğüs ve but etlerinin gramajlanmaları ile ilgili bazı örnekler



Şekil 2.2. Tavuk göğüs ve but etlerinin limon uçucu yağı uygulanan gramajlanmaları ile ilgili bazı örnekler

2.1.3. Limon uçucu yağı

Çalışmada limon kabuklarından buhar distilasyonu yöntemiyle elde edilen limon kabuğu uçucu yağı (Polente Natural) kullanılmıştır. Bu yağ uygulamalar yapılncaya kadar 4°C’de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

2.1.4. Mikroorganizmalar

Limon uçucu yağının antimikrobiyal aktivitesinin belirlenmesinde patojen mikroorganizmalar olarak *E. faecalis* ATCC 29212, *S. Typhimurium* ATCC 14028, *E. coli* ATCC 25922, *L. monocytogenes* ATCC 7644 ve *S. aureus* ATCC 25923 kullanılmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. Mikrobiyolojik analizler

2.2.1.1. Patojen kültürlerin aktifleştirilmesi

Bir öze yardımıyla, stok kültürlerden alınan patojen mikroorganizmalar Tryptic Soy Broth’a inoküle edilerek 37°C’de 18 saat inkübasyona bırakılarak aktifleştirilmiştir (Harrigan, 1998).

2.2.1.2. Disk difüzyon yöntemi

Aktive edilen kültürlerin yükü spektrofotometrik olarak 10^8 ’e (McFarland) ayarlanmıştır. 100 µL alınarak swap ile Müeller Hinton Agar besiyerlerinin yüzeyine sürülmüş ve. daha sonra bu agar üzerine steril disklerden 3’er adet yerleştirilmiştir. Steril disklerin üzerine 5 µL kadar limon uçucu yağı damlatılmıştır. Petriler parafilm ile kapatılarak, 37°C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Son olarak zon çapları ölçülerek ortalama değer alınmıştır. Analizler 3 tekrarlı olarak yapılmış ve her tekrar için 3’er örnek kullanılmıştır.

2.2.1.3. Limon uçucu yağının *E. coli* ATCC 25922 suşu üzerine etkisinin incelenmesi

Limon uçucu yağının belirtilen bazı patojen bakteriler üzerindeki etkisi zon çaplarına göre değerlendirildi. Zon çapları değerlendirildiğinde diğerlerine göre daha az zon çapına sahip olan *E. coli* 25922 suşu kontaminasyonda kullanılacak bakteri olarak seçildi. Bu analiz kapsamında limon uçucu yağının farklı miktarlarının *E. coli* 25922 suşu üzerine etkisi incelendi. Bunun için saf suşun Tryptic Soy Broth besiyerinde 18 saat süreyle 37°C’de inkübe edilerek aktifleştirilmesi sağlandı (Harrigan, 1998). Elde edilen kültürün mikrobiyal yükü (Mc Farland) 10^8 kob/mL’ye spektrofotometre ile ayarlandı. Sayı kontrolü için ayrıca seri dilüsyonlar hazırlandı (%0,1’lik Casein Pepton Water) ve Plate Count Agar besiyerine ekim yapıldı. 37°C’de 18 saat inkübe edildi. Kontrolü sağlanan mikroorganizmadan 240 µL alınarak farklı miktarlarda (150, 200, 250, 500, 1000 ve 2500 µL) limon uçucu yağı ile karıştırılarak örnekler hazırlandı. Bu örnek tüpleri 0., 1., 3., 5. ve 7. güne kadar +4 °C’de muhafaza edildi. Analiz günlerinde 10^{-7} ’e kadar seri dilüsyonlar hazırlandı ve her dilüsyondan PCA’ya yayma plak yöntemi ile ekim yapıldı. 37°C’de 18 saat inkübasyona bırakıldı. Analizler 3 tekrarlı olarak yapıldı. Her tekrarda 3’er örnek kullanıldı.

2.2.1.4. Limon uçucu yağının tavuk göğüs ve but eti üzerine etkisinin incelenmesi

Tavuk etleri 25 g olacak şekilde ayarlanarak 0., 1., 3., 5. ve 7. gün mikrobiyolojik analizler yapılınca kadar +4°C’de bekletildi. Ayrıca aynı anda en az ve en çok miktardaki limon uçucu yağı (150 µL ve 2500 µL) sürülen 25 g’lık tavuk göğüs ve but eti örnekleri mikrobiyolojik analizler (0., 1., 3., 5. ve 7. gün) yapılana kadar +4°C’de depolandı.

Depolanan tavuk göğüs ve but eti örnekleri analiz günleri geldiğinde steril stomacher poşetleri içerisine alınarak dilüsyon sıvısı ile 2 dk homojenize edildi ve 10^{-7} ’ye kadar seri dilüsyonlar hazırlanarak ekimler yapıldı. 24 saat 37°C’de inkübasyon sağlandı. Yine analizler 3 tekrarlı olarak yapıldı. Her tekrarda 3’er örnek kullanıldı. Ayrıca bu analizlerin yapılması sırasında kullanılan limon uçucu yağının en az ve en çok

miktarlarının (150 ve 2500 µL) bazı duyuşal özellikler üzerindeki etkisi de kontrol edilmeye çalışıldı.

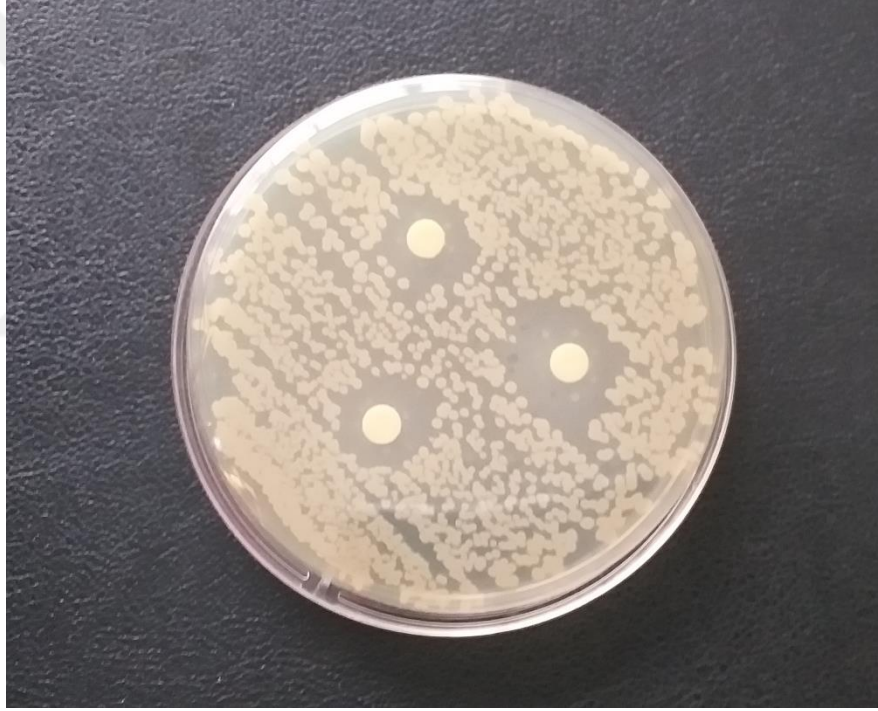
2.2.1.5. Limon uçucu yağının kontamine edilen tavuk göğüş ve but eti üzerine etkisinin incelenmesi

Analiz için *Escherichia coli* ATCC 25922 suşu, Tryptic Soy Broth besiyerinde 37°C’de 18 saat aktifleştirildi (Harrigan, 1998). Kùltürlerin mikrobiyal yükü 10⁸ kob/mL’ye (McFarland) ayarlandı ve mikrobiyal yük kontrol edildi. Göğüş ve but eti örnekleri 25 g olacak şekilde tartıldı. Tartılan tavuk etleri öncelikle yıkandı. Sonra içerisinde %5’lik asetik asit bulunan steril su karışımı içerisinde 1 saat bekletildi. Süre sonunda tavuk eti örnekleri steril su ile yıkandı ve sonrasında steril ortamda bek alevi çevresinde kurutuldu. Tavuk etlerinin üzerindeki mikrobiyal yükün tamamen inhibe olduğunun kontrolünü yapmak için Plate Count Agar’a ekim yapıldı. 18 saat süresince 37°C’de gelişmeye bırakıldı. Koloni gelişimine rastlanmadı. Daha sonra tavuk eti örneklerinin ön yüzeyine saf kùltür (*E. coli* 25922) ile farklı miktarlardaki (150, 200, 250, 500, 1000 ve 2500 µL) limon uçucu yağı karıştırılarak sürüldü. Hazırlanan örnekler 0., 1., 3., 5. ve 7. gün analizler yapılıncaya kadar +4°C’de bekletildi. Analiz günleri geldiğinde örneklerin 10⁻⁷’e kadar seri dilüsyonları hazırlanarak Plate Count Agara ekimleri yapıldı. Sonrasında 24 saat süreyle 37°C’de gelişmeye bırakıldı. Analizler 3 tekrarlı olarak yapıldı ve her tekrarda 3’er örnek kullanıldı.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Limon Uçucu Yağının Antimikrobiyal Etkinliğinin Değerlendirilmesi

Bu analizde limon uçucu yağının 5 patojen mikroorganizma üzerinde göstermiş olduğu antibakteriyel etki disk difüzyon yöntemi ile incelenmiştir. Analiz sonunda limon uçucu yağının *E. faecalis* ATCC 29212, *S. Typhimurium* ATCC 14028, *E. coli* ATCC 25922, *L. monocytogenes* ATCC 7644 ve *S. aureus* ATCC 25923 patojenlerinden en az etkili olduğu suş *E. coli* ATCC 25922 (16 mm zon çapı) patojeni olmuştur. Bu nedenle bu patojen bakteri diğer analizlerde kullanılmak üzere seçilmiştir.

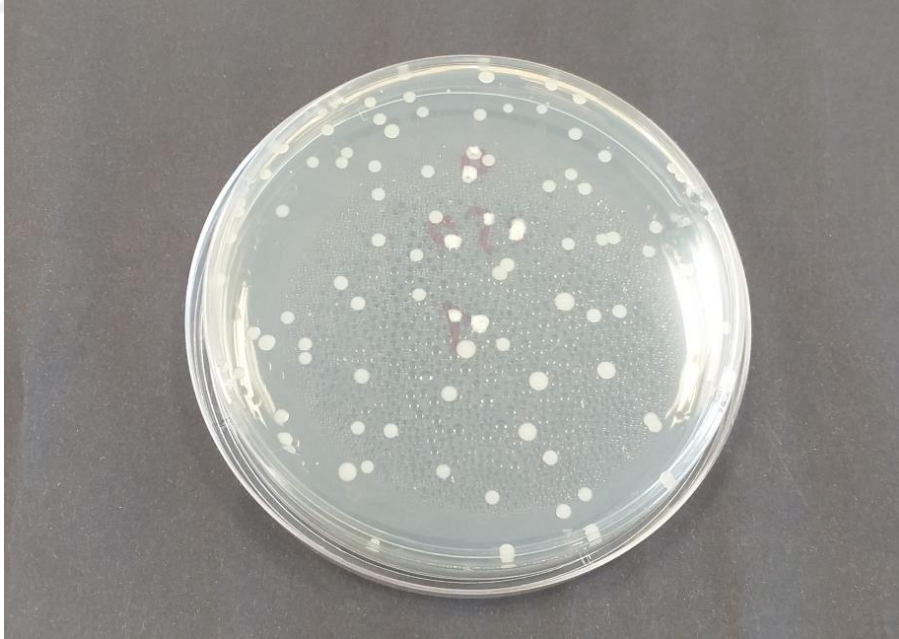


Şekil 3.1. *E. coli* 25922'nin disk difüzyon yöntemine göre zon görüntüsüne bir örnek

Kılınç ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada meyve kabuk ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi belirlenmiş ve zon çapı *E. coli* ATCC 25922 suşu için 15 mm bulunmuştur. Mevcut çalışmada bulunan zon çapı (16 mm) araştırmacılarla uyumludur.

3.2. Limon Uçucu Yağının *E. coli* ATCC 25922 Suşu Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

Tablo 3.1’de gösterilen sonuçlar incelendiğinde, 150 µL konsantrasyondaki limon uçucu yağının eklendiği karışımdan yapılan ekimlerde 0. ve 1. gün mikrobiyal yükün azaldığı ancak 3. günden sonra yükün artmaya başladığı 5. ve 7. gün sayılamayacak seviyeye geldiği belirlenmiştir. Bu durumda bu konsantrasyonun inhibitör etkisi 3. güne kadar olmuştur. Benzer şekilde 200 ve 250 µL konsantrasyonlarda 3. güne kadar inhibitör etkinin olduğu 3. günden sonra mikrobiyal yükte yeniden artışın başladığı, 5. ve 7. günlerde de bu artışın devam ettiği belirlenmiştir. 500 µL limon uçucu yağı ile hazırlanan ekimde 0., 1. ve 3. günde mikrobiyal yükte önemli bir azalış olduğu ancak 5. gün antibakteriyel etkinin biraz azaldığı ve mikrobiyal artışın yeniden başladığı belirlenmiştir. 1000 µL limon uçucu yağının katıldığı karışım ile yapılan ekimde depolama süresince sürekli olarak inhibitör etkinin devam ettiği belirlenmiştir. 2500 µL limon uçucu yağının kullanıldığı karışımından yapılan inokülasyonda 0. gün ve 7 günlük depolama sonrasında bu yağın mikrobiyal yükü bütünüyle inhibe edici etkisi olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3. 2. Plate Count Agar’da 37°C’de 1 günde oluşan koloni örneği

Tablo 3.1. Farklı miktarlardaki limon uçucu yağının *E. coli* ATCC 25922 suşu üzerine antibakteriyel etkisi

Karışım Grubu	Başlangıçtaki <i>E. coli</i> ATCC 25922 Sayısı (log kob/ml)	0. Gün (log kob/ml)	1. Gün (log kob/ml)	3. Gün (log kob/ml)	5. Gün (log kob/ml)	7. Gün (log kob/ml)
*A	8,36	5,50	4,59	5,20	**Skç	Skç
B	8,20	5,20	5,00	5,70	Skç	Skç
C	8,35	4,90	3,70	4,20	5,10	Skç
D	8,30	3,50	3,20	3,10	4,79	5,00
E	8,32	2,50	2,00	1,50	***-	-
F	8,48	-	-	-	-	-

***A:** *EC* (240 µL)+ LUY (150 µL), **B:** *EC* (240 µL)+ LUY (200 µL), **C:** *EC* (240 µL)+ LUY (250 µL), **D:** *EC* (240 µL)+ LUY (500 µL), **E:** *EC* (240 µL)+ LUY (1000 µL), **F:** *EC* (240 µL)+ LUY (2500 µL)

**Skç: Sayılamayacak kadar çok

***: Üreme gözlenmedi

3.3. Limon Uçucu Yağının Tavuk Göğüs ve But Eti Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

Tavuk etlerinin (göğüs ve but) mikrobiyal yükü bu analizde 0. günden itibaren 7 gün boyunca kontrol grubu olarak takip edildi. Aynı anda limon uçucu yağının, tavuk göğüs ve but eti üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla 150 µL ve 2500 µL miktarlarındaki limon uçucu yağı tavuk etleri üzerine uygulandı ve depolandı. Burada kontrol gruplarına bakıldığında 0. gün but etinin mikrobiyal yükünün göğüs etinin mikrobiyal yükünden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu durum göğüs etlerinin derisiz, but etlerinin ise derili olarak kullanılmasıyla ilişkilendirilebilir. 7 günlük depolama süresince kontrol gruplarının toplam mikrobiyal yükü ve farklı miktardaki limon uçucu yağının tavuk etleri üzerine etkisi Tablo 3.2’de verilmiştir. Buna göre her iki miktardaki limon uçucu yağının başlangıç tavuk göğüs ve but etinin yükünü düşürdüğü ve 2500 µL miktarının başlangıç yüküne göre daha fazla düşüş sergilediği gözlenmiştir. Ayrıca uygulanan en az miktar olan 150 µL ile en fazla miktar olan 2500 µL arasında toplam

mikrobiyal yükü düşürmek açısından çok önemli bir fark bulunmamıştır. Bu durum tavuk etindeki mikrobiyal yükü düşürmek için minimum inhibisyon miktarının belirlenmesinde önemlidir. Çünkü toplam mikrobiyal yükü düşürmek için en az miktarın kullanılması lezzetin korunması açısından ve ekonomik olarak önem taşımaktadır. Ayrıca, yine bu analiz kapsamında kullanılan miktarlar için bazı duyuşsal kontroller sağlanmış ve en az miktar ile en çok miktar arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır.

Tablo 3.2. Tavuk göğüs ve but eti örnekleri üzerine limon uçucu yağının etkisi

Günler	Tavuk göğüs eti (kontrol grubu) (log kob/g)	150 µL Limon uçucu yağı uygulanan tavuk göğüs eti (log kob/g)	2500 µL Limon uçucu yağı uygulanan tavuk göğüs eti (log kob/g)	Tavuk but eti (kontrol grubu) (log kob/g)	150 µL Limon uçucu yağı uygulanan tavuk but eti (log kob/g)	2500 µL Limon uçucu yağı uygulanan tavuk but eti (log kob/g)
0.	7,67	6,23	5,00	7,76	6,30	5,10
1.	7,89	7,09	6,12	7,95	6,54	5,25
3.	8,04	7,34	6,00	8,12	6,70	6,51
5.	8,50	7,35	6,12	8,57	6,80	6,50
7.	8,51	7,60	6,20	8,60	6,90	6,50

3.4. Kontamine Edilen Tavuk Göğüs ve But Eti Üzerine Limon Uçucu Yağının Etkisinin Değerlendirilmesi

Tablo 3.3'te farklı miktarlardaki limon uçucu yağının *Escherichia coli* ATCC 25922 (240 µL) suşu ile karıştırılarak kontamine edildiği tavuk eti örnekleri üzerine inhibitör etkisi verilmiştir.

25 g tavuk göğüs eti üzerine sürülecek *E. coli* ATCC 25922 suşunun başlangıçtaki sayısı 8,30 logkob/g iken, suş ile 150 µL limon uçucu yağı karışımının inoküle edildiği andaki sayı 3,80 log kob/g'dır. Depolama süresi sonunda bu sayı 3,72 logkob/g olmuştur yani etki devam etmiştir. 25 g tavuk but eti üzerine sürülecek *E. coli* ATCC 25922 suşunun ilk sayısı 8,50 logkob/g iken suş ile 150 µL limon uçucu yağı karışımının inoküle edildiği

andaki sayı 4,20 logkob/g olarak bulunmuştur. Depolama süresi sonunda bu sayı 4,20 logkob/g olmuştur yani inhibitör etki baştan sona kadar benzer şekilde devam etmiştir.

25 g tavuk göğüs eti üzerine sürülecek suşun ilk sayısı 7,80 logkob/g iken, kültür ile 200 µL limon uçucu yağı karışımının inoküle edildiği andaki sayı 3,50 logkob/g'dır. Depolama süresi sonunda bu sayı 3,69 logkob/g olmuştur yani inhibitör etki devam etmiştir. 25 g tavuk but eti üzerine sürülecek suşun ilk sayısı 7,90 logkob/g iken, karışımın inoküle edildiği andaki sayısı 4,40 logkob/g'dır. Depolama süresi sonunda bu sayı 4,20 olmuştur yani inhibitör etki devam etmiştir.

25 g tavuk göğüs eti üzerine sürülecek suşun ilk sayısı 8,73 logkob/g iken, 250 µL limon uçucu yağı eklenen karışımın aşılandığı andaki sayı 3,30 logkob/g'dır. Depolama süresi sonunda 3,59 olarak saptanmıştır yani etki devam etmiştir. 25 g tavuk but eti üzerine sürülecek suşun ilk sayısı 8,80 logkob/g iken karışımın inoküle edildiği andaki sayısı 4,00 logkob/g'dır. Depolama süresi sonunda bu sayı 4,52 logkob/g olmuştur yani inhibitör etki devam etmiştir.

25 g tavuk göğüs eti üzerine sürülecek suşun ilk sayısı 7,70 logkob/g iken, kültür ve 500 µL limon uçucu yağı karışımının aşılandığı andaki sayı 2,58 logkob/g'dır. Depolama süresi sonunda bu sayı 2,29 logkob/g olmuştur yani inhibitör etki devam etmiştir. 25 gram tavuk but eti üzerine sürülecek suşun ilk sayısı 8,20 logkob/g iken, *E. coli* ve limon uçucu yağı karışımının aşılandığı andaki sayısı 3,20 logkob/g'dır. Depolama süresi sonunda bu sayı 2,65 logkob/g olmuştur yani inhibitör etki devam etmiştir.

25 g tavuk göğüs eti üzerine sürülecek suşun ilk sayısı 8,20 logkob/g iken, kültür ve 1000 µL limon uçucu yağı karışımın aşılandığı andaki sayı 1,99 logkob/g'dır. Depolama süresi sonunda bu sayı 1,30 logkob/g olmuştur. Burada inhibitör etkinin oldukça fazla olduğu tespit edilmiştir. 25 g tavuk but eti üzerine sürülecek suşun ilk sayısı 8,50 logkob/g iken, 1000 µL limon uçucu yağı ile karışımın inoküle edildiği andaki sayı 2,50 logkob/g olmuştur. Depolama süresi sonunda sayı 2,00 logkob/g'a ulaşmıştır yani inhibitör etki devam etmiştir.

25 g tavuk göğüs eti üzerine sürülecek suşun ilk sayısı 8,32 logkob/g olmuştur. 2500 µL limon uçucu yağı ile kültür karışımının aşılandığı anda mikroorganizmaya rastlanmamıştır. Depolama süresi sonunda da yine mikroorganizmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla inhibitör etki en fazla bu miktar için olmuştur. 25 g tavuk but eti üzerine sürülecek suşun ilk sayısı 8,50 logkob/g olmuştur. Karışımın aşılandığı anda sayıya

rastlanmamıştır. Depolama süresi sonunda da bir sayı tespit edilmemiştir. Yine but etleri için de inhibitör etkinin bu miktar için en fazla olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak limon uçucu yağının uygulanan tüm miktarlar için etler üzerinde depolama süresince etkili olduğu belirlenmiştir

Tablo 3.3. Kontamine edilen tavuk göğüs ve but eti örnekleri üzerine farklı miktarlarda uygulanan limon uçucu yağının etkisi

Karışım Grubu	Başlangıçtaki <i>E. coli</i> ATCC 25922 sayısı (log kob/g)		0. Gün (log kob/g)	1. Gün (log kob/g)	3. Gün (log kob/g)	5. Gün (log kob/g)	7. Gün (log kob/g)
*A	Göğüs eti	8,30	3,80	3,59	3,62	3,70	3,72
	But eti	8,50	4,20	3,90	4,10	4,20	4,20
B	Göğüs eti	7,80	3,50	3,00	3,30	3,65	3,69
	But eti	7,90	4,40	4,00	4,20	4,20	4,20
C	Göğüs eti	8,73	3,30	3,09	3,00	3,37	3,59
	But eti	8,80	4,00	3,72	3,61	4,40	4,52
D	Göğüs eti	7,70	2,58	2,41	2,32	2,30	2,29
	But eti	8,20	3,20	3,00	2,90	2,72	2,65
E	Göğüs eti	8,20	1,99	1,70	1,50	1,50	1,30
	But eti	8,50	2,50	2,40	2,20	2,00	2,00
F	Göğüs eti	8,32	**-	-	-	-	-
	But eti	8,50	-	-	-	-	-

***A:** EC (240 µL)+ LUY (150 µL), **B:** EC (240 µL)+ LUY (200 µL), **C:** EC (240 µL)+ LUY (250 µL), **D:** EC (240 µL)+ LUY (500 µL), **E:** EC (240 µL)+ LUY (1000 µL), **F:** EC (240 µL)+ LUY (2500 µL)

****:** Üreme gözlenmedi.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

. Bu tez kapsamında öncelikle limon uçucu yağının antimikrobiyal etkisi belirlenmiştir. Sonra limon uçucu yağının farklı miktarlarının 7 günlük depolama süresince seçilen patojen bakteri üzerindeki etkisi ve tavuk göğüs ve but eti üzerindeki etkisi belirlenmiştir. En son mikrobiyal yükünden temizlenmiş tavuk etleri üzerine patojen suşun kontamine edilmesi ile limon uçucu yağının mikrobiyal değişime olan etkisinin değerlendirilmesi 7 günlük depolama süresince çalışılmıştır.

Çalışmada limon uçucu yağının en az etkili olduğu patojen suş *E. coli* ATCC 25922 olmuştur. Bu nedenle seçilen bu saf suş üzerine limon uçucu yağının farklı miktarları uygulanmış ve 150, 200 ve 250 µL miktarlarındaki limon uçucu yağının 3. güne kadar inhibitör etkili olduğu, 500 µL limon uçucu yağının 5. güne kadar etkili olduğu, 1000 µL limon uçucu yağının depolama süresince sürekli olarak inhibitör etkili olduğu 2500 µL limon uçucu yağının ise 0. gün ve sonrasında tamamen inhibitör etkili olduğu bulunmuştur.

Limon uçucu yağı farklı miktarlarda (150 ve 2500 µL) tavuk göğüs ve but etleri üzerine uygulanarak 7 gün boyunca analizler yapılmıştır. Aynı zamanda tavuk göğüs ve but etlerinin kontrol grubu olarak da 7 gün boyunca takibi yapılmıştır. Bu analiz için temin edilen tavuk göğüs ve but etlerinin kontrol grubu olarak 0. gün mikrobiyal yüklerine bakıldığında bu yükün sayı olarak but etinde göğüs etine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. 7 günlük depolama süresince farklı miktardaki limon uçucu yağının tavuk etleri üzerine etkisi incelendiğinde her iki miktarın da başlangıç tavuk göğüs ve but etinin yükünü düşürdüğü ve 2500 µL miktarının uygulandığı örneklerde başlangıç yüküne göre daha fazla düşüşün gerçekleştiği belirlenmiştir. Ayrıca uygulanan en az miktar olan 150 µL ile en fazla miktar olan 2500 µL arasında mikrobiyal yükü düşürmek açısından çok önemli bir fark bulunmamıştır. Bu durum tavuk etindeki mikrobiyal yükü belli bir düzeye düşürmek için minimum inhibisyon miktarının belirlenmesinde önemli olmakla birlikte olabilecek en az miktarın kullanılması hem lezzetin korunması açısından hem de ekonomik olarak önem taşımaktadır.

En son bölümde farklı miktarlardaki limon uçucu yağları 240 µL *E. coli* ATCC 25922 suşu ile karıştırılarak, mikrobiyal yükünden temizlenmiş tavuk etlerine sürülerek kontamine edilmiştir. Sonuç olarak her uygulanan miktar için inhibitör etki tespit edilmiştir. Ancak bunlardan 1000 µL miktarının inhibitör etkisinin 7 gün boyunca devam ettiği 2500 µL miktarının uygulandığı tavuk etlerinde ise 0. günden itibaren 7 gün

süresince mikroorganizma gelişiminin gözlenmediği ve bu konsantrasyonun en fazla inhibitör etkili olduğu söylenebilir.

Uçucu yağlar içerdiği bileşenler nedeniyle daha etkili tat ve aromaya sahip olduklarından kullanılacak miktarın duyuşal özellikleri değıştirmeyecek özellikte olması ve aynı zamanda da mikrobiyal yükü azaltması önem taşımaktadır. Mevcut çalışmada limon uçucu yağı farklı miktarlarda kullanılmış olup bu miktarların en az ve en çok olanının bazı duyuşal özelliklere nasıl yansıdığı da kontrol edilmiş ve en düşük miktar en yüksek miktar arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Bu araştırma sonuçlarına göre analizlerde kullanılan limon uçucu yağının gıda endüstrisinde sadece aroma ve lezzet verici olarak kullanılması yerine antimikrobiyal bir koruyucu olarak zararlı ve patojen mikroorganizmalar üzerinde inhibitör etkisinin de değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu antimikrobiyal özellik sayesinde gıdaların raf ömrü de arttırılacaktır. Ayrıca limon uçucu yağı limon kabuklarından elde edilen doğal bir maddedir. Bu bağlamda limon gibi çok kullanılan bir meyvenin kabuklarının değerlendirilerek gıda endüstrisinde antimikrobiyal katkı olarak ya da yenilebilir filmlerde kullanılması hem sürdürülebilirlik anlamında hem de ekonomik anlamda bu maddenin gelecek için önem taşıyacak potansiyelde alternatif bir malzeme olabileceğini göstermektedir.

5. KAYNAKLAR

- Akgül, A., Kivanç, M.,** 1989. Sensitivity four foodborne moulds to essential oils from Turkish spices, herbs, and citrus Peel. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 47: 129-132. doi: 10.1002/jsfa.2740470115.
- Akgül, A.,** 1993. Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 15. Ankara, 451 s.
- Altun, S.,** 2013. Erzurum’da tüketime sunulan tavuk etlerinin bazı patojen bakteriler yönünden incelenmesi. *Doktora tezi*, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 74 s.
- Alzoreky, N. S., Nakahara, K.,** 2003. Antimicrobial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia. *International Journal of Food Microbiology*, 80(3): 223–230.
- Amerah, A. M.,** 2016. Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety. London: Academic press, 875s.
- Anıl, N. Doğruer, Y. ve Gürbüz, Ü.,** 1999. Tavuk etinin beslenmedeki önemi. *International Animal*, 155: 47-55.
- Arora, M., Kaur, P.,** 2013. Antimicrobial & antioxidant activity of orange pulp and peel. *International Journal of Science and Research*, 2(11): 412-415.
- Arslan, A.** Et Muayenesi ve Et Ürünleri Teknolojisi. Medipres Matbaacılık, Elazığ, 2002.
- Aydın, Ö.,** 2018. Tavuk etinde *Salmonella enteritidis*’in gelişimi üzerine salmonella enteritidis bakteriyofajlarının etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Niğde Üniversitesi, Niğde, 66 s.
- Bannerman, T.L.,** 2003. *Staphylococcus, Micrococcus*, and other catalase-positive cocci that grow aerobically. In: Murray P, Baron E, Jorgensen J, Pfaller M, Tenover F, Tenover K, editors. Manual of clinical microbiology. 8th ed. Washington DC: American Society for Microbiology; p. 384–404.
- Batu, Z., İrkin, R., Sevgi, E.N., Katık, H.P., Hürkan, M., Akhalil, M., Gündüz, N.** 2021. Defne yaprağı ve limon kabuğu özütlerinin çiğ balıklardaki toplam bakteri ve *E. coli* sayısına etkileri. *Mersin Univ Sağlık Bilim Derg*, 14(2):253-261.
- Boccella, M., Santella, B., Pagliano, P., De Filippis, A., Casolaro, V., Galdiero, M., Borrelli, A., Capunzo, M., Boccia, G., Franci, G.,** 2021. Prevalence and Antimicrobial Resistance of Enterococcus species: a retrospective cohort study in Italy. *Antibiotics*, 10:1552. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10121552>

- Bolder, N.**, 1997. Decontamination of meat and poultry carcasses. *Trends in Food Science and Technology*, 8: 221-227.
- Botsoglou, N.A., Grigoropoulou, S.H., Botsoglou, E., Govaris, A., Papageorgiou, G.**, 2003. The effects of dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and cooked turkey during refrigerated storage. *Meat Science*, 65: 1193-1200.
- Bintsis, T.**, 2017. Foodborne pathogens. *AIMS Microbiol*, 3:529–563. <https://doi.org/10.3934/microbiol.2017.3.529>
- Ceylan, A.** Tıbbi Bitkiler I. III. Basım. Ofset Basımevi, Bornova- İzmir. 1995.
- Çankaya, H., Aran, N., Güneş, G.** 2010. Bazı doğal antimikrobiyal bileşiklerin *S. enteritidis*, *E. coli* O:157H:7 ve *L. monocytogenes* üzerine etkinliğinin taze tavuk sisteminde incelenmesi. *İtiüdergisi/d mühendislik*, 9(4): 53-62.
- Dickens, J.A., Berrank, M.E., Cox, N.A.**, 2000. Efficacy of an herbal extract on the microbiological quality of broiler carcasses during a simulated chill. *Poultry Science*, 79: 1200-1203.
- Dorman, H. J .D., Deans, S. G.**, 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88:308 316.
- El Basuini, M.F., Zalat, R.Y.I., El-Hais, A.M., Soliman, A.A., Amer, A.A., Gewaily, M., Gabr, S.A., Zaineldin, A.I., Dossou, S., Teiba, I.I., El-Ratel, I.T., El-Bilawy, E.H., Mamdouh, I., Shehata, A.I.**, 2024. Bee venom enhances performance and immune function in thinlip mullet: a promising approach for sustainable aquaculture. *Fish Shellfish Immunol* 151:109713. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2024.109713>
- Erdoğan, A. E., Everest, A.**, 2013. The component of plant as antimicrobial agent. *Turkish journal of scientific Reviews*, (2): 27-32.
- Ereçevit, P., Kırbağ, S.**, 2017. Probiyotik maya olarak *Saccharomyces cerevisiae*'nın gelişimine, Citrus limon (L.) Burm. f. (limon)'un bazı fitokimyasal etkileri. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2):49-6.
- Ertürk Ö.**, 2006. Antibacterial and antifungal activity of ethanolic extracts from eleven spice plants. *Section Cellular and Molecular Biology*, 61/3: 275—278.
- Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu M.**, 2013. Tıbbi ve aromatik bitkilerin antimikrobiyal, antioksidan aktiviteleri ve kullanım olanakları. *EÜFBED - Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2):233-265.
- Falowo, A.B., Fayemi, P.O., Muchenje, V.**, 2014. Natural antioxidants against lipid–protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. *Food Res. Int.* 64: 171–181.

- Ghabraie, M., Vu, K. D., Tata, L., Salmieri, S., Lacroix, M.,** 2016. Antimicrobial effect of essential oils in combinations against five bacteria and their effect on sensorial quality of ground meat. *LWT - Food Sci Tech*, 66: 332-339.
- Gotkowska-Plachta, A., Golaś, I.,** 2023. The importance of Enterococci in the monitoring of Fecal Pollution in River Water in forests and urban areas. *Water*, 15:3708. <https://doi.org/10.3390/w15213708>
- Gulmez, M., Oral, N., Vatansever, L.,** 2006. The Effect of water extract of sumac (*Rhus coriaria* L.) and lactic acid on decontamination and shelf-life of raw broiler wings. *Poultry Science*, 85: 1466-1471.
- Gutierrez, J., Rodriguez, G., Barry-Ryan, C., Bourke, P.,** 2008. Efficacy of plant essential oils against foodborne pathogens and spoilage bacteria associated with ready-to-eat vegetables: Antimicrobial and sensory screening. *Journal of Food Protection*, 71: 1846-1854pp.
- Harmankaya, S., Vatansever, L.,** 2016. The effect of essential oils of rosemary and clove on shelf life chicken meat. *Van Veterinary Journal*, 28(1): 11-19.
- Harmankaya, H. S.,** 2013. Tavuk raf ömrü üzerine biberiye ve karanfil uçucu yağlarının etkisinin araştırılması. *Doktora tezi*, Kafkas Üniversitesi, Kars, 152 s.
- Harrigan, W.F.,** 1998. Laboratory methods in food microbiology, London: Academic Press.
- Hartanti, D., Septiyaningrum N.A., Hamad, A.,** 2020. Combination of Clove and Lemon Basil Essential Oils for Preservation of Chicken Meat. *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 7 : 84-93
- Henderson, A. H., Fachrialb, E., Lister, J.N.E.,** 2018. Antimicrobial Activity of Lemon (*Citrus limon*) Peel Extract Against *Escherichia coli*. American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS) ISSN (Print) 2313-4410, ISSN (Online) 2313-4402.
- Ibrahim, H.M., Hassan, M. A., Amin, R.A., Amin, A.K.,** 2021. Effects of lemon and kiwi juice in reduction of some pathogens contaminating chicken breast meat. *Benha Veterinary Medical Journal*, 40: 169-173.
- Jorgensen, S.L., Stegger, M., Kudirkiene, E., Lilje, B., Poulsen, L.L., Ronco, T., Santos, T.P.D.,** (2019). Diversity and population overlap between avian and human *Escherichia coli* belonging to sequence type 95. *MSphere*, 4(1). <https://doi.org/10.1128/msphere.00333-18>.
- Kačániová, M., Kunová, S., Čmíková, N.,** 2023. Green Lemon Essential Oil Antimicrobial Activity Against *Listeria monocytogenes* Inoculated in Chicken Meat. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 56 (2): 237.

- Kampelmacher, E.H.**, 1987. Poultry disease and public healt. British Poultry Science. 28. 3.13.
- Karne, H.,Kelkar, V., Mundhe,A., Ikar, M., Betawar, S., Chaudhari, N.**, 2023. Essential Oil Extraction from Orange and Lemon Peel. E3S Web of Conferences 455, 01005 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345501005> ICGEST .
- Kiprotich, S., Mendonça, A., Dickson, J., Shaw, A.,-Popo, E.T., White,S., Moutiq, R., Salam, A., Ibrahim,**2020. Thyme Oil Enhances the Inactivation of Salmonella enterica on Raw Chicken Breast Meat During Marination in Lemon Juice With Added Yucca schidigera Extract. *Nutrition and Food Science Technology*, 7: 2020. doi: 10.3389/fnut.2020.619023
- Keskin, S.N., Şin, E., Akarca,G., Tomar,O.**, 2018. Çeşitli Bitki Ekstraktlarının Çiğ köfte Üzerindeki Antimikrobiyal Etkisi. *Kocatepe Vet J*, 11(3): 266-278 DOI:10.30607/kvj.422778
- Kılınç, B.,Yalçın, H.T.,Sürengil, G.**,2018. Meyve Kabuklarının Antimikrobiyal Özellikleri ile Yenilebilir Film Üretiminde Kullanım Potansiyelinin Belirlenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi The Black Sea Journal of Sciences* ISSN (Online): 2564-7377.
- Mathur, A., Verma S.K., Purohit, R., Gupta,V., Dua V.K., Prasad, GBKS., Mathur, D., Singh, S.K., Singh, S.**, 2011. Evaluation of in vitro antimicrobial and antioxidant activities of peel and pulp of some citrus fruits. *IJPI's Journal of Biotechnolgy and Biotherapeutics*. 1(2): 1-17.
- Nisar, T., Wang, Z.C., Yang, X., Tian, Y., Iqbal, M., Guo, Y.**, 2018. Characterization of citrus pectin films integrated with clove bud essential oil: Physical, thermal, barrier, antioxidant and antibacterial properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 106: 670-680. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.08.068
- Nolan, L.K., Vaillancourt, J.P., Barbieri, N.L., Logue, C.M.**, 2020. Colibacillosis. In:Swayne DE, editor. Diseases of poultry. 14th ed. Hoboken: Wiley; 2020. p. 770–830. <https://doi.org/10.1002/9781119371199.ch18>.
- Oğuzhan Yıldız, P.,,** 2019. Turunçgil Kabuk Yağlarının Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Raf Ömrü Üzerine Etkileri. *LIMNOFISH-Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 5(1): 17-26.
- Oprea, S.F., Zervos, M.J.**, 2007. In: Simjee S (ed) Enterococcus and its Association with Foodborne illness BT - Foodborne diseases. *Humana, Totowa, NJ*, pp 157–174.
- O'Sullivan, M.G.**, 2016. The stability and shelf life of meat and poultry. Ireland: University College Cork, 521-543.
- Öztan, A.**, 2003. Et Bilimi ve Teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları Kitaplar Serisi. Yayın No:1 , 4. Baskı, Ankara.

- Ramadan, H., Min, B., Tiwari, A.K., Reddy, G., Adesiyun, A., Hinton, A., Abdela, W.,** 2015. Antibacterial Activity of Pomegranate, Orange and Lemon Peel Extracts Against Food-Borne Pathogens and Spoilage Bacteria *In vitro* and on Poultry Skin. *International Journal of Poultry Science*, 14 (4): 229-239.
- Randazzo, W., Jiménez-Belenguer, A., Settanni, L., Perdonés, A., Moschetti, M., Palazzolo, E., Guarrasi, V., Vargas, M., Antonietta Germanà, M., Moschetti, G.,** 2016. Antilisterial effect of citrus essential oils and their performance in edible film formulations. *Food Control*, 59:750-758.
- Reis, P. M.C.L., Mezzomo, N., Aguiar, G., Senna, E.M.T.L., Hense, H., Ferreira, S. R.S.,** 2019. Ultrasound-assisted emulsion of laurel leaves essential oil (*Laurus nobilis* L.) encapsulated by SFEE. *The Journal of Supercritical Fluids*, 147: 284-292.
- Seydim, A.C., Sarıkuş, G.,** 2006. Antimicrobial activity of whey protein based edible films incorporated with oregano, rosemary and garlic essential oils. *Food Research International*, 3 (5): 639-644.
- Schelz, Z., Molnar, J., Hohmann, J.,** 2006. Antimicrobial and antiplasmid activities of essential oils. *Fitoterapi*, 77 (4): 279-285.
- Shaji, S., Selvaraj, R.K., Shanmugasundaram, R.,** 2023. Salmonella Infection in Poultry: a review on the Pathogen and Control Strategies. *Microorganisms*, 11:2814. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11112814>
- Taşkıran, M.,** 2018. Mikrodalga fırında pişirmenin tavuk eti proteinleri üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi, Ankara, 66 s.
- Teixeira, B., Marques, A., Ramos, C., Neng, N. R., Nogueira, J.M.F., Saraiva, J. A., Nunes, M. L.,** 2013. Chemical composition and antibacterial and antioxidant properties of commercial essential oils. *Industrial Crops and Products*, 43:587-595.
- Toroğlu, S., Dıġrak, M., Çenet, M.,** 2006. Baharat olarak tüketilen *Laurus nobilis* Linn ve *Zingiber officinale* Roscoe bitki uçucu yağlarının antimikrobiyel aktiviteleri ve antibiyotiklere in-vitro etkilerinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Fen ve Mühendislik Dergisi*. 9 (1):20-26.
- Turhan, İ., Tetik, N., Karhan, M.,** 2006. Turunçgil kabuk yağlarının elde edilmesi ve gıda endüstrisinde kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3: 71-77.
- Won, G., Lee, J.H.,** 2017. Salmonella Typhimurium, the major causative agent of foodborne illness inactivated by a phage lysis system provides effective protection against lethal challenge by induction of robust cell-mediated immune responses and activation of dendritic cells. *Vet Res* 48:66, <https://doi.org/10.1186/s13567-017-0474-x>

- Valero, M., Salmeron, M. C.,** 2003. Antibacterial activity of 11 essential oils against *Bacillus cereus* in tyndallized carrot broth. *International Journal of Food Microbiology*, 85: 73-81.
- Yaman, T., Kuleaşan, Ş.,** 2016. Uçucu yağ elde etmede gelişmiş ekstraksiyon yöntemleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1: 78-83.
- Yıldırım, Z., Ceylan, Ş., Öncül, N.,** 2015. Tokat piyasasında satışa sunulan tavuk etlerinin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi. *Akademik Gıda Dergisi*, 13(4): 304-316.



ÖZGEÇMİŞ

