



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TR, Balıkesir University, Institute of Health Sciences

**LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNDEN ELDE
EDİLEN POSTBİYOTİKLERİN İN-VİTRO
ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİK VE TAVUK
GÖĞÜS ETİNDE GIDA GÜVENLİĞİ VE RAF
ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YL-22.38

BERİL SERTER

Besin Hijyeni ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı

Bilim Alan Kodu: 10102.10



BALIKESİR

2022

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNDEN ELDE EDİLEN
POSTBİYOTİKLERİN İN-VİTRO ANTİMİKROBİYAL
ETKİNLİK VE TAVUK GÖĞÜS ETİNDE GIDA GÜVENLİĞİ VE
RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
YL-22.38**

BERİL SERTER

**TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. OSMAN İRFAN İLHAK**

**ORTAK TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. RECEP ÇIBIK**

**Besin Hijyeni ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı
Bilim Alan Kodu: 10102.10**

Proje No: 2021/ 030 - Balıkesir Üniversitesi BAP

**BALIKESİR
2022**



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ KABUL VE ONAY

Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı çerçevesinde **Beril SERTER** tarafından yürütülmüş ve tamamlanmış olan

“Laktik Asit Bakterilerinden Elde Edilen Postbiyotiklerin İn-Vitro Antimikrobiyal Etkinlik ve Tavuk Göğüs Etinde Gıda Güvenliği ve Raf Ömrü Üzerine Etkileri”

başlıklı tez çalışması,

Balıkesir Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca aşağıdaki jüri tarafından

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 19 / 09 / 2022

TEZ SINAV JÜRİSİ

Doç.Dr. Gökhan Kürşad İNCİLİ
Fırat Üniversitesi
(Başkan)

Prof.Dr. Osman İrfan İLHAK
Balıkesir Üniversitesi
Üye (Danışman)

Doç.Dr. Mukadderat GÖKMEN
Balıkesir Üniversitesi
Üye

Yukarıdaki Yüksek Lisans Tezi,
sınav jüri üyeleri tarafından imzalanarak 23 / 09 / 2022 tarihinde teslim edilmiştir.

Prof. Dr. Osman İrfan İLHAK
Enstitü Müdürü

BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dökümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıpları kabullendiğimi **beyan ederim.**

23/09/2022

İmza

Beril SERTER

İTHAF

Babam Kimya Y.Mühendisi Ahmet SÖZAT'a...

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamın konusunun belirlenmesi, araştırılması, yürütölmesi ve yazımı esnasında her zaman bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, tartışan, yüreklendiren, daha çok öğrenmeye teşvik eden değerli danışman hocalarım Prof. Dr. Osman İrfan İLHAK ve Prof. Dr. Recep ÇIBIK başta olmak üzere, lisansüstü eğitimim süresince desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Mukadderat GÖKMEN ve Doç. Dr. Hakan TAVŐANLI ve derslerine katılmaktan memnuniyet duyduğum tüm hocalarıma, laboratuvar çalışmaları sırasında yardımları ile katkı sağlayan Dr. Adem ÖNEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalıőmayı 2021/030 proje numarası ile destekleyen Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü ve tüm çalıőanlarına teşekkür ederim.

Pandemi döneminin zorluğunda yürüyen bu tez sürecinde bana anlayıő göstererek güç veren değerli eőime, canım kızıma ve canım oğluma, hep destekleyen sevgili anneme ve Fatma anneme, tez çalıőmam sırasında kaybettiğim iki babama ve beni her daim motive eden arkadaşlarıma da őükran duyuyorum.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Tavuk Etinin Genel Özellikleri ve Tüketimi	4
2.2. Çalışmada Kullanılan Patojen Bakterilerin Genel Özellikleri	5
2.2.1. <i>Salmonella</i> spp.'nin Genel Özellikleri.....	5
2.2.3. <i>Listeria monocytogenes</i> 'in Genel Özellikleri	6
2.2.4. <i>Escherichia coli</i> O157:H7'nin Genel Özellikleri	7
2.2.5. <i>Brucella</i> spp.'nin Genel Özellikleri	8
2.3. Tavuk Etlerinde <i>Salmonella</i> spp. ve <i>L. monocytogenes</i> Prevalansı	9
2.4. Tavuk Etlerinde Mikrobiyal Bozulma.....	11
2.5. Laktik Asit Bakterileri (LAB) Genel Özellikleri	11
2.5.1. <i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	12
2.5.2. <i>Latilactobacillus sakei</i>	13
2.5.3. <i>Pediococcus acidilactici</i>	13
2.6. Postbiyotikler.....	14
3. GEREÇ VE YÖNTEM	18
3.1. Gereçler	18
3.1.1. Çalışmada Kullanılan Mikroorganizmalar	18

3.1.2. İnek Sütü.....	19
3.1.3. Tavuk Göğüs Eti.....	19
3.1.4. Besiyerleri, Laboratuvar Malzemeleri, Alet ve Ekipmanlar.....	19
3.1.4.1. Besiyerleri ve Kimyasallar	19
3.1.4.2. Laboratuvar Malzemeleri.....	20
3.1.4.3. Alet ve Ekipmanlar	20
3.2. Yöntem	20
3.2.1. Birinci aşama: LAB Hücre İçermeyen Süpernatantlarının Gıda Patojenleri Üzerine Antimikrobiyal Etkisinin Agar Difüzyon Yöntemi İle Tespiti..	21
3.2.1.1. Laktik Asit Bakterilerinin İnkübasyonu	21
3.2.1.2. Laktik Asit Bakterilerinin Süpernatantlarının Eldesi	21
3.2.1.3. Süpernatantların pH Ölçümü.....	21
3.2.1.4. Süpernatantların % Laktik Asit Ölçümü	22
3.2.1.5. Laktik Asit Solüsyonu Hazırlanması.....	22
3.2.1.6. LAB Hücre İçermeyen Süpernatantların Sterilize Edilmesi	22
3.2.1.7. Patojen Karışım Yapılması.....	22
3.2.1.8. Agar Kuyucuk Yöntemi	23
3.2.1.9. NaOH ile Nötralize Edilmiş Hücre İçermeyen LAB Süpernatantlarının Patojenler Üzerine Etkisinin Agar Kuyucuk Yöntemi ile Araştırılması	24
3.2.2. İkinci Aşama: Patojen Mikroorganizmalara Karşı En Güçlü Antimikrobiyal Etkiyi Gösteren Hücre İçermeyen Süpernatantların Tavuk Göğüs Eti Üzerindeki <i>Salmonella</i> spp., <i>L. monocytogenes</i> ve Tavuk Doğal Florasına Karşı Etkilerinin Araştırılması	25
3.2.2.1. <i>Salmonella</i> spp. ve <i>L. monocytogenes</i> Bakterilerini İçeren Solüsyonların Hazırlanması	25
3.2.2.2. Tavuk Göğüs Eti Parçalarının Patojenlerle Kontaminasyonu.....	25
3.2.2.3. Tavuk Göğüs Eti Parçalarının Dekontaminasyonu	26
3.2.2.4. Tavuk Göğüs Eti Parçalarının Mikrobiyolojik Analizleri.....	27

3.2.2.5. Tavuk Göğüs Etlerinin pH Analizi.....	28
3.2.3. İstatistiksel Değerlendirme	28
4. BULGULAR.....	29
4.1. LAB Süpernatantlarının Agar Kuyucuk Yöntemi ile Bazı Gıda Patojenleri Üzerine Antibakteriyal Etkileri	29
4.2. Agar Kuyucuk Yönteminde <i>Salmonella</i> spp. ve <i>L. monocytogenes</i> Üzerine En Güçlü Etkiyi Gösteren LAB Süpernatantlarının Tavuk Göğüs Etinde Bu Patojenlere Karşı Dekontaminant Amacıyla Kullanımı.....	31
5. TARTIŞMA.....	39
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	54
KAYNAKLAR	56
ÖZGEÇMİŞ.....	66

ÖZET

LAKTİK ASİT BAKTERİ PROBİYOTİKLERİNİN İN-VİTRO ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİK VE TAVUK GÖĞÜS ETİNDE GIDA GÜVENLİĞİ VE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ

Bu çalışmada, steril inek sütü ve De Man Rogosa and Sharpe (MRS) Broth'da geliştirilen *Pediococcus acidilactici*, *Lactiplantibacillus plantarum* ve *Latilactobacillus sakei*'den elde edilen hücre içermeyen süpernatantların (CFS) bazı gıda patojenlerine (*Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 ve *Brucella melitensis*) karşı antibakteriyal etkileri agar kuyucuk difüzyon yöntemi ile araştırılmıştır. MRS Broth'da üretilen laktik asit bakteri süpernatantlarının sütte geliştirilmiş olanlara göre daha büyük zon oluşturdukları görülmüştür. Nötralize edilen süpernatantlar ile zon oluşmadığı gözlemlendiği için, oluşan antibakteriyal etkinin süpernatantların içerdiği organik asitlerden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Süpernatantların tavuk göğüs eti üzerindeki antimikrobiyal etkisini araştırmak amacıyla *Salmonella* spp. ve *L. monocytogenes* ile kontamine edilen numuneler 5 gruba ayrılmış; *L. plantarum* ve *L. sakei* süpernatantları, % 2.1'lik laktik asit solüsyonu (L.A.) ve distile su içerisine 10 dakika daldırılmıştır. Gruplarda 4 °C'de 17 günlük muhafaza süresince pH ve mikrobiyolojik değişiklikler incelenmiştir. Muhafazanın 8. gününde süpernatantların tavuk göğüs etlerinde *Salmonella* spp. sayısını 0.9 log₁₀ kob/g azalttığı tespit edilmiştir. Kontrol ve distile su gruplarında *L. monocytogenes* sayısı muhafaza süresince artarken, süpernatantlar ve laktik asidin *L. monocytogenes* üzerine bakteriyostatik etki gösterdiği ve muhafaza boyunca bu patojenin sayısının stabil kaldığı görülmüştür. % 2.1'lik L.A., süpernatantlara kıyasla, *Salmonella* spp. sayısını daha fazla azaltmış (P<0.05), *L. monocytogenes* sayısında da muhafazanın ilk ve son günlerinde anlamlı fark görülmüştür (P<0.05). Muhafaza boyunca, süpernatantlar ve L.A. gruplarının pH değerleri, kontrol ve distile su gruplarına göre daha düşük tespit edilmiştir (P<0.05). Kontrol ve distile su grubunda tavuk göğüs etinin raf ömrü 5 gün olarak tespit edilirken, *L. plantarum* ve *L. sakei* CFS gruplarında 14 gün, % 2.1'lik laktik asit solüsyonu grubunda ise 17 gün olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hücre içermeyen süpernatant, *Salmonella*, *L. monocytogenes*, tavuk göğüs eti, raf ömrü

ABSTRACT

IN VITRO ANTIMICROBIAL EFFICACY OF POSTBIOTICS OBTAINED FROM LACTIC ACID BACTERIA AND THEIR EFFECTS ON FOOD SAFETY AND SHELF LIFE OF CHICKEN BREAST MEAT

In this study, the antibacterial effects of cell-free supernatants (CFS) obtained from *Pediococcus acidilactici*, *Lactiplantibacillus plantarum* and *Latilactobacillus sakei*, which were grown in sterile cow's milk and De Man Rogosa and Sharpe (MRS) Broth, against some food pathogens (*Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 and *Brucella melitensis*) was investigated by agar well diffusion method. It was observed that lactic acid bacteria cell-free supernatants produced in MRS Broth formed larger inhibition zones than those developed in cow's milk against pathogenic bacteria tested in the study. Since it was observed that no inhibition zone was formed with the neutralized supernatants, the antibacterial effect was attributed to the organic acids present in the supernatants. In order to investigate the antimicrobial effect of supernatants on chicken breast meat, samples contaminated with *Salmonella* spp. and *L. monocytogenes*, divided into 5 groups and immersed in supernatants of *L. plantarum* and *L. sakei*, 2.1% lactic acid solution (L.A.) and distilled water for 10 minutes. pH and microbial changes on the groups were investigated during the storage at 4 °C for 17 days. On the 8th day of storage, it was determined that the number of *Salmonella* spp. decreased by 0.9 log₁₀ cfu/g. While the number of *L. monocytogenes* increased during storage in the control and distilled water groups, it was observed that the supernatants and 2.1% L.A. exhibited a bacteriostatic effect on *L. monocytogenes* and its number remained stable during the storage period. Compared to the supernatants, 2.1% L.A. had higher reduction rates against *Salmonella* spp. (P<0.05), also a significant difference was observed against *L. monocytogenes* in the first and last days of storage (P<0.05). The pH values of supernatants and L.A. groups were found to be lower than the control and distilled water groups during the storage (P<0.05). While the shelf life of chicken breast meat was determined to be 5 days for the control and distilled water groups, it was found as 14 days for the *L. plantarum* and *L. sakei* groups, and 17 days for the 2.1% lactic acid group.

Key words: Cell free supernatant, *Salmonella*, *L. monocytogenes*, chicken breast meat, shelf life

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

A.B.D.	: Amerika Birleşik Devletleri
ATCC	: American Type Culture Collection (Amerikan Tıp Kültür Koleksiyonu)
ATR	: Acid Tolerance Response (Asit Tolerans Yanıt, düşük pH'a maruz kaldıklarında bakteri hücrelerinin geliştirdiği direnç)
CFS	: Cell-Free Supernatant (Hücre içermeyen süpernatant)
CO ₂	: Karbondioksit
COVID-19	: Coronavirus Disease 2019 (Koronavirüs Hastalığı 2019)
dk.	: Dakika
<i>E.</i>	: <i>Escherichia</i>
EFSA	: European Food Safety Authority (Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi)
FAO	: Food and Agriculture Organisation of United Nations (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Organizasyonu)
FDA	: Food and Drug Administration (Gıda ve İlaç Dairesi)
FSIN	: Food Security Information Network (Gıda Güvenliği Bilgi Ağı)
g.	: Gram
GRAS	: Generally Recognized as Safe (Genel Olarak Güvenli Kabul Edilen)
HACCP	: Hazard Analysis Critical Control Point (Kritik Kontrol Noktalarının Tehlike Analizi)
kg	: Kilogram
kob	: Koloni Oluşturan Birim
L.A.	: Laktik Asit
LAB	: Laktik Asit Bakterileri
<i>L.</i>	: <i>Listeria</i>
<i>L.</i>	: <i>Lactobacillus</i>

<i>L.</i>	: <i>Latilactobacillus</i>
<i>L.</i>	: <i>Lactiplantibacillus</i>
Log	: Logaritma
L.	: Litre
MRS	: de Man Rogosa Sharp
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
<i>P.</i>	: <i>Pediococcus</i>
pH	: Power of Hydrogen (Hidrojen gücü)
<i>S.</i>	: <i>Salmonella</i>
Sn.	: Saniye
Spp.	: Species (türleri)
SS	: Standart Sapma
TEPGE	: Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece
µg	: Mikrogram
µL	: Mikrolitre
µm	: Mikrometre

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1. Farklı Patojen Bakteri Karışım Solüsyonları Ekilmiş MHA Üzerine Kuyucuklar Açılması	24
Şekil 4.1. Soğuk Muhafaza (4 °C) Boyunca Tavuk Göğüs Etinin <i>Salmonella</i> spp. Sayımı	34
Şekil 4.2. Soğuk Muhafaza (4 °C) Boyunca Tavuk Göğüs Etinin <i>L. monocytogenes</i> Sayımı	35
Şekil 4.3. Soğuk Muhafaza (4 °C) Boyunca Tavuk Göğüs Etinin LAB sayımı	36
Şekil 4.4. Soğuk Muhafaza (4 °C) Boyunca Tavuk Göğüs Etinin Psikrotrofik Bakteri sayımı	38

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1. LAB Süpernatantlarının pH Ölçümleri ve % Laktik Asit Miktarları.....	29
Tablo 4.2. MRS Broth 'da Gelişen Laktik Asit Bakterilerinin Hücre İçermeyen Süpernatantlarının ve % 2.1'lik Laktik Asit Solüsyonunun Patojenlere Karşı Oluşturdukları İnhibisyon Zon Çapları	30
Tablo 4.3. Steril İnek Sütünde Gelişen Laktik Asit Bakterilerinin Hücre İçermeyen Süpernatantların Patojenlere Karşı Oluşturdukları İnhibisyon Zon Çapları	31
Tablo 4.4. Tavuk Göğüs Etinin Dekontaminasyon Öncesi <i>L. sakei</i> ve <i>L. plantarum</i> Hücre İçermeyen Süpernatantlarının pH ve % Laktik Asit Ölçümü	32
Tablo 4.5. Soğuk Muhafaza (4 °C) Boyunca Tavuk Göğüs Eti Homojenatlarının pH Ölçümü	32
Tablo 4.6. Soğuk Muhafaza (4 °C) Boyunca Tavuk Göğüs Etinin <i>Salmonella</i> spp. sayımı	33
Tablo 4.7. Soğuk Muhafaza (4 °C) Boyunca Tavuk Göğüs Etinin <i>L. monocytogenes</i> sayımı	34
Tablo 4.8. Soğuk Muhafaza (4 °C) Boyunca Tavuk Göğüs Etinin LAB sayımı	34
Tablo 4.9. Soğuk Muhafaza (4 °C) Boyunca Tavuk Göğüs Etinin Psikrotrofik Bakteri Sayımı	35

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun hayatta kalması için yeterli miktarda besleyici ve güvenli gıda tüketmesi gereklidir. Ancak hızlı nüfus artışı, kentleşme, iklim değişikliğine bağlı doğal afetler, salgınlar, ülkeler arası tırmanan gerginlikler, savaş ve ekonomik krizler gıda güvenliğini ve güvencesini etkilemektedir.

2015 yılında yapılan bir çalışmada, işgücü mevcudiyetinin %25'ten fazla azalması ile sonuçlanabilecek şiddetli bir pandeminin önemli gıda kıtlığına yol açabileceği öngörülür iken, tüm dünyayı etkisine alan COVID-19 kaynaklı pandemi, bu öngörüğü doğrular nitelikte gerçekleşmiştir (Boyacı-Gündüz ve ark., 2021). Birleşmiş Milletler Dünya Gıda Programı'na göre, gıda krizi ile başa çıkmak zorunda kalan kişi sayısı, en fazla artışı pandemi sonrası olmak üzere, son 5 sene içerisinde hemen hemen ikiye katlamıştır (FSIN, 2022).

Gıda sistemlerimizin kırılganlığını gösteren söz konusu pandemiyle, gıda kaybı, en az üretim kadar üzerinde durulması gereken konular arasına girmiştir. Özellikle raf ömürleri kısa, taze gıdalar kayıp ve israfının büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır.

HACCP ve diğer kalite kontrol sistemlerinin daha fazla uygulanmasına karşın; gıda kaynaklı hastalıklar da tüm dünyada en önemli sorunlardan biri olmaya devam etmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün tahminlerine göre, her yıl yaklaşık olarak dünya nüfusunun onda biri, 600 milyon kişi kontamine gıdalar yüzünden rahatsızlanmakta ve bunlardan 420,000'i ölümlerle sonuçlanmaktadır (WHO, 2015).

Gıda güvenliğinin sağlanması ve raf ömrünün uzatılması için gıdalara koruyucu maddeler eklenmektedir. Ancak, günümüzde tüketicilerin tercihi sentetik koruyucu içeren gıdalardan, daha az işlem görmüş ve doğal gıdalara yönelmektedir (İlhak ve Güran, 2014; İncili ve ark., 2021). Bunun için tıbbi ve aromatik bitkilerin

esansiyel yağları, propolis gibi antimikrobiyal özelliği olan maddeler ile yüzyıllardır gıdayı muhafaza etmek üzere geliştirilmiş tekniklerden biri olan fermentasyon yönteminde kullanılan laktik asit bakterileri gündeme gelmiştir (Pobiega ve ark.,2019). Laktik asit bakterilerinin mikroorganizmalar üzerindeki inhibe edici etkisi yalnızca canlı hücrelerle değil, üretmiş oldukları metabolitler ile de ilintilidir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, canlı hücrelere kıyasla hücre içermeyen metabolitlerin kullanımının daha güvenilir olduğuna dair sonuçlara ulaşılmıştır (Gökırmaklı ve ark., 2021). Bazıları saflaştırılarak (nisin gibi) gıda endüstrisinde kullanım alanı bulmuş olan bu metabolitlerin, diğer antimikrobiyal maddelerle birlikte kullanımlarının sinerjik etki oluşturduğuna dair araştırmalar mevcuttur (Campion ve ark.2017; Mathur ve ark., 2017; Smith ve ark., 2016).

Tavuk eti, kırmızı ete göre nispeten düşük üretim maliyeti, yüksek besin değerine karşılık düşük yağ içeriği, pişirme kolaylığı, duyuşal karakteristiklerinin hafif olması, kültürel ve dinsel açılardan kabul edilebilir olması gibi özelliklerinden dolayı dünyada sıklıkla tercih edilen hayvansal bir protein kaynağıdır. Tavuk etinin besin değerinin yüksekliği ve nem içeriğinin fazla olmasının yanı sıra pH değerinin de yüksek olması, çabuk bozulmasına ve tazeliğini çabuk kaybetmesine sebep olmaktadır. Bundan dolayı, kanatlı et sektörünün en önemli odak noktalarından birisini soğuk muhafaza sırasında ürünün raf ömrünün uzatılması ve kalitesinin korunması oluşturmaktadır. Bu amaçla, bariyer teknolojileri ve doğal gıda koruyucuları üzerine çalışmalar yapılmaktadır (Chouliara ve ark, 2007; Lanza ve ark, 2021).

Tavuk etinin patojen mikroorganizmalar ile kontaminasyonu da halk sağlığı açısından sakıncalarının yanı sıra ihracat aşamasında ürünlerin reddedilmesine, dolayısıyla da ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Pelyuntha ve Vongkamjan, 2022).

Tavuk etlerinde dekontaminasyon ile ilgili kaynaklar incelendiğinde dekontaminasyon amacıyla doğrudan tavuk eti yüzeyine uygulanan ya da ambalaj içerisine dahil edilen çok çeşitli kimyasal maddeler (Barroug ve ark., 2021; İlhak ve ark., 2018; Micciche ve ark., 2019), organik asitler (Habeb ve ark., 2021; Jankuloski ve ark., 2014; Pelyuntha ve Vongkamjan, 2022), baharat ve tıbbi-aromatik bitkilerin esansiyel yağları (İlhak ve ark., 2017; Radha ve ark. 2014; Takma ve Korel, 2018) ve

bitkisel ekstraktlar (Aziman ve ark., 2021; Rahnemoon ve ark. 2021), doğal polimer kitosan (Bhoir ve ark., 2019; Petrou ve ark., 2012) üzerine yapılmış pek çok çalışmaya rastlanmakta, ancak laktik asit bakterilerinden elde edilen hücre içermeyen metabolitlerin nispeten daha az araştırıldığı görülmektedir.

Bu kapsamda mevcut araştırmamızda, *Pediococcus acidilactici*, *Lactilactobacillus sakei* ve *Lactiplantibacillus plantarum* bakterilerinden elde edilen hücre içermeyen süpernatantların gıdalarda bulunabilecek önemli patojenlerden *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 ve *Brucella melitensis* bakterilerine karşı agar kuyucuk yöntemi ile antimikrobiyal özelliklerinin incelenmesi, süpernatantlardan *Salmonella* spp. ve *L. monocytogenes*'e karşı etkili bulunanların 4 °C'de muhafaza edilen tavuk göğüs etinde dekontaminant olarak kullanılmasının tavuk göğüs etinin gıda güvenliği ve raf ömrü üzerine etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Yine bu süpernatantların gıda endüstrisinde daha uygun maliyet ve daha yüksek verimle elde edilerek kullanılabilmesi amacıyla, üretimde besiyeri olarak MRS Broth yerine, kolay temin edilebilen inek sütünün kullanımının olabirliği araştırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tavuk Etinin Genel Özellikleri ve Tüketimi

Tüm dünyada en çok tüketilen et cinsi, 131.9 milyon ton tüketimi ile kanatlı etidir (OECD-FAO, 2021). 2020 yılında, kişi başına düşen yıllık 19.2 kg'lık tüketim ile ülkemizde de et olarak en fazla kanatlı eti tüketilmektedir. Dünyada tavuk eti ihracat miktarında ülkemiz, yedinci sırada; et tavuğu üretiminde Balıkesir ili, ülkemiz sıralamasında ikinci sırada yer almaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü [TEPGE], 2021).

Kırmızı etin bıraktığı karbon ayak izi sebebiyle üretiminin azaltılmasının, yakın gelecekte kanatlı eti üretimini arttırması beklenmektedir (Dourou ve ark., 2021). Tavuk yetiştiriciliği çevreye daha az zarar vermekte ve daha az su kullanımı gerektirmektedir. Ayrıca, 1 kg et için 1.7 kg yem ihtiyacı ile diğer hayvan yetiştiriciliklerine göre daha düşük maliyetlidir, dolayısıyla daha ekonomiktir (FAO, 2013).

Kırmızı ete göre daha az yağ ve daha düşük kolesterol içermesi; yüksek kalitedeki hayvansal proteinin yanı sıra, doymamış yağlar, A ve B grubu vitaminler, mineral maddeler (bakır, demir, çinko, kalsiyum) ile besin değerini yüksek kılmakta, bu açılardan da tercih edilmektedir. (Afshar Mehrabi ve ark., 2021; Dourou ve ark., 2021; Wessels ve ark., 2021). Tavukta %75-76 oranında nem, %19.5-22.5 ham protein, %1.1-2.1 doymamış yağ, %1.7-1.8 kül bulunmaktadır (H.J. Kim ve ark., 2020).

2.2. Çalışmada Kullanılan Patojen Bakterilerin Genel Özellikleri

2.2.1. *Salmonella* spp.'in Genel Özellikleri

Enterobacteriaceae familyasında yer alan *Salmonella* spp., gram negatif, fakültatif anaerob, mezofilik, 2.0-5.0 µm boyunda, 0.7-1.5 µm eninde, kapsülsüz, spor oluşturmeyen, çubuk şeklinde, flagellaları ile hareketli (*S. Pullorum* ve *S. Gallinarum* dışındaki tüm türleri) bakterilerdir. İhtiyaç duydukları su aktivitesi değeri 0.99 olmakla birlikte 0.93 değerinde de canlılıklarını koruyabilirler. pH 6.5-7.5 aralığı üremeleri için en uygun değer olmasına rağmen 4.5-9.9 aralığında da çoğalabilmektedirler. Optimal üreme sıcaklığı 35-37 °C arasındadır, fakat 5.8-47 °C arasında da üreyebilirler. Soğuğa dirençlidirler ve buzdolabı koşullarında ve donmuş ürünlerde uzun süre yaşayabilirler (Asal-Ulus, 2021).

Gıda kaynaklı hastalıklarda en sık görülen rahatsızlıklardan olan gastro-enteritlerin en önemli etmenlerden biri *Salmonella* bakterisidir. Gıdaların 60 °C'de 15-20 dakika pişirilmesi mevcut *Salmonella*'nın yok edilmesi için yeterlidir. Ancak pişirme sonrası kontaminasyon ve yetersiz pişirme salmonellozise sebep olmaktadır (Wessels ve ark., 2021). Salmonellozis için enfeksiyon dozunun (hastalık yapmak için gerekli mikroorganizma sayısı) 10^5 - 10^6 kob/g olduğu belirtilse de salgınlardan elde edilen veriler değerlendirildiğinde, vakalara göre değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir. Etken, mide asidine duyarlı olmasına rağmen; serotipin virulensine, etkilenen kişiye (bağışıklık sistemi yanıtı ve hastalıkları), gıda örneklerine (içerik ve miktar) göre enfeksiyon dozu değişebilmektedir (Asal-Ulus, 2021). Yüksek yağ içeren gıdalarda düşük dozlarda bile hastalık yapabildiği belirtilmektedir. Örneğin; bir salgın sırasında alınan hamburger numunesinde *Salmonella* spp. yalnızca gramda 6 kob kadar düşük sayıda bulunmuştur. Genellikle bakteriyi içeren gıdaların tüketilmesinden 12-72 saat sonra başlayan ishalin yanı sıra, karın krampları ve ateş gibi semptomlar bir haftadan kısa bir sürede, tedavi gerektirmeden geçmekle birlikte; çocuklar, yaşlılar ve bağışıklık sistemi düşük kişilerde şiddetli hale gelebilir (Finstad ve ark., 2012; WHO 2022).

Salmonella'nın tanımlanmış iki türü vardır: *Salmonella enterica* ve *Salmonella bongori* (Wessels ve ark., 2021). *Salmonella enterica* ise biyokimyasal özellikleri ve gen dizilimlerine göre altı alt türe ayrılmaktadır. Şimdiye kadar tanımlanan yaklaşık 2,600 serotipin hemen hemen hepsi, hayvanlarda ya da insanlarda hastalığa sebep olabilmektedir (Zhang ve ark., 2018). Bunlardan 150'si insanlardaki vakalardan sorumludur. Avrupa'daki *Salmonella* salgınlarının % 70'inden *S. Typhimurium* ve *S. Enteritidis* sorumlu tutulmaktadır (Asal-Ulus, 2021). Türkiye'de 2012-2016 yılları arasında Salmonellozis vakalarında % 57.3 – 74.1 oranı ile en çok izole edilen *Salmonella* serotipi *S. Enteritidis*'i, % 3 – 8.5 oranı ile *S. Typhimurium* izlemektedir (Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 2018). Mughini-Gras ve ark. (2018) şiddetli *Salmonella* enfeksiyonu geçirmiş kişilerde kolon kanseri görülme sıklığını inceledikleri bir çalışmada, *S. Enteritidis* enfeksiyonunun, kolon kanserine yakalanma riskini 3 kat artırdığını bulmuşlardır. Her yıl dünya çapında 93.8 milyon insan, tifo dışı *Salmonella* türleri ile enfekte olmakta, bunlardan 155,000'i ölüm ile sonuçlanmaktadır. Bu hastalıkların %86'sının *Salmonella* ile kontamine gıda maddelerinin tüketiminden kaynaklandığı düşünülmektedir (Sher ve ark., 2021). 2018 yılında Avrupa Birliğinde gıda kaynaklı salgınların % 33'ünden *Salmonella* sorumlu tutulmaktadır (Ehuwa ve ark., 2021).

Yakın zamanda, 2022'in Şubat ayı ortasından Nisan ayına kadar, dokuz Avrupa ülkesinde rapor edilen ve daha çok 10 yaş altındaki çocuklarda görülen 150 vakanın bir markanın çikolatalarındaki *S. Typhimurium* kontaminasyonundan kaynaklandığı rapor edilmiştir (EFSA, 2022). *Salmonella*'nın endişe verici yanlarından biri de antibiyotiklere karşı direnç geliştirebilmesidir (Zhang ve ark., 2018).

2.2.3. *Listeria monocytogenes*'in Genel Özellikleri

Listeria monocytogenes, bağışıklık sistemi zayıf olanlarda ölümcül olabilen listeriozis adı verilen hastalığa sebep olan Gram pozitif, fakültatif anaerob, mezofilik ve psikrotrofik, 0.5-2.0 µm boyunda, 0.4 µm eninde, kapsülsüz, sporsuz, kısa çubuk

şeklinde ve hareketli bir bakteridir. Doğada her yerde bulunabilen *L. monocytogenes* özellikle et ve süt ürünleri ile işlenmiş gıdalardan, taze meyve ve sebzelerden vaka ve salgınlara sebep olmaktadır (Goudar ve Prasad, 2020). Gıda kaynaklı hastalıkların nedenleri içerisinde diğer patojenlere göre daha az yer almasına rağmen yüksek mortaliteye (%20-30) sahiptir. Biyofilm oluşturma özelliğine sahip olan *L. monocytogenes* pek çok olumsuz koşula kolayca adapte olabilir (Cui ve ark., 2018). Düşük sıcaklık, pH, nem ve yüksek tuz toleransı, kontrol altına alınmasını zorlaştırmakta ve başlıca gıda patojenleri arasında yer almasına sebep olmaktadır. Sağlıklı bir birey tarafından yüksek dozda (10^9 bakteriye kadar) alınması genellikle gastroenterit oluşturmaktadır; ancak onu tehlikeli yapan, düşük dozlarda ($10^2 - 10^4$ bakteri) bile bebekler, küçük çocuklar, yaşlılar ve immün sistemi baskılanmış hastalarda septisemi, ensefali ve menenjitte dönüşebilmesi; hamile kadınlarda düşük ve çeşitli komplikasyonlara sebep olabilmesidir (de Noordhout ve ark., 2014; Radoshevich ve ark., 2017).

2.2.4. *Escherichia coli* O157:H7'in Genel Özellikleri

Gıda kaynaklı hastalıklardan sorumlu bir diğer bakteri olan *Escherichia coli* O157:H7, hemorajik kolite, trombotik trombositopenik purpura ve hemolitik üremik sendroma bağlı ölümlere sebep olabilen, dünya çapında önemli bir gıda patojenidir (Perna ve ark., 2021). A.B.D.'de yılda yaklaşık 73,000 vakaya sebep olmaktadır. 1982-2002 yılları arasındaki 350 salgının % 17'si hastanede tedavi gerektirmiş, % 4'ü hemolitik üremi sendromu ve % 0.5'i ölümlerle sonuçlanmıştır (Rangel ve ark., 2005).

Enterobacteriaceae familyasında yer alan *E. coli*, gram negatif, fakültatif anaerob, mezofilik, 2-6 µm boyunda ve 1-1.5 µm eninde, bazı suşları kapsüllü, spor oluşturmeyen, çomak şeklinde, hareketli (bazı suşları hareketsizdir) bakterilerdir. *E. coli* 6 patotipe ayrılmaktadır. Bunlardan biri olan ve 100 kob kadar düşük bir enfeksiyon dozuna sahip Enterohemorajik *E. coli* (EHEC) şiddetli salgınlardan ve ölümlerin pek çoğundan sorumludur ve *E. coli* O157:H7 en bilinen türüdür (Adamu ve ark., 2014; Mellies ve ark., 2007).

E. coli O157:H7 ruminantların dışkılarında bulunur, dışkı ile kontamine gıdalar; insanlar ve su aracılığıyla bulaşabilir. *E. coli* O157:H7'nin toprakta yetişen marulun kökleri aracılığı ile bitkiye nüfuz ettiği ve yenilen kısımlara doğru hareket ettiği ortaya konulmuştur. Et ve süt ürünleri, ıspanak, marul, lahana salatası, kavun, içme suları ve buz, bu bakterinin bulaşmasında aracı olabilir (Adamu ve ark., 2014).

Tokat'ta market ve kasaplarda satılan tavuk etlerinin mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, analiz edilen 25 tavuk göğüs eti örneğinin % 24'ünde *E. coli* O157:H7 bulunduğu tespit edilmiştir (Yıldırım, 2015).

2.2.5. *Brucella* spp.'in Genel Özellikleri

Bakteriyel zoonoz hastalıklar arasında *Brucella* spp.'nin sebep olduğu "Akdeniz Humması" olarak da adlandırılan brusellozis önemli bir yer tutmaktadır. Gelişmiş ülkelerde görülme sıklığı 10 milyonda 8 olmasına rağmen, gelişmekte olan ülkelerde binde biri bulabilmektedir (Marouf ve ark., 2021).

Brucella, gram negatif, aerob (bazı türleri % 5-10 CO₂'e ihtiyaç duyar), mezofilik, 0.6-1.5 µm boyunda, 0.5-0.7 µm eninde, kapsülsüz, spor oluşturmeyen, kokobasil şeklinde, hareketsiz bakterilerdir. Optimum sıcaklığı olan 37 °C'de bile çoğalması yavaştır (Alton ve ark., 1996). Ancak insanlarda brusellozun en büyük etkeni olan *Brucella melitensis* düşük dozlarda bile hastalığa sebep olabilmektedir. Doğrudan hayvanlarla temas eden yetiştiriciler, veteriner hekimler, kesimhane çalışanları ve kasaplar için bir meslek hastalığı olmasının yanı sıra, çiğ ya da yeterince pastörize edilmemiş süt ve süt ürünleri de hastalık kaynağı olabilmektedir. İran'ın kuzey batısındaki doğu Azerbaycan eyaletinde yapılan bir çalışmada, toplanan 572 örnekte *Brucella* spp. prevalansı araştırılmış, çiğ koyun sütü örneklerinin % 17.3'ü, çiğ keçi sütünün % 15.2'si ve çiğ süttten üretilmiş yerel peynir çeşitlerinin % 22.9'u pozitif olarak bulunmuştur. pH değeri 4.5'in altında olan peynirlerin hiç birisinde

sonuç pozitif çıkmamıştır. % 5.5'in üzerindeki tuz oranına sahip ve 6 ay ve üzeri muhafaza edilen peynirlerde de bu bakteri izole edilememiştir (Marouf ve ark., 2021).

Orta Anadolu'daki 14 köyü kapsayan başka bir çalışmada da 202 çiğ süt numunesi *B. abortus* yönünden test edilmiş ve % 17.32'si şüpheli bulunmuştur. Kültürel alışkanlıkların yanı sıra, doğal ve az işlem görmüş gıdalara artan ilgi, süt ve süt ürünlerinden *Brucella* spp. bulaşma riskini artırmaktadır (Babaoğlu ve ark., 2018).

2.3. Tavuk etlerinde *Salmonella* spp. ve *L. monocytogenes* prevalansı

Ulusal gazetelerde 2014-2018 yılları arasında yayınlanan gıda zehirlenmesi haberleri üzerine yapılan bir çalışmada, zehirlenme yaşayanların % 57'sinin tavuk ürünleri tüketenler olduğu görülmüştür (Çetin ve Durlu-Özkaya, 2019). Yine, 2007-2011 yılları arasında bir şehrimizin acil servisine gelen 215 gıda zehirlenmesi vakası incelendiğinde, % 38.6'lık bir oranla, zehirlenmeye neden olan gıdaların en başında tavuk ürünlerinin geldiği ortaya çıkmıştır (Urazel ve ark., 2014).

Salmonella salgınlarında vektör olarak sebzeler, kırmızı et ve süt ile yapılan ürünlere rastlansa da en riskli olarak nitelenen gıdalar arasında tavuk eti ve yumurta yer almaktadır. A.B.D.'de 2009-2015 yılları arasında tavuk eti ve ürünleri ile ilintilendirilen *Salmonella* vakalarında artışa rastlanmıştır. AB Gıda ve Yem Hızlı Alarm Sistemi (RASf), 2020 yılında ithal olarak gelen tavuk etlerinin *Salmonella* kontaminasyonundan dolayı uygun bulunmama ve geri çağırılma oranlarının yüksek olduğunu belirtmiştir (Pelyuntha ve Vongkamjan, 2022; Sher ve ark., 2021).

Pek çok sıcakkanlı canlının bağırsağında doğal olarak bulunan bu bakteri, kümes hayvanlarının kesimi ve işlenmesi (özellikle karkasların haşlanması, tüylerin yolunması, iç organ çıkarma, soğutma) sırasında kontaminasyon ve çapraz kontaminasyon ile tavuk etine bulaşabilmektedir (Milkiewicz ve ark., 2020).

Zhang ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada, Çin'in altı farklı şehrindeki marketlerde satışa sunulan tavuk etlerinde *Salmonella* prevalansını % 63.6 olarak

bulmuşlar ve izole edilen *Salmonella* larada tavuk yetiştiriciliğinde kullanılan antibiyotiklerden kaynaklandığı düşünülen çoklu direnç geliştiğini gözlemişlerdir. Bu izolatlardan % 81'i üçten fazla antibiyotiğe direnç göstermişlerdir.

Sırıken ve ark. (2015) marketten aldıkları 150 tavuk eti örneği üzerinde yaptıkları çalışmada, *Salmonella* prevalansını % 42.7 olarak tespit etmişler ve izolatların vankomisin, tetrasiklin, streptomisin ve nalidiksik asit antibiyotiklerine yüksek direnç gösterdiklerini gözlemişlerdir.

Ulusal *Salmonella* Kontrol Programı'na göre, broyler altlık örneklerinin % 24.5'i; kanatlı kesimhanelerinden alınan örneklerin % 47'si *Salmonella* pozitif olarak bulunmuştur (Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 2018).

Hayvanların barsak florasında da bulunabilen *Listeria*, kesim işlemi sonrasında kanatlı etine bulaşabilmektedir. Özmen ve Kılıç'ın (2006) Gemlik Garnizonunda tüketime sunulmak üzere -18 °C'de muhafaza edilen depolardan alınan tavuk karkasları üzerinde *Listeria* spp. mevcudiyetini araştırmak üzere yaptıkları çalışmada, karkasların % 24'ünde *L. monocytogenes* izole edilmiştir.

Çoban ve ark. (2019) İstanbul'daki marketler ile Balıkesir ve Bolu'daki kesimhanelerden alınan 500 tavuk örneğinde *L. monocytogenes* bulunma oranını % 21 olarak tespit etmişler ve marketlerden alınan örneklerde prevalansın daha yüksek olduğuna dikkat çekmişlerdir. Saatte 10,000 kesim kapasitesine ve Türkiye'de yaygın bir pazarlama ağına sahip 5 firmaya ait tavuk ürünlerinden 400 numunede yapılan başka bir çalışmada ise *L. monocytogenes* kontaminasyonu % 26.5 olarak bulunmuştur (Şahin ve ark., 2020).

Gıdalarda bulunan *Listeria* spp. prevalansı üzerine Türkiye'de yapılan 103 makalenin değerlendirildiği bir meta-analizde tavuk etinde *L. monocytogenes* sıklığı % 19.1 olarak hesaplanmış, bu oranın bölgelere göre farklılık gösterdiği ve tavuk etinin dana kıyma, et ürünleri, peynir, çiğ süt ve hazır gıda ürünleri arasında en yüksek *L. monocytogenes* prevalansına sahip olduğu belirtilmiştir (Çufaoğlu ve ark., 2021).

2.4. Tavuk Etlerinde Mikrobiyal Bozulma

İçermiş olduğu azotlu bileşikler, lipidler, karbonhidratlar, vitaminler ve sahip olduğu yüksek su içeriği (su aktivitesi 0.98-0.99'dur) tavuk etini mikroorganizmalar için de cazip hale getirmektedir (Afshar Mehrabi ve ark.,2021; Dourou ve ark., 2021; Wessels ve ark., 2021; Yıldırım ve ark., 2015). Tavuk karkası normalde steril kabul edilir iken, hayvanın tüyleri, ayakları, bağırsak ve kursağından, işletme şartlarından ve personelden karkasa mikrobiyal bulaşma gerçekleşmektedir. Tavuk etinde bulunan *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Brochothrix*, *Flavobacterium*, *Psychrobacter*, *Moraxella*, *Staphylococcus*, *Micrococcus*, laktik asit bakterileri (LAB) ve Enterobakterler kesimden sonraki bir hafta içinde tavuk etinde duyuşal değişikliklere ve bozulmalara sebep olur (Dourou ve ark., 2021).

Bozulmaya sebep olan mikroorganizmalar, tavukta hoşa gitmeyen koku, tat, yapı ve renk değişikliğine sebep olmaktadır. Duyu organları ile farkedilir bir değişikliğe sebep olmasa bile, toplam canlı sayımı 7 log kob/g'a ulaştığında, gıdanın mikrobiyal olarak bozulmuş olduğu kabul edilmektedir. Mikrobiyolojik bozulma bu bakterilerin çoğalması ve ürettikleri metabolitler sonucu gerçekleşmektedir. Düşük sıcaklıklardaki muhafazası sırasında tavuğun bozulmasında rol oynayan bakteriler psikrotroflar ve psikrofillerdir. (Rouger ve ark., 2017).

2.5. Laktik Asit Bakterileri (LAB) Genel Özellikleri

Gram pozitif, fakültatif anaerob, spor oluşturmayan, basil ya da kok şeklinde, katalaz negatif, hareketsiz bakterilerdir. Optimum çoğalma sıcaklığı mezofilik olanlarda 30 °C, termofilik olanlarda 42 °C'dir. Aside dayanıklı olup optimum pH aralığı 4 – 4.5'tur. En büyük grup olan Laktobasillerin 150'den fazla türü vardır (da Silva Sabo ve ark., 2014). Çeşitli şekerleri fermente ederek asit üretimi yapmaktadırlar. Fermentasyon özelliklerine göre homofermentatif ve heterofermentatif olarak iki ana gruba ayrılırlar. Homofermentatif özellik gösteren LAB türleri, Embden-Meyerhof-Parnas (EMP) yol ağıyla şekerini fermente ederek

çoğunlukla laktik asit üretmektedirler. Heterofermentatif özellik gösteren LAB türleri ise 6-fosfoglukonat ve fosfoketolaz yolu ile şekeri fermente ederek laktik asitin yanında etanol, CO₂, asetik asit ve formik asit de oluşturmaktadırlar (Mani-Lopez ve ark., 2022; Todar, 2006).

Laktik asit bakterilerinin antimikrobiyal bileşenleri genellikle *Lactobacillus* türleri için de Man Rogosa Sharp (MRS) *Lactococcus* ve *Streptococcus* türleri için M17 besiyerleri kullanılarak elde edilmektedir (Leroy ve de Vuyst., 2001).

2.5.1. *Lactiplantibacillus plantarum*

Et ve süt ürünleri, balık, sebzeler, meyveler, turşu, şarap gibi gıdaların yanı sıra silajda, gastrointestinal sistemde ve ürogenital organlarda da bulunabilen ve probiyotik özellik gösteren fakültatif heterofermantatif bir *Lactobacillus* türüdür. Farklı şekerleri kullanabildiği için pek çok ortamda gelişebilmektedir.

L. plantarum, yirmiden fazla aminoasit diziliminden oluşan plantarisin adı verilen bakteriyosin salgılamaktadır. Bu bakteriyosinin gram pozitifler üzerine etkili olduğu, nadiren gram negatiflere de etki gösterdiği belirtilmiştir (Seddik ve ark., 2017). Afrika'da bir darı çeşidinden fermente edilerek üretilmiş geleneksel yiyecek ben saalga'dan izole edilen *L. plantarum*'un *E.coli* O157:H7, *S. Enterica* ve *Bacillus cereus*'a karşı antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir (Valenzuela ve ark., 2008). Bir Kore geleneksel yiyeceği olan fermente kimchiden izole edilmiş *L. plantarum*'dan elde edilen hücre içermeyen süpernatantın *S. Enteritidis* üzerine antimikrobiyal etkisinin ortaya konulduğu bir çalışmada, bu etkinin önemli bir kısmının süpernatantın içerisindeki peptit ve protein yapısındaki maddelerden ileri geldiği bildirilmiştir. Elektron mikroskopu ile yapılan incelemede *Salmonella* yüzeyinde bir gözenek oluşturduğu görülmüştür. Süpernatantın yalnızca antibakteriyal değil antiviral etki gösterdiği de rapor edilmiştir (S.W. Kim ve ark., 2020).

2.5.2. *Latilactobacillus sakei*

1934 yılında fermente bir içecek olan ‘‘Sake’’den izole edilmiş olan bakteri, ekşi hamur, lahana turşusu, silajda da bulunmakla birlikte daha çok et ürünlerinden izole edilmektedir (Champomier-Verges ve ark., 2001).

Heterofermentatif özellik taşıyan *L. sakei*'nin bazı suşları fermente et ürünlerinde starter olarak ve patojenleri, özellikle *E. coli* O157:H7'yi inhibe etmek için biyokoruyucu olarak kullanılmaktadır (Beristain-Bauza ve ark., 2017).

Fermente et ürünlerinden izole edildiği belirtilen *Latilactobacillus curvatus* ve *L. sakei*'nin hücresiz süpernatantlarının NaOH ile nötrale edildikten sonra, *Listeria* spp. üzerinde inhibe edici etkileri bulunduğu belirtilmiştir. Bu etkilerinin üretmiş oldukları bakteriyosinlerden kaynaklandığı sonucuna varılmış, bakteriyosinler saflaştırılarak tanımlanmıştır (Tichaczek ve ark.,1992).

Beristain-Bauza ve ark. (2017) antimikrobiyal ambalajlama konusunda yaptıkları bir çalışmada, *L. sakei* hücresiz süpernatantını konsantre ederek hazırladıkları filmin disk difüzyon yöntemiyle *E. coli* O157:H7 ve *L. monocytogenes* üzerine antimikrobiyal etki gösterdiğini ve bu etkinin filmin bazik yapısından dolayı bakteriyosinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Bu patojenlerin inoküle edildiği dana eti parçaları film ile kaplanmış, buzdolabında muhafaza edilen örneklerde 36 saat sonra *E. coli* O157:H7'nin 2.3 log₁₀ kob/g, 120 saat sonra *L. monocytogenes*'in de 1.4 log₁₀ kob/g azaldığı tespit edilmiştir.

2.5.3. *Pediococcus acidilactici*

Aside dayanıklı ve homofermantatif bir laktik asit bakterisi olan *P. acidilactici* fermente ürünlerinden, şaraba kadar pek çok gıdada, bitkide ve bağırsaklarda bulunabilir. Probiyotik mikroorganizmalar arasında da yer alan bu kokun pek çok suşu pediosin adı verilen bakteriyosin üretmektedir (Li ve ark., 2021; Skariyachan ve Govindarajan, 2019).

İncili ve ark. (2022) *P. acidilactici*'den elde edilen hücre içermeyen süpernatant içerisinde toplam 19 fenolik ve flavonoid bileşik tanımlamışlar ve *S. Typhimurium* ve *L. monocytogenes* ile kontamine edilmiş tavuk butları üzerine uyguladıkları süpernatantı, *S. Typhimurium* sayısını azaltmada etkili bulmuşlardır.

2.6. Postbiyotikler

Son yıllarda gıdalarda patojenlerin üremesini engellemek amacıyla yaygın olarak kullanılan koruyucu maddelerin -otoritelerce onaylanmış olsalar bile- kimyasal içeriklerinden dolayı toksik ve kanserojenik etkileri olabilecekleri konusunda şüpheler duyulmaya başlanmıştır (Woraprayote ve ark., 2016). Bu yüzden, tüketiciler gıdada patojenlerin bulunmamasının yanı sıra, ürünlerin daha az teknolojik işlem görmesini ve gıdalarda kullanılan katkı maddelerinin sentetik olmamasını talep etmektedirler. Bir yandan tüketicilerin bu taleplerini karşılamak aynı zamanda da gıda güvenliğini sağlamak için doğal olan gıda koruyucuları ilgi çekmektedir (Arrioja-Bretón ve ark., 2020a). Bu amaçla, bazı tıbbi aromatik bitki yağlarının gıda koruyucu olarak etkisi araştırılmıştır. Örneğin; kekikten elde edilen timol, geniş spektrumlu antibiyotik etki göstermektedir; ancak, gıda patojenlerini inhibe etmesi için timolün yüksek miktarda kullanımı gerekmektedir. Bu da kullanıldığı gıdada uygun olmayan yoğun bir aromaya sebep olacağından, duyuşal açıdan tercih edilmemektedir (Chen ve Zhong, 2017).

Bununla birlikte laktik asit bakterileri, üretmiş oldukları metabolitler ile doğal gıda koruyucuları olarak gelecek vadetmektedirler (Beristain-Bauza ve ark., 2016).

Dünya Sağlık Örgütü ve FAO tarafından “Yeterli miktarda alındığında konakçının sağlığında olumlu etkilere sahip canlı mikroorganizmalar” probiyotik olarak tanımlanmıştır. Yalnızca canlı mikroorganizmalar değil, bu mikroorganizmaların üretmiş oldukları, ancak probiyotik kapsamı dışında kalan metabolitler, ya da canlı olmayan hücreler de sağlık üzerine olumlu bir potansiyele sahiptir (Hill ve ark., 2014). Laktik asit bakterileri tarafından salgılanan ve biyoaktif özellik gösteren çözünebilir maddelere yeni bir tanım olarak postbiyotik

denilmektedir. Canlı bakterilerden oluşan probiyotiklere karşın, postbiyotikler canlı hücreleri değil, onların metabolitlerini: fermantasyon sonucu oluşan organik asitleri, biyoaktif peptitleri, kısa zincirli yağ asitlerini, enzimleri, peptidoglikan türevli muropeptitleri, endo ve ekzopolisakaritleri, teikoik asitleri, hücre yüzeyi proteinlerini, vitaminleri, plazmalojenleri, vb. içine almaktadır (Aguilar-Toalá ve ark., 2018; Barros ve ark., 2019; Moradi ve ark., 2020).

Bu metabolitlerden her birinin saflaştırılabileceği ve ayrı ayrı kullanılabilceği belirtilmektedir (Beristain-Bauza ve ark., 2016). Bir çeşit postbiyotik olan hücre içermeyen süpernatant, besiyerinde geliştirilmiş bakteri ya da mayaların santrifüj ve süzme işlemi ile canlı hücreleri uzaklaştırıldıktan sonra, geriye kalan ve içerisinde bu bakteri ve mayalar tarafından üretilen biyolojik metabolitler bulunan sıvıdır (Żółkiewicz ve ark., 2020).

Probiyotiklerin kullanımı, bakterilerin gen aktarımı ile direnç kazanmaları ve bağışıklık sistemi zayıf kişilerde enfeksiyon riski oluşturmaları açısından tereddüt oluşturmaktadır. Postbiyotiklerin canlı hücre içermemeleri, bu riskleri ortadan kaldırmakta ve probiyotiklere göre daha güvenli olarak nitelendirilmelerine sebep olmaktadır. Bunların yanı sıra postbiyotikler daha kolay absorbe ve muhafaza edilebilirler ve gıdalarda kullanıldıklarında raf ömürlerinin 5 yıla kadar çıkabildiği belirtilmektedir. (Aguilar-Toalá ve ark., 2018; Barros ve ark., 2019; María José ve ark.,2020; Nataraj ve ark., 2020; Rad ve ark., 2021).

Sağlık üzerine olumlu etkilerinin dışında, postbiyotiklerin doğal gıda koruyucusu olarak kullanımları da akla gelmektedir. Fermente gıdalarda özellikle laktik asit bakterilerinin bakteriyosin üreten suşları starter kültür olarak seçilerek, bakteriyosinlerin koruyucu etkilerinden de faydalanılabilmektedir (Woraprayote ve ark., 2016). Ancak fermente olmayan gıdalarda bu bakterilerin kullanımı gıdanın tadını değiştirdiği için mümkün olmamaktadır (Mililio ve ark., 2013). Bu yüzden, endüstride laktik asit bakterilerinden elde edilen bakteriyosinlerin saflaştırılarak direkt olarak gıdaya ilave edildiği uygulamalar mevcuttur (Gálvez ve ark., 2007). Bu amaçla en yaygın olarak *Lactococcus lactis* ve üretmiş olduğu nisin “GRAS” statüsünde nitelendirilerek kullanılmaktadır (Beristain-Bauza, 2016). Bu bakteriyosin, Gram-

pozitifler üzerinde etkili olmasına karşın; Gram-negatiflerin dış membranının koruyucu bariyer oluşturması sebebiyle antimikrobiyal etkisi sınırlı kalmaktadır (Arrijo-Bretón, 2020b). *E.coli*, *Salmonella* gibi bazı Gram-negatif bakterileri üzerine de etkilerinin olduğuna dair çalışmalar mevcuttur (Valenzuela ve ark., 2008).

Nisin dışında LAB tarafından üretilen diğer bakteriyosinler de çeşitli mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etki göstermektedir. Örneğin *P. acidilactici* tarafından üretilen pediosin, *L. monocytogenes*'e karşı etkilidir. Gıda matriksinde pediosinin etkisinin azalmasına çözüm olarak bakterinin hücre içermeyen süpernatantının kullanımı alternatif olarak düşünülebilir. Üç farklı laktik asit bakterisinin hücre içermeyen süpernatantlarının *L. monocytogenes*'e karşı etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, *P. acidilactici* süpernatantı etkili olarak bulunmuş; bu etkinin bakteriyosinler ve asidik ortamdan kaynaklanabileceği belirtilerek, süpernatantın gıdalarda bu patojene karşı koruyucu olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır (Mililio ve ark., 2013). Son yıllarda hücre içermeyen süpernatantlara ve postbiyotiklere yönelik çalışmalar yapılmaktadır. *Salmonella*, *L. monocytogenes*, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia spp.*, *Aeromonas spp.*, *Bacillus spp.*, küf-maya ve virüsler dahil pek çok mikroorganizmayı inhibe ettikleri belirtilmiştir (İncili ve ark., 2022).

İstenilen seviyede bir antimikrobiyal etki için laktik asit bakteri metabolitlerinin birlikte kullanımlarının daha iyi sonuç verdiği çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir (Beristain-Bauza ve ark., 2016; Mun ve ark., 2019). Bu sebeple, laktik asit bakterilerinden elde edilen ve içeriğinde çeşitli antimikrobiyal bileşenleri bulunduran hücre içermeyen süpernatantların kullanımı uygun olabilir. Dahası, bu süpernatantlar canlı hücrelere karşı daha etkili bile olabilirler. Örneğin; Yolmeh ve ark. (2017) *L. plantarum* ve *L. brevis*'in hücre içermeyen süpernatantları ve canlı hücrelerin antimikrobiyal etkilerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, süpernatantın bakterinin kendisine göre daha fazla antimikrobiyal etki gösterdiğini bulmuşlardır. Gıdalarda canlı organizmaların kullanımına kıyasla, aynı bakterilerin postbiyotiklerin kullanımının teknolojik olarak avantaj sağladığı aşikardır (María José ve ark., 2020).

Gıdada kullanımlarının güvenilirliği konusundaki şüphelere yönelik olarak, hücre içermeyen süpernatant fraksiyonlarının sitotoksik etkilerinin in vitro ortamda araştırıldığı bir çalışmada da, anti-*Listeria* etkisi gösteren tüm fraksiyonlarının insan makrofaj hücrelerine toksik etkisi bulunmadığı ve gıdalarda koruyucu olarak kullanılabilereği sonucuna varılmıştır (Arrijoja-Bretón ve ark., 2020b).

Streptokoklar ve *Faecalibacterium* türlerinden elde edilen postbiyotikler bulunsa da, çoğunlukla *Lactobacillus* ve *Bifidobacter* türlerinden elde edilen postbiyotikler kullanılmaktadır (Aguilar-Toalá ve ark., 2018).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereçler

3.1.1. Çalışmada Kullanılan Mikroorganizmalar

Tez çalışması kapsamında laktik asit bakterileri olarak *Pediococcus acidilactici* (Bactoform™ B-LC-78 Chr. Hansen GmbH, Germany), *Latilactobacillus sakei* (Bactoform™ B-FM Chr. Hansen GmbH, Germany), ve *Lactiplantibacillus plantarum* (Bioferm DSMZ16627) suşları kullanılmıştır. Chr. Hansen firması tarafından *Pediococcus acidilactici* B-LC-78 suşu *Staphylococcus cornosus* ile; *Latilactobacillus sakei* B-FM suşu *Staphylococcus xylosus* ile mix halinde liyofilize olarak üretilmektedir. Suşlar, De Man Rogosa and Sharpe Broth (MRS Broth) besiyerinde, 30°C’de 20 saat inkübatörde (Memmert, Germany) geliştirilerek aktive edilmiş ve ardından MRS Agara çizimler yapılarak elde edilen tek koloniler gram boyama yöntemi ile *P. acidilactici* ve *L. sakei* olarak doğrulanarak saflaştırılıp çalışmada kullanılmıştır.

Çalışmada patojen olarak kullanılan *Salmonella enterica* subsp. enterica serotip Enteritidis ATCC 13076, *Salmonella enterica* subsp. enterica serotip Typhimurium ATCC 14028, *Salmonella enterica* subsp. enterica serotip Typhimurium NCTC 12416, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Listeria monocytogenes* ATCC 13932, *Listeria monocytogenes* ATCC 19111, *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 43894, *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 43895, *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 35150 suşları Balıkesir Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı kültür koleksiyonundan, *Brucella melitensis* suşu Pendik Veteriner Kontrol Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’nden temin edilmiştir.

3.1.2. İnek Sütü

Tez çalışması kapsamında kullanılan 200 mL'lik ambalaj içerisinde UHT Steril Tam Yağlı Sütler yerel bir marketten alınmıştır.

3.1.3. Tavuk Göğüs Eti

Tez çalışması kapsamında kullanılan yerel bir markanın 1 kg'lık tavuk göğüs etleri orijinal ambalajları içerisinde marketlerden temin edilmiştir. Satışa sunulduğu ilk gün alınan tavuk göğüs etleri, satın alındıktan sonra soğuk zincir ile laboratuvara getirilerek, deney prosedürüne kadar 4 °C'deki buzdolabında muhafaza edilmiştir.

3.1.4. Besiyerleri, Laboratuvar Malzemeleri, Alet ve Ekipmanlar

3.1.4.1. Besiyerleri ve Kimyasallar

Çalışmada besiyerleri olarak Tryptic Soy Broth (Merck, Darmstadt, Germany), MRS Broth (Merck, Darmstadt, Germany), MRS Agar (Merck, Darmstadt, Germany), Maximum Recovery Diluent (Merck, Darmstadt, Germany), Müller Hilton Agar (Bioline, Milano, İtalya) Plate Count Agar (Oxoid, Hampshire, England), Palcam Agar (Oxoid, Hampshire, England), Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) Agar (LabM, Lancashire, United Kingdom) kullanılmıştır.

Kimyasallar olarak laktik asit (% 85) (Tekkim, Bursa, Türkiye), Etanol içerisinde çözündürülmüş % 1 Fenolftalein indikatör çözeltisi, Sodyum hidroksit (Merck, Emplura, Darmstadt, Germany) kullanıldı.

3.1.4.2. Laboratuvar Malzemeleri

Deney tüpleri, Falkon tüpleri (15 mL steril polipropilen konik tüp), 250 mL'lik ve 500 mL'lik şişe, mezür, plastik petriler, cam pipet, pipet uçları, drigalski çubuğu, erlen, beher, spor, 0.22 mikron çapındaki gözenekli filtre (Millipore, Millex-GP Syringe filter SLGP033RS).

3.1.4.3. Alet ve Ekipmanlar

Otoklav (Hirayama, Hiclave HV-85, Japan), su banyosu (Mettler, Germany), soğutmalı santrifuj (Hettich, Universal 320 R-Almanya), hassas terazi (Kern PLJ, Germany), stomacher (IUL 400, Spain), 20-200 µl ve 100-1000 µl aralıklarına ayarlanabilen otomatik pipetler (Eppendorf), dijital pHmetre (HI 2211, Hanna Instruments, USA), dijital kumpas, ekim kabini (Metisafe, Class II), inkübatörler (Mettler, Germany).

3.2. Yöntem

Çalışma laktik asit bakterilerinin hücre içermeyen süpernatantlarının gıda patojenleri üzerine antimikrobiyal etkisinin agar difüzyon yöntemi ile tespiti ve patojen mikroorganizmalara karşı en güçlü antimikrobiyal etkiyi gösteren hücre içermeyen süpernatantların tavuk göğüs eti üzerindeki *Salmonella* spp., *L. monocytogenes* ve tavuk doğal florasına karşı etkilerinin araştırılması olmak üzere iki aşamadan oluşmuştur.

3.2.1. Birinci aşama: LAB Hücre İçermeyen Süpernatantlarının Gıda Patojenleri Üzerine Antimikrobiyal Etkisinin Agar Difüzyon Yöntemi ile Tespiti

Steril inek sütü ve MRS Broth'da geliştirilen *P. acidilactici*, *L. sakei* ve *L. plantarum*'un hücre içermeyen süpernatantlarının bazı gıda patojenleri üzerine antimikrobiyal etkileri agar kuyucuk difüzyon yöntemiyle araştırılmıştır. Bu aşama üç kez tekrarlanmış ve verilerin ortalamaları alınmıştır.

3.2.1.1. Laktik Asit Bakterilerinin İnkübasyonu

P. acidilactici, *L. sakei*, *L. plantarum* suşları 10 mL MRS Broth içeren tüplerde ayrı ayrı 30 °C'de 20 saat geliştirilerek aktivasyonları yapılmıştır. Aktivasyonun ardından 0.5'er mL alınarak 10 mL inek sütü ve 10 mL MRS Broth içeren falkon tüplere konulmuş 30 °C'de 48 saat inkübe edilmiştir. Bu bakterilerin kombinasyon halindeki etkilerini ölçmek için de herbirinden 0.5 mL alınarak (0.5:0.5:0.5) aynı şekilde steril inek sütü ve MRS broth'a ekimleri yapılarak inkübasyona kaldırılmıştır.

3.2.1.2. Laktik Asit Bakteri Süpernatantlarının Eldesi

İnkübasyon sonunda laktik asit bakterilerinin geliştiği besiyerlerini ve sütleri içeren falkon tüpleri soğutmalı santrifüjde (Hettich, Universal 320 R-Almanya) 5,000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilip üst kısımdaki süpernatantlar alınarak ayrı bir tüpe konulmuştur.

3.2.1.3. Süpernatantların pH Ölçümü

Dijital pHmetrenin (HI 2211, Hanna Instruments, USA) kalibrasyonunun yapılmasının ardından, hem süt hem de MRS Broth'da gelişen *P. acidilactici*, *L. sakei*

ve *L. plantarum*'un ve bu üç bakterinin kombinasyonunun süpernatantlarının pH'ları ölçülmüştür.

3.2.1.4. Süpernatantların % Laktik Asit Ölçümü

10 mL süpernatant üzerine fenolftalein indikatör çözeltisinden birkaç damla ilave edilerek, N/4'lük NaOH ile titre edilmiştir. Oluşan açık pembe renk sabitleninceye kadar titrasyona devam edilmiştir. Harcanan N/4'lük NaOH miktarı not edilerek aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\text{Asitlik derecesi}(\text{°SH}/100 \text{ mL}) = 10 \times \text{N/4'lük NaOH miktarı (mL)}$$

$$\% \text{ Laktik Asit miktarı (g/100 mL)} = \text{°SH} \times 0.0225$$

3.2.1.5. Laktik Asit Solüsyonu Hazırlanması

Çalışmada sadece laktik asit solüsyonu ile dekontaminasyonun etkisini ölçebilmek amacıyla LAB'lerinin hücre içermeyen süpernatantlarına eşdeğer miktarda laktik asit içeren laktik asit solüsyonu hazırlanmış ve pH'ı ölçülmüştür.

3.2.1.6. LAB Hücre İçermeyen Süpernatantlarının Sterilize Edilmesi

Elde edilen süpernatantlar 0.22 mikron gözenek çapındaki steril filtreden (Millipore, Millex-GP Syringe filter SLGP033RS) geçirilerek steril edilmiş, bu şekilde her bir laktik asit bakterisinin ayrı ayrı ve üç laktik asit bakterisinin kombinasyonunun hücresiz süpernatantı elde edilmiştir.

3.2.1.7. Patojen Karışım Yapılması

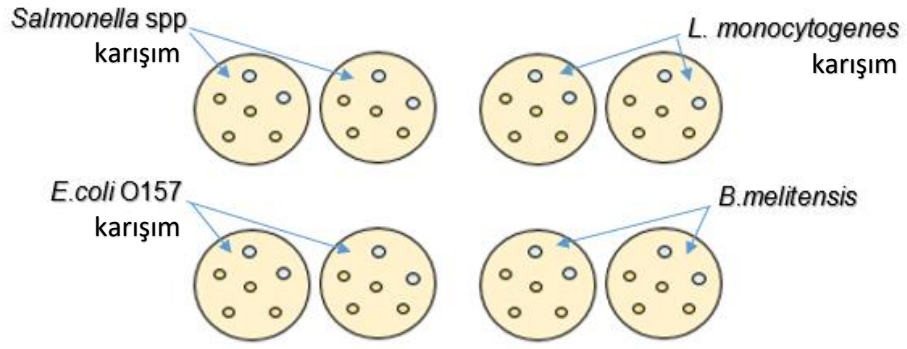
Her bir patojen mikroorganizma suşu, 10 mL Tryptic Soy Broth (TSB) besiyerine ayrı ayrı ekilerek 37 °C'de 18-20 saat inkübe edilmişlerdir. İnkübasyon

sonunda tüpler soğutmalı santrifüjde (Hettich, Universal 320 R-Almanya) 5,000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilip, bakteri hücrelerinin çöktüğü peletler dağılmadan süpernatantları atılmıştır. Her bir bakteri grubu için (*B.melitensis* hariç) o bakterinin 3 ayrı suşuna ait peletleri bir tüpte toplanarak 10 mL'ye tamamlanmış ve patojen bakteri (*Salmonella* spp. karışım, *L. monocytogenes* karışım, *E. coli* O157:H7 karışım ve *B. melitensis*) solüsyonları hazırlanmıştır.

L. monocytogenes karışım solüsyonu *L. monocytogenes* ATCC 7644, *L. monocytogenes* ATCC 13932, *L. monocytogenes* ATCC 19111 suşlarından; *E. coli* O157:H7 karışım solüsyonu *E. coli* O157:H7 ATCC 43894, *E. coli* O157:H7 ATCC 43895, *E. coli* O157:H7 ATCC 35150 suşlarından; *Salmonella* spp. karışım solüsyonu *S. Enteritidis* ATCC 13076, *S. Typhimurium* ATCC 14028, *S. Typhimurium* NCTC 12416 suşlarından; *Brucella melitensis* tek bir suştan oluşmuştur.

3.2.1.8. Agar Kuyucuk Yöntemi

Elde edilen hücre içermeyen süpernatantların antimikrobiyal etkisini araştırmak için agar kuyucuk yöntemi kullanılmıştır. *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7 ve *B. melitensis* suşlarının ml'sinde yaklaşık 10^6 kob/ml civarında olacak şekilde seri dilüsyonları yapılmıştır. Her bir patojen solüsyonundan 1'er mL alınarak petriye konulmuş ve üzerine 20 mL Mueller Hinton Agar (MHA) dökülüp homojen olması için zemin üzerinde dairesel hareketler ile karıştırılarak ekimler yapılmıştır. Her patojen için 2 petriye ekim yapılmıştır. Ortam sıcaklığında 30 dakika bırakılan MHA besiyerlerinin katılaşmasından sonra agar üzerinde belirli noktalara steril pipet ucunun küt kısmı ile 8 mm çapında kuyucuklar açılmıştır.



Şekil 3.1. Farklı patojen bakteri karışım solüsyonları ekilmiş MHA üzerine kuyucuklar açılması.

Patojen bakteri ekimi yapılmış iki petriden birindeki kuyucuklara MRS Broth'da geliştirilerek elde edilen her bir hücre içermeyen laktik asit bakteri süpernatantından; diğer petriden kuyucuklara Steril Tam Yağlı UHT Sütte geliştirilerek elde edilen her bir hücre içermeyen LAB süpernatantından 100'er µL yerleştirilmiştir. Negatif kontrol olarak da aynı miktarda steril distile su kuyucuklara ilave edilmiştir. Bir diğer kuyucuğa da % 2.1'lik laktik asit çözeltisi konulmuştur.

Kuyucuklara süpernatant ve kontrol ilavelerinin ardından plaklar 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda kuyucuklar çevresinde oluşan zon çapları dijital kumpas yardımı ile ölçülerek değerler kaydedilmiştir.

Agar kuyucuk çalışması üç kez tekrar edilerek zon çaplarının ortalamaları alınmıştır.

3.2.1.9. NaOH ile Nötralize Edilmiş Hücre İçermeyen LAB Süpernatantlarının Patojenler Üzerine Etkisinin Agar Kuyucuk Yöntemi ile Araştırılması

Hücre içermeyen LAB süpernatantlarının antimikrobiyal etkilerinin içerdikleri organik asitlerden mi yoksa organik asitlerin yanı sıra oluşturdukları diğer metabolitlerden mi kaynaklandığını anlayabilmek için elde edilen LAB süpernatantlarının pH'ları 5 N NaOH solüsyonu ile 6.0'a ayarlanmıştır. pH'ları 6.0'a

ayarlanan hücre içermeyen LAB süpernatantlarının bir önceki bölümde anlatıldığı gibi agar kuyucuk yöntemiyle patojen mikroorganizmalara karşı denemeleri yapılmış ve kuyucuk çevrelerinde zon oluşumu olup olmadığı gözlenmiştir.

3.2.2. İkinci Aşama: Patojen Mikroorganizmalara Karşı En Güçlü Antimikrobiyal Etkiyi Gösteren Hücre İçermeyen Süpernatantların Tavuk Göğüs Eti Üzerindeki *Salmonella* spp., *L. monocytogenes* ve Tavuk Doğal Florasına Karşı Etkilerinin Araştırılması

Bu aşamada, agar kuyucuk difüzyon yöntemi ile MRS Broth ve Steril Tam Yağlı UHT Sütte geliştirilen LAB'lerin hücre içermeyen süpernatantlarından *Salmonella* spp. ve *L. monocytogenes*'e karşı en güçlü antimikrobiyal etkiyi gösteren seçilmiş ve *Salmonella* spp. ve *L. monocytogenes* ile kontamine edilmiş tavuk göğüs etlerinde bu patojenlerin inaktivasyonu ve ürünün raf ömrü üzerindeki etkileri değerlendirilmek üzere çalışılmıştır.

3.2.2.1. *Salmonella* spp. ve *L. monocytogenes* Bakterilerini İçeren Solüsyonların Hazırlanması

Salmonella spp. ve *L. monocytogenes* suşları Tryptic Soy Broth (TSB) besiyerinde 35 °C'de 18-20 saat boyunca inkübe edilmiş ve inkübasyonun ardından ml'sinde yaklaşık 10^6 kob civarında olacak şekilde dilüsyonları yapılmıştır.

3.2.2.2. Tavuk Göğüs Eti Parçalarının Patojenlerle Kontaminasyonu

Tavuk göğüs etleri steril bir pens ve bıçak yardımıyla her biri yaklaşık 25 gram olacak şekilde küçük parçalara ayrılmış ve içlerinde yaklaşık $10^6 - 10^7$ kob/ml *Salmonella* spp. ve *L. monocytogenes* bakterilerini içeren solüsyona 1'er dakika boyunca daldırılmıştır. Daldırmanın ardından kontamine edilmiş göğüs eti parçaları

bakteriyel yapışma ve ürünün fazla suyunun giderilmesi için steril ızgaralar üzerinde oda sıcaklığında 20 dakika bekletilmiştir.

3.2.2.3. Tavuk Göğüs Eti Parçalarının Dekontaminasyonu

Patojen bakterilerle kontamine edilmiş tavuk göğüs etlerinden rastgele üçü seçilerek başlangıç *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, toplam psikrotrof ve laktik asit bakteri sayılarının tespiti için analize alınmıştır.

Kalan göğüs eti parçaları aşağıdaki şekilde 5 gruba ayrılmıştır:

- 1- Kontrol grubu
- 2- *L. sakei* süpernatant grubu
- 3- *L. plantarum* süpernatant grubu
- 4- Laktik asit solüsyon grubu
- 5- Distile su grubu

Kontrol grubu hiçbir işlem yapılmadan ayrı ayrı olacak şekilde steril stomacher poşetlerine konulmuş ve 4 °C’de muhafazaya alınmışlardır.

L. sakei saf hücre içermeyen süpernatantı, *L.plantarum* saf hücre içermeyen süpernatantı ve %2.1’lik laktik asit solüsyon gruplarını oluşturan tavuk göğüs etleri, içerilerinde 250’şer mL hücre içermeyen süpernatant/ laktik asit solüsyonu bulunan stomacher poşetlere daldırılmış ve 10 dk bekletilmiştir. Süre sonunda solüsyondan çıkarılan tavuk göğüs etleri fazla sıvılarının süzülmesi için oda sıcaklığında 10 dk süzölmeye bırakılmış ve ardından ayrı ayrı steril stomacher poşetlerine konularak 4 °C’de muhafazaya alınmıştır.

%2.1’lik laktik asit solüsyonunun kullanılması, süpernatant içerisinde oluşan laktik asit miktarına eşdeğer oranda laktik asit içeren solüsyonla karşılaştırma yapmak amacıyla.

Distile su grubunu oluşturan tavuk göğüs etleri, içerisinde 250 mL steril distile su bulunan behere daldırılmış ve 10 dk bekletilmiştir. Süre sonunda solüsyondan çıkarılan tavuk göğüs etleri fazla sıvılarının süzülmesi için oda sıcaklığında 10 dk süzölmeye bırakılmış ve ardından ayrı ayrı steril stomacher poşetlerine konularak 4 °C’de muhafazaya alınmıştır. Steril distile suyun kullanılması, suya daldırmanın yaptığı fiziksel etkiyle uzaklaştırılan bakteri miktarını tespit etmek ve böylece kullanılan dekontaminasyon sıvılarının gerçek etkilerinin ortaya konulması amacıyla dır.

3.2.2.4. Tavuk Göğüs Eti Parçalarının Mikrobiyolojik Analizleri

Muhafazanın ilk (0. Gün), 2, 4, 6, 8, 11, 14 ve 17. günleri tüm gruplar için mikrobiyolojik analizler yapılmıştır.

Analiz günlerinde, 25 g tavuk göğüs eti üzerine 225 mL %0.1’lik steril peptonlu su ilave edildi ve 2 dakika stomacherde homojenizasyon işlemi gerçekleştirilerek 10^{-1} dilüsyon elde edildi. Bu dilüsyondan 1 mL homojenat alınarak % 0.1’lik steril peptonlu su bulunan 9 mL deney tüplerine aktararak 10^{-6} ’ya kadar seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Uygun dilüsyonlardan aşağıda belirtilen besiyerleri ve yöntemler kullanılarak mikrobiyolojik analizler yapılmıştır.

Salmonella spp. sayımı

Uygun dilüsyonlardan 0.1 mL alınarak XLD agar içeren petrilere yayma plak yöntemi ile ekimler yapılmıştır. Petriler 35 °C’de 24-48 saat inkübe edildikten sonra siyah merkezli, renksiz karakteristik koloniler sayılmıştır (İlhak ve ark., 2017).

Listeria monocytogenes sayımı

Uygun dilüsyonlardan 0.1 mL alınarak Palcam agar içeren petrilere yayma plak yöntemi ile ekimler yapılmıştır. Petriler 35 °C’de 24-48 saat inkübe edildikten sonra

zeytin yeşili-gri renkli, siyah zon oluşturan karakteristik koloniler sayılmıştır (İncili ve ark., 2022).

Laktik asit bakteri sayımı

Uygun dilüsyonlardan 0.1 mL alınarak MRS agar içeren petrilere yayma plak yöntemi ile ekimler yapılmıştır. Petriler 30 °C’de 72 saat inkübe edildikten sonra oluşan beyaz renkli koloniler sayılmıştır (İncili ve ark., 2022).

Psikrotrof aerob bakteri sayımı

Uygun dilüsyonlardan 0.1 mL alınarak Plate Count Agar (PCA) içeren petrilere yayma plak yöntemi ile ekimler yapılmıştır. Petriler 4 °C’de 7-10 gün inkübe edildikten sonra oluşan koloniler sayılmıştır (İlhak ve ark., 2017).

3.2.2.5. Tavuk Göğüs Etlerinin pH Analizi

Her analiz gününde mikrobiyolojik analizlerin ardından stomacher poşetinde kalan homojenatın pH’ı ölçülüp not edilmiştir (İncili ve ark., 2022).

3.2.3. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışma her bir aşama için üç tekrar yapılarak tamamlanmıştır.

Elde edilen mikrobiyolojik veriler log₁₀ kob/g değerine dönüştürülmüştür. Örneklerin pH değeri, zon çapları ise doğrudan SPSS 24 (IBM SPSS, USA) paket programı ile değerlendirilerek, istatistiksel analizler yapılmıştır. Veriler ana etkiler ve değişkenler arası interaksiyonlar yönünden varyans analizine (ANOVA) tabii tutulmuştur.

İstatistiksel önem seviyesi P<0.05 olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. LAB Süpernatantlarının Agar Kuyucuk Yöntemi ile Bazı Gıda Patojenleri Üzerine Antibakteriyal Etkileri

Bu çalışmanın ilk aşamasında, *P. acidilactici*, *L. sakei* ve *L. plantarum* hücre içermeyen süpernatantlarının *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7 ve *Brucella melitensis* üzerine agar kuyucuk yöntemi ile antimikrobiyal etkisi araştırılmıştır. Hem MRS Broth besiyeri hem de steril inek sütünde 30 °C’de 48 saat inkübasyonun ardından elde edilen süpernatantların pH ve % laktik asit oranları ölçülmüş ve Tablo 4.1’de gösterilmiştir. Süpernatantların % laktik asit oranlarının ortalamaları alınarak, aynı % gr miktarda laktik asit solüsyonu hazırlanmış ve pH’ı ölçülmüştür.

Tablo 4.1. LAB süpernatantlarının pH ölçümleri ve % laktik asit (% g) miktarları (Ortalama \pm SS).

LAB	MRS Broth’da gelişen		Steril İnek Sütünde gelişen	
	pH	% L.A.	pH	% L.A.
<i>P. acidilactici</i>	3.86 \pm 0.03 ^x	1.9 \pm 0.3 ^A	3.86 \pm 0.10	0.9 \pm 0.1 ^B
<i>L. sakei</i>	3.74 \pm 0.11 ^x	2.1 \pm 0.1 ^A	3.90 \pm 0.20	0.9 \pm 0.0 ^B
<i>L. plantarum</i>	3.73 \pm 0.21 ^x	2.2 \pm 0.1 ^A	3.90 \pm 0.17	0.9 \pm 0.0 ^B
LAB Karışım	3.76 \pm 0.17 ^x	2.1 \pm 0.1 ^A	3.76 \pm 0.16	1.0 \pm 0.1 ^B
Laktik Asit	2.23 \pm 0.01 ^y	2.1 \pm 0.1 ^A		

^{AB}: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır.

^{xy}: Aynı sütünde farklı harfleri taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır.

Laktik asit bakteri süpernatantları içerisinde MRS Broth besiyerinde gelişen *L. plantarum* süpernatantının en düşük pH ve en yüksek % laktik aside sahip olduğu görülmektedir.

Sütte gelişen bakterilerin süpernatantları, MRS Broth'da gelişenlerinkine göre daha düşük laktik asit içeriğine sahip olarak bulunurken, pH'lar her iki ortamda geliştirilen LAB için de birbirine yakın olarak gözlemlenmiştir.

Tablo 4.2. MRS Broth'da gelişen laktik asit bakterilerinin hücre içermeyen süpernatantlarının ve % 2.1'lik laktik asit solüsyonunun patojenlere karşı oluşturdukları inhibisyon zon çapları (mm)* (Ortalama \pm SS).

	<i>Salmonella</i> spp.	<i>L.monocytogenes</i>	<i>E.coli</i> O157:H7	<i>B. melitensis</i>
<i>P. acidilactici</i>	18.3 \pm 1.5 ^{Ay}	17.0 \pm 3.0 ^{Ay}	15.3 \pm 1.5 ^{Ay}	18.0 \pm 2.6 ^{Ay}
<i>L. sakei</i>	19.7 \pm 0.6 ^{ABy}	18.3 \pm 1.5 ^{Ay}	21.3 \pm 0.6 ^{Bz}	19.3 \pm 0.6 ^{ABy}
<i>L. plantarum</i>	19.3 \pm 0.6 ^{Ay}	18.7 \pm 1.5 ^{Ay}	20.7 \pm 1.2 ^{Az}	18.7 \pm 1.2 ^{Ay}
LAB Karışım	19.3 \pm 0.6 ^{Ay}	18.3 \pm 1.2 ^{Ay}	17.0 \pm 2.0 ^{Ay}	19.0 \pm 1.0 ^{Ay}
%2.1 Laktik asit**	19.0 \pm 1.6 ^{Ay}	17.9 \pm 1.1 ^{Ay}	17.7 \pm 1.0 ^{Ay}	19.3 \pm 0.9 ^{Ay}
Distile su (kontrol)	8.0 \pm 0.0 ^{Ax}	8.0 \pm 0.0 ^{Ax}	8.0 \pm 0.0 ^{Ax}	8.0 \pm 0.0 ^{Ax}

* Kuyucuk çapı 8 mm.

** : Çalışmada karşılaştırma yapma amacıyla LAB'lerinin hücre içermeyen süpernatantlarına eşdeğer miktarda laktik asit içeren laktik asit solüsyonu kullanılmıştır. Bu sayede sadece laktik asit solüsyonu ile dekontaminasyonunun etkisi ölçülmüştür.

^{AB}: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır.

^{Az}: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır.

MRS Broth'da geliştirilen tüm hücre içermeyen süpernatantlarda kontrol grubuna göre anlamlı fark gözlenmiştir ($P < 0.05$). Tablo 4.2 incelendiğinde en büyük zon çapının *L. sakei* ve *L. plantarum* bakterileri tarafından *E.coli* O157:H7 mikroorganizmasına karşı olduğu görülmüştür ($P < 0.05$). İstatistiksel olarak aralarında fark tespit edilmese de, rakamsal olarak *L. sakei* ve *L. plantarum* hücre içermeyen süpernatantlarının *Salmonella* spp. ve *L. monocytogenes* üzerine *P. acidilactici*'den elde edilen süpernatanta göre daha büyük bir zon oluşturduğu tespit edilmiştir. LAB süpernatantlarından elde edilen zon çapları ile % 2.1'lik laktik asit solüsyonundan elde edilenler karşılaştırıldığında ise *Salmonella* spp, *L. monocytogenes* ve *B. melitensis*'e karşı antibakteriyel etki açısından aralarında fark görülmemiş ($P > 0.05$), *E. coli* O157:H7'ye karşı ise *L. sakei* ve *L. plantarum* süpernatantlarının daha etkili olduğu tespit edilmiştir ($P > 0.05$).

Tablo 4.3. Steril inek sütünde gelişen laktik asit bakterilerinin hücre içermeyen süpernatantlarının patojenlere karşı oluşturdukları inhibisyon zon çapları (mm)* (Ortalama \pm SS).

	<i>Salmonella</i> spp.	<i>L. monocytogenes</i>	<i>E.coli</i> O157:H7	<i>B. melitensis</i>
<i>P. acidilactici</i>	8.3 \pm 0.6 ^x	10.7 \pm 0.6 ^y	11.0 \pm 1.0 ^y	10.0 \pm 1.7 ^x
<i>L. sakei</i>	9.0 \pm 1.7 ^x	11.0 \pm 0.0 ^y	11.0 \pm 1.0 ^y	10.0 \pm 1.7 ^x
<i>L. plantarum</i>	9.0 \pm 1.7 ^x	11.3 \pm 0.6 ^y	11.7 \pm 1.5 ^y	9.7 \pm 2.1 ^x
LAB Karışım	11.0 \pm 0.0 ^x	11.7 \pm 0.6 ^y	11.3 \pm 1.2 ^y	11.0 \pm 2.0 ^x
Distile su (kontrol)	8.0 \pm 0.0 ^x	8.0 \pm 0.0 ^x	8.0 \pm 0.0 ^x	8.0 \pm 0.0 ^x

* Kuyucuk çapı 8 mm.

^{xy}: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır.

Tablo 4.3. incelendiğinde, inek sütünde geliştirilen LAB'nin hücresiz süpernatantları arasında *Salmonella* spp., *L. monocytogenes* ve *B. melitensis* üzerine en yüksek inhibisyon zonunun üç bakterinin karışımı olan hücresiz süpernatantta olduğu görülmüş, ancak LAB süpernatantları arasında istatistiksel olarak bir farklılık tespit edilmemiştir (P>0.05).

MRS Broth'da geliştirilmiş laktik asit bakterilerinden elde edilen ve pH'ları 5 N NaOH ile pH 6.0'a nötralize edilen süpernatantların uygulandıkları kuyucuklar çevresinde inhibisyon zonları gözlenmemiştir.

4.2. Agar Kuyucuk Yönteminde *Salmonella* spp. ve *L. monocytogenes* Üzerine En Güçlü Etkiyi Gösteren LAB Süpernatantlarının Tavuk Göğüs Etinde Bu Patojenlere Karşı Dekontaminant Amacıyla Kullanımı

Çalışmanın ikinci aşamasında agar kuyucuk yönteminde *Salmonella* spp. ve *L. monocytogenes* üzerine en güçlü etkiyi gösteren *L. sakei* ve *L. plantarum* hücre içermeyen süpernatantlarının *Salmonella* spp. ve *L. monocytogenes* ile kontamine edilmiş ve 4 °C'de muhafaza edilen tavuk göğüs etlerinde hem bu patojenlere hem de tavuk etinde bozulmaya sebep olan psikrotrof bakteri ve laktik asit bakteri sayısı üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Tablo 4.4. Tavuk göğüs etinin dekontaminasyonu öncesi *L. sakei* ve *L. plantarum* hücre içermeyen süpernatantlarının pH ve % laktik asit (% g) ölçümü (Ortalama \pm SS).

Hücre içermeyen süpernatantlar	pH	% L.A.
<i>L. sakei</i>	3.76 \pm 0.07	2.2 \pm 0.07
<i>L. plantarum</i>	3.88 \pm 0.10	1.9 \pm 0.12

0, 2, 4, 6, 8, 11, 14 ve 17. gün analizi yapılan tavuk göğüs eti örneklerinin homojenatlarının pH ölçümleri yapılarak Tablo 4.6’da gösterilmiştir. Muhafazanın 8. gününün ardından duyuşal olarak bozulma emareleri gösterdiği tespit edilen numuneler analize alınmamıştır.

Tablo 4.5. Soğuk muhafaza (4 °C) boyunca tavuk göğüs eti homojenatlarının pH ölçümü (Ortalama \pm SS)..

Günler	Gruplar				
	Kontrol	Distile Su	<i>L.sakei</i>	<i>L.plantarum</i>	L.A.(%2.1)*
0.gün	5.98 \pm 0.04 ^{Ax}	6.03 \pm 0.07 ^{Ax}	5.54 \pm 0.11 ^{Bx}	5.55 \pm 0.09 ^{Bx}	5.41 \pm 0.05 ^{Bx}
2.gün	6.08 \pm 0.14 ^{Ax}	6.05 \pm 0.06 ^{Ax}	5.64 \pm 0.09 ^{Bxy}	5.60 \pm 0.14 ^{Bx}	5.41 \pm 0.18 ^{Bx}
4.gün	5.99 \pm 0.11 ^{Ax}	6.07 \pm 0.07 ^{Ax}	5.60 \pm 0.09 ^{Bxy}	5.62 \pm 0.07 ^{Bx}	5.27 \pm 0.15 ^{Cx}
6.gün	6.04 \pm 0.08 ^{Ax}	6.01 \pm 0.11 ^{Ax}	5.59 \pm 0.06 ^{Bxy}	5.62 \pm 0.12 ^{Bx}	5.36 \pm 0.07 ^{Cx}
8.gün	6.23 \pm 0.25 ^{Ax}	6.39 \pm 0.09 ^{Ay}	5.74 \pm 0.16 ^{Bxy}	5.65 \pm 0.19 ^{BCx}	5.32 \pm 0.09 ^{Cx}
11.gün	AY	AY	5.62 \pm 0.17 ^{Bxy}	5.66 \pm 0.34 ^{Bx}	5.26 \pm 0.12 ^{Bx}
14.gün	AY	AY	5.81 \pm 0.13 ^{Bxy}	5.58 \pm 0.02 ^{BCx}	5.56 \pm 0.10 ^{Cx}
17.gün	AY	AY	5.84 \pm 0.17 ^{By}	5.72 \pm 0.10 ^{Bx}	5.27 \pm 0.20 ^{Cx}

AY: Analiz yapılmadı.

^{AB}: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır.

^{xy}: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır.

*: Çalışmada karşılaştırma yapma amacıyla LAB’lerinin hücre içermeyen süpernatantlarına eşdeğer miktarda laktik asit içeren laktik asit solüsyonu kullanılmıştır. Bu sayede sadece laktik asit solüsyonu ile dekontaminasyonunun etkisi ölçülmüştür.

Analiz günleri boyunca en yüksek pH, işlem uygulanmamış kontrol grubu ile distile su muamelesi uygulanmış grupta; en düşük pH ise laktik asit solüsyonu ile dekontamine edilmiş örneklerde ölçülmüştür.

Elde edilen mikrobiyolojik ekim sonuçları Tablo 4.6, 4.7, 4.8 ve 4.9'da gösterilmektedir.

Tablo 4.6. Soğuk muhafaza (4 °C) boyunca tavuk göğüs etinin *Salmonella* spp. sayımı (\log_{10} kob/g \pm SS).

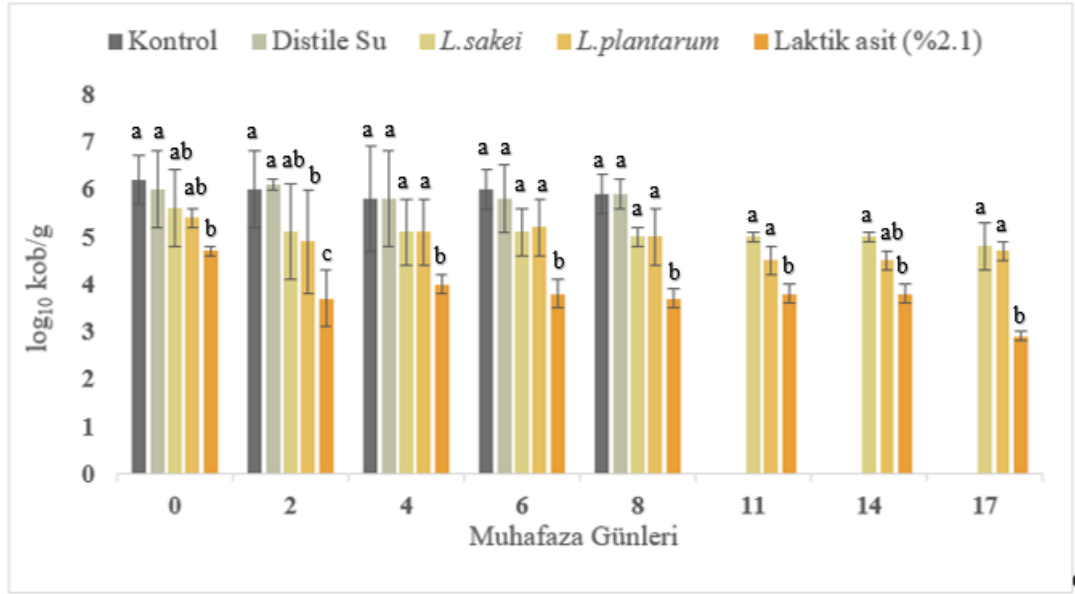
Günler	Gruplar				
	Kontrol	Distile Su	<i>L.sakei</i>	<i>L.plantarum</i>	L.A.(%2.1)
0.gün	6.2 \pm 0.5 ^{Ax}	6.0 \pm 0.8 ^{Ax}	5.6 \pm 0.8 ^{ABx}	5.4 \pm 0.2 ^{ABx}	4.7 \pm 0.1 ^{Bx}
2.gün	6.0 \pm 0.8 ^{Ax}	6.1 \pm 0.1 ^{Ax}	5.1 \pm 1.0 ^{ABx}	4.9 \pm 1.1 ^{Bx}	3.7 \pm 0.6 ^{Cxy}
4.gün	5.8 \pm 1.1 ^{Ax}	5.8 \pm 1.0 ^{Ax}	5.1 \pm 0.7 ^{Ax}	5.1 \pm 0.7 ^{Ax}	4.0 \pm 0.2 ^{Bxy}
6.gün	6.0 \pm 0.4 ^{Ax}	5.8 \pm 0.7 ^{Ax}	5.1 \pm 0.5 ^{Ax}	5.2 \pm 0.6 ^{Ax}	3.8 \pm 0.3 ^{Bxy}
8.gün	5.9 \pm 0.4 ^{Ax}	5.9 \pm 0.3 ^{Ax}	5.0 \pm 0.2 ^{Ax}	5.0 \pm 0.6 ^{Ax}	3.7 \pm 0.2 ^{Bxy}
11.gün	AY	AY	5.0 \pm 0.1 ^{Ax}	4.5 \pm 0.3 ^{Ax}	3.8 \pm 0.2 ^{Bxy}
14.gün	AY	AY	5.0 \pm 0.1 ^A	4.5 \pm 0.2 ^{ABx}	3.8 \pm 0.2 ^{Bxy}
17.gün	AY	AY	4.8 \pm 0.5 ^{Ax}	4.7 \pm 0.2 ^{Ax}	2.9 \pm 0.1 ^{By}

AY: Analiz yapılmadı.,

ABC: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır.

xy: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır.

L. sakei ve *L. plantarum* süpernatantları ile dekontaminasyonun ardından *Salmonella* spp. sayısında anlamlı bir azalma gözlenmemiştir. En fazla azalma, laktik asit çözeltisi ile dekontaminasyondan sonra gerçekleşmiştir ve kontrol, distile su ve süpernatant gruplarının aksine muhafaza süresi boyunca anlamlı bir azalma gözlenmiştir (Tablo 4.6, Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Soğuk muhafaza (4 °C) boyunca tavuk göğüs etinin *Salmonella* spp. sayımı (\log_{10} kob/g \pm SS).

Tablo 4.7. Soğuk muhafaza (4 °C) boyunca tavuk göğüs etinin *L. monocytogenes* sayımı (\log_{10} kob/g \pm SS).

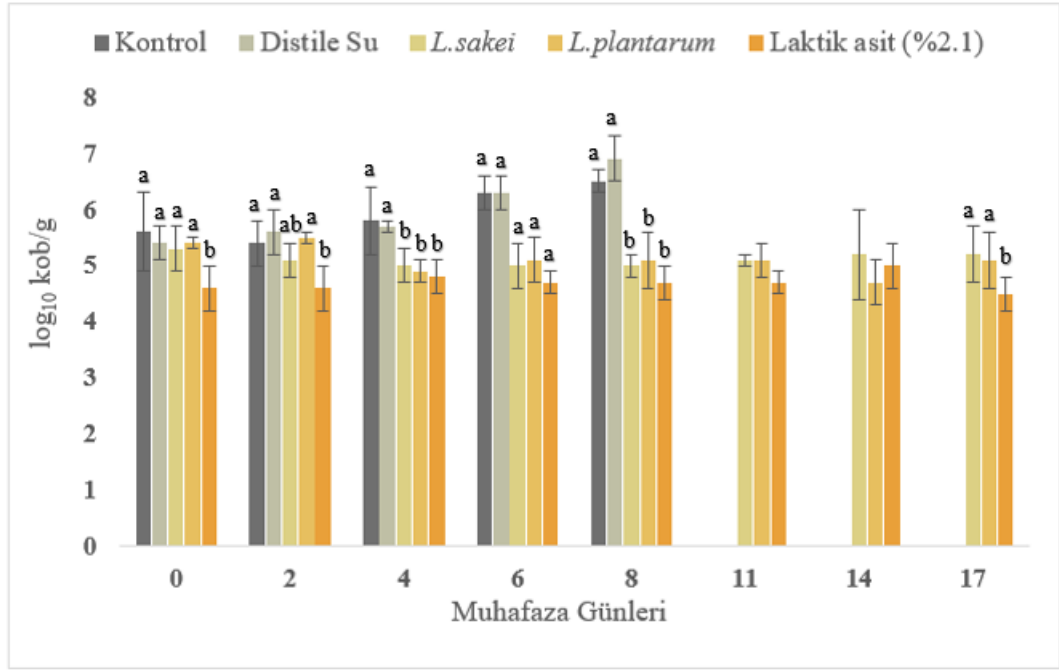
Günler	Gruplar				
	Kontrol	Distile Su	<i>L.sakei</i>	<i>L.plantarum</i>	L.A. (%2.1)
0.gün	5.6 \pm 0.7 ^{Ax}	5.4 \pm 0.3 ^{Ax}	5.3 \pm 0.4 ^{Ax}	5.4 \pm 0.1 ^{Axy}	4.6 \pm 0.4 ^{Bx}
2.gün	5.4 \pm 0.4 ^{Ax}	5.6 \pm 0.4 ^{Ax}	5.1 \pm 0.3 ^{ABx}	5.5 \pm 0.1 ^{Ax}	4.6 \pm 0.4 ^{Bx}
4.gün	5.8 \pm 0.6 ^{Axy}	5.7 \pm 0.1 ^{Axy}	5.0 \pm 0.3 ^{Bx}	4.9 \pm 0.2 ^{Bxy}	4.8 \pm 0.3 ^{Bx}
6.gün	6.3 \pm 0.3 ^{Ayz}	6.3 \pm 0.3 ^{Ay}	5.0 \pm 0.4 ^{Bx}	5.1 \pm 0.4 ^{Bxy}	4.7 \pm 0.2 ^{Bx}
8.gün	6.5 \pm 0.2 ^{Az}	6.9 \pm 0.4 ^{Az}	5.0 \pm 0.2 ^{Bx}	5.1 \pm 0.5 ^{Bxy}	4.7 \pm 0.3 ^{Bx}
11.gün	AY	AY	5.1 \pm 0.1 ^{Ax}	5.1 \pm 0.3 ^{Axy}	4.7 \pm 0.2 ^{Ax}
14.gün	AY	AY	5.2 \pm 0.8 ^{Ax}	4.7 \pm 0.4 ^{Ay}	5.0 \pm 0.4 ^{Ax}
17.gün	AY	AY	5.2 \pm 0.5 ^{Ax}	5.1 \pm 0.5 ^{Axy}	4.5 \pm 0.3 ^{Bx}

AY: Analiz yapılmadı

^{AB}: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır.

^{xy}: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır.

L. sakei ve *L. plantarum* süpernatantları ile dekontaminasyonun ardından *L. monocytogenes* sayısında anlamlı bir azalma gözlenmemiştir. En fazla azalma (1.0 log₁₀) laktik asit çözeltisi ile dekontaminasyondan sonra gerçekleşmiştir. Kontrol numunelerinde *L. monocytogenes* sayısında anlamlı bir artış olmasına rağmen, *L. sakei* süpernatantı ve laktik asit çözeltisi ile dekontamine edilen örneklerde muhafaza süresi boyunca anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir (Tablo 4.7, Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Soğuk muhafaza (4 °C) boyunca tavuk göğüs etinin *L. monocytogenes* sayımı (log₁₀ kob/g ± SS).

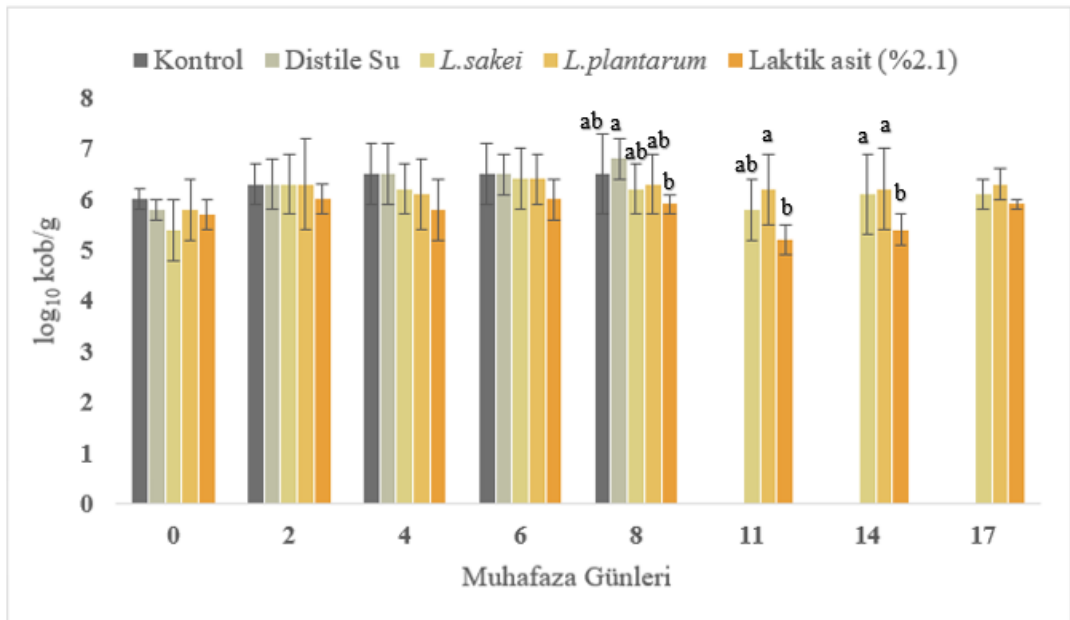
Tablo 4.8. Soğuk muhafaza (4 °C) boyunca tavuk göğüs etinin laktik asit bakterisi sayımı (\log_{10} kob/g \pm SS)

Günler	Gruplar				
	Kontrol	Distile Su	<i>L.sakei</i>	<i>L.plantarum</i>	L.A. (%2.1)
0.gün	6.0 \pm 0.2	5.8 \pm 0.2 ^x	5.4 \pm 0.6	5.8 \pm 0.6	5.7 \pm 0.3
2.gün	6.3 \pm 0.4	6.3 \pm 0.5 ^{xy}	6.3 \pm 0.6	6.3 \pm 0.9	6.0 \pm 0.3
4.gün	6.5 \pm 0.6	6.5 \pm 0.6 ^{xy}	6.2 \pm 0.5	6.1 \pm 0.7	5.8 \pm 0.6
6.gün	6.5 \pm 0.6	6.5 \pm 0.4 ^{xy}	6.4 \pm 0.6	6.4 \pm 0.5	6.0 \pm 0.4
8.gün	6.5 \pm 0.8 ^{AB}	6.8 \pm 0.4 ^{Ay}	6.2 \pm 0.5 ^{AB}	6.3 \pm 0.6 ^{AB}	5.9 \pm 0.2 ^B
11.gün	AY	AY	5.8 \pm 0.6 ^{AB}	6.2 \pm 0.7 ^A	5.2 \pm 0.3 ^B
14.gün	AY	AY	6.1 \pm 0.8 ^A	6.2 \pm 0.8 ^A	5.4 \pm 0.3 ^B
17.gün	AY	AY	6.1 \pm 0.3 ^A	6.3 \pm 0.3 ^A	5.9 \pm 0.1 ^A

AY: Analiz yapılmadı

^{AB}: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır.

^{xy}: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır.



Şekil 4.3. Soğuk muhafaza (4 °C) boyunca tavuk göğüs etinin LAB sayımı (\log_{10} (kob/g \pm SS).

Kontrol, distile su ve süpernatant gruplarında muhafazanın ilk günlerinde LAB sayısında önemli derecede olmasa da sayısal olarak artışlar gözlenmiş sonraki günlerde ise LAB sayıları çok fazla değişmemiştir. %2.1'lik laktik asit ile dekontamine edilen tavuk göğüs etlerinde LAB sayısı neredeyse stabil kalmış ve muhafaza süresi boyunca 5.7-6.0 log₁₀ arasında değişkenlik göstermiştir (Tablo 4.8 ve Şekil 4.3).

Tablo 4.9. Soğuk muhafaza (4 °C) boyunca tavuk göğüs etinin psikrotrofik bakteri sayımı (log₁₀ kob/g ± SS).

Günler	Gruplar				
	Kontrol	Distile Su	<i>L.sakei</i>	<i>L.plantarum</i>	L.A. (%2.1)
0.gün	3.6±0.6 ^{Aw}	3.4±0.2 ^{Aw}	2.5±0.9 ^{ABv}	2.3±0.8 ^{ABv}	2.0±0.4 ^{Bw}
2.gün	4.0±1.4 ^{Aw}	4.3±0.6 ^{Aw}	2.2±0.9 ^{Bv}	2.6±0.7 ^{Bv}	1.9±0.8 ^{Bw}
4.gün	5.7±1.2 ^{Ax}	5.7±1.0 ^{Ax}	2.9±0.3 ^{Bvw}	2.7±1.0 ^{Bvw}	2.8±0.4 ^{Bwx}
6.gün	7.6±0.2 ^{Ay}	7.6±0.3 ^{Ayz}	3.3±0.9 ^{Bvw}	3.6±0.4 ^{Bvw}	3.6±0.3 ^{Bwxy}
8.gün	8.3±0.5 ^{Ay}	8.6±0.3 ^{Az}	4.1±0.5 ^{Bwx}	4.3±0.7 ^{Bwx}	3.9±0.2 ^{Bxy}
11.gün	AY	AY	5.5±1.3 ^{Axy}	5.6±1.7 ^{Axy}	4.5±0.4 ^{Ay}
14.gün	AY	AY	6.2±1.9 ^{Ayz}	6.5±1.6 ^{Ayz}	5.4±0.2 ^{Ayz}
17.gün	AY	AY	7.7±0.7 ^{ABz}	8.1±0.7 ^{Az}	6.5±0.6 ^{Bz}

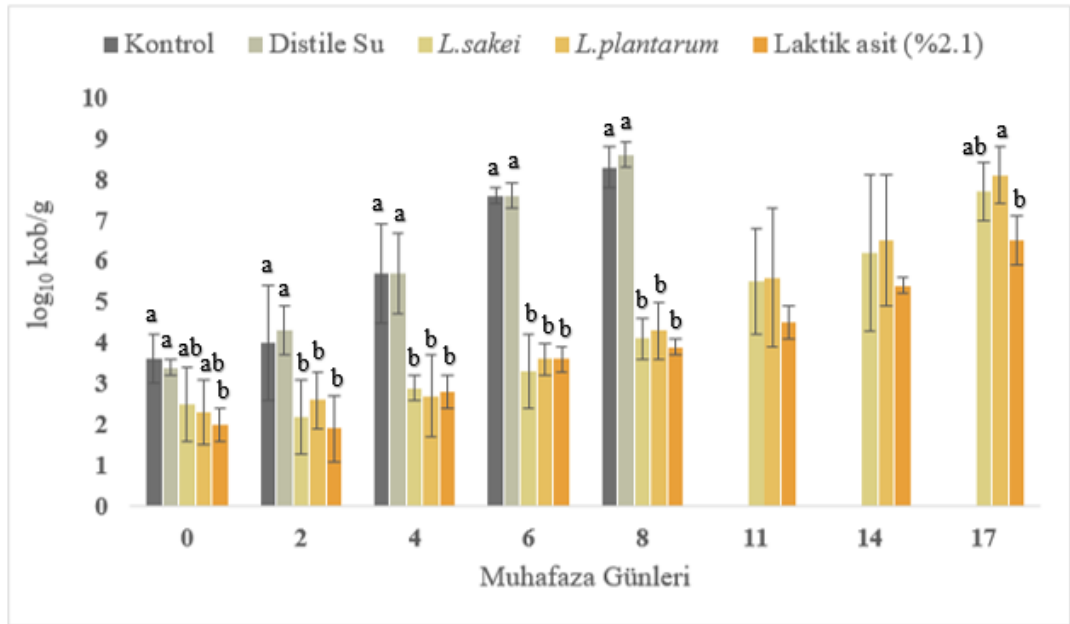
AY: Analiz yapılmadı

^{AB:} Aynı satırda farklı harfleri taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır.

^{vwxyz:} Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır.

Muhafazanın ilk gününde (0. gün) psikrotrof bakteri sayısı kontrol ve distile su gruplarında 3.6 ve 3.4 log₁₀ olarak tespit edildi. Süpernatant gruplarıyla kontrol ve distile su grupları arasında anlamlı bir fark olmasa da süpernatant gruplarında yaklaşık 1.0 log₁₀'lık bir azalma ile psikrotrof bakteri başlangıç sayıları 2.5 ve 2.3 log₁₀ olarak bulundu (P>0.05). Laktik asitle dekontamine edilen örneklerde ise başlangıç psikrotrof bakteri sayısı kontrol ve distile su gruplarına göre anlamlı düzeyde düşük bulunurken (P<0.05), süpernatant gruplarıyla aralarında bir fark görülmedi. Kontrol ve distile su gruplarında psikrotrof bakteri sayısı muhafaza süresince hızlı bir şekilde artarak

muhafazanın 6. gününde 7.0 log₁₀'nun üzerine çıktı ve 8. günde örneklerde duyusal olarak tespit edilebilen bozulma ve kokuşma belirtileri gözlemlendi. Süpernatant ve laktik asit gruplarında ise muhafaza süresi boyunca yavaş bir artış gözlemlendi ve muhafazanın 14. günü bu gruplardaki psikrotrof bakteri sayılarının hala 7.0 log₁₀ kob/g'ın altında olduğu, gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edildi (P>0.05). Muhafazanın 17. gününde *L. sakei* ve *L. plantarum* süpernatantlarıyla dekontamine edilmiş gruplarda psikrotrof bakteri sayısı sırasıyla 7.7 ve 8.1 log₁₀ olarak tespit edilirken laktik asitle dekontamine edilen grupta psikrotrof bakteri sayısı 6.5 log₁₀ kob/g'dı (Tablo 4.10 ve Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Soğuk muhafaza (4 °C) boyunca tavuk göğüs etinin psikrotrof bakteri sayımı (log₁₀ kob/g ± SS).

5. TARTIŞMA

Araştırmanın ilk aşamasında hem MRS Broth'da hem de steril sütte üretilmiş *P. acidilactici*, *L. sakei*, *L. plantarum* ve bu 3 laktik asit bakterisinin karışımlarının hücre içermeyen süpernatantlarının pH değerleri, içerdikleri laktik asit miktarları ve bazı gıda patojenleri üzerine etkisi, agar kuyucuk yöntemi ile tespit edilmiştir.

Hücre içermeyen süpernatantların pH değerleri incelendiğinde, *P. acidilactici* süpernatantının pH 3.86 değeri ile, Fugaban ve ark. (2021)'nin belirlediği pH 3.8 değerinin uyumlu olduğu görülmektedir. Dong ve ark. (2021) ise sosisten izole ettikleri *L. sakei* süpernatantının pH'ını 3.51, *L. plantarum*'unkinin pH'ını 3.47 olarak ölçmüşlerdir. Çalışmamızda ise MRS Broth'da 48 saat inkübe edilen *L. sakei* süpernatantının pH'ı 3.73, *L. plantarum*'unki 3.74 olarak ölçülmüştür. Elde edilen pH değerlerinin diğer çalışmalarda elde edilenlerden farklı çıkmasının sebebi, kullanılan suşların farklılıkları olabilir. Üç bakterinin karışımlarından elde edilen süpernatantın pH değeri olan 3.76, bu üç bakterinin süpernatantlarının ayrı ayrı ölçülen değerlerine oldukça yakındır (Tablo 4.1).

Süpernatantların hesaplanan % laktik asit miktarlarına bakıldığında, doğal olarak pH değerleri ile aralarında ters orantı göze çarpmaktadır. Laktik asit miktarı arttıkça, pH değerlerinde düşme görülmüştür. MRS Broth'da geliştirilen LAB'nin süpernatantları arasında içerdikleri laktik asit miktarları açısından istatistiksel bir farklılık olmasa da ($P>0.05$) en yüksek değer, % 2.2 ile *L. plantarum*'a ait olduğu, *P. acidilactici*'nin diğer LAB'e göre daha düşük miktarda (%1.9) laktik asit ürettiği görülmüştür (Tablo 4.1). Othman ve ark. (2017) *P. acidilactici*'nin glikozu fermente etmesi ile oluşan ve zamanla besiyerinde biriken laktik asidin, canlı hücrelerin sayısını azalttığını belirtmişlerdir. Çoğalmasının sınırlanmış olması, inkübasyon süresi sonunda oluşan laktik asit miktarını da azaltmış olabilir. Ayrıca, bakterinin besiyeri içerisindeki şekeri kullanarak laktik asit oluşturma potansiyeli, bakterinin besiyeri içerisindeki sayısı ve aktifliği ile ilişkili olduğundan elde edilen değerlerdeki küçük

sapmaların normal olarak karşılanması mümkündür. Nitekim çalışmanın ikinci aşamasında *L. plantarum* aynı şekilde MRS Broth içerisinde 48 saat inkübe edilmiş ve elde edilen süpernatantın laktik asit miktarı %1.94, pH değeri ise 3.88 olarak tespit edilmiştir. Benzer, küçük rakamsal farklılıkların *L. sakei* için de ortaya çıktığı görülmüştür (Tablo 4.1 ve 4.5).

MRS Brothta üretilen bakterilere ait süpernatantlarda % laktik asit oranı sütte üretilenlere göre daha yüksek bulunmasına rağmen, pH değerleri arasında önemli bir farklılığın olmaması (Tablo 4.1), MRS Broth'un içeriğindeki kimyasalların tamponlama özelliğinden kaynaklanmış olabilir (Zalán ve ark., 2010). Bu da üretilmiş oldukları laktik aside rağmen, hücrelerin zarar görmeden çoğalmalarına devam etmelerini, dolayısıyla laktik asidin miktarının artmasını sağlamış olabilir. İçerdiği kazein ve inorganik fosforlar ile sütün tamponlama özelliği bulunmaktadır (Aiello ve ark., 2019). Ancak MRS Broth'un içerisindeki kimyasalların tamponlama özelliği daha fazla olabilir. *L. plantarum*'un MRS Broth içerisinde tamponlama özelliği olan sodyum asetat bulunmadan üremesinin yavaşladığı belirtilmiştir (Hayek ve ark., 2019).

Laktik asit içerikleri bakımından karşılaştırıldıklarında steril sütte geliştirilen LAB'nin süpernatantlarının MRS Broth'da geliştirilenlere göre önemli oranda düşük olduğu tespit edildi ($P < 0.05$). İnek sütünün içerisinde litrede yaklaşık 32 gram protein (%77.2 kazein, %17.5 serum proteinleri, peptitler, aminoasitler), 47 gram laktoz bulunmaktadır (Nayak ve ark., 2020). Sütte serbest halde bulunan aminoasitler ve azot bileşenleri yetersiz geldiğinden dolayı, laktik asit bakterileri kazeini peptonlara parçalamak zorundadırlar (Kieliszek ve ark., 2021). MRS Broth'da ise 10 g/L kazeinden elde edilmiş pepton ve 20 g/L D(+) glikoz hali hazırda bulunmaktadır (Anonim 2005). Laktoz, LAB'in sahip oldukları β -galaktosidaz enzimi ile galaktoz ve glikoz oluşacak şekilde hidrolize uğrar. Ortamda glikoz miktarının artması LAB'in çoğalmasına ve daha fazla laktik asit üretilmesine sebep olmaktadır. (Gholamhosseinpour ve Hashemi, 2018). Sütteki protein ve karbonhidrat miktarı MRS Broth'tan daha fazla olmasına rağmen, bu besin öğelerinin daha kompleks yapıda olması ve bakteriler tarafından parçalanma zorunluluğu, sütte üretilen laktik asit miktarının düşük kalmasına sebep olmuş olabilir. Fermente süt ürünlerinde yaygın

olarak kullanılmalarına rağmen laktik asit bakterileri, süt şekeri olan laktozu glikoza göre daha yavaş hidrolize etmektedir; hatta *Lactobacillus* türleri tarafından en az kullanılabilen şeker laktozdur (Hayek ve ark. 2019). Benzer şekilde, Zalán ve ark. (2010) da besiyeri olarak yağsız süt tozu solüsyonu (100 g/l), yer elması suyu ve MRS Broth'ta gelişen laktik asit bakterilerinin ürettikleri titre edilebilir organik asitleri karşılaştırdıkları çalışmalarında, yağsız süt tozunda oluşan laktik asit miktarının MRS Broth'dakine göre daha düşük olduğunu görmüşlerdir.

Besiyerinde gelişimi seçici olarak nitelendirilebilen laktik asit bakterilerinin gelişebilmesi için şeker ve aminoasitler içeren, mangan ve magnezyum gibi minerallerden zengin bir besiyerine ihtiyacı bulunmaktadır (Hayek ve ark., 2021; Leroy ve de Vuyst, 2001). Linares-Morales ve ark. (2022) MRS Broth'dan daha düşük maliyetli bir besiyeri tasarlamak amacıyla; bakterilerin ihtiyacı olan karbon kaynağı olarak glikoz yerine elma küspesi, maya özütü yerine atık bira mayası ve protein kaynağı olarak da üç farklı gıda endüstrisi atığını (peynir altı suyu, balık unu, yulaf ezmesi) kullanarak besiyerleri hazırlamışlardır. Bu besiyerlerine MRS Broth formülündeki miktarlarda Tween 80 ve diğer inorganik tuzları ilave ederek karbon ve azot kaynaklarının etkisini karşılaştırdıkları çalışma sonucunda, balık unu kullandıkları brothda gelişen laktik asit bakterilerinden elde edilen hücre içermeyen süpernatantın patojenlere karşı en yüksek etkiyi, peynir altı suyunun ise en düşük etkiyi gösterdiğini belirtmişlerdir. Sütteki besin öğelerinin %55'ine sahip ve kuru maddenin %75'ini laktoz, %12-14'ünü çözülebilir protein ve %1-10'unu yağlar, vitamin ve minerallerin oluşturduğu peynir altı suyu ile yapılan bir çalışmada *L. plantarum* bakterisinin yavaş da olsa ürettiği, ancak MRS besiyerinde bakteriyosin üreten bu suşun, peynir altı suyunda bakteriyosin üretmediği gözlenmiştir. Bunun sebebinin bazı metabolitlerin üretimi için gerekli olan amino asitleri sağlayan triptonun peynir altı suyunda yetersiz bulunması olabileceği ifade edilmiştir (da Silva ve ark., 2019).

Karbonhidrat ve azot kaynağının miktarı ve cinsi bakteriyosin ile bakteriyosin benzeri inhibe edici maddelerin üretimini etkilemektedir. M17 Broth'da geliştirilen *P. acidilactici*'nin Nutrient Broth'da geliştirilenlere göre 29 kat daha fazla bakteriyosin benzeri inhibe edici madde ürettiği tespit edilmiş, bu durumun besiyerleri

içeriklerindeki farklılıklardan kaynaklandığı ifade edilmiştir (Md Sidek ve ark., 2018). Todorov ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada MRS Broth'a ekledikleri ilave 10 g glikozun *L. plantarum*'un bakteriyosin üretiminde en iyi sonuç vermesine karşın, yalnızca 5 ve 10 g/L glikoz ve 20 g/L laktoz içeren MRS besiyerlerinde bakteriyosin üretiminin düştüğünü belirlemişlerdir. Bununla birlikte, MRS Broth'un diğer içerikleri de laktik asit bakterilerinin gelişimini desteklemektedir. de Man ve ark. (1960) MRS Broth'u formüle ederken Tween 80, sitrat, asetat ve manganı laktobasillerin üremesini ve gelişimini artırıcı etkiye sahip olduğu için eklediklerini rapor etmişlerdir. Sharma ve ark. (2020) MRS Broth'daki tuzların *L. plantarum*'un gelişmesi ve laktik asit üretimine etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Sütte geliştirilen laktik asit bakterileri güçlü organik asit ve antimikrobiyal etki gösteremedikleri için çalışmanın ikinci aşamasında tavuk göğüs etine uygulamak için MRS Broth'da gelişen *L. sakei* ve *L. plantarum*'un süpernatantları seçilmiştir. Bu süpernatantların laktik asit miktarları sırasıyla 2.2 ve 1.9 g/100 mL olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.5). Bu süpernatantlardan elde edilen antimikrobiyal etkinin sadece ticari laktik asit kullanımıyla elde edilen etkiyle karşılaştırmasını yapmak için uygulama grupları arasına ticari laktik asit solüsyonundan %2.1'lik laktik asit solüsyonu hazırlanmış ve kullanılmıştır.

MRS Broth'da üretilen bakterilerden elde edilen süpernatantların hepsi agar kuyucuk yönteminde *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7 ve *Brucella melitensis* üzerine antimikrobiyal etki göstermiştir (Tablo 4.2). *P. acidilactici*'nin süpernatantının, agar kuyucuk yöntemi ile *L. monocytogenes*'e karşı etki göstermesi, daha önce yapılan çalışmalar ile uyum göstermektedir. Mililillo ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada *P. acidilactici*'den elde edilen hücre içermeyen süpernatantın, *L. monocytogenes* sayısını 4.5 log₁₀ azalttığını tespit etmişlerdir. Yine tarhana hamurundan izole edilen *P. acidilactici*'nin çeşitli patojenlere karşı antimikrobiyal etkisinin araştırıldığı bir başka çalışmada, *E. coli*'ye kıyasla *L. monocytogenes*'e karşı yüksek etki gösterdiği, 5mm'lik kuyucukların çevresinde inhibisyon zonunun ≥ 15 mm olarak ölçüldüğü belirtilmiştir (Kaya, 2020). Bizim çalışmamızda da *P. acidilactici* süpernatantının *E. coli*'ye kıyasla *L. monocytogenes*'e karşı daha büyük zon çapı geliştirdiği gözlenmiş ve 17 mm olarak ölçülmüştür. Çalışmamızda istatistiksel olarak

anlamli olmasa da *P. acidilactici*'nin oluşturduğu zon çapları diğer laktik asit bakterilerinininkine göre daha kk kalmıştır.

Lactobacillus ve *Pediococcus* türleri laktik asidin hem D (-) hem de L (+) izomerini sentezleme kabiliyetindedirler. Fugaban ve ark. (2021) silajdan izole ettikleri ve bakteriyosin üretebilen *P. acidilactici*'nin ürettiği D- ve L- laktik asit miktarını 7.5 ve 13.3 g/L olarak bulmuşlardır. Bu da yaklaşık %2.1'lik bir toplam laktik asit demektir. Çalışmamızda bu bakteriden elde edilen %1.9 laktik asit değeri, hem Fugaban ve ark.(2021)'nin çalışmasındaki değere, hem de çalışmamızdaki diğer laktik asit bakteri süpernatantlarına göre dşk kalmıştır. Bu sonuç, bu bakterinin patojenlere karşı geliştirdiği inhibisyon zonlarının da diğerlerine göre daha dşk llmesinin nedeni olabilir.

Fayol-Messaoudi ve ark. (2005) laktik asidin gram negatiflerin dış zararını geçirgenliğini artırdığını, böylece antimikrobiyal moleküllerin bakterilere nüfuz etmesine izin verdiğini belirtmiş; bununla birlikte, antimikrobiyal etkinin laktik asit ile laktik asit olmayan metabolitlerin sinerjik etkisinden kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir. Habeeb ve ark. (2021) da laktik asit ve asetik asidin birlikte sinerjik etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Homofermentatif LAB glikozdan %90-95 oranında laktik asit sentezlerken, heterofermentatif bakteriler %50 oranında laktik asit ile birlikte asetik asit, aseton, CO₂, diasetil, etanol ürettiklerinden dolayı (Gunkova ve ark., 2021), bu metabolitler, heterofermantatif *L. sakei* ve *L. plantarum* süpernatantlarına ait zon çaplarının homofermentatif *P. acidilactici* spernatantıninkine kıyasla daha büyük olmasına sebep olmuş olabilir. Ancak, *L. plantarum*'un heksozları kullanırken homofermantatif davrandığı, tamamıyla heksozu tükettikten sonra heterofermantatif yolla ortamdaki pentozları kullandığı ifade edilmiştir (Cubas-Cano ve ark., 2018). Bu durumda tek karbon kaynağı glikoz olan MRS Broth'da laktik asit dışındaki asetik asit ve diğer metabolitlerin sentezini gerçekleştirememiş de olabilir.

Çalışmamızda % laktik asit miktarı süpernatantların asit-baz titrasyonu sonucu harcanan NaOH miktarına göre hesaplanmıştır. Formülde, materyaldeki hakim organik asit (laktik asit) dikkate alınarak hesaplama yapıldığı için laktik asit

bakterilerinin ürettiği diğer organik asitler de laktik asit hesabına dahil olmakta ve diğer organik asit miktarları hakkında da fikir vermemektedir.

Mun ve ark. (2019) *L. plantarum*'un antimikrobiyal ve antifungal etkisini araştırdıkları çalışmalarında, iyon kromatografi ile bakteri filtratında organik asit olarak laktik asit (%75.2), asetik asit (%17.9), sitrik asit (%6.5) ve fenillaktik asit (%0.3) tespit etmişlerdir.

Kamiloğlu ve ark. (2019) sucuk üretiminde starter kültür olarak kullanılan 5 farklı *L. plantarum* suşunun hücre içermeyen süpernatantlarının kuyu difüzyon yöntemi ile *L. monocytogenes* üzerine antimikrobiyal etki gösterdiğini; proteinaz K enzimi ekledikleri süpernatantların ise zon oluşturmadığını gözlemleyerek, antimikrobiyal etkinin bakteriyosin ya da bakteriyosin benzeri maddelerden kaynaklandığı sonucuna ulaşmışlardır. Dört suşun inhibisyon çapını 10-15 mm arasında, 1 suşun ise >15 mm olarak değerlendirmişlerdir. Ancak, Arena ve ark. (2016) şarap ve şıradan izole edilen 79 adet *L. plantarum* suşunun hücre içermeyen süpernatantlarının pH'ları nötralize edildikten sonra *L. monocytogenes*, *E. coli* O157:H7, *S. Enteritidis*, *Staphylococcus aureus* patojenlerine karşı uyguladıkları agar kuyucuk yönteminde, 8 mm'lik kuyucukların çevresinde az inhibisyon etkisi gözlediklerini ya da hiç gözlemleyemediklerini belirtmişlerdir. Araştırmacılar süpernatantların etkisinin içerdikleri organik asitlerden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Pek çok çalışmada, süpernatantların antimikrobiyal etkilerinin kaynağı olan metaboliti bulmak için süpernatantlar NaOH ilavesi ile nötralize edilmiştir (Arrijo-Bretón ve ark.,2020a; Presti ve ark., 2015, Tichacek ve ark.,1992). pH'ı nötralize edilmiş süpernatantlarının patojen inhibisyonunun olmaması, antimikrobiyal aktiviteye sebep olan metabolitin, bakteriyosinlerden ziyade laktik asit gibi asidik metabolitlerin üretiminden kaynaklandığını doğrulamaktadır. Yapılan bu çalışmada da elde edilen süpernatantların pH değerleri 5 N NaOH ile 6.0'a ayarlandığında patojen bakteriler çevresinde zon oluşumu tespit edilememiştir (Tablo 4.4). Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, süpernatantların göstermiş oldukları antimikrobiyal etkilerinin (varsa) içerdikleri bakteriyosinden değil, içerdikleri organik asitlerden kaynaklandığı kanaatine varılmıştır.

Ektik (2022), Balıkesir’de geleneksel yöntemle üretilen peynirlerden izole edilen LAB üzerinde yaptığı çalışmada, iki farklı *L. plantarum* suşundan elde edilmiş süpernatantların *L. monocytogenes*’e kıyasla *E. coli* O157:H7 ve *S. Typhimurium*’a karşı daha yüksek antimikrobiyal etkiye sahip olduğunu tespit etmiştir. Bizim çalışmamızda da istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte *L. plantarum* süpernatantı en yüksek antimikrobiyal etkiyi *E. coli* O157:H7’ye karşı geliştirmiştir. *L. plantarum*’un salgıladığı plantarisinin daha çok gram pozitifler üzerine etkili olduğu, nadiren gram negatiflere de etki gösterdiği belirtilmiştir (Seddik, 2017). Çalışmamızda, *L. plantarum* süpernatantının antimikrobiyal etkisinin büyük ölçüde organik asitlerden kaynaklandığı tespit edildiğinden gram negatif ve gram pozitif bakteriler üzerine etkinin bakteriyosin değil, organik asit etkisi göz önüne alınarak değerlendirilmesi uygun olabilir. Bu durumda, *L. plantarum* süpernatantının her iki çalışmada da *L. monocytogenes*’e kıyasla *E.coli* O157:H7 ve *S. Typhimurium*’a karşı daha yüksek antimikrobiyal etkiye sahip olması normal karşılanabilir. *L. monocytogenes*’in düşük pH değerlerine karşı oldukça dirençli olduğu (İncili ve ark., 2020; Nyhan ve ark., 2018) ve asidik ortamlarda gelişiminin yavaşlayarak durgun faza girdiği belirtilmiştir (Buchanan ve ark., 1993). Divyashree ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada agar kuyucuk yöntemi ile *L. plantarum*’un *S. Paratyphi*’ye karşı oluşturduğu zon çapını 18.5 mm olarak bulmuşlar ve laktik asit bakterileri süpernatantlarının bu bakteriye karşı inhibe edici etkisinin organik asitlerden kaynaklanabileceği sonucuna varmışlardır. Yaptığımız bu çalışmada da *Salmonella* spp.’ye karşı *L. plantarum*’un zon çapı 18.6 mm olarak ölçülmüştür. Presti ve ark. (2015) bazı laktobasil ve bifidobakterlerin süpernatantlarının probiyotik özelliklerini ve antimikrobiyal etkinlikliklerini değerlendirdikleri çalışma sonucunda, *L. plantarum*’un *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *E. coli*’yi güçlü bir şekilde inhibe ettiği sonucuna varmışlardır. Yaptığımız çalışmada da *L. plantarum*’un süpernatantı *E. coli* O157:H7’ye karşı yüksek antimikrobiyal etki göstermiştir (Tablo 4.2).

L. sakei’nin bazı suşlarının da patojen *E. coli* O157:H7 üzerinde etkili olduğu ve taze ete inoküle edilen *L. monocytogenes*’i de 2 log₁₀ azalttığı tespit edilmiştir. *L. sakei*’den hazırlanan süpernatanta karşı *E. coli*’nin *L. monocytogenes*’ten daha hassas olduğu görülmüştür (Beristain-Bauza, 2017). Dong ve ark. (2021)’nin *L.*

monocytogenes, *Salmonella Paratyphi* ve *E. coli* patojenlerine karşı farklı LAB'ların süpernatantlarının etkisini ölçtükleri çalışmada da en büyük zon çapını *L. sakei* süpernatantının *E. coli*'ye karşı oluşturduğu görülmüştür. Bizim çalışmamızda da *L. sakei* süpernatantının *E. coli* O157'ye karşı oluşturduğu zon çapının (21.3 mm) *L. monocytogenes*'inkine karşı oluşturduğuna (18.3 mm) kıyasla daha büyük olduğu gözlemlenmiştir ($P<0.05$) (Tablo 4.2).

Jankuloski ve ark. (2014) agar jel difüzyon testi ile organik asitlerin *L. monocytogenes* ve *S. Enteritidis* üzerinde inhibe edici etki gösterdiğini ve sayılarını azalttıklarını tespit etmişlerdir. Laktik asit, bakteri membranlarından yavaşça hücrelerin içerisine girerek etki göstermektedir. Bu iki patojenin laktik aside farklı tepki vermelerinin, membran yapılarındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği belirtilmiştir. % 2'lik laktik asit *L.monocytogenes* üzerinde *S. Enteritidis*'e göre daha etkili bulunmuştur (Jankuloski ve ark, 2014). Bizim çalışmamızda ise, istatistiksel olarak farklılık olmasa da % 2.1'lik laktik asitin oluşturduğu zon çapı rakamsal olarak *Salmonella* üzerinde (19.0 mm) *L.monocytogenes*'e (17.9 mm) göre daha etkili bulunmuştur (Tablo 4.2). Bu durum, yaptığımız çalışmada kullanılan bakterilerin karışım şeklinde (üç farklı *L. monocytogenes* ve iki farklı *S. Typhimurium* bir *S. Enteritidis* suşu) kullanılmasından kaynaklanmış olabilir. Diğer yandan, elde ettiğimiz sonuçlara uygun olarak *L. monocytogenes*'in düşük pH değerlerine karşı oldukça dirençli olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur (İncili ve ark., 2020; Nyhan ve ark., 2018).

Mani-Lopez ve ark. (2022), antimikrobiyal etkinin çoğunlukla laktik asit ve asetik asitten kaynaklandığını, diğer organik asitler, diasetil, hidrojen peroksit, bakteriosinler, peptitler, kısa ve uzun zincirli yağ asitleri, vb. metabolitlerin de antimikrobiyal etkiye katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir. Ancak, bakteriyosinlerin pH>6 ortamlarda düşük etkinlik gösterdiğini belirten çalışmalar (He ve ark., 2006) göz önüne alınırsa çalışmamızdaki LAB'in bakteriyosin üretmiş olabilecekleri, ancak etkinlik gösteremedikleri de savunulabilir. Bununla birlikte, bakteriyosin üretimi besiyeri ortamına, inkübasyon koşullarına, biyokütle, pH, sıcaklık, üreme fazlarına bağlıdır. Zhou ve ark. (2015) bakterilerin gelişmesi için optimum olan koşulların bakteriyosin üretimi için ideal olmayabileceğini söylemişlerdir.

Tavuk göğüs etinde *Brucella* spp. risk oluşturmamasına rağmen, laktik asit bakterileri süpernatantlarının *Brucella* spp.'e karşı antimikrobiyal etkisine yönelik bir çalışmaya literatürde rastlanılmadığı için, çalışmada kullanılan LAB'nin hücre içermeyen süpernatantlarının agar kuyucuk yöntemi ile bu patojene karşı etkisi de çalışılmıştır. *Brucella melitensis*'e karşı MRS Broth'da gelişen tüm süpernatantların etkili olduğu ve aralarında anlamlı fark olmadığı ($P>0.05$) görülmüştür (Tablo 4.2). Bu etki, bakterinin asidik ortamlarda kolayca inhibe olmasından kaynaklanıyor olabilir. *Brucella* spp.'nin hayatta kalma ve gelişimi için optimum pH değerinin 6.6-7.4 arasında olduğu, minimum pH 4.1'de yaşayabildiği belirtilmiştir (Jansen ve ark., 2019). Çalışmamızda kullanılan süpernatantların tümünün pH değeri 4.0'ın altındaydı.

L. sakei ve *L. plantarum* süpernatantları, pozitif kontrol olarak hazırlanan laktik asitli solüsyon, negatif kontrol olarak distile su ile yapılan dekontaminasyon işlemlerinin ardından, ilk gün (0. gün) yapılan mikrobiyolojik ekim sonuçlarına göre; *Salmonella* spp. sayısı kontrol grubuna kıyasla *L. sakei*, *L. plantarum* ve laktik asit solüsyonunda sırasıyla 0.6, 0.8 ve 1.5 \log_{10} azalmıştır (Tablo 4.6). Kontrol ve distile su grupları ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak sadece laktik asit grubunda farklılık ($P<0.05$) gözlenmiştir. Distile su grubunda *Salmonella* spp. sayısındaki azalma 0.1 \log_{10} olarak ölçülmüş ve muhafazanın 8. gününe (ürün de kokuşma belirtileri ortaya çıkıncaya kadar) hem kontrol grubunda hem de distile su grubunda *Salmonella* spp. miktarındaki azalma 0.1-0.3 \log_{10} gibi önemsiz ($P>0.05$) seviyelerde kalmıştır. *L. sakei* ve *L. plantarum* gruplarında muhafazanın 2. gününden sonra *Salmonella* spp. sayısı önemsiz seviyede düşmüş, muhafaza süresinin sonuna kadar günler arasında bir farklılık gözlenmemiştir ($P>0.05$). *Salmonella* spp. sayısındaki en etkili azalma % 2.1'lik laktik asit solüsyonu ile gerçekleşmiş ve muhafaza süresi boyunca da azalmaya devam etmiştir ($P<0.05$). Tavuk etinin laktik asit ile dekontaminasyonunun *Salmonella* spp. sayısında azalmaya sebep olduğu bilinmektedir.

Anang ve ark. (2007) *L. monocytogenes*, *S. Enteritidis* ve *E.coli* O157:H7 ile kontamine ettikleri tavuk göğüs etine laktik asidin farklı konsantrasyonlarında ve farklı daldırma süreleri ile uyguladıkları dekontaminasyon işleminden sonra,

muhafaza süresi boyunca etkilerini ölçtükleri çalışmada; % 2'lik laktik asit ile 10 dakika dekontamine edilmiş tavuk göğüs etlerinin *S. Enteritidis* sayısını 0.9 log₁₀ azalmış olarak tespit etmişlerdir. On dört gün boyunca dekontamine örneklerdeki *Salmonella* sayısı anlamlı değişiklik göstermemiştir.

Coşansu ve Ayhan (2012) % 1 ve % 3 laktik asit solüsyonlarına 10 dakika daldırdıkları tavuk göğüs eti numunesinde, *S. Enteritidis* sayısını 0. gün sırasıyla yaklaşık 1.0 ve 1.72 log₁₀; 7. gün 0.26 ve 0.95 log₁₀ azalma tespit etmişlerdir. Madushanka ve ark. (2018) 10⁸ kob/g *S. Typhimurium* ile kontamine edilen tavuk etinin % 1 laktik asit ile 30 saniye dekontaminasyonunun ardından % 88.9 (yaklaşık 1.0 log₁₀) azalma gözlemlemişlerdir. İdris ve ark. (2020) 10⁵ kob/g *S. Enteritidis* ile kontamine edilen tavuk etinin % 1 ve % 2 laktik asit ile 1 dakika dekontaminasyonun ardından sırasıyla yaklaşık 1.1 ve 2.1 log₁₀ azalma tespit etmişlerdir.

Bizim çalışmamızda da, % 2.1 lik laktik asit ile 10 dk uygulama sonrasında *Salmonella* spp. sayısında kontrol grubuna göre 1.5 log₁₀'luk azalma görülmüştür (P<0.05). Muhafazanın 2. gününde 1.0 log₁₀ daha azalan *Salmonella* spp. sayısı muhafazanın 14. gününe kadar neredeyse sabit kalmış, 17. günde ise yaklaşık 1.0 log₁₀ daha azalma göstermiştir (Tablo 4.7). Ancak bu grupta da muhafazanın 2. günü ile 17. günleri arasında *Salmonella* spp. sayısındaki azalma bakımından anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (P>0.05). Tavuk etlerinde % 1-2 konsantrasyonlarında laktik asit ile dekontaminasyon çalışmaları yapan diğer araştırmacıların da sonuçları incelendiğinde, antimikrobiyal etkinin dekontaminasyonun genellikle ilk ve takip eden gününde etkili olduğu muhafazanın kalan günlerinde *Salmonella* sayısında anlamlı bir değişiklik gözlenmediği görülmektedir (Coşansu ve Ayhan, 2012; Habeeb ve ark., 2021; İlhak ve ark., 2017)

L. monocytogenes psikrofilik karakterinden dolayı buzdolabı koşullarında çoğalmaya devam edebilmektedir (Walker ve ark., 1990; Wilkins ve ark., 1972). *L. monocytogenes* sayısı bakımından dekontaminantların etkinliğine bakıldığında, 0. gün ve muhafazanın 2. gününde kontrol ve distile su grupları ile yapılan karşılaştırmaya göre, *L. sakei* ve *L. plantarum* süpernatantlarının antimikrobiyal etkilerinin önemsiz olduğu (P>0.05), ancak 4. günden sonra anlamlı bir fark ortaya çıktığı gözlenmiştir

(Tablo 4.7). Bu farkın LAB süpernatantlarının *L. monocytogenes*'e karşı bakterisit etkisinden değil bakteriyostatik etkisinden kaynaklandığı söylenebilir. Çünkü kontrol ve distile su ile muamele edilmiş gruplardaki *L. monocytogenes* sayısında muhafaza süresi boyunca artış görülmesine rağmen, *L. sakei* ve *L. plantarum* süpernatantı ile dekontaminasyon yapılmış gruplarda *L. monocytogenes* sayısında değişiklik gözlenmemiştir. Analiz günlerinde ölçülen pH'lar incelendiğinde (Tablo 4.5) kontrol ve distile su gruplarının nötre yakın (≥ 6.0) iken, süpernatantlar ve laktik asit ile dekontamine edilmiş olan örneklerinkinin daha düşük olduğu gözlenmiştir. pH'ın daha düşük olması, *L. monocytogenes* üzerinde bakteriyostatik bir etkiye sebep olmuş olabilir.

L. monocytogenes sayısında % 2.1'lik laktik asit çözeltisi ile dekontaminasyonun ardından 1.0 \log_{10} azalma gözlenmiştir. LAB süpernatantlarına benzer şekilde, muhafazanın kalan günlerinde özellikle kontrol ve distile su gruplarında *L. monocytogenes* sayısı artmaya devam ederken, *L. sakei* süpernatantı ve laktik asit çözeltisi ile dekontamine edilen örneklerde bu patojenin sayısı neredeyse sabit kalmıştır (Tablo 4.7).

L. monocytogenes sayıları bakımından LAB süpernatantları ile dekontamine edilen tavuk göğüs etleri % 2.1'lik laktik asit ile dekontamine edilen örneklerle karşılaştırıldığında muhafazanın ilk gününde anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ($P < 0.05$), muhafazanın 4. gününden sonra ise aralarında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($P > 0.05$).

Anang ve ark. (2007)'nin çalışmasında % 2'lik laktik asit ile 10 dakika dekontamine edilmiş tavuk göğüs etlerinde *L. monocytogenes* sayısı 1.1 \log_{10} azalmıştır. Ondördüncü gün sonunda dekontamine örneklerdeki *L. monocytogenes* sayısı dekontamine edilmemiş örneğin başlangıçtaki değeri kadardır. Bizim çalışmamızda da % 2.1'lik laktik asit ile dekontaminasyonda *L. monocytogenes* sayısında 1.0 \log_{10} 'luk azalma görülmüştür. Ondördüncü gün sonunda dekontamine örneklerdeki *L. monocytogenes* sayısı ise kontrol grubunun başlangıçtaki değerinden 0.6 \log_{10} daha düşük bulunmuştur. Sonuçlarımız Anang ve ark. (2007)'nin yaptığı çalışma ile uyum göstermektedir.

Wang ve ark. (2015) çalışmalarında, % 0.5 laktik asit solüsyonuna maruz kalan her biri yaklaşık 10^7 kob/g olan patojenlerden *S. Enteritidis* ve *E. coli*'nin 1 saat sonunda; *L. monocytogenes*'in ise 2 saat sonunda tamamıyla inhibe edildiğini deneyimlemişler, dolayısıyla *Salmonella*'nın laktik aside karşı *Listeria*'ya göre daha hassas olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak, mikroorganizmanın antimikrobiyal maddelere karşı duyarlılığının bakterinin türü, hücre zarı yapısı ve hücre zarının içeriği ile ilintili olduğu yorumunu yapmışlardır. Laktik asit bakterileri tarafından üretilen organik asitler patojenlerin hücre içi pH'ını asidik hale getirerek protein sentezini ve besin kullanımlarını engeller, ayrıca genetik materyalleri ile enzimlerine zarar verir ve fazladan enerji tüketirerek bakterinin ölümüne neden olur. Ancak *L.monocytogenes* asit tolerans yanıtına (ATR) sahip olduğu için organik asitler bu patojen üzerinde bu etkileri kuvvetli bir şekilde gösteremediği bildirilmiştir. (Yap ve ark., 2021). Yapılan bu çalışmada da *Salmonella* ile *L. monocytogenes*'e karşı gözlenen antibakteriyal etki karşılaştırıldığında, süpernatantlar hem agar kuyucuk difüzyon yönteminde *Salmonella*'ya karşı daha büyük zon çapı oluşturmuş, hem de tavuk göğüs etinde *Salmonella* sayısında daha fazla azalma gözlenmiştir.

Tavuk ürünlerinin bozulmasında rol oynayan LAB ve psikrotrof bakteriler buzdolabı koşullarında çoğalabilmektedirler (İncili ve ark., 2021). Ancak, süpernatantlar ve %2.1'lik laktik asit ile dekontaminasyonların ardından tavuk etinin kendi florasında bulunan laktik asit bakterisi sayısında anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir (Tablo 4.8). Laktik asit ile dekontaminasyon grubu haricinde diğer gruplarda LAB sayısında muhafaza süresince hafif artışlar meydana gelmiş ve gruplar arasında LAB sayılarındaki dalgalanmalardan dolayı muhafazanın 8. gününde farklılık gözlenmiştir ($P<0.05$). Bu farklılığın sebebi olarak, %2.1'lik laktik asitle dekontamine edilen tavuk etlerinde LAB sayısının muhafaza süresi içerisinde zaman zaman azalmalar göstermekle birlikte neredeyse sabit kalması, diğer gruplarda ise hafif bir yükselişin olmasından kaynaklandığı kanaatine varılmıştır.

Çalışmamızda başlangıç psikrotrof bakteri sayısı $3.6\pm 0.6 \log_{10}$ kob/g olarak bulunmuştur (Tablo 4.10). Kontrol ve distile su gruplarında muhafazanın ilk 6 gününde psikrotrof bakteri sayıları hızlı bir şekilde artış göstermiş ve $7.0 \log_{10}$ 'un

üzerine çıkmıştır. Çiğ et ürünlerinde toplam aerobik canlı sayımında kabul edilebilir limit $\log 7.0 \log_{10}$ 'dur (Jay ve ark., 2005). Bakteri sayısı bu değeri geçtikten sonra ürün bozulmuş olarak nitelendirilmektedir. Herhangi bir işlem uygulanmamış kontrol grubu ile distile su grubunda 6. günde psikrotrof bakterilerin bu değeri geçtikleri görülmüş, 8. günde ise bakteri sayısının $8.0 \log_{10}$ 'nun üzerine çıktığı, ürünün kokuşma ve bozulma belirtilerini bariz bir şekilde gösterdiği tespit edilmiştir. Bu yüzden kontrol ve distile su gruplarında muhafazanın 8. gününden sonra analizler yapılmamıştır. Süpernatant uygulanmış örneklerde dekontaminasyonun hemen ardından psikrotrof bakteri sayısında kontrol ve distile su grubuna göre azalmalar görülmüş, muhafazanın 2. gününde ise bu azalmalar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). %2.1'lik laktik asit ile dekontamine edilmiş tavuk göğüs etlerinde ise psikrotrof bakteri sayısı dekontaminasyonun hemen ardından kontrol ve distile su grubuna göre anlamlı bir şekilde düşük bulunmuştur ($P < 0.05$). Muhafazanın 8. gününde kontrol ve distile su grubunda bakteri sayıları $8.0 \log_{10}$ 'nun üzerinde tespit edilirken *L. sakei*, *L. plantarum* süpernatantı ve laktik asit ile dekontamine edilmiş tavuk göğüs etlerinde sırasıyla 4.1, 4.3 ve $3.9 \log_{10}/g$ bulunmuştur. Muhafazanın 14. gününde psikrotrof bakteri sayısı *L. sakei* ve *L. plantarum* süpernatantı ile dekontamine edilen tavuk göğüs etlerinde hala bozulma belirtileri için eşik değer olan $7.0 \log_{10}$ 'nun altındayken, muhafazanın 17. gününde $8.0 \log_{10}$ 'a yakın bir değer göstermişlerdir. Laktik asitle dekontamine edilen tavuk göğüs etlerinde ise psikrotrof bakteri sayısı muhafazanın 17. gününde $6.5 \log_{10}$ olarak tespit edildi.

Zeitoun ve Debevere (1990) %2 laktik asit solüsyonuna 15 saniye daldırılarak dekontamine edilmiş ve $6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilen tavuk butlarının 8 gün raf ömrüne sahip olduklarını bildirmişlerdir. Jaspal ve ark. (2021) %1.25'lik laktik asit solüsyonunu sprey ile püskürterek uyguladıkları tavuk göğüs filetoalarının raf ömrünü 12 güne kadar uzatabilmişler ve yaptıkları duyuşal analiz ile muhafaza süresi boyunca tat ve kokunun da kabul edilebilir sınırlar içerisinde kaldığını belirtmişlerdir. Jo ve ark. (2020) da laktik asit bakterilerinin (*L. plantarum* ve *Pediococcus stilesii*) hücre içermeyen süpernatantlarının buzdolabında muhafaza edilen taze balık filetosunun raf ömrünü uzattığını ve aynı zamanda ürünün fiziko kimyasal özelliklerini ve duyuşal kalitesini etkilemediğini belirtmişlerdir.

Çalışmamız ve literatürdeki diğer çalışmalar göz önüne alındığında laktik asit ile dekontaminasyonun, tavuk etinin raf ömrünü uzattığı görülmektedir. Yapılan çalışmalarda raf ömürlerinin farklı olması, laktik asit konsantrasyonları, dekontaminasyon yöntemi ve uygulama süresindeki farklılıklardan kaynaklanmış olabilir.

Dekontaminasyonun ardından yapılan ölçümlerde, süpernatant ve laktik asit uygulamalarının tavuk göğüs eti parçalarının pH'ını düşürdüğü gözlenmiştir (Tablo 4.5). Muhafaza süresince tüm numunelerin pH değerlerinde artış gözlenmesine rağmen, distile su grubunda 8.gündeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Tavuk göğüs etinde pH'ın yükselmesi, bakterilerin çoğalması sonucu biriken amonyum içerikli metabolitlerden kaynaklanmış olabilir (Cortez-Vega ve ark., 2012). Ayrıca, her analiz gününde süpernatantlar ve laktik asit ile dekontamine edilmiş örneklerin pH değeri ile kontrol ve distile su gruplarının pH değeri arasındaki istatistiksel fark devam etmiştir ($P < 0.05$).

Nihai tüketici için tavuk etinin satın alınma kararını belirleyen ana kriterlerden biri görünümdür (Allen ve ark., 1998). Çalışmamızda, çıplak gözle yapılan gözlem neticesinde laktik asit ile dekontamine edilmiş olan tavuk göğüs etlerinin kontrol ve distile su gruplarına göre daha açık renkli olduğu, süpernatantlar ile dekontamine edilmiş tavuk göğüs etlerinin ise daha koyu renkli oldukları görülmüştür. Swatland (2008) düşük pH'lı tavuk göğüs etlerinin soluk renkte, daha yüksek pH'lı tavuk göğüs etlerinin daha koyu renkte görüldüğünü bildirmiştir. Çalışmamızda, laktik asit ile dekontamine edilen tavuk göğüs etlerinin pH değeri kontrol ve distile su gruplarına göre önemli derecede düşük bulunduğundan ($P < 0.05$) gruplar arasındaki renk farklılığı bu sebebe bağlanabilir. Her ne kadar LAB süpernatantları ile dekontamine edilmiş tavuk göğüs etlerinin pH değerleri de kontrol ve distile su grubuna göre daha düşük tespit edilmişse de, süpernatantlar ile muamele edilmiş tavuk parçalarının göğüs etlerinin renginin kontrol ve distile su grubuna göre daha koyu renkli görüldüğü dikkati çekmiştir. Bunun sebebi, MRS Broth'dan elde edilen süpernatantların, bu besiyerinin kendi orijinal rengini aldıkları ve tavuk etlerine bu rengi geçirmiş olmaları olabilir.

Arrioja-Breton ve ark. (2020a) 10 kat konsantre edilmiş *L. plantarum*'un hücre içermeyen süpernatantını uyguladıkları çiğ dana eti parçalarında koyu ve kahverengimsi bir renk gözlediklerini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda muhafazanın ikinci gününden sonra ise süpernatantlar ile dekontamine edilmiş tavuk göğüs etleri ile kontrol ve distile su grupları arasında renk farkının azaldığı ve birbirlerine çok benzer oldukları tespit edilmiştir. Bu durumun, MRS Broth'dan kaynaklanan renk maddelerinin muhafaza süresince oksidasyon sonucu renk özelliklerini kaybetmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

İncili ve ark. (2021) tavuk göğüs eti örneğine uygulanan %50 konsantre hücre içermeyen süpernatantın muhafazanın 12.gününe kadar renk üzerine anlamlı bir fark göstermediğini, ancak 15.gün, ilk güne kıyasla bir miktar koyulaştığını tespit etmişlerdir. Çalışmamızda bu durumu farklı gözlemlememizin sebebi, süpernatantın konsantrasyonunun farklı olması olabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, MRS Broth besiyerinde ve UHT Steril sütte geliştirilen *Pediococcus acidilactici*, *Lactilactobacillus sakei* ve *Lactiplantibacillus plantarum*'un hücre içermeyen süpernatantlarının bazı gıda patojenlerine karşı antimikrobiyal etkileri araştırılmıştır. Bu antimikrobiyal etkiler, inkübasyon sonucu oluşan biyoaktif bileşenler ve metabolitler ile ilişkilendirilmektedir. Antimikrobiyal etkinin özellikle organik asitlerden kaynaklandığı pek çok araştırmacı tarafından dile getirilmiş, çalışmamızda da laktik asidin antimikrobiyal etkiye katkısının büyük olduğu sonucuna varılmış, hücre içermeyen süpernatantların içeriğindeki metabolitlerin ve bakteriyosinlerin etkilerinin ve olası mekanizmalarının daha ayrıntılı bir şekilde araştırılması gerektiği kanısına ulaşılmıştır.

Laktik asit bakterilerinin üretilmesi için daha kolay ulaşılabilir ve ekonomik bir besiyeri olarak inek sütünün kullanımı araştırılmış, ancak süt içerisinde bu bakterilerin yeterince organik asit ve diğer antimikrobiyal maddeleri üretemedikleri sonucuna varılmıştır. Sütte üretilen laktik asit bakterilerinin süpernatantları kuvvetli olmasa da bazı patojenlere karşı etki göstermiştir. Bu laktik asit bakterilerinin sütteki besin maddelerini daha etkin kullanabilmeleri için bazı besin maddeleri ya da ilave ajanların katılması konusunda detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Çalışmamızda, tavuk göğüs etine dekontaminasyon amacıyla uygulanan *L. sakei* ve *L. plantarum*'un hücre içermeyen süpernatantlarının, bu ürünün raf ömrünü 14 güne kadar uzatabileceği sonucuna varılmıştır. Taze gıda ürünü olarak değerlendirilen tavuk etinin raf ömrünün uzatılması, gıda endüstrisi için önemli bir avantajdır. Kesim sonrası dekontaminasyon işlemi için de laktik asit bakterilerinin hücre içermeyen süpernatantları kullanılabilir. Ancak % 2.1'lik laktik asit çözeltisinin raf ömrünü süpernatantlardan da daha fazla uzattığı görülmüştür.

Çalışmamızda duyuşal özellikler değerdendirilmemiş olup, hem bu konuda hem de süpernatantların insan sağlığına olası etkileri üzerine yapılacak çalışmalar ile laktik asit bakterilerinin hücre içermeyen süpernatantlarının son üründe de kullanılma olanakları araştırılmalıdır.

Çalışılan laktik asit bakterilerin postbiyotiklerinin antimikrobiyal etkisinin organik asitlerden kaynaklandığı sonucuna varılmış olup, çalışmamızda bu organik asitlerin türü üzerinde durulmamıştır. Postbiyotiklerin içermiş olduğu organik asitlerin çeşit ve miktarlarına yönelik daha ayrıntılı bir çalışma yapılarak gıdalarda birlikte ve ayrı ayrı kullanımları değerdendirilebilir.

Brucella spp. tavuk ürünleri için bir risk oluşturmamasına rağmen, Brusellozisin ülkemiz için hala bir sorun teşkil etmesi açısından, çalışmamızın ilk aşamasında süpernatantların bu bakteriye karşı antimikrobiyal etkileri de çalışılmıştır. Peynir salamurasına tuz ile birlikte süpernatantların ilavesi bu patojenin inhibisyonunu artırarak gıda güvenliğine katkı sağlayabilir.

Hücre içermeyen süpernatantların uygun gıda maddelerinde kullanılmaları ile gıdaların raf ömrünü uzatmak konusunda önemli bir rol oynayacakları düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Adamu M.T., Shamsul B.M.T., Desa M.N., Khairani-Bejo S. (2014) Review on *Escherichia coli* O157:H7-the super pathogen. *Health and the Environment Journal*. 5(2), 118-134.
- Afshar Mehrabi, F., Sharifi, A., & Ahvazi, M. (2021). Effect of chitosan coating containing *Nepeta pogonosperma* extract on shelf life of chicken fillets during chilled storage. *Food Science & Nutrition*, 9(8), 4517-4528. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2429>
- Aguilar-Toalá, J.E., Garcia-Varela, R., Garcia, H.S., Mata-Haro, V., González-Córdova, A.F., Vallejo-Cordoba, B., Hernández-Mendoza, A. (2018). Postbiotics: an evolving term within the functional foods field. *Trends in Food Science & Technology*. 75, 105–114. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.009>.
- Aiello, A., Pizzolongo, F., Manzo, N., & Romano, R. (2019). A new method to distinguish the milk adulteration with neutralizers by detection of lactic acid. *Food Analytical Methods*. <https://doi.org/10.1007/s12161-019-01594-5>
- Allen, C.D., Fletcher, D.L., Northcutt, J.K., Russell, S.M. (1998). The relationship of broiler breast color to meat quality and shelf-life. *Poultry Science*, 77(2), 361–366. <https://doi.org/10.1093/ps/77.2.361>
- Alton, G.G. and Forsyth, J.R.L. (1996). *Brucella*. *Medical Microbiology*. 4th ed. New York: Churchill Livingstone.
- Anang, D. M., Rusul, G., Bakar, J., Ling, F. H. (2007). Effects of lactic acid and lauricidin on the survival of *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis* and *Escherichia coli* O157:H7 in chicken breast stored at 4°C. *Food Control*, 18(8), 961–969. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.05.015>
- Anonim (2005). Mikrobiyoloji.org/genelpdf/920020222.pdf 05.06.2022 tarihinde erişildi.
- Arena, M.P., Silvain, A., Normanno, G., Grieco, F., Drider, D., Spano, G., Fiocco, D. (2016). Use of *Lactobacillus plantarum* strains as a bio-control strategy against food-borne pathogenic microorganisms. *Frontiers in Microbiology*. 7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00464>
- Arrijoja-Bretón, D., Mani-López, E., Palou, E., & López-Malo, A. (2020a). Antimicrobial activity and storage stability of cell-free supernatants from lactic acid bacteria and their applications with fresh beef. *Food Control*, 115, 107286. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.10728>
- Arrijoja-Bretón, D., Mani-López, E., Bach, H., Lopez-Malo, A. (2020b) Antimicrobial activity of protein-containing fractions isolated from *Lactobacillus plantarum* NRRL B-4496 culture. *Brazilian Journal of Microbiology*. 51,1289-1296. <https://doi.org/10.1007/s42770-020-00266-5>
- Asal-Ulus, C. (2021) *Salmonella* bakterisinin gıdalarda varlığı. *Samsun Sağlık Bilimleri Dergisi*. 6(1):28-34, <https://doi.org/10.47115/jshs.695685>
- Aziman, N., Jawaid, M., Mutalib, N.A.A., Yusof, N.L., Nadrah, A.H., Nazatul, U.K., Tverezovskiy, V.V., Tverezovskaya, O.A., Fouad, H., Braganca, R.M., Baker, P.W., Selbie, S., Ali, A. (2021) Antimicrobial potential of plastic films incorporated with sage extract on chicken meat. *Foods*. 10(11):2812. <https://doi.org/10.3390/foods10112812>
- Babaoğlu, U.T., Ögütücü, H., Demir, G., Şanlı, D., Babaoğlu, A., B., Oymak, S. (2018) Prevalence of *Brucella* in raw milk: an example from Turkey. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 21, 907-911. https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_211_17
- Barros, C. P., Guimarães, J. T., Esmerino, E. A., Duarte, M. C. K., Silva, M. C., Silva, R., Ferreira, B.M., Sant’Ana A.S., Freitas, M.Q., Cruz, A. G. (2019). Paraprobiotics, postbiotics and psychobiotics: concepts and potential applications in dairy products. *Current Opinion in Food Science*. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.12.003>

- Barroug, S., Chaple, S., & Bourke, P. (2021). Combination of natural compounds with novel non-thermal technologies for poultry products: a review. *Frontiers in nutrition*, 8, 628723. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.628723>
- Beristain-Bauza, S. C., Mani-López, E., Palou, E., López-Malo, A. (2016). Antimicrobial activity and physical properties of protein films added with cell-free supernatant of *Lactobacillus rhamnosus*. *Food Control*, 62, 44–51. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.10.007>
- Beristain-Bauza, S. C., Mani-López, E., Palou, E., López-Malo, A. (2017). Antimicrobial activity of whey protein films supplemented with *Lactobacillus sakei* cell-free supernatant on fresh beef. *Food Microbiology*, 62, 207–211. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.10.024>
- Bhoir, S. A., Jhaveri, M., Chawla, S. P. (2019). Evaluation and predictive modeling of the effect of chitosan and gamma irradiation on quality of stored chilled chicken meat. *Journal of Food Process Engineering*. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13254>
- Boyacı-Gündüz, C. P., Ibrahim, S. A., Wei, O. C., Galanakis, C. M. (2021). Transformation of the food sector: security and resilience during the COVID-19 pandemic. *Foods*, 10(3), 497. <https://doi.org/10.3390/foods10030497>
- Buchanan, R.L., Golden, M.H., Whiting, R.C. (1993). Differentiation of the effects of pH and lactic or acetic acid concentration on the kinetics of *Listeria monocytogenes* inactivation. *Journal of Food Protection*, 56, 474-478. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-56.6.474>
- Campion, A., Morrissey, R., Field, D., Cotter, P.D., Hill, C., Ross, R.P. (2017). Use of enhanced nisin derivatives in combination with food-grade oils or citric acid to control *Cronobacter sakazakii* and *Escherichia coli* O157:H7. *Food Microbiology*, 65, 254-263. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.01.020>
- Champomier-Verges, M. C., Chaillou, S., Cornet, M., Zagorec, M. (2001). *Lactobacillus sakei*: recent developments and future prospects. *Research in Microbiology*, 152(10), 839-848. [https://doi.org/10.1016/S0923-2508\(01\)01267-0](https://doi.org/10.1016/S0923-2508(01)01267-0)
- Chen, H. and Zhong, Q. (2017). Lactobionic acid enhances the synergistic effect of nisin and thymol against *Listeria monocytogenes* Scott A in tryptic soy broth and milk. *International Journal of Food Microbiology*, 260, 36–41. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.08.013>
- Chouliara, E., Karatapanis, A., Savvaidis, I. N., Kontominas, M. G. (2007). Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4°C. *Food Microbiology*, 24(6), 607–617. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.12.005>
- Coşansu, S. and Ayhan, K (2012). Effects of Lactic and Acetic Acid on Survival of *Salmonella enteritidis* During Refrigerated and Frozen Storage of Chicken Meats. *Food and Bioprocess Technology*. 5, 372–377. <https://doi.org/10.1007/s11947-009-0320-x>
- Cortez-Vega, W. R., Pizato, S., Prentice, C. (2012). Quality of raw chicken breast stored at 5C and packaged under different modified atmospheres. *Journal of Food Safety*, 32(3), 360–368. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.2012.00388.x>
- Cubas-Cano, E., González-Fernández, C., Ballesteros, M. and Tomás-Pejó, E. (2018), Biotechnological advances in lactic acid production by lactic acid bacteria: lignocellulose as novel substrate. *Biofuels, Bioprod. Bioref.*, 12, 290-303. <https://doi.org/10.1002/bbb.1852>
- Cui, H., Zhang, C., Li, C., Lin, L. (2018). Antimicrobial mechanism of clove oil on *Listeria monocytogenes*. *Food Control*, 94, 140–146. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.07.007>
- Çetin M. ve Durlu-Özkaya, F. (2019). Medyada Gıda Zehirlenmeleri. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*. 76(3): 285-296. <https://doi.org/10.5505/TurkHijyen.2019.83604>

- Çoban, A., Pennone, V., Sudagidan, M., Molva, C., Jordan, K., Aydin, A. (2019). Prevalence, virulence characterization, and genetic relatedness of *Listeria monocytogenes* isolated from chicken retail points and poultry slaughterhouses in Turkey. *Brazilian Journal of Microbiology*. <https://doi.org/10.1007/s42770-019-00133-y>
- Çufaoğlu, G., Ambarcıoğlu, P., Ayaz, N. D. (2021). Meta-analysis of the prevalence of *Listeria* spp. and antibiotic resistant *L. monocytogenes* isolates from foods in Turkey. *LWT-Food Science and Technology*, *144*, 111210. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.11121>
- da Silva Sabo, S., Converti, A., Ichiwaki, S., Oliveira, R.P.S. (2019). Bacteriocin production by *Lactobacillus plantarum* ST16Pa in supplemented whey powder formulations. *Journal of Dairy Science*, *102*, 87-99. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14881>
- da Silva Sabo, S., Vitolo, M., González, J. M. D., Oliveira, R. P. de S. (2014). Overview of *Lactobacillus plantarum* as a promising bacteriocin producer among lactic acid bacteria. *Food Research International*, *64*, 527–536. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.07.041>
- de Man, J. C., Rogosa, D., Sharpe, M. E. (1960). A medium for the cultivation of lactobacilli. *Journal of Applied Bacteriology*, *23*(1), 130-135. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1960.tb00188.x>
- De Noordhout, C. M., Devleeschauwer, B., Angulo, F. J., Verbeke, G., Haagsma, J., Kirk, M., Havelaar, A., Speybroeck, N. (2014). The global burden of listeriosis: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infectious Diseases*, *14*, 1073–1082. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(14\)70870-9](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(14)70870-9)
- Divyashree, S., Anjali, P. G., Somashekaraiah, R., Sreenivasa, M. Y. (2021). Probiotic properties of *Lactobacillus casei* – MYSRD 108 and *Lactobacillus plantarum*-MYSRD 71 with potential antimicrobial activity against *Salmonella paratyphi*. *Biotechnology Reports*, *32*, e00672. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2021.e00672>
- Dong, C., Du, X., Zhong, Q., Wang, J., Hu, Y., Kong, B., Xia, X. (2020). Effects of tyrosine decarboxylase negative strains from Harbin dry sausage on the growth and tyramine production of foodborne pathogens. *Food Control*, 107600. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107600>
- Dourou, D., Spyrelli, E.D., Doulgeraki, A.I., Argyri, A.A., Grounta, A., Nychas, G.-J.E., Chorianopoulos, N.G., Tassou, C.C. (2021) Microbiota of chicken breast and thigh fillets stored under different refrigeration temperatures assessed by next-generation sequencing. *Foods*, *10*, 765. <https://doi.org/10.3390/foods10040765>
- Ehuwa O, Jaiswal AK, Jaiswal S. (2021) *Salmonella*, food safety and food handling practices. *Foods*, *10*(5):907. <https://doi.org/10.3390/foods10050907>
- Ektik, N. (2022) *Klasik (olgunlaştırılmış) beyaz peynir üretiminin farklı aşamalarından laktik asit bakterilerinin izolasyonu, identifikasyonu ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- European Food Safety Authority (2022), Multi-country outbreak of monophasic *Salmonella* Typhimurium sequence type (ST) 34 linked to chocolate products, *EFSA Journal* *19*(4):EN-7318. ISSN: 2397-8325. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2022>.
- FAO, Poultry Development Report, 2013, ISBN 978-92-5-108067-2 (PDF) 10.05.2022 tarihinde erişildi.
- Fayol-Messaoudi, D., Berger, C. N., Coconnier-Polter, M.H., Lievin-Le Moal, V., Servin, A. L. (2005). pH-, lactic acid-, and non-lactic acid-dependent activities of probiotic *Lactobacilli* against *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. *Applied and Environmental Microbiology*, *71*(10), 6008–6013. <https://doi.org/10.1128/aem.71.10.6008-6013>

Finstad, S., O'Bryan, C. A., Marcy, J. A., Crandall, P. G., Ricke, S. C. (2012). *Salmonella* and broiler processing in the United States: relationship to foodborne salmonellosis. *Food Research International*, 45(2), 789–794. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.057>.

FSIN (Food Safety Information Network) 2022, Global report on food crises, https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000138913/download/?_ga=2.162751924.988146850.1652167479-54383343.1647844261 10.05.2022 tarihinde erişildi.

Fugaban, J. I. I., Vazquez Bucheli, J. E., Park, Y. J., Suh, D. H., Jung, E. S., de Melo Franco, B. D. G., Ivanova, I.V., Holzapfel, W.H., Todorov, S. D. (2021). Antimicrobial properties of *Pediococcus acidilactici* and *Pediococcus pentosaceus* isolated from silage. *Journal of Applied Microbiology*. 00,1-20. <https://doi.org/10.1111/jam.15205>

Gálvez, A., Abriouel, H., López, R.L., Omar, N.B.(2007) Bacteriocin-based strategies for food biopreservation. *International Journal of Food Microbiology*, 120, 51-70. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.06.001>

Gholamhosseinpour, A., & Hashemi, S. M. B. (2018). Ultrasound pretreatment of fermented milk containing probiotic *Lactobacillus plantarum* AF1: Carbohydrate metabolism and antioxidant activity. *Journal of Food Process Engineering*, e12930. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12930>

Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 2018, Ulusal *Salmonella* Kontrol Programı, <https://www.tarimorman.gov.tr/Sayfalar/Detay.aspx?OgeId=598&Liste=Duyuru> 10.05.2022 tarihinde erişildi.

Goudar, V., and Prasad, N. (2020). A Critical Review on *Listeria monocytogenes*. *International Journal of Innovations in Biological and Chemical Sciences*, 13, 95-103

Gökırmaklı, Ç., Üçgül, B., Güzel-Seydim, Z.B.(2021) Fonksiyonel gıda kavramına yeni bir bakış: postbiyotikler. *The Journal of Food*, 46(4), p872-882. <https://doi.org/10.15237/gida.GD21035>

Gunkova, P.I., Buchilina A.S., Maksimiuk N.N., Bazarnova Y.G., Girel K.S.(2021) Carbohydrate Fermentation Test of Lactic Acid Starter Cultures. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 852. 012035 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/852/1/012035>

Habeeb, G.A., Durmuşoğlu, H., İlhak, O.İ. (2021) The combined effect of sodium lactate, lactic acid and acetic acid on the survival of *Salmonella* spp. and the microbiota of chicken drumsticks. *Slovenian Veterinary Research*. 58 (2): 47 – 54 <https://doi.org/10.26873/SVR-955-2020>

Hayek, S.A., Gyawali, R., Aljaloud, S.O., Krastanov, A. Ibrahim, S..A. (2019). Cultivation media for lactic acid bacteria used in dairy products. *Journal of Dairy Research*, 86, 490–502. <https://doi.org/10.1017/S002202991900075X>

He, L., and Chen, W. (2006) Synergetic activity of nisin with cell-free supernatant of *Bacillus licheniformis* ZJU12 against food-borne bacteria. *Food Research International*, 39, 905-909. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.05.008>

Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., Morelli, L., Canani, R.B., Flint, H.J., Salminen, S., Calder, P.C., Sanders, M. E. (2014). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 11(8), 506–514. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2014.66>

İdris, A.B., El-Alaziz, R.A., Eleiwa, N., Elnaga R. (2020) Lactic and acetic acids as bacterial decontaminators on chicken carcasses. *Benha Veterinary Medical Journal*, 39 (2): 158-160. <https://doi.org/10.21608/bvmj.2020.50321.1297>

İlhak, O.İ., & Guran, H.S. (2014). Combined antimicrobial effect of thymol and sodium lactate against *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* Typhimurium in fish patty. *Journal of Food Safety*, 34(3), 211–217. <https://doi.org/10.1111/jfs.12115>

İlhak, O.İ., İncili, G.K., Durmuşoğlu, H. (2017). Evaluation of effect of thymol combined with lactic acid or sodium lactate on psychrophilic bacteria and *Salmonella* spp. on chicken drumstick, *Annals of Animal Science*, 17(1), 271–280. <https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0047>

İlhak, O.İ., İncili, G.K., Durmuşoğlu, H. (2018). Effect of some chemical decontaminants on the survival of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* Typhimurium with different attachment times on chicken drumstick and breast meat. *Journal of Food Science and Technology*, 55(8), 3093–3097. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3234-7>

İncili, G.K., Akgöl, M., Aydemir, M.E., Alan, S., Mutlu, M., İlhak, O.İ., Öksüztepe G. (2020). Fate of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* Typhimurium in homemade marinade and on marinated chicken drumstick, wings and breast meat. *LWT-Food Science and Technology*, 134, 110231. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110231>

İncili, G.K., Karatepe, P., Akgöl, M., Güngören, A., Koluman, A., İlhak, O.İ., Kanmaz, H., Kaya, B., Hayaloğlu, A.A. (2022). Characterization of lactic acid bacteria postbiotics, evaluation in-vitro antibacterial effect, microbial and chemical quality on chicken drumsticks, *Food Microbiology*, 104. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2022.104001>.

İncili, G.K., Karatepe, P., Akgöl, M., Kaya, B., Kanmaz, H., Hayaloğlu, A.A. (2021). Characterization of *Pediococcus acidilactici* postbiotic and impact of postbiotic-fortified chitosan coating on the microbial and chemical quality of chicken breast fillets. *International Journal of Biological Macromolecules*, 184, 429-437. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.06.106>

Jankuloski D., Sekulovski P., Angelovski L., Prodanov M., Ratkova M., Kostova S. (2014) Effect of acetic, citric and lactic acid on *Salmonella* Enteritidis and *Listeria monocytogenes*. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 93-95.

Jansen, W., Linard, C., Noll, M., Nöckler, K., Dahouk, S. A. (2019). *Brucella*-positive raw milk cheese sold on the inner European market: A public health threat due to illegal import? *Food Control*, 100, 130-137. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.01.022>

Jaspal, M. H., Ijaz, M., Haq, H. A. ul, Yar, M. K., Asghar, B., Manzoor, A., Badar, I.H., Ullah, S., İslam, M.S, Hussain, J. (2021). Effect of oregano essential oil or lactic acid treatments combined with air and modified atmosphere packaging on the quality and storage properties of chicken breast meat. *LWT, Food Science and Technology*, 146, 111459. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111459>

Jay, J. M., Loessner, M. J., Golden, D. A. (2005). *Modern Food Microbiology*. Food Science Text Series, Springer, New York. <https://doi.org/10.1007/b100840>

Jo, D.-M., Park, S.-K., Khan, F., Kang, M.-G., Lee, J.-H., Kim, Y.-M. (2020). An approach to extend the shelf life of ribbonfish fillet using lactic acid bacteria cell-free culture supernatant. *Food Control*, 107731. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107731>

Kamiloğlu, A., Kaban, G., Kaya, M. (2019). Effects of autochthonous *Lactobacillus plantarum* strains on *Listeria monocytogenes* in sucuk during ripening. *Journal of Food Safety*, e12618. <https://doi.org/10.1111/jfs.12618>

Kaya, H. İ. and Şimşek, Ö. (2020). Characterization of *Pediococcus acidilactici* PFC69 and *Lactococcus lactis* PFC77 bacteriocins and their antimicrobial activities in tarhana fermentation. *Microorganisms*, 8(7), 1083. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8071083>.

Kieliszek, M., Pobiega, K., Piwowarek, K., Kot, A.M. (2021) Characteristics of the proteolytic enzymes produced by lactic acid bacteria. *Molecules*. 26(7):1858. <https://doi.org/10.3390/molecules26071858>

- Kim, H.J., Kim, H.J., Jeon, J., Nam, K.C., Shim, K.S., Jung, J.H., Kyong, S.K., Choi, Y., Kim, S.H., Jang, A. (2020). Comparison of the quality characteristics of chicken breast meat from conventional and animal welfare farms under refrigerated storage. *Poultry Science*. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.009>
- Kim, S.W., Kang, S.I., Shin, D.H., Oh, S.Y., Lee, C.W., Yang, Y., Son, Y.K., Yang, H.S., Lee, B.H., An, H.J., Jeong, I.S., Bang, W.Y.(2020) Potential of cell-free supernatant from *Lactobacillus plantarum* NIBR97, including novel bacteriocins, as a natural alternative to chemical disinfectants. *Pharmaceuticals*,13,0266; <https://doi.org/10.3390/ph13100266>.
- Lanza, I., Conficoni, D., Balzan, S., Cullere, M., Fasolato, L., Serva, L., Contiero, B., Trocino, A., Marchesini, Xiccato, G., Novelli, E., Segato, S. (2021) Assessment of chicken breast shelf life based on bench-top and portable near-infrared spectroscopy tools coupled with chemometrics. *Food Quality and Safety*, 5, 1–11. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyaa032>
- Leroy, F., and de Vuyst, L.. (2001) Growth of the bacteriocin-producing *Lactobacillus sakei* strain CTC 494 in mrs broth is strongly reduced due to nutrient exhaustion: a nutrient depletion model for the growth of lactic acid bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 67, No:10, 4407-4413. <https://doi.org/10.1128/AEM.67.10.4407-4413.2001>
- Li, Z., Song, Q., Wang, M., Ren, J., Liu, S., Zhao, S. (2021). Comparative genomics analysis of *Pediococcus acidilactici* species. *Journal of Microbiology*. 59, 573-583. <https://doi.org/10.1007/s12275-021-0618-6>
- Linares-Morales, J.R., Salmerón-Ochoa, I., Rivera-Chavira, B.E., Gutiérrez-Méndez, N., Pérez-Vega, S.B., Nevárez-Moorillón, G.V.(2022) Influence of culture media formulated with agroindustrial wastes on the antimicrobial activity of lactic acid bacteria. *Journal of Microbiology and Biotechnology*. 32(1): 64-71. <https://doi.org/10.4014/JMB.2107.07030>
- Madushanka, D. N. N., Jayaweera, T. S. P., Jayasinghe, J. M. C. S., Yasawathie, D. G., Ruwandeepika, H. A. D. (2018). Decontaminating Effect of Organic Acids and Natural Compounds on Broiler Chicken Meat Contaminated with *Salmonella typhimurium*. *Asian Food Science Journal*, 3(1), 1-9. <https://doi.org/10.9734/AFSJ/2018/41802>
- Mani-López, E., Arrijoja-Bretón, D., López-Malo, A. (2022). The impacts of antimicrobial and antifungal activity of cell-free supernatants from lactic acid bacteria in vitro and foods. *Wiley Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21:604–641. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12872>
- María José, H.-G., and Elena, F.-R. (2020). Postbiotics in human health: possible new functional ingredients? *Food Research International*, 109660. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109660>
- Marouf, A. S, Hanifian, S., Shayegh, J. (2021). Prevalence of *Brucella* spp. in raw milk and artisanal cheese tested via real-time qPCR and culture assay. *International Journal of Food Microbiology*, 347, 109192. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109192>
- Mathur, H., Field, D., Rea, M.C., Cotter, P.D., Hill, C., Ross, R.P. (2017) Bacteriocin-antimicrobial synergy: a medical and food perspective. *Frontiers in Microbiology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01205>
- Md Sidek, N. L., Halim, M., Tan, J. S., Abbasiliasi, S., Mustafa, S., & Ariff, A. B. (2018). Stability of bacteriocin-like inhibitory substance (BLIS) produced by *Pediococcus acidilactici* kp10 at different extreme conditions. *BioMed Research International*, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2018/5973484>
- Mellies, J. L., Barron, A. M. S., Carmona, A. M. (2007). Enteropathogenic and enterohemorrhagic *Escherichia coli* virulence gene regulation. *Infection and Immunity*, 75(9), 4199–4210. <https://doi.org/10.1128/iai.01927-06>.

- Milillo S.R., Story, R.S., Pak D., O'Bryan C.A., Crandall P.G., Ricke, S.C. (2013). Antimicrobial properties of three lactic acid bacterial cultures and their cell free supernatants against *Listeria monocytogenes*. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 48(1), 63-68. doi.org/10.1080/03601234.2012.716732
- Micciche, A. C., Feye, K. M., Rubinelli, P. M., Lee, J. A., Knueven, C. J., Ricke, S. C. (2019). Comparison of acid sanitizers on *Salmonella* Typhimurium inoculated commercial poultry processing reuse water. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2. https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00090
- Milkiewicz, T., Badia, V., Souza, V. B., Longhi, D. A., Galvão, A. C., da Silva Robazza, W. (2020). Development of a general model to describe *Salmonella* spp. growth in chicken meat subjected to different temperature profiles. *Food Control*, 107151. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107151
- Moradi, M., Kousheh S.A., Almasi H, Alizadeh, a. Guimaraes J.T., Yılmaz N, Lotfi A. (2020) Postbiotics produced by lactic acid bacteria: the next frontier in food safety. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1-26. https://doi.org/ 10.1111/1541-4337.12613
- Mughini-Gras, L., Schaapveld, M., Kramers, J., Mooij, S., Neeffjes-Borst, E. A., Pelt, W. van, Neeffjes, J. (2018). Increased colon cancer risk after severe *Salmonella* infection. *Plos One*. 13(1), e0189721. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189721
- Mun, S. Y., Kim, S. K., Woo, E. R., & Chang, H. C. (2019). Purification and characterization of an antimicrobial compound produced by *Lactobacillus plantarum* EM showing both antifungal and antibacterial activities. *LWT*, 108403. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108403
- Nataraj, B. H., Ali, S. A., Behare, P. V., Yadav, H. (2020). Postbiotics-parabiotics: the new horizons in microbial biotherapy and functional foods. *Microbial Cell Factories*. 19(1). https://doi.org/10.1186/s12934-020-01426-w
- Nayak, C. M., Ramachandra, C. T., Kumar, G. M. (2020). A comprehensive review on composition of donkey milk in comparison to human, cow, buffalo, sheep, goat, camel and horse milk. *Mysore Journal of Agricultural Science*, 54(3), 42-50.
- Nyhan, L., Begley, M., Mutel, A., Qu, Y., Johnson, N., Callanan, M. (2018). Predicting the combinatorial effects of water activity, pH and organic acids on *Listeria* growth in media and complex food matrices. *Food Microbiology*, 74, 75-85. https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.03.002
- OECD-FAO Agricultural Look 2021-2030 (2021) Web adresi: https://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?datasetcode=HIGH_AGLINK_2021&lang=en# 30.08.2022 tarihinde erişildi.
- Othman, M., Ariff, A. B, Kapri, M. R, Rios-Solis, L., Halim, M. (2018). Growth Enhancement of Probiotic *Pediococcus acidilactici* by Extractive Fermentation of Lactic Acid Exploiting Anion-Exchange Resin. *Frontiers in Microbiology*. 9:2554. https://doi.org/ 10.3389/fmicb.2018.02554
- Özmen, G. ve Kılıç, H. (2006). Gemlik Garnizonu'nda tüketime sunulan tavuk etlerinden *Listeria* spp. İzolasyonu. *Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal of Health Sciences)* 15(3) 194-197. https://dergipark.org.tr/en/pub/eujhs/issue/44518/552051
- Pelyuntha, W. and Vongkamjan, K. (2022). Combined effects of *Salmonella* phage cocktail and organic acid for controlling *Salmonella* Enteritidis in chicken meat. *Food Control*, 133, Part B, 108653. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108653
- Perna, N., Plunkett, G., Burland, V. (2001). Genome sequence of enterohaemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7. *Nature*. 409, 529–533. https://doi.org/10.1038/35054089
- Pobiega, K., Kraśniewska, K., Gniewosz, M. (2019). Application of propolis in antimicrobial and antioxidative protection of food quality – a review. *Trends in Food Science & Technology*, 83, 53–62. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.11.007

- Petrou, S., Tsiraki, M., Giatrakou, V., Savvaidis, I. N. (2012). Chitosan dipping or oregano oil treatments, singly or combined on modified atmosphere packaged chicken breast meat. *International Journal of Food Microbiology*, 156(3), 264–271. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.04.002>
- Presti, I., D’Orazio, G., Labra, M., La Ferla B., Mezzasalma, V., Bizzaro, G., Giardina, S., Michelotti, A., Tursi, F., Vassallo, M., Di Gennaro, P. (2015). Evaluation of the probiotic properties of new *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains and their in vitro effect. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 99, 5613–5626. doi.org/10.1007/s00253-015-6482-8
- Rad, A. H., Aghebati-Maleki, L., Kafil, H. S., Gilani, N., Abbasi, A., Khani, N. (2021). Postbiotics, as dynamic biomolecules, and their promising role in promoting food safety. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 11(6), 14529-14544. doi.org/10.33263/BRIAC116.1452914544
- Radha Krishnan, K., Babuskin, S., Azhagu Saravana Babu, P., Sasikala, M., Sabina, K., Archana, G., Sivarajan, M., Sukumar, M. (2014). Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts on the shelf life extension of raw chicken meat. *International Journal of Food Microbiology*, 171, 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.11.011>
- Radoshevich, L., Cossart, P. (2017). *Listeria monocytogenes*: towards a complete picture of its physiology and pathogenesis. *Nature Reviews Microbiology*, 16(1), 32–46. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.126>
- Rahnemoon, P., Sarabi-Jamab, M., Bostan, A., Mansouri, E. (2021). Nano-encapsulation of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel extract and evaluation of its antimicrobial properties on coated chicken meat. *Food Bioscience*, 43, 101331. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101331>
- Rangel, J. M., Sparling, P. H., Crowe, C., Griffin, P. M., Swerdlow, D. L. (2005). Epidemiology of *Escherichia coli* O157:H7 outbreaks, United States, 1982-2002. *Emerging infectious diseases*, 11(4), 603–609. <https://doi.org/10.3201%2F1104.040739>
- Rouger, A., Tresse, O., Zagorec, M. (2017). Bacterial contaminants of poultry meat: sources, species, and dynamics. *Microorganisms*, 5(3), 50. <https://doi.org/10.3390/microorganisms5030050>
- Seddik, H. A., Bendali, F., Gancel, F., Fliss, I., Spano, G., Drider, D. (2017). *Lactobacillus plantarum* and its probiotic and food potentialities. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 9(2), 111–122. <https://doi.org/10.1007/s12602-017-9264-z>
- Sharma, A., Mukherjee, S., Reddy Tadi, S.R., Ramesh, A., Sivaprakasam, S. (2020). Kinetics of growth, plantaricin and lactic acid production in whey permeate based medium by probiotic *Lactobacillus plantarum* CRA52. *LWT - Food Science and Technology*, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110744>.
- Sher, A. A., Mustafa, B. E., Grady, S. C., Gardiner, J. C., & Saeed, A. M. (2021). Outbreaks of foodborne *Salmonella* enteritidis in the United States between 1990 and 2015: an analysis of epidemiological and spatial-temporal trends. *International Journal of Infectious Diseases*, 105, 54–61. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2021.02.022>
- Sırıken, B., Türk, H., Yıldırım, T., Durupınar, B., & Erol, I. (2015). Prevalence and characterization of *Salmonella* isolated from chicken meat in Turkey. *Journal of Food Science*, 80(5), M1044–M1050. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.128294>
- Skariyachan, S. and Govindarajan, S. (2019) Biopreservation potential of antimicrobial protein producing *Pediococcus* spp. towards selected food samples in comparison with chemical preservatives. *International Journal of Food Microbiology*, 291, 189-196. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.12.002>
- Smith, M. K., Draper, L. A., Hazelhoff, P.-J., Cotter, P. D., Ross, R. P., Hill, C. (2016). A Bioengineered Nisin Derivative, M21A, in Combination with Food Grade Additives Eradicates Biofilms of *Listeria monocytogenes*. *Frontiers in Microbiology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01939>

Swatland, H. J. (2008). How pH causes paleness or darkness in chicken breast meat. *Meat Science*, 80(2), 396–400. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.01.00>

Şahin, S., Kalın, R., Mogulkoç, M. (2020). Distribution of serotypes of *Listeria monocytogenes* in chicken meats in Turkey. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 70(4), 1859–1864. <https://doi.org/10.12681/jhvms.22328>

Takma, D.K and Korel, F. (2018). Active packaging films as a carrier of black cumin essential oil: development and effect on quality and shelf-life of chicken breast meat. *Food Packaging and Shelf Life*. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2018.11.002>

TEPGE, Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (2021). *Durum Tahmin Kümes Hayvancılığı*, Yayın No:332 ISBN:978-605-7599-71-1, Haziran/2021

Tichaczek, P. S., Nissen-Meyer, J., Nes, I. F., Vogel, R. F., & Hammes, W. P. (1992). Characterization of the bacteriocins curvacin A from *Lactobacillus curvatus* LTH1174 and Sakacin P from *L. sake* LTH673. *Systematic and Applied Microbiology*, 15(3), 460–468. [https://doi.org/10.1016/S0723-2020\(11\)80223-7](https://doi.org/10.1016/S0723-2020(11)80223-7)

Todar, K. (2006) *Todar's Online Textbook of Bacteriology*, University of Wisconsin, Department of Bacteriology, United State. <http://textbookofbacteriology.net/lactics.html>

Todorov, S. D., Prévost, H., Lebois, M., Dousset, X., LeBlanc, J. G., Franco, B. D. G. M. (2011). Bacteriocinogenic *Lactobacillus plantarum* ST16Pa isolated from papaya (*Carica papaya*) — From isolation to application: characterization of a bacteriocin. *Food Research International*, 44(5), 1351–1363. doi.org/10.1016/j.foodres.2011.01.027

TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr

Urazel B., Çelikel, A., Karbeyaz K., Akkaya, H. (2014) Gıda zehirlenmesine bağlı rapor düzenlenen adli olguların değerlendirilmesi, *Dicle Tıp Dergisi*, 41(1):113-117. <https://doi.org/10.5798/diclemedj.0921.2014.01.0383>

Valenzuela, A. S., Ruiz, G. D., Omar, N. B., Abriouel, H., López, R. L., Cañamero, M. M., Gálvez, A. (2008). Inhibition of food poisoning and pathogenic bacteria by *Lactobacillus plantarum* strain 2.9 isolated from ben saalga, both in a culture medium and in food. *Food Control*, 19(9), 842-848. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.08.009>

Walker, S. J., Archer, P., Banks, J. G. (1990) Growth of *Listeria monocytogenes* at refrigeration temperatures. *Journal of Applied Bacteriology*, 68, 157-162. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1990.tb02561.x>

Wang, C., Chang, T., Yang, H., Cui, M.(2015). Antibacterial mechanism of lactic acid on physiological and morphological properties of *Salmonella* Enteritidis, *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes*. *Food Control*, 47, 231-236, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.06.034>.

Wessels K., Rip D., Gouws P. (2021) *Salmonella* in chicken meat: consumption, outbreaks, characteristics, current control methods and the potential of bacteriophage use. *Foods*. 10(8):1742. <https://doi.org/10.3390/foods10081742>

Wilkins, P. O., Bourgeois, R., Murray, R. G. E. (1972). Psychrotrophic properties of *Listeria monocytogenes*. *Canadian Journal of Microbiology*, 18(5), 543–551. <https://doi.org/10.1139/m72-087>

WHO (World Health Organization) 2015. WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015. ISBN 978 92 4 156516 5.

WHO (World Health Organization). Food Safety in the Western Pasific. Available online: <https://www.who.int/westernpacific/health-topics/food-safety>. 9 Mayıs 2022 tarihinde erişildi..

- Woraprayote, W., Malila, Y., Sorapukdee, S., Swetwathana, A., Benjakul, S., Visessanguan, W. (2016) Bacteriocins from lactic acid bacteria and their applications in meat and meat products. *Meat Science*, 120, 118-132. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.004>
- Yap, P.C., MatRahim, N.A., AbuBakar, S., Lee, H.Y. (2021) Antilisterial Potential of Lactic Acid Bacteria in Eliminating *Listeria monocytogenes* in Host and Ready-to-Eat Food Application, *Microbiology Research*, 12, 234–257. <https://doi.org/10.3390/microbiolres12010017>
- Yıldırım, Z., Ceylan, Ş., Öncül, N. (2015). Tokat piyasasında satışa sunulan tavuk etlerinin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi. *Akademik Gıda*, 13(4), 304-316.
- Yolmeh M., Khomeiri M., Ahmadi Z. (2017) Application of mixture design to introduce an optimum cell-free supernatant of multiple-strain mixture (MSM) for *Lactobacillus* against food-borne pathogens. *LWT- Food Science and Technology*, 83, 298-304. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.05.035>
- Zalán, Z., Hudáček, J., Štětina, J., Chumchalová, J., & Halász, A. (2010). Production of organic acids by *Lactobacillus* strains in three different media. *European Food Research and Technology*, 230(3), 395-404. <https://doi.org/10.1007/s00217-009-1179-9>
- Zeitoun, A. A. M., & Debevere, J. M. (1990). The effect of treatment with buffered lactic acid on microbial decontamination and on shelf life of poultry. *International Journal of Food Microbiology*, 11(3-4), 305–311. [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(90\)90023-x](https://doi.org/10.1016/0168-1605(90)90023-x)
- Zhang, L., Fu, Y., Xiong, Z., Ma, Y., Wei, Y., Qu, X., Zhang, H., Zhang, J., Liao, M. (2018). Highly prevalent multidrug-resistant *Salmonella* from chicken and pork meat at retail markets in Guangdong, China. *Frontiers in Microbiology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02104>.
- Zhou, K., Zeng, Y., Han, X., Liu, S. (2015). Modelling growth and bacteriocin production by *Lactobacillus plantarum* BC-25 in response to temperature and pH in batch fermentation. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 176(6), 1627–1637. <https://doi.org/10.1007/s12010-015-1666-3>
- Żółkiewicz, J., Marzec, A., Ruszczyński, M., Feleszko, W. (2020). Postbiotics—a step beyond pre- and probiotics. *Nutrients*, 12(8), 2189. <https://doi.org/10.3390/nu12082189>.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Beril SERTER
Eğitim	
Lise	Balıkesir Lisesi (1989-1992)
Lisans	Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği (1992-1999)
Yüksek Lisans	Balıkesir Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı (2019-2022)
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce	İyi derecede (YDS: 88,75 Ağustos 2019)
Almanca	Başlangıç düzeyinde (A2)
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
Kuruluş Adı	Gıda Mühendisleri Odası



Eğitimde, bilimde, sanatta çağdaş...

