ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DOĞAL ANTİMİKROBİYEL BİLEŞİKLERİN *LISTERIA MONOCYTOGENES* SUŞLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Meryem Nur KOCADAĞ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
Haziran, 2021

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DOĞAL ANTİMİKROBİYEL BİLEŞİKLERİN *LISTERIA MONOCYTOGENES* SUŞLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Meryem Nur KOCADAĞ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Pınar ŞANLIBABA

Bu çalışmada tüketime hazır gıdalardan izole edilmiş 29 adet *Listeria monocytogenes* suşunun, farklı hammaddelerden hem geleneksel yöntemlerle ev ortamında üretilmiş hem de ticari olarak üretimi yapılmış sirke örneklerine, limon suyuna, sodyum bikarbonata ve hidrojen peroksite karşı etkinlikleri disk difüzyon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Antimikrobiyel ajanların farklı düzeylerde hazırlanmış olan konsantrasyonları, *L. monocytogenes* suşlarının farklı hücre yoğunluğundaki (10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL) suşlarına karşı denenmiştir. *L. monocytogenes* suşlarının antimikrobiyel ajanlara karşı gösterdiği antimikrobiyel etkiler, inhibisyon zon çapı ölçülerek değerlendirilmiştir. *L. monocytogenes* suşlarının geleneksel sirke örneklerine karşı 6,0-8,8 mm ve ticari sirke örneklerine karşı 6,0-11,3 mm arasında değişen zon çapları ölçülmüştür. Ticari olarak üretimi yapılan sirkelerin geleneksel sirke örneklerine kıyasla antimikrobiyel etkinlikleri daha yüksek bulunmuştur. *L. monocytogenes* suşlarının karbonata karşı oluşturduğu inhibisyon zon çapı 6,0 mm iken, limona karşı ise 6,0-9,0 mm ve hidrojen perokside karşı ise 33,9-51,9 mm zon çapı ölçülmüştür. Hidrojen peroksit, diğer antimikrobiyellere göre etkinlik düzeyi en yüksek olan antimikrobiyel ajan olmuştur. Ticari olarak üretilen sirkeler, geleneksel yolla üretimi yapılan sirkeler, karbonat, limon ve hidrojen peroksitin farklı konsantrasyonlarının *L. monocytogenes* suşlarına karşı antimikrobiyel etkinlikleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. *L. monocytogenes* suşlarının farklı hücre yoğunluklarının, doğal antimikrobiyel ajanlara karşı göstermiş olduğu antimikrobiyel aktivite değerleri ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Haziran 2021, 86 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Listeria monocytogenes,* doğal antimikrobiyel bileşikler, antimikrobiyel aktivite, disk difüzyon yöntemi

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF NATURAL ANTIMICROBIAL COMPOUNDS ON *LISTERIA MONOCYTOGENES* STRAINS

Meryem Nur KOCADAĞ

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Pınar ŞANLIBABA

In this study, antimicrobial activity of 29 strains of *Listeria monocytogenes* strains isolated from ready-to-eat foods against vinegar samples both traditionally produced and commercially produced from different raw materials, lemon juice, sodium bicarbonate and hydrogen peroxide were determined by using disc diffusion method. Antimicrobial agents prepared at different concentrations were tested against *L. monocytogenes* strains with different cell densities (10^5 CFU/mL, 10^6 CFU/mL and 10^7 CFU/mL). Antimicrobial activity of *L. monocytogenes* strains against antimicrobial agents were evaluated by measuring the inhibition zone diameter. The zone diameters of *L. monocytogenes* strains were measured between 6.0-8.8 mm against traditional vinegar samples and 6.0-11.3 mm against commercial vinegar samples. The antimicrobial activities of commercially produced vinegars were found to be higher compared to the traditional vinegar samples. While the inhibition zone diameter of *L. monocytogenes* strains against carbonate was 6.0 mm, the zone diameters against lemon and hydrogen peroxide were 6.0-9.0 mm and 33.9-51.9 mm, respectively. Hydrogen peroxide was the antimicrobial agent with the highest activity level compared to other antimicrobials. The antimicrobial activities of different concentrations of commercially produced vinegars, conventionally produced vinegars, sodium bicarbonate, lemon and hydrogen peroxide were found to be statistically significant against *L. monocytogenes* strains. Moreover, the antimicrobial activity of different cell densities of *L. monocytogenes* strains against natural antimicrobial agents were found to be statistically significant.

June 2021, 86 pages

Key Words: *Listeria monocytogenes*, natural antimicrobial compounds, antimicrobial activity, disc diffusion method

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi, yürütülmesi ve elde ettiğim sonuçların değerlendirilmesinde bilgi, tecrübe ve sonsuz sabrıyla daima yol gösteren değerli danışmanım Sayın Doç. Dr. Pınar ŞANLIBABA'ya (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı),

Ders döneminde tanıştığım ve laboratuvarda çalışmayı sevdiren, deneyip yanılarak keşfetmekten heyecan duyduğumu farketmemi sağlayan sevgili hocam Dr. Öğr. Üyesi Şeref TAĞI'ya (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı),

Çanakkale ve Yalova'dan geleneksel yolla üretimi yapılmış olan sirkeleri temin etmemde yardımcı olan Doç. Dr. Başar UYMAZ TEZEL (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bayramiç Meslek Yüksekokulu) ile sevgili akrabalarım Rahime AYIK ve Gürkan AYIK'a,

Laboratuvarda birlikte çalıştığım ve desteklerini esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Hacer ASLAN CANBERİ, Esra ŞENTÜRK ve Seda SEYİRT'e; yardımseverliği ve samimiyetinin yanı sıra deneyimleriyle yol gösteren canım arkadaşlarım Tuğçe Zehra TOPRAK, Simge AKTOP ve Gülsüm ATASOY'a,

Tüm hayatım boyunca karşılaştığım her zorluk karşısında beni teşvik ederek güç bulmamı sağlayan ve maddi manevi desteğini sunan en değerlilerim sevgili annem Melahat KOCADAĞ, babam Tayfun KOCADAĞ, ağabeyim Nuri Yunus KOCADAĞ ve kardeşim Adem Said KOCADAĞ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Meryem Nur KOCADAĞ
Ankara, Haziran 2021

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI
ETİK ..... **i**
ÖZET ..... **ii**
ABSTRACT ..... **iii**
TEŞEKKÜR ..... **iv**
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **vii**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **ix**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **x**
1. GİRİŞ **1**
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ **3**
2.1 *Listeria* spp. Suşlarının Genel Özellikleri **3**
2.2 *Listeria* spp.'nin Sınıflandırılması **4**
2.3 *Listeria monocytogenes* **7**
2.4 Listeriyosis **10**
2.5 *Listeria* spp. İçin Yasal Düzenlemeler **15**
2.6 Gıdalarda *Listeria* spp.'nin Tanımlanması **15**
2.6.1 Biyokimyasal tanımlama **16**
2.6.2 Moleküler tanımlama **17**
2.7 Biyokontrol Uygulamaları **17**
2.7.1 Bakteriyosin uygulamaları **18**
2.7.2 Bakteriyofaj uygulamaları **20**
2.7.3 Doğal antimikrobiyel ajanlar **21**
2.7.3.1 Sirke **22**
2.7.3.2 Karbonat **34**
2.7.3.3 Hidrojen peroksit **35**
2.7.3.4 Limon **37**
3. MATERYAL VE METOT **39**
3.1 Materyal **39**
3.1.1 *Listeria monocytogenes* suşları **39**
3.1.2 Referans bakteriler **39**

3.1.3 Çalışmada kullanılan doğal antimikrobiyel ajanlar 39
3.1.4 Çalışmada kullanılan besiyerleri ve kimyasallar 40
3.1.5 Stok kültürlerin hazırlanması 41
3.2 Yöntem 41
3.2.1 Bakteri kültürünün hazırlanması 41
3.2.2 Stres faktörü olarak kullanılan doğal antimikrobiyel ajanlar 42
3.2.3 In vitro koşullarda patojen kültür ile antimikrobiyel ajanların karşılaştırılması 42
3.2.4 İstatistiksel analizler 43
4. BULGULAR ve TARTIŞMA 44
5. SONUÇ 71
KAYNAKLAR 73
ÖZGEÇMİŞ 86

SİMGELER DİZİNİ

pH	Asitlik Değeri
β	Beta
s	Saniye
dk	Dakika
h	Saat
g	Gram
mg	Miligram
KOB	Koloni Oluşturan Birim
log	Logaritma
µm	Mikrometre
mL	Mililitre
L	Litre
cm	Santimetre
mm	Milimetre
%	Yüzde
^{o}C	Santigrat Derece
A	Adenin
G	Guanin
C	Sitozin
T	Timin
α	Alfa
µg	Mikrogram
vd	Ve diğerleri
kb	Kilobaz
CO_2	Karbondioksit
Na_2CO_3	Sodyum bikarbonat
N_2	Azot
C_2H_5OH	Etanol
$C_6H_{12}O_6$	Glikoz
a_w	Su aktivitesi
ppm	Milyonda bir kısım
UV	Ultraviyole
mM	Milimolar
γ	Gama
m/v	Kütle/hacim

Kısaltmalar

ATCC	Amerikan Tipi Kültür Koleksiyonu (American Type Culture Collection)
ATP	Adenozin Trifosfat
CDC	Centers for Disease Control and Prevention (Hastalık Kontrol ve Koruma Merkezi)
CE	Catechin Equivalents
DNA	Deoksiribonükleik Asit
EFSA	European Food Safety Authority (Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi)
FAO	Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
FDA	U.S. Food and Drug Administration (ABD Gıda ve İlaç Dairesi)
GAE	Gallic Acid Equivalents
GRAS	Generally Recognized as Safe (İnsan ve hayvan tüketiminde güvenilir)
H_2O_2	Hidrojen Peroksit
ISO	The International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Organizasyonu)
IU	International Unit
İnl	İnülin
LAB	Laktik Asit Bakterileri
LAMP	Loop-mediated Isothermal Amplification (Döngü Aracılı İzotermal Amplifikasyon)
LIPI	*Listeria* pathogenicity island *(Listeria* patojenite adası)
MIC	Minimum Inhibition Concentration (Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu)
NaCI	Sodyum Klorür
NASBA	Nucleic Acid Sequence-Based Amplification (Nükleik Asit Sekansına Dayalı Amplifikasyon)
NGS	Next-Generation Sequencing (Yeni Nesil Sıralama)
NICD	National Institute for Communicable Diseases (Ulusal Bulaşıcı Hastalıklar Enstitüsü)
PCR	Polymerase Chain Reaction (Polimeraz Zincir Reaksiyonu)
qPCR	Real Time Polymerase Chain Reaction (Gerçek Zamanlı Polimeraz Zincir Reaksiyonu)
rRNA	Ribozomal Deoksiribonükleik Asit
RNaz	Ribonükleaz
DNaz	Deoksiribonükleaz
TS	Türk Standartları
USDA	The United States Department of Agriculture (ABD Tarım Bakanlığı)
UVM	University of Vermont Medium
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 *Listeria* spp.'nin taksonomik olarak sınıflandırılması 4

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 *Listeria* spp. türlerine uygun yaşam koşulları 4
Çizelge 2.2 *Listeria* spp.'ye ait tür ve alt türler 5
Çizelge 2.3 *Listeria* spp. türlerinin genomik ve fenotipik verilerine göre gruplandırılması 7
Çizelge 2.4 *L. monocytogenes*'te saptanan virülans genler 9
Çizelge 2.5 *L. monocytogenes* serotiplerinin evrimsel soy bakımından sınıflandırılması 10
Çizelge 2.6 2015- 2021 yılları arasındaki dünya çapında yaşanan listeriyosis salgınları 14
Çizelge 2.7 *Listeria* spp. tanımlanmasında tercih edilen biyokimyasal reaksiyonlar 17
Çizelge 3.1 Tez çalışmasında kullanılan doğal antimikrobiyel ajanlar 40
Çizelge 3.2 Kültürel çalışmalar için kullanılan besiyerleri, katkılar ve kimyasallar 41
Çizelge 4.1 *L. monocytogenes* suşlarının geleneksel yolla üretilen sirkelere karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: mm)..... 45
Çizelge 4.2 *L. monocytogenes* suşlarının ticari yolla üretilen sirkelere karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: mm)..... 50
Çizelge 4.3 *L. monocytogenes* suşlarının limon ve karbonata karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: mm)..... 55
Çizelge 4.4 *L. monocytogenes* suşlarının hidrojen peroksite karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: mm)..... 58
Çizelge 4.5 Farklı bakteri konsantrasyonlarına karşı doğal antimikrobiyel ajanların göstermiş olduğu ortalamaların karşılaştırılması (ortalama±standart sapma)…….....61

1. GİRİŞ

Listeriaceae ailesinin bir üyesi olan *Listeria* cinsine ait tanımlanmış türlerinden biri olan *Listeria monocytogenes*, insan ve hayvanlarda listeriyosis enfeksiyonunun ana etmenidir. Listeriyosis, genellikle ateş, kas ağrıları, mide bulantısı, ishal ile hafif geçen bir hastalık olsa da hamilelerde düşüğe ve yenidoğan, 65 yaş üstü bireyler ile bağışıklık sistemi zayıflamış bireylerde önemli sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Menenjit, septisemi, endokardit, gastroenterit ve ciddi oranlarda ölümlere (%20-30) sebep olduğundan toplum sağlığını tehdit eden bir unsurdur (Halkman vd. 2019, Aktop vd. 2020).

L. monocytogenes, doğada oldukça yaygın bulunmasının yanı sıra, gıda ve gıda işleme ortamlarında da geniş çapta görülen patojen bir mikroorganizmadır. Üretim, dağıtım ve depolama aşamalarında gerçekleşen kontaminasyon sonucunda; et, kümes hayvanları, çiğ süt, süt ürünleri, deniz ürünleri ve sebzeler gibi çeşitli besin gruplarının tüketimine bağlı olarak geçmişte yaşanmış gıda salgınlarıyla sıklıkla ilişkili bulunduğundan *L. monocytogenes*, gıda kaynaklı patojen olarak kabul edilmektedir.

Sahip olduğu çeşitli ekolojik ve fizyolojik özellikler vasıtasıyla, belirli düzeylerdeki olumsuz çevre koşullarında dahi canlılığını sürdürebildiğinden dolayı, oldukça dirençli bir bakteri olarak bilinmektedir. Gıdalarda mikrobiyel gelişimi kontrol altına alabilmek ve olası gıda kaynaklı salgınların önüne geçebilmek için soğutma, dondurma, su aktivitesini düşürme, asitleştirme, modifiye atmosfer paketleme, antimikrobiyel madde kullanımı, bakteriyosin ve türe özgü bakteriyofaj kullanımı gibi birçok yöntem mevcuttur. Gıda endüstrisinde patojen kontaminasyonunu azaltmak amacı ile kullanılan kimyasal maddelerin taze meyve, sebze ve yemeye hazır gıdalar üzerine direkt uygulanması sakınca yaratabilmektedir. Bu nedenle; ham maddede mikrobiyel yükü düşürmek, proses ve depolama da dahil olmak üzere gıda zincirinde potansiyel patojen riskini kontrol altına alabilmek ve ayrıca minimum düzeyde kimyasal koruyucu içeren ve minimal düzeyde işlenmiş gıda talebi olan tüketici gereksinimlerini de karşılayabilmek amacıyla yeni kontrol stratejilerine gereksinim duyulmaktadır. Kimyasal koruyuculara alternatif olarak

biyokontrol uygulamaları kapsamında sirke (asetik asit), limon suyu (sitrik asit), karbonat (sodyum bikarbonat) ve hidrojen peroksit gibi doğal antimikrobiyel ajanların kullanımına olan ilgi de giderek artmaktadır. pH değeri 2-3 aralığında olan sitrik asit ve asetik asit gibi organik asitler, birçok patojenik organizmaya inhibitör etki gösterdiğinden dolayı gıdalara koruyucu olarak eklenmektedir. Toksitite etki göstermeyen, kolayca bulunabilen ve çevre dostu olmak gibi avantajlara sahip olan bu doğal ajanların, antimikrobiyel aktivite gösterdikleri konsantrasyonlarda gıda ürünlerine yönelik olarak kullanımları mevcuttur. Ayrıca hidrojen peroksit de oksitleyici ve indirgeyici ajan olarak yüzey dezenfeksiyonunda kullanılmaktadır.

Bu kapsamda planlanan Yüksek Lisans tez çalışmasında, tüketime hazır gıdalardan izole edilmiş ve moleküler tanımlaması yapılmış olan *L. monocytogenes* suşları ile doğal antimikrobiyel özellikleri bilinen farklı firmalara ait farklı meyvelerden üretilmiş sirkeler, limon, karbonat ve hidrojen peroksit antimikrobiyel ajan olarak kullanılmıştır. *L. monocytogenes* suşlarının farklı düzeylerdeki konsantrasyonları üzerine antimikrobiyel ajanların farklı konsantrasyonları uygulanmış olup, *L. monocytogenes* suşlarının indirgenme düzeylerinin disk difüzyon yöntemiyle saptanması amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 *Listeria* spp. Suşlarının Genel Özellikleri

Listeria spp.; Gram pozitif, kapsülsüz, spor oluşturmayan, katalaz pozitif, oksidaz negatif ve fakültatif anaerobik metabolizmaya sahip olan patojen bir bakteri grubudur. Mikroskopta incelendiği zaman bu cinse üye türlerin tümü yaklaşık olarak 0,4-0,5 µm çapında ve 0,5-2,0 µm uzunluğunda kısa çubuklar şeklinde, tekli, ikili ya da kısa zincirler halinde veya kıvrımlı ‘‘V/Y’’ şeklinde kokobasil morfolojisinde görülür. Peritrik flagellaya sahip olan bu cinsin üyeleri; 20-25°C’de hareketli iken, 37°C’de çok az ya da hiç hareketli değildir (Bodie 2019, Taibi ve Gherriche 2020). *Listeria* spp.’nin optimum gelişme sıcaklığı 30-37°C arasında olup, (-1,5)– (+45)°C değerleri arasında da gelişim özelliği gösterebilirler. Psikrotrofik bir bakteri cinsi olarak, bu cinsin üyeleri özellikle buzdolabı sıcaklık derecesinde muhafaza edilen gıda maddelerinde ciddi kontaminasyon riski taşımaktadır. Ayrıca 60°C’de 30 dakikalık ısıl işlem ile canlılığını yitirebilmektedir. Gelişim için talep ettikleri optimum pH aralığı 6-8 iken, 4,1-9,6 pH aralığında da rahatlıkla çoğalabilirler. Bu cinsin gıda sanayi için oluşturduğu en önemli risk faktörü ise biyofilm oluşturabilme yeteneğidir (Yavuz ve Korukluoğlu 2010, Magalhães vd. 2014, Schardt vd. 2017).

Halotolerant özelliğe sahip olan *Listeria* spp., %6,5 NaCl konsantrasyonunda optimum seviyede gelişirken, %10-12 gibi yüksek NaCl konsantrasyonlarında bile çoğalabilmektedir. Yüksek tuzlu ortamlarda inkübasyon sıcaklığının da düşürülmesi durumunda bakterinin canlı kalma oranı artış göstereceğinden, sucuk ve sosis gibi işlenmiş etler *Listeria* spp. gelişimi için uygun bir ortam sağlayabilmektedir. Büyüme için gerekli olan minimum su aktivitesi (a_w) çoğu suş için 0,93 olarak belirlenmiştir. Ancak bazı suşlar 0,90’a kadar düşük a_w değerlerinde bile çoğalabilmektedir. Optimal gelişim için ise, ≥ 0,97 a_w değerini talep eder (Temiz 2015, Välimaa vd. 2015, Matthews vd. 2017, Bodie 2019). Yüksek tuz konsantrasyonu, oksidatif ve ozmotik stres ile karbon açlığı gibi stres koşullarına adapte olabildikleri gibi, aynı zamanda UV radyasyonuna, γ ışınlarına ve

X ışınlarına da dirençli olma ve/veya uyum sağlama yeteneğine de sahiptirler (Lado ve Yousef 2007). Çizelge 2.1.'de *Listeria* spp. türlerine ait gelişme koşulları özetlenmiştir.

Çizelge 2.1 *Listeria* spp. türlerine uygun yaşam koşulları

Parametreler	**Minimum**	**Optimum**	**Maksimum**
Sıcaklık	-1,5°C	30-37°C	45°C
pH	4,1	6-8	9,6
a_w	>0,90	0,97	>0,99
NaCl	<0,5	%6,5	%10-12

Listeria spp. çevreye yaygın şekilde dağılmış olup; toprak, yüzey, nehirler, kanal suları, kanalizasyon ve çürüyen bitki örtüsü gibi çeşitli kaynaklar ile gıda işleme tesislerinin ekipman, zemin ve duvar yüzeylerinden izole edilebilir. *Listeria* spp. ayrıca evcil ve yabani hayvanlardan, kuşlardan, larvalardan ve silajdan izole edilebilmektedir. Ayrıca tüketime hazır gıdalar ile çiğ gıdalardan (sebze, meyve ve süt gibi) da izole edilebilmektedir (Valladares 2019).

2.2 *Listeria* spp.'nin Sınıflandırılması

Listeria spp.'nin günümüzdeki taksonomik sınıflandırması Şekil 2.1'de yer almaktadır (Allerberger 2003, Khelef vd. 2006).

Domain: Bacteria
⬇
Alem: Eubacteria
⬇
Şube: Firmicutes
⬇
Takım: Bacilli
⬇
Sınıf: Bacillales
⬇
Aile: *Listeriaceae*
⬇
Cins: *Listeria*

Şekil 2.1 *Listeria* spp.'nin taksonomik olarak sınıflandırılması

DNA-DNA hibridizasyonu, çok lokuslu enzim elektroforezi, rRNA gen kısıtlama modelleri ve 16S rRNA sekansı gibi moleküler biyolojik analiz yöntemlerine dayalı olarak tanımlanmış *Listeria* tür ve alt türleri Çizelge 2.2'de yer almaktadır.

Çizelge 2.2 *Listeria* spp.'ye ait tür ve alt türler

TÜRLER	**Referans**
Listeria aquatica	Den Bakker vd. 2014
Listeria booriae	Weller vd. 2015
Listeria cornellensis	Den Bakker vd. 2014
Listeria costaricensis	Núñez-Montero vd. 2018
Listeria fleischmannii	Bertsch vd. 2013
Listeria floridensis	Den Bakker vd. 2014
Listeria goaensis	Doijad vd. 2018
Listeria grandensis	Den Bakker vd. 2014
Listeria grayi	Larsen ve Seeliger 1966
Listeria innocua	Seeliger 1983
Listeria ivanovii	Seeliger vd. 1984
Listeria marthii	Graves vd. 2010
Listeria monocytogenes	Pirie 1940
Listeria newyorkensis	Weller vd. 2015
Listeria riparia	Den Bakker vd. 2014
Listeria rocourtiae	Leclercq vd. 2010
Listeria seeligeri	Rocourt ve Grimont 1983
Listeria thailandensis	Leclercq vd. 2019
Listeria valentina	Quereda vd. 2020
Listeria weihenstephanensis	Halter vd. 2013
Listeria welshimeri	Rocourt ve Grimont 1983
ALT TÜRLER	
Listeria fleischmannii subsp. *fleischmannii*	Bertsch vd. 2013
Listeria fleischmannii subsp. *coloradonensis*	Den Bakker vd. 2013
Listeria ivanovii subsp. *ivanovii*	Boerlin vd. 1992
Listeria ivanovii subsp. *londoniensis*	Boerlin vd. 1992

Orsi ve Wiedmann (2016) tarafından sadece 17 *Listeria* türünün genomik ve fenotipik verilerini esas alınarak, iki farklı grup oluşturulmuştur. *Listeria sensu strictu*, *L. monocytogenes'*inde içinde bulunduğu altı türü içermektedir. *L. monocytogenes, L. seeligeri, L. ivanovii, L. welshimeri* ve *L. innocua* ile ilk kez 2010 yılında tanımlanan *L.*

marthii'yi bünyesinde içeren *Listeria sensu strictu* türleri, *Listeria* spp. cinsi içinde sıkı bir monofiletik grup oluşturmaktadır. *Listeria sensu strictu* türlerinin hepsinin ortak fenotipik özelliklerinden bazıları aşağıda maddelenmiştir.

- Düşük sıcaklıklarda (4°C'ye kadar) gelişebilme yeteneği,
- Hareketlilik (minimum 30°C'de),
- Katalaz pozitif,
- Nitratı nitrite indirgeyememe,
- Voges-Proskauer testi pozitif,
- Glikoz fermantasyonu sonucunda asetoin üretebilme,
- D-arabitol, α-metil D-glukozit, selobiyoz, D-fruktoz, D-mannoz, N-asetilglukozamin, maltoz ve laktozu fermente edebilme,
- İnositol, L-arabinoz ve D-mannitolü fermente edememe.

Listeria spp.'nin patojeniteden sorumlu gen bölgeleri, *Listeria* patojenite adasında (*Listeria* pathogenicity island/LIPI) kodlanmaktadır. *Listeria sensu strictu* suşlarının genomlarında üç LIPI bölgesi tanımlanmıştır. İkinci grup olan *Listeria sensu lato,* patojenik özellikleri bakımından değerlendirildiği zaman, bu grupta yer alan türlerin hem hemolitik testlerde hem de fosfoinositid fosfolipaz C aktivite testlerinde pozitif sonuç göstermedikleri ve LIPI gen bölgesini içermedikleri saptanmıştır. Böylelikle bu türlerin patojenik özellik göstermedikleri ifade edilmiştir. Bu kapsamda Orsi ve Wiedmann (2016) tarafından yapılan sınıflandırma çalışmaları yeniden değerlendirilmiştir. Çizelge 2.3'te *Listeria* spp. türlerinin genomik ve fenotipik verileri baz alınarak yapılan sınıflandırma yer almaktadır.

Çizelge 2.3 *Listeria* spp. türlerinin genomik ve fenotipik verilerine göre gruplandırılması

Listeria sensu strictu	***Listeria sensu lato***	
Listeria monocytogenes	*Listeria grayi*	*Listeria cornellensis*
Listeria marthii	*Listeria fleischmannii*	*Listeria rocourtiae*
Listeria innocua	*Listeria floridensis*	*Listeria weihenstephanensis*
Listeria ivanovii	*Listeria aquatica*	*Listeria grandensis*
Listeria welshimeri	*Listeria newyorkensis*	*Listeria riparia*
Listeria seeligeri	*Listeria booriae*	

2.3 *Listeria monocytogenes*

Bu bakteri ilk kez 1891 yılında Alman hastalardan alınan tıbbi örneklerden izole edilmiştir. Murray, Webb ve Swann 1926 yılında Birleşik Krallık'ta tavşanları etkileyen septisemik bir hastalığın etiyolojik ajanı olarak izole ettikleri bakterinin kan monositlerini enfekte ettiğini gözlemişler ve bu bakteriye *Bacterium monocytogenes* adını vermişlerdir. İlerleyen yıllarda Pirie tarafından kemirgenlerin karaciğerinden aynı bakteri izole edilmiş ve bakteriyoloji alanında önemli çalışmaları bulunan Dr. Lister'e ithafen bu bakteriye *Listerella hepatolytica* ismi verilmiştir (Magalhães vd. 2014, Disson vd. 2021). 1940 yılında Pirie tarafından bu bakterinin ismi *Listeria monocytogenes* olarak son kez değiştirilmiştir (Magalhães vd. 2014).

L. monocytogenes suşu gıda kaynaklı hastalıklara sebebiyet vermesinden dolayı, insanlar ve hayvanlar için patojenik bakterilerden biri olarak değerlendirilmekte ve toplum sağlığı üzerinde ciddi risk teşkil etmektedir. Bu bakteri listeriyosis olarak isimlendirilen hastalığa neden olmaktadır (Yavuz ve Korukluoğlu 2010, Magalhães vd. 2014, Ramos vd. 2014). *L. monocytogenes*'in gıda kaynaklı insan listeriyozunun ana etmeni olduğu 1980 yılında resmi olarak kanıtlanmıştır (Disson vd. 2021).

L. monocytogenes, gıda işleme ortamlarında uzun süre canlılığını koruması ve düşük sıcaklıklarda gelişme kabiliyeti nedeniyle, gıda üretim ve tüketim sektöründe endişe

yaratan bir bakteri grubudur (McLauchlin vd. 2014). *L. monocytogenes* hücreleri biyofilm oluşturma yeteneğine de sahip olduklarından dolayı, katı yüzeylerde kolonize olarak daha uzun süreler canlılıklarını koruyabilmektedirler. *L. monocytogenes* suşları ürettikleri biyofilm nedeniyle, paslanmaz çelik ve polistiren gibi çeşitli gıda işleme hatlarındaki sıklıkla kullanılan materyallere yapışabilmekte ve dezenfektanlar ile antimikrobiyel ajanlara karşı da direnç gösterebilmektedir (Lado ve Yousef 2007, Välimaa vd. 2015, Chen vd. 2017).

L. monocytogenes'in patojenik özelliğe sahip olması ve konakçı hücrelerini istila ederek burada çoğalabilmesi, bu bakterinin LIPI-1 ve LIPI-2 gen bölgelerine sahip olmasının bir sonucudur. LIPI-1, konakçı istilasına ve hücresel çoğalmaya katılan prfA, plcA, hlyA, mpl, actA ve plcB genlerini içeren 9 kb'lik bir gen kümesidir. LIPI-2 gen kümesi ise; memeliler ve özellikle küçükbaş hayvanlar, büyükbaş hayvanlar ile nadiren insanlarda patojenik olan *L. ivanovii*'de bulunan birçok internalin genden oluşan 22 kb'lik bir gen kümesidir. *L. monocytogenes*'te, internalin A (inlA) ve internalin B (inlB) genleri, esas olarak *L. monocytogenes*'in enfeksiyon süreci sırasında çeşitli hücresel engelleri istila etme ve geçme kabiliyetine aracılık eder. *L. monocytogenes* suşlarının patojenitesini değerlendirirken, sadece LIPI-1 ile LIPI-2 gen kümelerinin varlığını tespit etmek yeterli değildir. Üçüncü bir patojenite adası olan LIPI-3 gen kümesinin de varlığı belirlenmelidir. LIPI-3 hemolitik ve sitotoksik faktörün dahil olduğu 6 kb'lık sekiz genden oluşmaktadır. Bu gen bölgesi *L. monocytogenes*'in yalnızca bazı soy I suşlarında bulunur. LIPI-3'te yer alan LlsA geni tarafından kodlanan listeriolisin S, bir bakteriyosin görevi görerek intestinal mikrobiyota kompozisyonunu değiştirip bağırsak lümenindeki *L. monocytogenes* miktarında artışa neden olur. LIPI-3'ün bir başka geni olan llsB, enfeksiyonun sistemik fazında rol oynamaktadır. Son yıllarda *Listeria* patojenite adası 4 (LIPI-4) olarak bilinen ve spesifik olarak, *L. monocytogenes*'in merkezi sinir sistemi ve plasental enfeksiyonlarda rol oynayan fosfotransferaz sistemini içeren yeni tanımlanmış bir patojenik küme bildirilmiştir. Ancak virülans özellik göstermeyen atipik bazı *L. monocytogenes* ve *L. innocua* suşlarında LIPI-4 varlığının saptanması, bu gen kümesinin bu bakterilerdeki rolünün net olarak anlaşılmasının önüne geçmiştir. Bu bulgular, *L. monocytogenes*'in tür içi düzeyde patojenite açısından farklılıklar gösterdiği şeklinde yorumlanmıştır (Chen vd. 2018, Disson vd. 2021).

L. monocytogenes'te saptanan başlıca virülans faktörler Çizelge 2.4'te özetlenmiştir (Arslan ve Baytur 2019).

Çizelge 2.4. *L. monocytogenes*'te saptanan virülans genler (Arslan ve Baytur 2019)

Hedef Gen	Primer Dizilimi 5'→3'	Büyüklük (kb)
prfA	CTG TTG GAG CTC TTC TTG GTG AAG CAA TCG AGC AAC CTC GGT ACC ATA TAC TAA CTC	1060
hylA	CCT AAG ACG CCA ATC GAA AAG CGC TTG CAA CTG CTC	702
plcA	CTG CTT GAG CGT TCA TGT CTC ATC CCC C CAT GGG TTT CAC TCT CCT TCT AC	1484
actA	GCT GAT TTA AGA GAT AGA GGA ACA TTT ATG TGG TTA TTT GCT GTC	827
iap	ACA AGC TGC ACC TGT TGC AG TGA CAG CGT GTG TAG TAG CA	131
inlJ	TGT AAC CCC CGC TTA CAC AGT T AGC GGC TTG GCA GTC TAA TA	238
inlC	AAT TCC CAC AGG ACA CAA CC CGG GAA TGC AAT TTT TCA CTA	517
inlB	CTG GAA AGT TTG TAT TTG GGA AA TTT CAT AAT CGC CAT CAT CAC T	343
inlA	ACG AGT AAC GGG ACA AAT GC CCC GAC AGT GGT GCT AGA TT	800
lmo0737	AGG GCT TCA AGG ACT TAC CC ACG ATT TCT GCT TGC CAT TC	691
ORF2819	AGC AAA ATG CCA AAA TCT GT CAT CAC TAA AGC CTC CCA TTG	471
ORF2110	AGT GGA CAA TTG ATT GGT GAA CAT CCA TCC CTT ACT TTG GAC	597

Serotipleme, *Listeria*'nın fenotipik özelliklerini analiz etmede standart alt tipleme yöntemidir. Genetik olarak heterojen yapısından dolayı *L. monocytogenes*'in insan ve gıda izolatlarının epidemolojik yayılımı bakımdan evrensel olarak kabul edilmiş ve birincil karakterizasyon yöntemi olan bir alt tipleme yöntemidir. Somatik (O) ve flagellar (H) antijenlere dayalı olarak tanımlanmış toplam 13 *L. monocytogenes* serotipi bulunmaktadır ve bunlar dört evrimsel soyda gruplandırılmıştır (Yin vd. 2019) (Çizelge

2.5). Bu serotiplere ek olarak 4h serotipi Feng vd. (2020) tarafından soy II'ye dahil edilmiştir.

Çizelge 2.5 *L. monocytogenes* serotiplerinin evrimsel soy bakımından sınıflandırılması

Soy I	Soy II	Soy III	Soy IV
1/2b 3b 4b 4d 4e 7	1/2a 1/2c 3a 3c 4h	4a 4ab 4c 4b(atipik)	4a

İnsanlardan ve gıda maddelerinden sıklıkla izole edilen *L. monocytogenes* suşlarının %95'ten fazlası 1/2a, 1/2b, 1/2c ve 4b serotipine sahiptir (Chen vd. 2018, Iannetti vd. 2020, Li vd. 2021). Wang vd. (2015) tarafından domuz etinde *L. monocytogenes* prevalansı araştırılmış ve izolatlar serotiplendirilmiştir. İzolatların %5,5'inde *L. monocytogenes* tespit edilmiş olup; izolatların %53,8'inin 1/2a serotipine, %23,1'inin 1/2b serotipine ve %23,1'inin ise 1/2c serotipine dahil olduğu bulunmuştur. Kıyma ve tavuk eti örnekleri ile yapılan başka bir çalışmada ise, *L. innocua* (%35,5) ve *L. monocytogenes* (%26,6) sıklıkla izole edilmiştir. *L. monocytogenes* izolatlarının serotipleri ise sırasıyla 1/2a (%57,6), 1/2c (%39,4) ve 3c (%3) şeklinde bulunmuştur (Arslan ve Baytur 2019). Barría vd. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada ise, peynirlerden *L. monocytogenes* izole edilme oranı %4,1 olarak bulunmuştur. *L. monocytogenes* suşlarının %48,9'u 1/2b serotipine, %45,7'si grup 4B (4b, 4d ve 4e) serotipine ve %5,4'ünün ise 1/2a serotipine dahil olduğu saptanmıştır.

2.4 Listeriyosis

Listeriyosis semptomları bazı bireylerde belirti göstermemekte ve bazılarında da hafif ateşli hastalıktan başlayıp sistemik hastalığa kadar uzanabilen hastalıklara neden olmaktadır. Listeriyosis özellikle bağışıklığı zayıflamış kişilerde gastroenterite, hamilelerde düşük, erken doğum veya ölü doğuma neden olabilmektedir. Ayrıca

menenjit, septisemi, meningoensefalit ve endokardit gibi ciddi invaziv enfeksiyon hastalıklarına da sebebiyet vermektedir. Listeriyosis, diğer gıda kaynaklı enfeksiyonlara göre nispeten nadir görülmesine rağmen, hastalarda %20-30 gibi yüksek ölüm oranına sahiptir (Orsi ve Wiedmann 2016, Matthews vd. 2017, Halkman vd. 2019, Budiati vd. 2020, Iannetti vd. 2020). Günümüzde gelişmiş bakteriyolojik test ve teşhislerin artması dolayısıyla, listeriyosis vaka sayılarındaki artış kısmen açıklanabilmektedir. İnsanların beslenme alışkanlıklarındaki değişiklikler, listeriyosis vakalarındaki artışa kısmen katkıda bulunmaktadır (Valladares 2019).

Listeriyosis ile ilişkili klinik semptomlar arasında ateş, kas ağrısı ve mide bulantısı ile ishal gibi gastrointestinal belirtiler sayılabilir (Khan vd. 2016). Listeriyosis, diğer bakteriyel gastrointestinal patojenlere göre, daha yüksek hastaneye yatış ve ölüm oranına sahiptir. Avrupa ve Kuzey Amerika'da, invaziv listeriyosis yılda 0,3-0,6 kişi/100.000 nüfusu etkilemektedir (Halbedel vd. 2020). Dünya çapında değerlendirildiğinde yılda 1 milyon kişide 0,1 ila 10 vakayla nispeten nadir görülen bir hastalık olmasına rağmen, enfeksiyonla ilişkili yüksek ölüm oranı *L. monocytogenes*'i önemli bir halk sağlığı sorunu haline getirmektedir. Enfeksiyon insanlar arasında, özellikle hamile kadınlardan doğmamış bebeklere de bulaşabilmektedir (Khan vd. 2016).

Listeriyosisin invaziv olmayan form ve invaziv form olmak üzere iki temel türü mevcuttur. İnvaziv olmayan listeriyosis (ateşli listeriyal gastroenterit), sağlıklı insanları etkileyen hafif bir hastalık türüdür. İshal, ateş, baş ağrısı ve kas ağrısı şeklinde belirtiler göstermektedir. Bu türden salgınlar genel olarak yüksek dozlarda *L. monocytogenes* içeren gıdaların yenmesi ile gerçekleşmektedir. İnvazif listeriyosis ise, hastalığın daha şiddetli bir şeklidir ve popülasyondaki hamile kadınlar, kanser tedavisi gören hastalar, AIDS ve organ nakli gerçekleştirilmiş bireyler, böbrek ve diyabet hastaları, 65 yaş üstündeki yaşlı bireyler ve bebekler dahil olmak üzere belirli yüksek risk gruplarını etkilemektedir. Semptomları arasında ateş, kas ağrısı, septisemi ve menenjit sayılabilir. Hastalık belirtileri genellikle bir-iki hafta içinde görülmekle birlikte, bu süre birkaç gün ile 90 gün arasında da değişebilir (Anonymous 2018c, Farber vd. 2021). Hamile kadınların, diğer sağlıklı yetişkinlere göre listeriyosise yakalanma olasılığı, yaklaşık 20

kat daha fazladır ve düşük/ölü doğum riski bulunabilmektedir (Anonymous 2018c, Valladares 2019).

L. monocytogenes'in enfeksiyon dozu, bireylerin immünolojik durumuna, suşun virülansına ve gıda maddesine bağlı olarak değişebilmektedir. Gıdaların >100 KOB/g düzeyinde *L. monocytogenes* kontamine olması ve bu kontamine gıdanın tüketilmesi listeriyosis salgınlarının ana sebebidir. Düşük seviyelerde *L. monocytogenes* ($<10^2$ KOB/g) ile kontamine gıdanın tüketilmesi durumunda, insanlarda klinik hastalıkların görülme olasılığı düşüktür. Ancak 10^2-10^4 KOB/g seviyelerinde kontamine olmuş gıdanın tüketilmesi özellikle bağışıklık sistemi baskılanmış bireylerde listeriyosis semptomlarının ağırlaşmasına neden olabilir. Ancak bununla birlikte, 1998 yılında yaşanan listeriyosis salgınında kontamine gıdada, <0,3 KOB/g düzeyinde *L. monocytogenes* tespit edilmiştir. Dolayısıyla enfektif doz kesin bir şekilde ifade edilememektedir (Välimaa vd. 2015, Matthews vd. 2017). EFSA (European Food Safety Authority=Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi) tarafından 2018 yılında yürütülen son kantitatif modellemede, invaziv listeriyozun %90'ından fazlasının >2000 KOB/g *L. monocytogenes* içeren tüketime hazır gıdaların tüketilmesi sonucunda görüldüğü rapor edilmiştir (Farber vd. 2021).

L. monocytogenes enfeksiyonları bazı ülkelerde rapor edilmesi zorunlu bir hastalıktır (Desai vd. 2019, Baba vd. 2021). Vaka sayılarının az olması, inkübasyon süresinin uzun olması (1-67 gün), kontamine gıda kaynaklarının çeşitli olması gibi sebeplerden dolayı, listeriyosis salgınlarının kontrol edilmesinde çoğu zaman zorluk yaşanmaktadır. Ayrıca, uzak mesafeli gıda ithalat bağlantıları, e-ticaret ve seyahat gibi nedenlerle listeriyosis salgınları coğrafi açıdan yayılım göstermekte ve yerel yetkililer tarafından salgının tanımlanması engellenebilmektedir (Halbedel vd. 2020).

Listeriyosis vakaları 1990 yılından günümüze kadar artan bir sayıda görülmeye başlanmıştır. *L. monocytogenes* suşunun olası bulaşma kaynakları arasında su ürünleri, süt ve süt ürünleri, et ve et ürünleri, sebzeler, taze meyveler ve meyve suları gibi birçok gıda ve özellikle tüketime hazır gıdalar sayılabilir (Iannetti vd. 2020). 1990'lı

yıllarda *Listeria* enfeksiyonlarından kaynaklanan salgınlar öncelikle şarküteri ürünleri ve sosisle ilişkilendirilirken, günümüzde çoğunlukla süt ve süt ürünleriyle ilişkilendirilmektedir. 2011 ile 2021 yılları arasında ise kavun, çiğ süt, peynir, marul ve/veya paketlenmiş salata, şarküteri ürünleri, haşlanmış yumurta, enoki mantarları ve dondurma, Amerika'da salgınlarla ilişkilendirilmiştir (Anonymous 2021b).

Gıda kaynaklı listeriyosisin onaylanmış ilk büyük salgını, 1983'te Kanada'da yaşanmış ve lahana salatasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Välimaa vd. 2015). CDC (Centers for Disease Control and Prevention= Hastalık Kontrol ve Korunma Merkezi) tarafından yayınlanan rapora göre, Amerika'da 2011 yılında kavunla ilişkilendirilen ve birçok eyalete yayılmış listeriyosis salgını toplam 147 vakaya ve 33 ölüme neden olmuştur. 2009-2012 yılları arasında da Portekiz'de toplamda 30 kişiyi etkileyen ve %36,7'lik ölüm oranına sebep olan listeriyosis salgınına, *L. monocytogenes* serogrup IVb içeren pastörize sütten üretilmiş peynirler sebep olmuştur (Magalhães vd. 2015). Danimarka'da ise 2013-2015 yıllarında insanlarda görülen listeriyosis salgınlarının kaynağı olarak füme balık ürünlerinin tüketimi gösterilmiş ve yaşanan iki salgında toplam 20 vaka tespit edilmiş olup, bunlardan 8 kişinin ölümü rapor edilmiştir (Lassen vd. 2016). 2012-2016 yılları arasında Çek Cumhuriyeti'nde hindi eti ürünleriyle bağlantılı yaşanan listeriyosis salgınında, 26 vaka ve 3 ölüm bildirilmiştir (Gelbíčová vd. 2018).

EFSA raporlarına göre 2012 yılında Avrupa Birliği'ne üye ülkelerde yaklaşık 1.640 listeriyosis vakası bildirilmiştir ve bu vakalarda ölüm oranı %17,8 olmuştur. 2017'de ise, yaklaşık 2.400 ve 2018 yılında ise 2.549 invaziv vaka rapor edilmiştir. Bu vakaların 229'u ölümle (%15,6) sonuçlanmıştır. Benzer şekilde 2019'da çoğunlukla 64 yaşın üzerindeki bireylerden oluşan toplam 2.621 vaka bildirilmiş ve ölüm oranı %17,6 olarak rapor edilmiştir (EFSA 2019). Son yıllarda dünya çapında kaydedilen en büyük ve en ölümcül listeriyosis salgını Güney Afrika'da, Ocak 2017-Temmuz 2018 tarihleri arasında yaşanmıştır. Polony olarak adlandırılan tüketime hazır et ürünlerinin tüketimiyle bağlantılı bulunan salgında, NICD (National Institute for Communicable Diseases= Ulusal Bulaşıcı Hastalıklar Enstitüsü) tarafından 1060 laboratuvar onaylı listeriyosis vakası ve 216 ölüm rapor edilmiştir (Kaptchouang Tchatchouang vd. 2020). Çizelge 2.6.'da yakın tarihte yaşanmış bazı salgınlar özetlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 2.6 2015- 2021 yılları arasındaki dünya çapında yaşanan listeriyosis salgınları

Yıl	Ürün	Vaka Sayısı	Ölüm	Ülke	Kaynak
2021	Queso Fresco	13	1	ABD	Anonymous 2021a
2020	Şarküteri Etleri	12	1	ABD	Anonymous 2020a
	Enoki Mantarları	36	4	ABD	Anonymous 2020b
2019	Haşlanmış Yumurta	8	1	ABD	Anonymous 2019a
	Doğranıp Pişirilmiş Tavuk	24	2	ABD/ Kanada	Anonymous 2019b
	Dilimlenmiş et ve peynir şarküteri ürünleri	10	1	ABD	Anonymous 2019c
	Dondurulmuş Domuz Eti Kavurması	222	9	İspanya	Anonymous 2019d
	Tüketime Hazır Sandviçler	9	7	Birleşik Krallık	Anonymous 2019e
	Tüketime Hazır Et Ürünleri	19		Avrupa Birliği	EFSA 2019
2018	Karaciğer Ezmesi	13	0	Avusturya	Cabal vd. 2019
	Domuz Eti Ürünleri	4	0	ABD	Anonymous 2018a
	Jambon	4	1	ABD	Anonymous 2018b
	Dondurulmuş Sebzeler	47	9	Avrupa Birliği	EFSA 2019
2017	Çiğ Yumuşak Süt Peyniri	8	2	ABD	Anonymous 2017a
	Tüketime Hazır Et Ürünü Polony	1060	216	Güney Afrika	WHO 2019
2016	Dondurulmuş Sebzeler	9	3	ABD	Anonymous 2016a
	Çiğ Süt	2	1	ABD	Anonymous 2016b
	Paketlenmiş Yeşil Yapraklı Salatalar	19	1	ABD	Anonymous 2016c
2015	Yumuşak Peynirler	30	3	ABD	Anonymous 2015a
	Dondurma	10	3	ABD	Anonymous 2015b

2.5 *Listeria* spp. İçin Yasal Düzenlemeler

L. monocytogenes' in minimum enfeksiyon dozu, gıdanın gramı başına en az 100 KOB/g olmasına rağmen, olası ciddi sonuçlar göz önüne alındığında, Amerika, Birleşik Krallık, Avustralya ve Çin dahil birçok ülke, risk profillerine bakılmaksızın tüm tüketime hazır gıdalar için sıfır tolerans yaklaşımını benimsemiştir. 25 g'lık tüketime hazır gıdada *L. monocytogenes* bulunmasına izin verilmemektedir (Feng vd. 2020, Farber vd. 2021). Dünyadaki birçok ülke, bu patojenin gelişimini desteklemeyen düşük riskli gıdalarda minimum 100 KOB/g *L. monocytogenes* bulunmasını tolere etmektedir. Duyarlı bireylere yönelik gıdalarda (bebek gıdaları ve özel tıbbi amaçlı gıdalar) ise, kesinlikle *Listeria* spp. bulunması istenmemektedir. Diğer gıdalarda ise *L. monocytogenes* miktarı belirlenmiş raf ömrü boyunca, sayı kesinlikle 100 KOB/g'ı aşmamalıdır (Matthews vd. 2017).

Ülkemizde geçerli olan, Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliğine göre tüm gıda numunelerinin 25 gramında *L. monocytogenes* bulunmasına izin verilmemekteyken, 2011 yılındaki yılında yapılan tebliğ değişikliği ile çiğ et ürünlerinde *L. monocytogenes* kontrolü kaldırılmıştır (Halkman vd. 2019).

2.6 Gıdalarda *Listeria* spp.'nin Tanımlanması

L. monocytogenes'in gıda kaynaklı bir patojen olarak tanınmasından bu yana, izolasyon ve tanımlama için uygun yöntemlerin geliştirilmesinde hızlı ilerlemeler kaydedilmiştir (Gasanov vd. 2005). Bir gıda numunesinde patojenik olmayan *Listeria* spp. türlerinin çok fazla gelişmesi ve özellikle *L. innocua* ve *L. monocytogenes*'in varlığının bu türler tarafından maskelenmesi sonucu yanlış negatif sonuçlar elde edilebilmektedir (Besse vd. 2010, Välimaa vd. 2015). *L. monocytogenes* suşlarının virülans ve patojenik özellikleri suştan suşa farklılık gösterebildiğinden, *L. monocytogenes* suşlarının patojenik potansiyelini doğru ve hızlı şekilde belirlemek listeriyosisin yayılmasını da sınırlamak bakımından önemlidir (Liu 2006).

Gıdalardaki *L. monocytogenes*'in izolasyonu ve tespiti genellikle ISO (The International Organization for Standardization=Uluslararası Standartlar Organizasyonu) (ISO 11290), FDA (U.S. Food and Drug Administration= ABD Gıda ve İlaç Dairesi) ve USDA (The United States Department of Agriculture=ABD Tarım Bakanlığı) tarafından onaylanan yöntemler kullanılarak gerçekleştirilir**.** Yöntem seçimi gıda matriksine bağlıdır. Bu yöntemlerde genel olarak çeşitli zenginleştirme sıvı besiyerleri kullanılabilmesine rağmen, *L. monocytogenes*'in saptanması için yalnızca sınırlı seçici/diferansiyel agar ortamları kullanılmaktadır (Jamali vd. 2013).

2.6.1 Biyokimyasal tanımlama

Listeria spp. türleri, birçok morfolojik ve biyokimyasal özelliği bakımından birbirleriyle yakın ilişkili bakterilerdir. Katalaz pozitif, indol ve oksidaz negatif olmasının yanı sıra *Listeria* spp. türleri, eskulini hidrolize edebilir, ancak üreyi hidrolize edemezler. Bu ortak biyokimyasal özellikler, *Listeria* spp. türlerinin diğer bakterilerden ayrıştırılması için sıklıkla kullanılmıştır. Öte yandan *Listeria* spp., türe özgü tanımlama için faydalı olabilecek farklı biyokimyasal özelliklere de sahiptir. Tanımlamada kullanılan diğer reaksiyonlar ise hemoliz reaksiyonu, L-ramnoz, D-ksiloz ve α -metil-D-mannositten asit üretme yetenekleri sayılabilir (Liu 2006). Çizelge 2.7'de bu reaksiyonlar ve *Listeria* spp. türlerinin bu reaksiyonlara verdikleri yanıtlar özetlenmiştir (Gasanov vd. 2005, Anonymous 2017b).

Listeria spp. izolasyonu amacıyla çeşitli kurumlar tarafından önerilen yöntemlerin hepsinde, farklı selektif zenginleştirme sıvı besiyerleri kullanılmaktadır. Bu besiyerleri arasında Buffered *Listeria* Enrichment broth, Fraser broth ve University of Vermont Medium (UVM) *Listeria* Enrichment broth sayılabilir (Law vd. 2015). Bu protokoller ön zenginleştirme işlemleri ile yürütülse de son aşamada selektif katı besiyerlerinden izole edilerek seçilen muhtemel 5 *Listeria* spp. kolonisine biyokimyasal, fizyolojik ve moleküler testler gibi bir takım doğrulama ve tür belirleme testleri yapılmaktadır (Şanlıbaba ve Uymaz 2015).

Çizelge 2.7 *Listeria* spp. tanımlanmasında tercih edilen biyokimyasal reaksiyonlar

Biyokimyasal Özellikler	*L. monocytogenes*	*L. ivanovii*	*L. innocua*	*L. welshimeri*	*L. seeligeri*	*L. grayi*
β-Hemoliz	+	+	-	-	+	-
Virülans	+	+	-	-	-	-
Katalaz	+	+	+	+	+	+
Oksidaz	-	-	-	-	-	-
D-mannitol	-	-	-	-	-	+
L-ramnoz	+	-	+/-	+/-	-	+/-
D-ksiloz	-	+	-	+	+	-
α-metil D-mannosit	+	-	+	+	-	+

2.6.2 Moleküler tanımlama

Moleküler biyolojik tekniklerde son yıllarda kaydedilen gelişmeler nedeniyle, gıdalarda bulunan bir patojenin nükleik asit bazlı moleküler yöntemlerle tespiti fenotipik yöntemlere kıyasla hem daha doğru ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilirken, hem de güvenilir sonuçlar elde edilmektedir. *L. monocytogenes*'in tespiti ve tanımlanması için PCR (Polymerase Chain Reaction= Polimeraz Zincir Reaksiyonu), qPCR (Real Time Polymerase Chain Reaction= Gerçek Zamanlı Polimeraz Zincir Reaksiyonu), NASBA (Nucleic Acid Sequence-Based Amplification= Nükleik Asit Sekansına Dayalı Amplifikasyon), LAMP (Loop-mediated Isothermal Amplification= Döngü Aracılı İzotermal Amplifikasyon), DNA mikrodizisi ve ayrıca NGS (Next-Generation Sequencing= Yeni Nesil Sıralama) gibi çeşitli moleküler yöntemler mevcuttur (Law vd. 2015).

2.7 Biyokontrol Uygulamaları

Son yıllarda tüketici taleplerinde gözlemlenen değişimler, gıdaların korunmasında kullanılan geleneksel yöntemlere alternatif yeni teknolojilerin geliştirilip kullanılmasını

zorunlu kılmaktadır. Gıdaları muhafaza amacıyla geliştirilen bu alternatif teknolojilerden olan biyokontrol uygulamaları, ürünün hijyenik kalitesini arttırmakta ve özellikle çabuk bozulan gıdaların dayanım süresini uzatırken, tat ve koku bakımdan tüketici tarafından algılanabilir bir etki oluşturmamaktadır. Bu amaca yönelik olarak gıdalarda biyokontrol uygulamalarında bakteriyosin ve bakteriyofaj (faj) yaygın olarak uygulanmaktadır (Şanlıbaba ve Uymaz 2015, Altuntaş ve Korukluğlu 2018).

2.7.1 Bakteriyosin uygulamaları

Bakteriyosinler, laktik asit bakterilerinin (LAB) çeşitli üyeleri tarafından üretilen antimikrobiyel proteinlerdir. Etki tarzlarının yalnızca Gram pozitif bakterileri etkilediği düşünülse de Gram negatif bakteriler üzerinde de antimikrobiyel etkiye sahiptir. Bakteriyosinler çoğunlukla hedef bakterilerin hücre zarında gözenek oluşturarak hasara ve sitoplazmik membranında değişimlere yol açarlar. Dolayısıyla membranda geçirgenliğin artması sonucunda iyon ve moleküllerin hücre dışına sızması kaçınılmaz hale gelmektedir (Abdelhamid ve El-Dougdoug 2020). Bakteriyosinler hücre duvarı sentezinin inhibisyonu, hücrede hem DNaz hem de RNaz aktivitesinin inhibisyonu ve genel olarak hedef hücrenin membranında gözenekler oluşturmak suretiyle birkaç farklı antimikrobiyel etki mekanizmasına sahiptirler. LAB tarafından üretilen bakteriyosinler, *L. monocytogenes*'in biyokontrolünde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Antilisterial aktivite gösteren bakteriyosinlerin başında *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* tarafından sentezlenen nisin gelmektedir (Jordan vd. 2015). Pediyosin ve enterosin gibi diğer bakteriyosinler de gıda biyokoruyucuları olarak *L. monocytogenes*'e karşı antimikrobiyel etki spektrumuna sahiptirler (Magalhães vd. 2014, Jordan vd. 2015).

Nisin, 34 amino asitten oluşan ve bazı *Lactococcus lactis* suşları tarafından üretilen antimikrobiyel bir peptittir. Avrupa Birliği'nde E-234 kodlu bir gıda katkı maddesi olarak onay almıştır. *Enterococcus, Staphylococcus, Bacillus cereus, Lactobacillus, Leuconostoc, L. monocytogenes, Clostridium botulinum, Cl. sporogenes, Micrococcus* ve *Pediococcus*'un dahil olduğu Gram pozitif bakterilere karşı yüksek antimikrobiyel etkiye sahiptir. Gram negatif bakterilere karşı ise, dış membranları nisinin sitoplazmik zara

erişimine izin vermediğinden inhibe edici etkisi zayıftır. Nisinin bakterisidal mekanizmalarından biri, membrandaki proton hareket kuvvetini ve pH dengesini bozan gözenekler oluşturarak hücre içi iyonların hücre dışına sızmasına sebep olması ve ATP hidroliziyle hücrenin ölümüne neden olmasıdır. Bir diğer etki mekanizması ise, hücre duvarı biyosentezine müdahale edip peptidoglikan sentezlenmesini engelleyerek hücre ölümüne neden olmasıdır (Villalobos-Delgado vd. 2019, Batiha vd. 2021). Nisin aktivitesi, sıvı gıdalarda homojen bir dağılım sağlanabildiğinden katı gıdalara göre daha yüksek olmaktadır. Nisinin antilisteriyal etkisi konserve gıdalar, et, balık, süt ve ürünleri, sıvı yumurta gibi birçok farklı gıda ürünlerinde gösterilmiştir (Batiha vd. 2021). Taze peynir üretiminde *L. monocytogenes* biyokontrolü amacıyla yapılan bir çalışmada, peynirin 7 günlük depolama süresi sonunda *L. monocytogenes* sayısında yaklaşık olarak 2 log birimlik azalma tespit edilmiştir (Kondrotiene vd. 2018). Bhatti vd. (2004) tarafından taze, pastörize ve homojenize süt örnekleri kullanılarak yapılan bir başka çalışmada ise, nisinin farklı dozları (0-500 IU/mL) 10^4 KOB/mL düzeyindeki *L. monocytogenes*' in Scott A suşuna karşı denenmiştir. Yağsız sütte 250 IU/mL nisin uygulanması sonucunda 5°C'de 12 gün sonunda *L. monocytogenes* sayısında <10 KOB/mL'lik bir azalma tespit edilmiştir. Yağlı ve tam yağlı sütlerde ise, ilk düşüşün ardından patojen sayısının yeniden arttığı gözlemlenmiştir. Araştırıcılar sütün yağ miktarındaki artışa bağlı olarak nisinin antilisteriyal aktivitesinin azaldığını bildirmişlerdir.

Pediyosin, LAB'ın bir üyesi olan *Pediococcus* spp. cinsi bakterilerden *Pediococcus acidilactici* ve *P. pentosaceus* tarafından üretilmektedir. *L. monocytogenes, Enterococcus faecalis, Staphylococcus aureus* ve *Cl. perfringens* gibi patojen mikroorganizmalara karşı inhibe edici etkiye sahiptir. Pediyosin hedef mikroorganizmanın sitoplazmik membranında porlar oluşturmakta ve membranı geçirgen hale getirerek hücre içi iyonların ve küçük moleküllerin hücre dışına sızmasına neden olmaktadır. Buna bağlı olarak enerji üreticisi konumundaki proteinlerin de inhibisyonu söz konusudur (Villalobos-Delgado vd. 2019, Batiha vd. 2021). GRAS (Generally Recognized as Safe= İnsan ve hayvan tüketiminde güvenilir) statüsüne sahip olup; fermente sosisler, sebzeler ve süt ürünleri üzerinde yapılan çalışmalarla antilisteriyal etkisi ortaya konmuştur (Batiha vd. 2021).

2.7.2 Bakteriyofaj uygulamaları

Bakteriyofajlar veya fajlar, hedef bakterileri spesifik olarak enfekte edebilen ve çoğalabilen virüslerdir. Son yıllarda antibiyotiklere dirençli bakterilerin gelişmesi ile birlikte; bakteriyofajlar insanlarda, hayvanlarda ve bitkilerde bakteriyel hastalıkların tedavisi için potansiyel antimikrobiyeller olarak değerlendirilmektedir. Gıda kaynaklı patojenleri hedefleyen virülan bakteriyofajların kullanımı da giderek artmakta ve bu durum doğal ve yeşil gıda güvenliği stratejisi olarak kabul edilmektedir (Lasagabaster vd. 2020).

L. monocytogenes'e özgü bakteriyofajlar esas olarak dışkı, atık su, mezbaha atıkları, toprak, çiftlikler, su ürünleri ve kanalizasyon dahil olmak üzere çevresel ve diğer gıda dışı kaynaklardan sıklıkla izole edilmektedir. Günümüzde yaklaşık 500'den fazla *Listeria* bakteriyofajı izole edilmiştir. Ancak bunların çoğunun moleküler ve genetik seviyede tanımlamaları yapılmamıştır (Şanlıbaba ve Uymaz 2015). Tüm virülan listeriyal fajların, *L. monocytogenes* serotiplerinden başlıcalarını (1/2a, 1/2b, 1/2c, 4a, 4 ab, 4b, 4c, 4d, 4e) ve *Listeria innocua* serotiplerini enfekte edebildiği bildirilmesine karşın; *L. monocytogenes* serotiplerinden 3a, 3b ve 3c ile *Listeria grayii*, *L. rocourtii* ve *L. marthii*'yi etkileyebilen hiçbir listeriyal faj izole edilememiştir (Şanlıbaba ve Uymaz 2015, Lasagabaster vd. 2020).

Bakteriyofajlar gıdalardaki aroma ve besleyici değerleri etkilemediğinden, *L. monocytogenes*'in biyokontrolünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bakteriyofajlar hedef konakçı bakteriye karşı özgüllük sergilediklerinden dolayı, gıda proseslerinde kullanımları güvenilir olarak kabul edilmektedir. *L. monocytogenes*'e karşı antilisteriyal etkinliği FDA tarafından 2006 yılında onaylanan ListexP100 fajı, peynirlerde koruyucu olarak bazı ülkelerde kullanılmaktadır (Magalhães vd. 2014, Jordan vd. 2015, Şanlıbaba ve Uymaz 2015). *L. monocytogenes* 1/2a, 1/2b ve 4b serovaryetelerine karşı ListexP100 faj preparatı %95 oranında etkinlik göstermiştir. FDA tarafından yine 2006 yılında ListShield, tüketime hazır gıdalarda *L monocytogenes* kontrolünde gıda katkı maddesi olarak onay almış ve GRAS statüsünü kazanmıştır (Jordan vd. 2015). Amerika, Kanada ve Avustralya'da kullanılmakta olup, faj preparatları aynı zamanda makine ve

ekipmanların bu patojenden arındırılması amacıyla da kullanılmaktadır (Altuntaş ve Korukluoğlu 2018).

Soni vd. (2014) tarafından tütsülenmiş somon balığında P100 fajı, nisin ve laurik arjinatın tek tek ve birlikte kombine edilerek kullanıldığı bir çalışmada, P100 fajının 24 h'lik uygulaması sonucunda 4°C'de 2,5 KOB/mL ve 30°C'de 4,4 KOB/mL'lik patojen sayısında azalma olduğu saptanmıştır. 500-5000 ppm aralığında nisinin 4 h'lik uygulamasıyla, 4 ve 30°C'de 4-5 log KOB/mL *L. monocytogenes* sayısında azalma görülmüştür. Nisin ve P100 fajının birlikte kombine halde kullanılması durumunda ise, 4°C'de 24 h'lik süre sonunda *L. monocytogenes* sayısı 3,5 log KOB/mL'den tespit edilemeyecek sayıya düşürülmüştür. Benzer şekilde, yemeye hazır domuz jambonu dilimlerindeki *L. monocytogenes*'i inhibe etmek için P100 fajı, nisin ve sodyum laktat ayrı ayrı ve kombine bir şekilde denenmiştir. P100 fajının *L. monocytogenes*'i 72 h sonunda tespit edilemeyecek seviyelere düşürerek, en etkili uygulama olduğu araştırıcılar tarafından bildirilmiştir. Nisin uygulaması ile hücrenin başlangıç yoğunluğu önemli ölçüde azalırken, ilerleyen süreçte nisinin antilisteriyal etkisinde azalma olduğu belirtilmiştir (Figueiredo ve Almeida 2017). Axelsson vd. (2020), Norveç'te geleneksel olarak üretilen fermente balık ürününe fermantasyondan önce P100 fajı inoküle etmişlerdir. Daha sonra *L. monocytogenes* ile aşılanmış balıklarda fermantasyon süresi boyunca ortalama 0,9 log KOB/g düzeyinde bir azalma oluştuğu bildirilmiştir.

2.7.3 Doğal antimikrobiyel ajanlar

Tüketime hazır gıdaların mikrobiyel açıdan güvenliği halk sağlığı açısından önem arz etmektedir. *L. monocytogenes* birçok stres koşulları altında dahi canlılığını sürdürebilen bir patojendir. Bu bakterinin çiğ tüketilen ve buzdolabında muhafaza edilen gıdalarda dahi kontaminasyona neden olması dikkate alınması gereken bir konudur (Ramos vd. 2014). Tüketicinin kimyasal ajanlara karşı artan endişesi nedeniyle, doğal antimikrobiyel ajanlara olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Doğal antimikrobiyeller arasında sirke, karbonat ve limon suyu gibi ev ortamında rahatlıkla temin edilebilecek kimyasallar sayılabilir. Sirke ve limon suyunun antimikrobiyel özellikleri genellikle sırasıyla asetik

asit ve sitrik asit içerikleri ile ilişkilidir. pH<4,6 olduğu koşullarda birçok patojenik organizmanın büyümesi engellendiğinden, pH değeri 2-3 aralığında olan bu organik asitler genellikle koruyucu olarak gıdalara eklenmektedir (Fong vd. 2011). Nötr bir çözelti içindeki sodyum bikarbonatın pH değeri maksimum 8,34'e yakın bir seviyede dengelendiği için, pH değeri 9-10'a kadar olan ortam koşullarında çoğalabilen çoğu gıda kaynaklı mikroorganizmanın gelişiminin engellenmesinde yetersiz kalmaktadır. Ancak kimyasal özelliklerinin mutfak yüzeylerinin temizliğinde etkili olabileceğini öneren çalışmalar da mevcuttur (Yang vd. 2009, Fong vd. 2011).

Çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre antimikrobiyel etkinlik sıralaması; sirke> limon suyu> sodyum bikarbonat şeklindedir. *Shigella sonnei, Salmonella* spp., *Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa* ve *Yersinia enterocolitia* gibi Gram negatif bakteriler, *Staphylococcus aureus* ve *L. monocytogenes* gibi Gram pozitif bakterilere kıyasla organik asitlere (asetik asit, sitrik asit) karşı daha duyarlıdır. Gram pozitif bakterilerin hücre duvarı yapısının, organik asitlerin difüzyonla hücre içine girerek antimikrobiyel etki göstermesini engellediği düşünülmektedir (Fong vd. 2011).

2.7.3.1 Sirke

Birçok kültürde sirkenin kullanımı çok eski zamanlara dayanmaktadır. Mısırlıların, Sümerlerin ve Babillilerin, arpa ve her türlü meyveden sirke yapma konusunda tecrübe ve teknik bilgiye sahip oldukları belgelenmiştir. Eski Yunan ve Roma'da çok sayıda hastalığa karşı ilaç olarak kullanımının yaygın olduğu bilinmektedir. Asya'da, sirkeye dair ilk kayıtlar Zhou hanedanlığına (MÖ 1027-221) kadar dayanmaktadır (Solieri ve Giudici 2009). Uzak doğu ülkelerinin bazılarında (Çin, Kore ve Japonya gibi) sağlıklı bir içecek olarak kabul edilmektedir. Günümüzde sirke, gıdalarda tatlandırıcı ya da koruyucu ajan olarak sıklıkla kullanılmaktadır (Giudici vd. 2015).

Sirke, meyve ve sebzelerin içeriğindeki karbonhidrat kaynaklarının önce mayalar ve sonrasında bakteriler tarafından bir takım değişime uğratılmasıyla elde edilen ve ekşi tada sahip bir sıvıdır. İki aşamadan oluşan bu fermantasyon sürecinde çoğunlukla

Saccharomyces türlerinden oluşan mayaların, anaerobik ortam içerisindeki karbonhidrat kaynaklarını etanol ve CO_2'ye dönüştürmesi sağlanır.

$$C_6H_{12}0_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

Ardından oluşturulan etil alkol *Acetobacter aceti*, *A. pastorianus* ve *A. hansenii* gibi asetik asit bakterileriyle aerobik bir ortamda asetik asit ve suya dönüştürülmektedir (Öztürk vd. 2015, Santos vd. 2019).

$$C_2H_5OH \rightarrow CH_3COOH + H_2O$$

Sirkenin tanımı ülkeler arasında farklılık göstermektedir. FAO/WHO sirkeyi tanımlarken, "İnsan tüketimine uygun şeker veya nişasta içeren ürünlerin iki basamaklı özel fermantasyonuyla üretilen sıvı" ifadesini kullanmaktadır. Ayrıca ürünün son halinde etanol içeriğinin şarap sirkesinde %0,5'ten az, diğer sirkelerde ise %1'den az olma şartı aranmaktadır. Avrupa Birliği ülkelerinde sirkenin etanol içeriği maksimum %0,5 ve asitliği ise minimum %5 olmak üzere hem asitlik hem de etanol içeriğine limit getirilmiştir. Şarap sirkesinin asitliği en az %6 (m/v) asetik asit ve izin verilen maksimum kalıntı etanol içeriği ise %1,5'tir (Giudici vd. 2015, Mas vd. 2016). Ülkemizde ise yürürlükte olan TS 1880 EN 13188 sirke standardı; ''Tarım kökenli sıvılar veya diğer maddelerden, iki aşamalı alkol ve asetik asit fermantasyonuyla, biyolojik üretilen kendine özgü ürün'' şeklinde tanımlanmıştır (Bozdemir vd. 2021). Türkiye'de üretilen sirkelerde toplam asit içeriğinin (suda serbest asetik asit cinsinden) 40 g/L'den az, şarap sirkelerinde 60 g/L'den az olmaması gerekmektedir (Şengün ve Kılıç 2018).

Tüketicilerin sağlıklı gıdalara yöneliminin artmasına paralel olarak günümüzde farklı bileşenlerden üretilen sirke çeşitliliği de artmıştır. Sirke fenoller, flavonoidler ve organik asitler gibi biyoaktif bileşikler açısından zengin doğal bir üründür. Sirke içeriğinde bulunan çeşitli biyoaktif bileşenlerin insan sağlığına yararlı etkileri bulunmaktadır. Üretimde kullanılan hammaddeye göre, biyoaktif bileşenler de değişkenlik

göstermektedir. Dolayısıyla sirke çeşitleri birbirlerine farklı derecelerde üstünlük kurabilmektedir (Bozdemir vd. 2021, Ousaaid vd. 2021). Örneğin elma sirkesinde asetik asit ve malik asit baskın iken, üzüm sirkesinde asetik asit ve tartarik asit baskın organik asittir (Budak 2010).

Sirkeler, kullanılan hammaddeye veya üretim sistemlerine göre sınıflandırılabilir. Hammaddelerine göre; meyve sirkeleri (çoğunlukla üzüm ve elma), tahıl sirkeleri (malt, pirinç sirkesi), alkol sirkeleri ve hayvansal kaynaklı ürünlerden üretilen sirkeler (bal gibi) şeklinde sınıflandırılır. Farklı meyve, çiçek, baharatların kokuları veya konsantrelerinin ilavesiyle üretilen aromalı sirkeler bazı ülkelerde sirke olarak kabul edilmemektedir (Mas vd. 2016). Ayrıca sirkelerin tadı üzerinde etkisi olan organik asitler bulunur. Asetik asit, sirkelerdeki ana organik asittir. Bununla birlikte tartarik asit, formik asit, laktik asit ve malik asit gibi diğer asitler de meyve sirkelerinde bulunmaktadır (Kelebek vd. 2017).

Seyreltilmiş organik asitler ve sirke gibi yüksek asitliğe sahip sıvılar, asitlik seviyelerine bağlı olarak mikrobiyel büyümeyi veya canlılığı engelleyebilir. Önemli miktarda asetik asit içeren sirkelerin bakteri ve mantarlara karşı güçlü antimikrobiyel aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir (Öztürk vd. 2015). Organik asitlerin kullanımı, taze sebzelerin güvenliğini artırmak için önemli bir araçtır. Nastou vd. (2012) tarafından salatalık, marul, maydanoz üzerine inoküle edilen *L. monocytogenes* bakterisine karşı ev tipi dezenfeksiyon metotlarının etkinliği incelenmiştir. Kontamine edilmiş gıda örnekleri 5 dk, 10 dk, 15 dk, 20 dk, 25 dk ve 30 dk süreyle %0,5, %1, %1,5 ve %2 konsantrasyonlarındaki asetik asit çözeltilerine daldırılmıştır. Asetik asidin dekontaminasyon etkinliğinin sebzeye göre değişkenlik gösterdiği ve sebzelerin 10 dakikadan fazla süreyle muamele edilmesinin antimikrobiyel etkinlik üzerinde büyük bir fark oluşturmadığı belirtilmiştir. Marulda 1 log KOB/cm^2 düzeyindeki azalmaya %1'lik asetik asit çözeltisi kullanılarak ulaşılmış ve bu konsantrasyona paralel olarak inhibisyon etkisinin arttığı (1,6 log KOB/cm^2) belirtilmiştir. Salatalıkta %1 konsantrasyonda 0,7 log KOB/cm^2 azalma görülürken, artan konsantrasyona orantılı olarak antimikrobiyel etkinin arttığı ve maksimum 1,5 log KOB/cm^2 azalma olduğu görülmüştür. Maydanozda %0,5 konsantrasyonda 1,2 log KOB/cm^2 ve %2 konsantrasyonda maksimum 2,6 log KOB/cm^2 azalma olduğu kaydedilmiştir.

Elma (*Malus domestica*), hem meyve olarak hem de endüstriyel bakımdan dünyada en çok tüketilen meyvelerden birisidir. İçeriğindeki vitamin, mineral, organik asitler ile antioksidan kapasitesinin fazla olması nedeniyle, suyundan veya konsantrasyonundan üretilen sirkenin de besin değeri yüksektir. Elma sirkesinin asetik asit değeri ülkeden ülkeye değişmekle beraber, ABD'de minimum %4 sınırı getirilmiştir. Kullanılan hammadde ve işleme metodu gibi değişkenlerden etkilendiğinden, elma sirkesi bileşimi kapsamlıca henüz tam olarak ortaya konulamamıştır. Mevcut literatüre göre, elma sirkelerinin asetik asit dışındaki başlıca uçucu bileşenleri arasında; asetaldehit, etil format, etil asetat, etanol, izobütanol, 2-metilbütanol, 2-bütanol, izobütil asetat, asetoin, izopentanol ve 2-pentiletanol, karbonil esterler ve alkoller de bulunmuştur (Solieri ve Giudici 2009).

Yagnik vd. (2018) tarafından elma sirkesinin *E. coli, S. aureus* ve *C. albicans* bakterilerine karşı antimikrobiyel etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada; sirke numunesi saf halde, 1/2, 1/10 ve 1/25 seyreltme oranlarında uygulanmıştır. 37°C'de 24 saat inkübasyon sonunda ölçülen inhibisyon bölgesi zon çaplarına göre *C. albicans* sadece saf elma sirkesinde (10-12 mm); *S. aureus* saf elma sirkesinde (20-25 mm) ve 1/2 seyreltilmiş sirkede (15 mm); *E. coli* ise saf elma sirkesinde (25-30 mm), 1/2 seyreltilmiş sirkede (10-15 mm), 1/10 seyreltilmiş sirkede (5-10 mm) ve 1/25 seyreltilmiş sirkede (1-5 mm) inhibisyon oluşturmuştur.

Kalaba vd. (2019) tarafından, geleneksel olarak üretilen elma sirkesinin bakterisidal veya bakteriyostatik aktivite gösterip göstermediğini araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada elde edilen sonuçlara göre; sirkenin *Enterobacter cobei, Enterobacter cloacae, S. aureus* ve *E. coli* test mikroorganizmalarına karşı antibakteriyel aktivitesi doğrulanmıştır. Bakteri türüne bağlı olarak ölçülen inhibisyon zon çapları 11,33-14 mm aralığında değişmiştir. Elma sirkesinin *E. cobei* ve *S. aureus*'a karşı %100 bakterisidal aktivite, *E. coli*'ye karşı %100 bakteriyostatik aktivite, *E. cloace*'ye karşı %66,66 bakterisidal ve %33,33 bakteriyostatik aktivite gösterdiği bildirilmiştir.

Fas'ın farklı bölgelerinde üretilmiş olan 7 elma sirkesi numunesinin antibakteriyel aktivitelerini inceleyen çalışmada ise, pH (3,18–3,83) değeri ile ve asitlik (0,24–5,6)

değerleri arasında antibakteriyel aktivite bakımından güçlü bir korelasyon gözlenmiştir. *Escherichia coli* ATB: 87, *Escherichia coli* ATB: 57, *E. coli* ATB: 97, *Staphylococcus aureus* ve *Pseudomonas aeruginosa* gibi test edilen patojenlere karşı kuyu difüzyon metodu kullanılarak elde edilen sonuçlara göre; 15,65- 27,65 mm arasında değişen inhibisyon zon çapı elde edilmiştir. Bir numune dışında diğer tüm sirkeler test mikroorganizmalarına karşı etki göstermiştir. Elma sirkesine en duyarlı suş *Staphylococcus aureus* iken, en az duyarlı olan suş *Pseudomonas aeruginosa* olmuştur (Ousaaid vd. 2021).

Üzüm (*Vitis vinifera* L.), gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan, dünyanın birçok bölgesinde yetiştirilen bir meyvedir. Çoğunlukla taze veya kurutularak yenilmekte, ayrıca meyve suyu, şarap ve sirke olarak da işlenmektedir (Antoniewicz vd. 2020).

Kelebek vd. (2017) tarafından elma ve üzüm sirkelerinin *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *E. coli* ATCC 25922 ve *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 test mikroorganizmaları üzerindeki antimikrobiyel etkileri incelenmiştir. Üzüm sirkesinin elma sirkesinden daha yüksek antimikrobiyel ve antioksidan aktivite gösterdiği belirtilen araştırmada kullanılan sirkelerin antimikrobiyel aktivitelerinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Ölçülen en büyük inhibisyon çapı *S. aureus* suşunda 13,33 mm, *E. coli* suşunda 14,67 mm ve *Pseudomonas aeruginosa* suşunda ise 15,50 mm olduğu görülmüştür.

Antoniewicz vd. (2020) tarafından, beyaz ve kırmızı üzüm çeşitlerinden iki farklı prosedür (birinci prosedürdeki fermantasyon işleminde meyve ve damıtılmış su 1:1 oranında hazırlanırken; ikinci prosedürde 1:1 karışıma ilave olarak %7 sofra şekeri çözeltisi eklenmiştir) uygulanarak hazırlanan sirkelerinin *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Escherichia coli* ATCC 25922 ve *Candida albicans* ATCC 10231 test suşlarına antimikrobiyel etkileri incelenmiştir. İncelenen sirkeler antimikrobiyel özellikler, antioksidan kapasite ve toplam fenolik içerik bakımından farklılık göstermiş ve bu farklılık proseste kullanılan üzüm çeşidiyle güçlü bir şekilde ilişkili bulunmuştur. Şeker ilavesi, sirke örneklerinin antioksidan kapasitesinde önemli farklılıklara neden olmuştur.

Böğürtlen meyveleri (*Rubus fruticosus*) en çok taze ve dondurulmuş olarak tüketilen meyveler olmakla birlikte gıda endüstrisinde meyve suları, şuruplar, reçel, jöle, sirke üretimi için çok önemli bir hammadde olarak da kullanılabilir (Paunović vd. 2016). Kuşburnu (*Rosa canina* L.) ise, *Rosaceae* ailesindendir. İnsan sağlığı üzerinde olumlu etkileri görülen zengin bir biyoaktif bileşen kaynağı olan kuşburnu; karotenoidler, flavonoidler ve C vitaminince zengindir. Zengin biyoaktif bileşiklerinden dolayı çeşitli hastalıklarının tedavisinde ve gıda endüstrisinde marmelat, nektar, reçel, sirke yapımında kullanılmaktadır (Paunović vd. 2019, Sarıcaoğlu vd. 2019).

Bakır vd. (2017) tarafından elma, üzüm, nar, balzamik, gilaburu, böğürtlen, limon, kuşburnu, dut, kayısı, pirinç, hurma, yaban mersini, alıç ve enginar sirke çeşitlerinden oluşan 18 sirke numunesinin antioksidan özelliği ve antimikrobiyel aktivitelerinin incelendiği bir çalışmada, elde edilen sonuçlara göre balzamik sirkesinin en yüksek flavonoid (96 ± 18 mg CE/100 mL), fenolik bileşik (255 ± 24 mg GAE/100 mL) ve antioksidan içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir. Tüm sirke örneklerinin antimikrobiyel yetenekleri disk difüzyon metodu ile *Salmonella typhimurium* ATCC 14028, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 ve *Escherichia coli* ATCC 25922 suşları üzerinde incelenmiştir. Test edilen bakterilere karşı sirkelerin inhibisyon bölgelerinin çapı 8,58 – 15,81 mm arasında değişen düzeylerde ölçülmüş ve bu sonuçların kısmen asetik asit içeriği, pH değerleri ve fenolik içerikler ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Aynı zamanda endüstriyel olarak üretilen sirkelere antioksidan olarak sodyum metabisülfit ilave edilmesinin, antimikrobiyel aktivite üzerinde bir etkiye sahip olabileceği ifade edilmiştir.

Dut sirkesinin diğer meyve sirkelerine göre daha yüksek miktarda laktik ve süksinik asit içerdiği ayrıca potansiyel bir antioksidan ve antimikrobiyel etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. İçeriğindeki antosiyaninler ve yüksek antioksidan kapasitesi nedeniyle tüketimi sağlık açısından olumlu etki oluşturmaktadır (Gündoğdu vd. 2018, Şengün ve Kılıç 2020). Yapılan bir araştırmada karadutların beyaz dutlara göre daha yüksek antioksidan kapasite içerdiği ve fenolik bileşik bakımından dut türlerinde özellikle gallik asit, klorojenik asit ve rutin bulunduğu bildirilmiştir (Gündoğdu vd. 2018).

Aydın (2013) tarafından yapılan çalışmada; *S. aureus, Streptococcus pyogenes, Klebsiella oxytoca, Enterococcus faecalis, Bacillus cereus, Bacillus subtilis, Erwinia carotovora, E. coli* ve *Candida albicans* test mikroorganizmalarına karşı beyaz dut sirkesinin antimikrobiyel etkisini disk difüzyon metodu ile incelemiştir. Ölçülen zon çaplarına göre duyarlılık sıralaması *Staphylococcus aureus* (28 mm)> *Klebsiella oxytoca* (24,6 mm)>*Bacillus subtilis* (23,3 mm)>*Streptococcus pyogenes* (20,6 mm)> E*nterococcus faecalis* (19,6 mm)>*Bacillus cereus* (15,3 mm)> *Erwinia carotovora* (13 mm)>*Candida albicans* (9,6mm)>*Escherichia coli* (5,3 mm) olacak şekilde tespit edilmiştir. Çalışmada tüm test mikroorganizmalarının dut sirkesine karşı duyarlı olduğu ifade edilmiştir.

Şengün ve Kılıç (2018) tarafından, ticari ve geleneksel yöntemlerle üretilen dut sirkelerinin *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 43895, *E. coli* ATCC 1103, *Listeria monocytogenes* Scott A, *Salmonella typhimurium* NRRLB4420, *Staphylococcus aureus* 6538P, *Bacillus subtilis* ATCC 6037, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 ve *Pediococcus acidilactici* ATCC 8042 test mikroorganizmaları üzerindeki antimikrobiyel etkisi disk difüzyon metodu kullanılarak incelenmiştir. Bu mikroorganizmalar arasında, geleneksel yöntemle üretilmiş dut sirkesine karşı en hassas olanlar *E. faecalis* ve *E. coli* O157:H7 (10,5 mm) iken, ticari dut sirkesine karşı en duyarlı bulunan patojenin ise *L. monocytogenes* (13,5 mm) olduğu görülmüştür. Ticari dut sirkesinin de test mikroorganizmaların tümünde antimikrobiyel etki gösterdiği tespit edilmiştir (7,5 – 13,5 mm). Geleneksel yöntemle üretilen dut sirkesi ise yalnızca *E. faecalis, B. subtilis, E. coli* O157:H7, *S. typhimurium, P. acidilactici* üzerinde antimikrobiyel etki gösterebilmiştir (0,5 – 7,5 mm).

Şengün ve Kılıç (2020) tarafından *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 43895, *E. coli* ATCC 1103, *Listeria monocytogenes* Scott A, *Salmonella typhimurium* NRRLB4420, *Staphylococcus aureus* 6538P, *Bacillus subtilis* ATCC 6037, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 ve *Pediococcus acidilactici* ATCC 8042 test mikroorganizmaları kullanılarak yürütülen bir başka çalışmada geleneksel yöntemle üretilmiş incir ve dut sirke numunelerinin antimikrobiyel aktivitesi incelenmiştir. Elde edilen verilere göre minimum inhibisyon konsantrasyonları incir sirkesinde %0,39-%12,5 ve dut sirkesinde

%3,12-%12,5 arasında olduğu görülmüştür. İncir sirkesine en duyarlı bakteri *B. subtilis* iken, dut sirkesine en duyarlı olan *S. typhimurium* olmuştur.

Ülkemizde alıç adıyla bilinen *Crataegus tanacetifolia, Rosaceae* ailesinin üyelerinden olup yenilebilir meyvelere sahiptir ve dünyada yüzyıllardır gıda ve ilaç olarak kullanılmaktadır. Yapılan kimyasal analizlere göre alıçta; fenolik asitler (ferulik, gallik, p-kumarik, siringik, klorojenik, kafeik), kersetin, pirokateşin, florodizin, terpenoidler, lignanlar, steroidler, organik asitler (fumarik, tartarik, süksinik, sitrik, malik) ve şekerler (maltoz, sakaroz, glikoz, fruktoz) gibi 150'den fazla biyoaktif molekül tanımlanmıştır (Nazhand vd. 2020). Alıç meyvesi, organoleptik özellikleri bakımından (buruk, taneli doku, vb.) tüketici tarafından pek fazla beğenilmemektedir. Tercih edilebilirliği arttırmaya yönelik olarak taze alıç meyvelerinden sirke üretilmektedir (Özdemir vd. 2021).

Özdemir vd. (2021) tarafından, disk difüzyon metodu kullanılarak alıç sirkesinin *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Escherichia faecalis* (ATCC 29212), *Campylobacter jejuni* (ATCC 17028), *Listeria monocytogenes* (ATCC 19115) ve *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) test mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyel etkinliği incelenmiştir. Test edilen patojen mikroorganizmaların alıç sirkesine karşı duyarlı olduğu bildirilen çalışmada, ölçülen zon çaplarının 12,61 – 16,18 mm aralığında olduğu ifade edilmiştir. Alıç sirkesi, en güçlü antimikrobiyel etkiyi *Campylobacter jejuni* (16,18 mm) ile *Listeria monocytogenes* (14,78 mm) organizmalarında gösterirken, en az antimikrobiyel etkiyi *Escherichia faecalis* (12,61 mm) suşunda göstermiştir (Özdemir vd. 2021).

Balzamik sirke, günümüzde İtalya'dan gelen üzüm şırasından yapılan heterojen bir çeşni grubunu belirtmek için kullanılan geleneksel bir isimdir. Balzamik sirkeleri, geçirdikleri tipik olgunlaşma süreci ile birlikte kazanılan keskin ve tatlı tat, koyu renk ve zengin organoleptik yapıdadır (Giudici vd. 2015). Coğrafi işaretli olarak tescil edilen İtalyan geleneksel balzamik sirkeleri ve Modena'nın endüstriyel balzamik sirkesi yüksek kaliteli ürünlerdir. Bu ürünlere ek olarak "balzamik sirke" adı altında ticareti yapılan endüstriyel ürünler son yıllarda dünya çapında artış göstermiştir. Farklı hammadde, süreç ve katkı maddeleri kullanılarak üretilen bu ürünlerin, bileşimsel ve duyusal özelliklerinde

farklılıklar mevcuttur. Bu konuyla ilgili yapılan bir çalışmada incelenen balzamik sirkelerin mevcut resmi tüm gerekliliklere uygun olmasına rağmen, kullanılan hammadde ve üretim süreçlerindeki farklılıklardan dolayı, kompozisyon ve duyusal bakımdan büyük farklılıkların bulunduğu belirtilmiştir (Lalou vd. 2015). Geleneksel balzamik sirke 4-hidroksibenzoik asit, vanilik asit, protokateşik asit, sirinjik asit, isoferulik asit, p-kumarik asit, gallik asit, ferulik asit, kafeik asit polifenolik bileşenleri içermektedir (Plessi vd. 2006).

Düşük basınç altında damıtılarak elde edilen distile malt sirkesi genellikle "beyaz sirke" olarak adlandırılmaktadır (Solieri ve Giudici 2009). Standart beyaz sirke genellikle %4-7 asetik asit ve %93-96 su içeren şeffaf bir çözeltidir. Beyaz sirke mısır, şeker pancarı ya da şeker kamışı gibi şeker içeren tarım ürünlerinden doğal fermantasyon yöntemi ile elde edilir (Anonim 2021).

Nar (*Punica granatum* L.), Orta Doğu'ya özgü bir meyve olan ve dünyanın birçok yerinde yaygın olarak yetiştirilen bir meyvedir. Antosiyanin, tanen, mineral (özellikle demir), vitamin, fenolik madde (gallik asit ve ellajik asit) içeriği yüksek ve güçlü antioksidan aktiviteye sahiptir (Fernandes vd. 2017). Nar özü, sirke üretimi için substrat olarak kullanılmaktadır. Narın antimikrobiyel aktiviteleri bazı araştırmacılar tarafından incelenmiş ve bu aktivitenin boyutunun narın fenolik ve antosiyanin içeriğine bağlı olarak antioksidan yeteneğine dayandırılmaktadır. Antimikrobiyel etkinliğin boyutu ise test edilen bakteri türlerine bağlı olarak değişmektedir. *S. aureus* ve *Bacillus* spp., *Aspergillus niger* gibi mikroorganizmalarının nardaki antimikrobiyel etkinliğe karşı daha hassas oldukları bilinmektedir (Akpinar-Bayizit vd. 2012).

Desai vd. (2014) tarafından modifiye atmosferde paketlenmiş tavuk but numunelerinde mezofilik ve laktik asit bakterilerinin gelişimini inhibe etmek ve ürünün raf ömrünü uzatmaya yönelik olarak sirkenin antimikrobiyel etkinliği belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada %0,5 ile %1,0 sirke püskürtülmüş tavuk butları için et kalitesi, duyusal değişiklik ve mikrobiyel sayım değerlendirilmiştir. Mezofilik ve *Lactobacillus* bakteri sayımları için 0, 4, 8, 12, 16 ve 20 günlük depolama uygulamaları gerçekleştirilmiştir. 0 ve 4 günlük depolama sonrasında mezofilik ve LAB sayımlarında herhangi bir fark

bulunmazken; 8, 12, 16 ve 20 günlük depolamalardan sonra %1,0 sirke muamelesinde mezofilik bakteri yükü azalmıştır. Kontrol numunelerinin 12. günde bozulmaya başladığını belirten araştırmacılar, %1,0 sirke uygulaması yapılmış numunelerde 20 güne kadar bozulma belirtisi görülmediğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar tarafından genel olarak 7 günlük depolama sonucunda 10^7-10^8 KOB/g arasında toplam canlı sayıma sahip taze kümes hayvanı etinin raf ömrünü tamamladığına yönelik çalışmalar bulunduğu vurgulanmış olup, kendi çalışmalarında ise sirke ile muamele ettirilmiş et ürünlerinde mezofilik canlı sayısının 12. günde yaklaşık 10^6 KOB/g'a ve 16. günde 10^8 KOB/g'a ulaştığını ifade etmişlerdir.

Ramos vd. (2014) tarafından, iceberg maruluna başlangıçta *L. monocytogenes* inoküle edilmiştir. Balzamik sirke, beyaz şarap sirkesi ve asetik asit solüsyonlarının antilisteriyal özelliklerinin incelendiği çalışmada, maksimum log azalma sırasıyla balzamik sirkede 2,15±0,04 log KOB/mL, beyaz şarap sirkesinde 0,18±0,06 log KOB/mL ve asetik asit solüsyonunda ise 1,13±0,06 log KOB/mL şeklinde tespit edilmiştir. Ayrıca sadece suyla yapılan yıkamada 0,05±0,04 log KOB/mL'lik bir azalma olduğu belirlenmiştir.

Salata bileşiminde kullanılan havuç, hıyar ve marulun dezenfeksiyonunda, sirkenin kullanım imkanlarının araştırıldığı bir çalışmada; gıda örnekleri *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* ile kontamine edilmiştir. Üç farklı firma ve iki farklı hammaddeden üretilen 6 sirke çeşidinin gıda kökenli patojen mikroorganizmalar üzerine inhibe edici etkileri incelenmiştir. Kontamine gıdalar %3 sirke çözeltisinde 0 dk, 5 dk, 15 dk ve 30 dk tutularak dekontaminasyon etkinliği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda her iki mikroorganizma sayısında minimum 1 log KOB/g azalma tespit edilmiştir. Çalışmada sirke konsantrasyonunun ve uygulanma süresinin dekontaminasyonda önemli bir parametre olduğu belirlenmiş olup, %3 sirke konsantrasyonun salata dezenfeksiyonunda kullanılabileceği vurgulanmıştır (Elhan 2014).

Öztürk vd. (2015) tarafından, Türkiye'nin farklı bölgelerinde geleneksel yöntemle üretilmiş 20 çeşit sirke ve ticari olarak üretilmiş beş çeşit sirke numunesi fizikokimyasal özellik, antioksidan ve antimikrobiyel özellik bakımından karşılaştırılmıştır. *Escherichia*

coli ATCC 25922, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Salmonella enterica* subsp. *typhimurium* ATCC 14028, *Yersinia enterocolitica* ATCC 27729, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus cereus* ATCC 33019, *E. coli* O157:H7 ATCC 33150, *Klebsiella pneumonia* ATCC 13883, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 17853 ve *Proteus vulgaris* ATCC 13319 test mikroorganizmalarına karşı ticari sirkeler güçlü antimikrobiyel özellik sergilerken, geleneksel sirkelerden yalnızca üçünün bu aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada test bakterilerinin tümünün sirkelere farklı seviyelerde duyarlılığı olduğu, geleneksel sirkelerin hammaddelerden bağımsız olarak birbirinden çok farklı özellikler sergilediği ifade edilmiştir.

Marula inoküle edilen 4-6 log KOB/mL düzeyindeki *L. monocytogenes* bakterisine karşı distile suyun, balzamik sirkesinin, beyaz şarap sirkesinin ve asetik asit çözeltisinin antilisteriyal aktivitesi karşılaştırılmıştır. En yüksek logaritmik indirgeme balzamik sirkede (2,15±0,04 log KOB/mL), sonrasında ise beyaz şarap sirkesinde (1,18±0,06 log KOB/mL) ve son olarak asetik asit çözeltisinde (1,13±0,06 log KOB/mL) olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada distile suyla yıkama ile sadece 0,05±0,04 log KOB/mL indirgeme sağlandığı belirtilmiştir (Ramos vd. 2014).

Poimenidou vd. (2016) tarafından ıspanak ve marul yaprakları üzerine 5–6 log KOB/mL düzeyinde *Escherichia coli* O157:H7 bakterisi inoküle edilmiş ve sonrasında bu ortam 20°C'de 2 dk ve 5 dk süresince doğal antimikrobiyel bileşiklerden hazırlanmış yıkama solüsyonlarına daldırılıp çıkarılmıştır. Ardından 30 sn süresince buzlu suda durulama işlemi uygulanmış olan kontamine sebzeler %20 CO_2: %80 N_2 altında bir hafta süresince 5 °C'de bekletilmiştir. Klorlu su ile yapılan yıkama işlemi ile başlatılan deneyde depolamadan sonra toplam canlı hücre sayısı marulda 2,4 log KOB/g artmıştır. %6 asetik asit içeren sirke ile yürütülen denemede yıkamadan sonra toplam mikrobiyota seviyeleri, ıspanakta 8,3 log KOB/g düzeyinden 2,4-3,5 log KOB/g'a ve marulda ise 7,6 log KOB/g'dan 2,3-3,4 log KOB/g'a indirgenmiştir. Depolama sonrası *E. coli* O157:H7'nin toplam miktarı ıspanakta 1,5 log KOB/g'a ve marulda ise 2,8 log KOB/g'a kadar azalmıştır.

Baldas ve Altuner (2018) tarafından yürütülen bir çalışmada da, evlerde meyve ve sebzelerin dezenfeksiyonunda ülkemizde sıklıkla kullanılan elma ve üzüm sirkelerinin *Bacillus subtilis* DSMZ 1971, *Candida albicans* DSMZ 1386, *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Pseudomonas aeruginosa* DSMZ 50071, *Pseudomonas fluorescens* P1, *Salmonella enteritidis* ATCC 13075, *Salmonella typhimurium* SL 1344, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ve *Staphylococcus epidermidis* DSMZ 20044 standart referans suşlarına karşı ve ayrıca *Enterococcus durans, Enterococcus faecium, Klebsiella pneumoniae, Listeria innocua, Salmonella infantis* ve *Salmonella kentucky* gıda izolatlarına karşı minimum inhibitör konsantrasyon düzeyleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre elma sirkesinin *C. albicans, E. coli, E. durans, E. faecalis, S. kentucky* ve *P. fluorescens* dışındaki tüm mikroorganizmalara karşı etkili olduğu ve minimum inhibitör konsantrasyon değerinin 25-50 µg / mL olduğu bildirilmiştir. Üzüm sirkesinin 12,5-50 µg / mL arasında değişen MIC değerleri ile tüm mikroorganizmalara karşı etkili olduğu belirtilmiştir. Uygulanan yüzey dezenfektanının 50 µg/mL MIC değerine sahip *C. albicans* ve 25 µg/mL MIC değeri olan *P. fluorescens* dışındaki tüm mikroorganizmalara karşı etkili olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacıların, meyve ve sebze dezenfeksiyonunda kullanılabilen ticari bir yüzey dezenfektanı ile üzüm ve elma sirkelerini karşılaştırdıkları bu çalışmada sonuç olarak üzüm sirkesinin test mikroorganizmalarına karşı en yüksek aktiviteyi gösterdiği ifade edilmiştir.

Kadiroğlu (2018) tarafından ticari elma, pirinç, balzamik, kırmızı şarap, gül, beyaz şarap, üzüm ve nar sirkelerinin antimikrobiyel aktiviteleri *S. aureus, E. coli* ve *P. aeruginosa* test bakterilerine karşı disk difüzyon yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Test mikroorganizmalarına karşı en düşük antimikrobiyel aktivite elma sirkesi ile elde edilmiştir. Balzamik sirke, *S. aureus*'a karşı en yüksek antimikrobiyel aktiviteyi gösterirken (12-14 mm), beyaz şarap *E. coli* (12-14 mm) ve üzüm sirkeleri *P. aeruginosa* üzerinde (12-15 mm) en yüksek antimikrobiyel aktiviteyi sergilemiştir. Nar sirkesinin test mikroorganizmalarına karşı inhibisyon bölgesi 10-12 mm aralığında ölçülmüştür.

2.7.3.2 Karbonat

Sodyum bikarbonat ($NaHCO_3$) veya diğer adıyla sodyum hidrojen karbonat, sodyum katyonu (Na^+) ve bikarbonat anyonundan (HCO_3^-) oluşan beyaz renkte, kokusuz, kristal bir inorganik tuzdur. 50°C'nin üzerinde ısıtıldığında ayrışır ve CO_2, H_2O ile Na_2CO_3 açığa çıkar (Anonymous 2021c). Suda çözünürlüğü 20ºC'de 96 g/L'dir. Gıda maddelerinde kabartıcı ajan olarak; sığır yemlerinde, diş macunları ve ağız gargaraları gibi endüstriyel ürünlerde ise bakteri ve mantarlara karşı antimikrobiyel ajan olarak yaygın kullanılmaktadır. İnsanlar için GRAS ve düşük maliyetli olduğundan dolayı, gıda işlemede dezenfektan amaçlı kullanılabilmektedir (Waple 2017).

Yang vd. (2009) tarafından yürütülen bir araştırmada evlerde sıklıkla kullanılan sirke (%2,5 ve %5 asetik asitli), sodyum bikarbonat (%11, %33 ve %50), çamaşır suyu (%0,0314, %0,0933 ve %0,670 konsantrasyonlarında), H_2O_2 (%1,5 ve %3), %5 asetik asit ve %5 sitrik asit solüsyonlarının 10^8 KOB/mL *L. monocytogenes*, *E. coli* O157: H7 ve *Salmonella typhimurium* patojenlerine karşı etkinliği incelenmiştir. 25°C'de 1 dakikalık işlem sonunda pH değeri 8,38-10,14 aralığındaki tüm ağartma çözeltilerinin test edilen mikroorganizmalarında >5 log birimlik azalmaya yol açmasına karşın, 10 dakika sonunda dahi pH 7,32-7,55 aralığındaki tüm sodyum bikarbonat çözeltilerinin etkisiz kaldığı (<1 log indirgeme) görülmüştür. 25°C'de 1 dakikalık %3 H_2O_2 (pH 2,75) uygulamasıyla *S. typhimurium* ve *E. coli* O157: H7 patojenleri >5 log indirgenirken, seyreltilmemiş sirke (pH 2,58) yalnızca *S. typhimurium*'a karşı aynı etkiyi gösterebilmiştir. Test edilen bileşenlerin etkinlik sıralaması; %0,0314 sodyum hipoklorit>%3 hidrojen peroksit>seyreltilmemiş sirke ve %5 asetik asit>%5 sitrik asit>sodyum bikarbonat (%50 sodyum bikarbonat) şeklinde olmuştur. Patojenlerin duyarlılık sıralamaları ise *S. typhimurium*> *E. coli* O157: H7>*L. monocytogenes* şeklinde bildirilmiştir.

İstiridyelerdeki *E. coli*'nin inhibe edilmesinde sodyum bikarbonatın etkinliğinin incelendiği bir araştırmada; *E. coli* ile doğal kontamine istiridyelerde patojen sayısını indirgemek için, 10 mM ve 100 mM konsantrasyonlarda sodyum bikarbonat muamele ettirilmiştir. Canlı hücre sayılarının 12 h içinde dramatik olarak azaldığı bildirilmiştir.

Çalışmada sodyum bikarbonatın istiridyelerdeki *E. coli* kontaminasyonunu ortadan kaldırmak için, potansiyel olarak kullanılabileceği de özellikle vurgulanmıştır (Labaiden vd. 2013).

Al-Rawi vd. (2018) tarafından, makyaj amaçlı kullanılan sünger ve fırçalardan izole edilmiş *Staphylococcus, Bacillus, Proteus* ve *Klebsiella* cinslerine ait bakterilerin inhibisyonuna yönelik olarak sodyum bikarbonatın antimikrobiyel etkisi araştırılmıştır. Araştırmada sodyum bikarbonatın %1, %5 ve %10'luk konsantrasyonları sırasıyla denenmiştir. Çalışmada %10 konsantrasyonundaki sodyum bikarbonat denemesinin patojen sayısında en fazla indirgenmeyi sağladığı ifade edilmiştir.

Kilonzo-Nthenge ve Liu (2019) tarafından, *Salmonella enterica* inoküle edilmiş ıspanak yapraklarını musluk suyu, sirke (%5,0, %1,5 ve %1,0), sodyum bikarbonat ile muamele ederek etkinlikleri değerlendirilmiştir. 23°C'de 2 dakika süreyle gerçekleştirilen yıkama işlemi sonucunda musluk suyu ıspanaktaki bakterileri 1,52-1,62 log KOB/g azaltmıştır. %5, %1,5 ve %1,0 sirke solüsyonları sırasıyla 1,56–1,64 log KOB/g, 1,01–1,12 log KOB/g ve 0,9–1,02 log KOB/g azalma sağlamıştır. Ispanağın sodyum bikarbonat ile muamelesi, diğer uygulamalara kıyasla daha düşük *Salmonella* azalması göstermiş ve dolayısıyla önemli antimikrobiyel aktivite sağlanamamıştır. Araştırmacılara göre, sodyum bikarbonat taze meyve ve sebzelerdeki patojenlerin azaltılmasında başarısız bir antimikrobiyel ajan olarak değerlendirilmiştir.

2.7.3.3 Hidrojen peroksit

Hidrojen dioksit olarak da adlandırılan hidrojen peroksit (H_2O_2), sülfürik asidin veya bir sülfatın persülfürik aside veya bir persülfürik asit tuzuna elektrolitik oksidasyonu ve ardından oluşan hidrojen peroksidin hidrolizi ve damıtılmasıyla oluşturulur (Anonymous 2020c). Dezenfektan, antiviral ve antibakteriyel aktivitelere sahiptir. Konsantrasyonuna bağlı olarak (%3-%90 arasında) hidrojen peroksit, tekstil ve kâğıt endüstrisinde, roket yakıtlarında, köpük kauçuğu ve organik kimyasallar üretmek gibi çeşitli alanlarda yaygın kullanılan berrak, renksiz, kokusuz bir maddedir (Anonymous 2021c).

Dezenfektan aktivitesine bağlı olarak gıda üretim tesislerinde, aseptik paketlemede ve yüzey dezenfeksiyonunda yaygın kullanılmaktadır. İşletmelerde yapılan günlük dezenfeksiyon işlemlerinde *L. monocytogenes* Scott A'ya karşı %3,0 H_2O_2 çözeltisi ile 10 dk süreyle yapılan muamele sonucunda, tam bir indirgenme sağlandığı saptanmıştır (Szendy 2021).

Gıda ürünlerine yönelik olarak; oksitleyici ve indirgeyici ajan, antimikrobiyel ajan, ağartma maddesi, prosesi tamamlanmış üründeki kükürt dioksit seviyelerini azaltmak gibi çeşitli amaçlarla, bazı özel sınırlamalar dahilinde yiyecekleri işlemek için kullanılmaktadır. Teknik, ekonomik ve pratik nedenlerden dolayı soğukta muhafazanın yeterince sağlanamadığı durumlarda gıdanın kalitesini korumak için H_2O_2 uygulaması tavsiye edilmiştir. Sodyum perkarbonat ($Na_2CO_3.3/2H_2O$) formundaki H_2O_2 substratının çiğ süte eklenmesi durumunda, laktoperoksidaz sistemini aktive edebilen bir kaynak olarak işlev görmektedir. Laktoperoksidaz sistemi, sütte doğal olarak bulunan bir antimikrobiyel mekanizmadır. Ayrıca, H_2O_2'nin peynir yapımı amaçlı kullanılacak olan sütte (maksimum %0,05), peynir altı suyunun hazırlanmasında (maksimum %0,04), kurutulmuş yumurta beyazı ve sarısının yapımında, şarap, şarap sirkesi, nişasta, hazır çay, mısır şurubu (maksimum 0,15) gibi diğer gıda ürünlerinde de doğrudan katkı maddesi olarak kullanımına izin verilmektedir (Anonymous 2020c).

Zhang ve Yang (2017) tarafından elektrolize su (4 mg / L serbest klor), sitrik asit (%0,6), H_2O_2 (%1) organik dezenfektanlarının ve bunların kombinasyonlarının taze kesilmiş marulun mikrobiyolojik güvenliği üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. %1 H_2O_2 ile %0,6 sitrik asit kombinasyonunun mikrobiyel yük bakımından en yüksek azalmaya yol açtığı (aerobik mezofilik sayım için 2,26 log KOB/g ve maya/ küfler için 1,28 log KOB/g) bildirilmiştir. 4 mg/L elektrolize su ve %1 H_2O_2 kombinasyonunun mikrobiyel yükü etkili şekilde azaltırken (aerobik mezofilik sayım için 1,69 log KOB/g ve maya/ küfler için 0,96 log KOB/g) marulun duyusal özelliğini etkilemediği belirtilerek taze kesilmiş marul için kullanımı önerilmiştir.

2.7.3.4 Limon

Limon (*Citrus limonia* (L.) Burm. f.), *Rutaceae* familyasındandır. Yaprak dökmeyen ve sarı yenilebilir meyveleri olan bir ağaçtır (Klimek-Szczykutowicz vd. 2020). İçeriğinde flavonoid, karotenoid, limonoid, tanen ve terpenoidler gibi antibakteriyel özelliğe sahip birçok biyoaktif bileşik mevcuttur (Ekawati ve Darmanto 2019). Sitrik asit, limonda 5–6 g/100 mL miktarında bulunmaktadır (González-Molina vd. 2010).

Şengün ve Karapınar (2005a) tarafından havuca 10^6 KOB/mL düzeyinde inoküle edilen *Yersinia enterocolitica* üzerine; 0 dk, 15 dk, 30 dk ve 60 dk süreyle %100, %75 ve %50 konsantrasyonlarda limon suyu, limon suyu/sirke (1/1) karışımı ve limon sosu ilave etmişlerdir. Çalışma sonucunda %100 konsantrasyondaki limon suyunun 15 dk uygulanmasıyla havuçtaki canlı *Y. enterocolitica* hücrelerinin tamamen inhibe olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, %100 limon suyu, %75 limon suyu, limon suyu/sirke karışımı ve limon sosunun antibakteriyel etkileri arasında istatistiksel olarak fark görülmediği belirtilmiştir.

Şengün ve Karapınar (2005b) tarafından yürütülen bir başka çalışmada ise, roka ve kıyılmış soğana inoküle ettikleri *S. typhimurium*'u inaktive edebilmek için limon suyu, sirke ve bunların karışımlarını (1/1) denemişlerdir. Rokada maksimum indirgenmeye, limon suyu ve sirkenin bire bir oranlarda karıştırılıp 15 dk maruz bırakılmasıyla ulaşılmış olup, bu uygulama sonunda patojen seviyesi tespit edilemeyecek kadar azaldığı aktarılmıştır. Rokanın taze limon suyu uygulamasıyla 1,23- 4,17 log KOB/g ve sirke ile muamelesinde ise 1,32-3,12 log KOB/g arasında değişen azalma kaydedilmiştir. Taze soğanda limon suyu, sirke ve bunların karışımları sırasıyla 0,87–2,93 log KOB/g, 0,66–2,92 log KOB/g ve 0,86-3,24 log KOB/g azalmaya neden olmuştur.

Bingöl vd. (2011), çiğ köftedeki limon suyunun *S. enteritidis* ve *E. coli* üzerindeki etkisini incelemiştir. Çiğ köftelere yüksek miktarda inoküle edilen patojenler, farklı süre (10 sn, 30 sn, 1 dk, 5 dk, 15 dk, 30 dk, 60 dk) ve dozlarda (2 mL, 5 mL, 10 mL, 15 mL) limon suyu ile muamele edilmiştir. Farklı uygulama metotları sonucunda, *S. enteritidis* için 0,1–

1,7 log KOB/g ve *E. coli* için 0,1-2,1 log KOB/g arasında değişen azalmalara neden olduğu bildirilmiştir. İnaktivasyon etkisinin, süre ve konsantrasyon artışına bağlı olarak arttığı ifade edilmiştir.

Yang vd. (2013), sığır etindeki *Escherichia coli* O157: H7, *S. enteritidis* ve *L. monocytogenes* sayısını azaltmak amacıyla limon suyunu kullanarak antimikrobiyel etkiyi incelemişlerdir. Çalışmada 10^6 KOB/mL'lik üç bakteri ile aşılanmış sığır eti, 28°C'de 48 saat boyunca 0,2 mL/g, 0,5 mL/g, 1,5 mL/g ve 10 mL/g düzeylerinde limon suyu ile marine edilmiştir. 0,2 mL/g ve 0,5 mL/g konsantrasyonlardaki limon suyuna, patojenlerin direnç sıralaması *E. coli* O157: H7>*S. enteritidis*>*L. monocytogenes* şeklinde olmuştur. 1 mL/g konsantrasyonda direnç sıralaması *E. coli* O157: H7>*L. monocytogenes*>*S. enteritidis* şeklindedir. 5 mL/g ve 10 mL/g konsantrasyonda ise *E. coli* O157:H7>*S. enteritidis*=*L. monocytogenes* olduğu tespit edilmiştir. Limon suyunun test edilen tüm konsantrasyonlarına karşı *E. coli* O157: H7'nin en fazla direnç gösterdiği bildirilmiştir. Araştırmacılar, limon suyunun gıda kaynaklı patojenlerinin inhibisyonunda tek başına uygulandığı takdirde yeterli etkiyi gösteremeyeceğini de belirtmişlerdir.

Ekawati ve Darmanto (2019) tarafından yürütülen bir çalışmada, ishale neden olan Enterotoksin *Escherichia coli* (ETEC) bakterisinin gelişimini engellemeye yönelik olarak limon suyu kullanılmıştır. Uygulamada 1,5 x 10^8 KOB/mL düzeyindeki bakteri kültürüne uygulanan limon suyu dozları 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 ve 1000 mg/mL olmuştur. Disk difüzyon metodunun kullanıldığı bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, limon suyunun test bakterileri üzerinde inhibe edici potansiyele sahip olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar tarafından, 500-800 mg/mL aralığındaki dozlarda sırasıyla 10,56 mm, 12,05 mm, 13,02 mm ve 14,58 mm'lik inhibisyon bölgelerinin oluşumu tespit edilmiştir. 900 mg/mL ve 1000 mg/mL'lik dozlarda ise zon çapı 16,04 mm ve 18,70 mm olarak ölçülmüştür. Sonuç olarak ishale neden olan patojen bakterileri önlemede optimum limon suyu dozunun 900 mg/mL olduğu bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

3.1.1 *Listeria monocytogenes* suşları

Tez çalışması kapsamında; Çakmak (2017) tarafından tüketime hazır gıdalardan izole edilmiş ve moleküler tanımlaması yapılmış olan 29 adet *L. monocytogenes* suşu, bakteriyel kültür olarak kullanılmıştır.

3.1.2 Referans bakteriler

Tez çalışmasında Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü kültür koleksiyonlarından temin edilen *L. monocytogenes* ATCC 7644 suşu kontrol amaçlı olarak kullanılmıştır.

3.1.3 Çalışmada kullanılan doğal antimikrobiyel ajanlar

Tez çalışmasında kullanılan doğal antimikrobiyel ajanlar Çizelge 3.1'de yer almaktadır. Bu kapsamda 8 adet geleneksel yöntemlerle ev ortamında farklı meyvelerden üretilmiş sirke, 6 adet ticari olarak farklı meyvelerden üretimi yapılmış ve farklı firmalara ait sirke, karbonat, limon ve hidrojen peroksit kullanılmıştır. Çizelge 3.1'de doğal antimikrobiyel ajanların pH değerleri ve çalışma boyunca kullandığımız kod sistemleri yer almaktadır.

Çizelge 3.1 Tez çalışmasında kullanılan doğal antimikrobiyel ajanlar

Çalışmada Kullanılan Kodları	**Doğal Antimikrobiyel Ajanlar**	**pH**
Geleneksel Yöntemlerle Ev Ortamında Üretilen Sirkeler		
G1	Nar	2,70
G2	Alıç	2,67
G3	Böğürtlen	2,79
G4	Üzüm I (Yalova)	3,06
G5	Üzüm II (Çanakkale)	2,93
G6	Elma (Çanakkale)	3,16
G7	Kuşburnu	2,83
G8	Dut	2,69
T1	Balzamik	2,83
T2	Nar	2,79
T3	Beyaz	2,47
T4	Üzüm	2,33
T5	Elma I	3,09
T6	Elma II	2,45
D1	Karbonat	8,29
D2	Limon	2,28
D3	Hidrojen peroksit	

3.1.4 Çalışmada kullanılan besiyerleri ve kimyasallar

Tez çalışması kapsamında kullanılan besiyerleri ve kimyasallar Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Kültürel çalışmalar için kullanılan besiyerleri, katkılar ve kimyasallar

BESİYERİ ADI	**KATALOG NUMARASI**	**FİRMA**
Tryptic Soy Broth (TSB)	1.05459.0500	MERCK
Brain Heart Infusion (BHI) Broth	1.10493.0500	MERCK
Hidrojen Peroksit (H_2O_2)	1.08597.2500	MERCK
Tryptic Soy Agar (TSA)	1.05458.0500	MERCK
Gliserol	1.04092.2500	MERCK
Etanol	1.00983.2511	MERCK

3.1.5 Stok kültürlerin hazırlanması

Tez çalışmasında kullanılan referans bakteri ve kültür koleksiyonundan temin edilen *L. monocytogenes* suşları, %20 steril gliserol içeren Brain Hearth Infusion (BHI) broth ve Tryptic Soy Broth (TSB) ortamlarında stok kültürleri hazırlanmıştır. Stok kültürler -20°C'de muhafaza edilmiştir. Tez çalışması süresince kültürler TSB ve/veya BHI broth ortamlarında, 37°C'de 18 h geliştirildikten sonra çalışma materyali olarak kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1 Bakteri kültürünün hazırlanması

L. monocytogenes kültürlerinden tek koloni elde etmek amacıyla, Tryptic Soy Agara (TSA) sürme işlemi yapılmıştır. 37°C'de 20-24 h'lik inkübasyon sonunda seçilen tek koloniler, 10 mL TSB ortamına aktarılmış ve tekrardan 37°C'de 20-24 h inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda hücre yoğunluğu 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL düzeyinde ayarlanmış üç farklı konsantrasyondaki bakteriyel kültürler, antimikrobiyel çalışmalarda kullanılmıştır.

3.2.2 Stres faktörü olarak kullanılan doğal antimikrobiyel ajanlar

Tez çalışmasında *L. monocytogenes* suşlarının gelişiminin engellenmesinde farklı hammaddelerden hem geleneksel yöntemlerle ev ortamında üretilmiş hem de ticari olarak üretimi yapılmış sirke türleri, limon suyu, sodyum bikarbonat ve hidrojen peroksit stres faktörü olarak kullanılmıştır. Bu ajanların farklı düzeylerde hazırlanmış olan konsantrasyonları *L. monocytogenes* suşlarının farklı hücre yoğunluğundaki suşlarına karşı denenmiştir. Bu kapsamda geleneksel ve ticari yolla üretilmiş sirkeler ile limonun %50 ve %100'lük konsantrasyonları; karbonatın %10, %15 ve %20'lik konsantrasyonları; hidrojen peroksidin ise %10, %20, %30, %40 ve %50'lik konsantrasyonları tez çalışması boyunca denenmiştir.

3.2.3 In vitro koşullarda patojen kültür ile antimikrobiyel ajanların karşılaştırılması

Doğal antimikrobiyel ajanların *L. monocytogenes* suşları üzerinde antimikrobiyel etkinliğinin belirlenmesinde Bauer vd. (1966) tarafından önerilen disk difüzyon yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. Test edilecek *L. monocytogenes* suşları, 37°C'de 18 h geliştirildikten sonra, kültürlerin hücre yoğunluğu 1×10^5 KOB/mL, 1×10^6 KOB/mL ve 1×10^7 KOB/mL düzeyinde ayrı ayrı ayarlanmıştır. Ayrı ayrı hazırlanan 90 mL'lik TSA ortamları dökme sıcaklığına gelince (45°C), bu ortama hücre yoğunluğu 1×10^5 KOB/mL, 1×10^6 KOB/mL ve 1×10^7 KOB/mL düzeyinde ayarlanmış kültür içeren 10 mL'lik TSB inoküle edilmiştir. Agar ortamının homojen bir şekilde karışması sağlanmış ve eşit miktarlarda 4 ayrı petri plağına dağıtılmıştır. Antimikrobiyel ajanlar öncelikle 0,45 µm por çapındaki steril membrane filtrelerden (Sartorious) geçirildikten sonra, 6 mm çapındaki steril boş disklere 18 h boyunca emdirilmiştir. Yüzeyi test edilecek olan *L. monocytogenes* suşu ile kaplı bulunan agar yüzeyine, antimikrobiyel ajan emdirilmiş olan diskler birbiri ile temas etmeyecek şekilde her plağa 4 adet yerleştirilmiş ve 37°C'de 18 h süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Paralelli olarak yapılan disk difüzyon çalışmasında, inkübasyon süresinin sonunda disklerinin etrafında oluşan zon çapları ölçülmüştür. Tez çalışmasında negatif kontrol olarak sterilize edilmiş saf su ve pozitif kontrol olarak ise ampisilin (10 µg/disk) ve gentamisin (10 µg/disk) kullanılmıştır. Elde olunan zon çapı

ölçümleri ≤6 mm ise duyarsız, 6,1-30 mm aralığında ise az duyarlı ve ≥31 mm ise duyarlı olarak değerlendirilmiştir.

3.2.4 İstatistiksel analizler

Tez çalışmasında nicel değişkenlere ilişkin ölçümler ortalama ve standart sapma ile değerlendirilmiştir. Elde edilen ölçümler tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (ANOVA) ile çözümlenmiştir. İlk denemede tekrarlı ölçümlerin ana etkisi ve etkileşim etkileri anlamlı bulunmadığı zaman, model iki faktörlü (bakteri konsantrasyonu ve doğal antimikrobiyel bileşik) etkileşimli model olarak kurgulanmış ve test edilmiştir. Etkileşim etkisi anlamlı bulunduğu zaman ise, her bir bakteri konsantrasyonunda doğal antimikrobiyel bileşiklere ilişkin ölçüm ortalamaları Benforroni düzeltmesi kullanılarak test edilmiştir. Anlamlılık düzeyi %5 olarak kabul edilmiş olup Analizler SPSS (Versiyon 25) yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Tez çalışması kapsamında tüketime hazır gıdalardan izole edilmiş ve moleküler tanımlaması Çakmak (2017) tarafından yapılmış olan 29 adet *L. monocytogenes* kültürü kullanılmıştır. Tez çalışması boyunca *L. monocytogenes* suşlarının hücre yoğunluğu 1×10^5 KOB/mL, 1×10^6 KOB/mL ve 1×10^7 KOB/mL düzeyinde ayrı ayrı ayarlanmış olup, bu suşların farklı konsantrasyonlardaki doğal antimikrobiyel ajanlara karşı etkinliklerinin belirlenmesinde ise modifiye disk difüzyon yöntemi kullanılmıştır.

Tez çalışmasında doğal antimikrobiyel ajan olarak ise geleneksel yolla üretilen sirke, ticari olarak üretimi yapılan sirke, limon, karbonat ve hidrojen peroksit kullanılmıştır. Tezde yer alan çizelgelerde geleneksel yöntemlerle ev ortamında farklı meyvelerden üretilmiş sirke örneklerine "G" sembolü; ticari olarak üretimi yapılan sirke örneklerine "T" sembolü; karbonat, limon ve hidrojen peroksit örneklerine ise "D" sembolü verilmiştir (Çizelge 3.1).

Tez çalışmasında 8 adet geleneksel yöntemlerle ev ortamında farklı meyvelerden üretilmiş sirke örneklerine karşı *L. monocytogenes* suşlarının antimikrobiyel etkinlikleri Çizelge 4.1'de yer almaktadır. Çizelge 4.2'de ise 6 adet ticari olarak farklı meyvelerden üretimi yapılmış ve farklı firmalara ait sirke örneklerine karşı *L. monocytogenes* suşlarının antimikrobiyel etkinlikleri görülmektedir. Benzer şekilde Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'te ise sırasıyla limon ve karbonat ile hidrojen peroksite karşı *L. monocytogenes* suşlarının antimikrobiyel etkinlikleri görülmektedir. Çizelge 4.5'te ise farklı bakteri konsantrasyonlarına karşı doğal antimikrobiyel ajanların oluşturduğu antimikrobiyel aktivitenin ortalama ve standart sapma değerleri yer almaktadır.

Tez çalışmasında *L. monocytogenes* suşlarının antimikrobiyel ajanlara karşı gösterdiği antimikrobiyel etkileri zon çapı ölçülerek değerlendirilmiştir. Bu kapsamda elde olunan zon çapı ölçümleri ≤6 mm duyarsız, 6,1-30 mm aralığında az duyarlı ve ≥31 mm duyarlı olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.1 *L. monocytogenes* suşlarının geleneksel yolla üretilen sirkelere karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: mm)

Suşlar	Hücre Yoğunluğu KOB/mL	**Geleneksel Yolla Üretilen Sirkeler ve Seyreltme Oranları**															
		G1		**G2**		**G3**		**G4**		**G5**		**G6**		**G7**		**G8**	
		%100	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**
217-2P	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
135-1	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
88-3	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	10	6	8,5	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	11	6	11	6	7,5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
107-2	10^5	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	13	11	12,5	10,5	14,5	12	10	7,5	6	6	6	6	6	6	7,5	6
197-1F	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
100-18	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6	6	8,5	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	7,5	6	6,5	6	6	6	8,5	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Çizelge 4.1 *L. monocytogenes* suşlarının geleneksel yolla üretilen sirkelere karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: mm) (devamı)

Suşlar	Hücre Yoğunluğu KOB/mL	**Geleneksel Yolla Üretilen Sirkeler ve Seyreltme Oranları**															
		G1		**G2**		**G3**		**G4**		**G5**		**G6**		**G7**		**G8**	
		%100	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**
133-1P	10^5	6	6	6	6	7,5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	9,5	7	9	6	9	6	10	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	7,5	6	11	6	9	6	10	6	6	6	6	6	14,5	12,5	13,5	10,5
77-1	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	7,5	6	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	7,5	6	9	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
287-1P	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	9	6	6,5	6
	10^7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	7,5	6
3Ç	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	11,5	10,5	12	10	10,5	10	9,5	6	6	6	6	6	6,5	6	6	6
241	10^5	6	6	6	6	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	12,5	11,5	12,5	10
136-10	10^5	6	6	6	6	9	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	9	6	9	6	8,5	6	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	8	6	11	6	7,5	6	9	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Çizelge 4.1 *L. monocytogenes* suşlarının geleneksel yolla üretilen sirkelere karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: mm) (devamı)

Suşlar	Hücre Yoğunluğu KOB/mL	**Geleneksel Yolla Üretilen Sirkeler ve Seyreltme Oranları**															
		G1		**G2**		**G3**		**G4**		**G5**		**G6**		**G7**		**G8**	
		%100	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**
114-1P	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	11	6
	10^6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6
	10^7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	11	6
219-3P	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	9	6
	10^6	9,5	6	9	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8,5	6
	10^7	9	6	10,5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	11	10	11	6
127-4P	10^5	6	6	6	6	9,5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	10	6	8	6	9	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	9,5	6	9	6	6	6	6	6	6	6	6	6	12	10,5	13	9,5
137	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6,5	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8,5	6
	10^7	7	6	9,5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7,5	6
120	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	10	6	10,5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	9	6	9	6	6	6	6	6	6	6	6	6	9	6	11,5	10
123-3	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Çizelge 4.1 *L. monocytogenes* suşlarının geleneksel yolla üretilen sirkelere karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: mm) (devamı)

Suşlar	Hücre Yoğunluğu KOB/mL	**Geleneksel Yolla Üretilen Sirkeler ve Seyreltme Oranları**															
		G1		**G2**		**G3**		**G4**		**G5**		**G6**		**G7**		**G8**	
		%100	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**
116-1P	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6,5	6
	10^6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6,5	6
	10^7	14,5	12,5	12	9,5	14	9,5	8,5	7,5	6	6	6	6	6	6	7	6
124-2P	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	7,5	6	10,5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	6,5	6	9,5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	9	8	7,5	6
104-1P	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6
	10^7	10,5	9,5	10,5	9	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	8,5	6
150-3P	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7,5	6
	10^7	12,5	10	12,5	10	14,5	10,5	9	10	6	6	6	6	6	6	6	6
151	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6,5	6	6	6
142-1	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	9	6	6	6
	10^7	13	11,5	14	12	11,5	9,5	6	6	6	6	6	6	6,5	6	8	6

Çizelge 4.1 *L. monocytogenes* suşlarının geleneksel yolla üretilen sirkelere karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: mm) (devamı)

Suşlar	Hücre Yoğunluğu KOB/mL	**Geleneksel Yolla Üretilen Sirkeler ve Seyreltme Oranları**															
		G1		**G2**		**G3**		**G4**		**G5**		**G6**		**G7**		**G8**	
		%100	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**
122-2P	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6	6	8	6	6	6	6	6	7	6	6	6
	10^7	14	11,5	15	11,5	10,5	6,5	9,5	6	6	6	6	6	8,5	6	8,5	6
134-1P	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	10	6	8,5	6	7,5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	9,5	6	8,5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
152-3P	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
115-1P	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	9,5	6
ATCC	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	13	13	14	11,5	13,5	11	8	8	6	6	6	6	6	6	6,5	6

Çizelge 4.2 *L. monocytogenes* suşlarının ticari yolla üretilen sirkelere karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: mm)

Suşlar	Hücre Yoğunluğu KOB/mL	**Ticari Yolla Üretilen Sirkeler ve Seyreltme Oranları**											
		T1		**T2**		**T3**		**T4**		**T5**		**T6**	
		%100	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**
217-2P	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	8	6	6,5	6	8,5	6	7	6	7,5	6	6	6
	10^7	8,5	6	7	6	6	6	7	6	7,5	6	6	6
135-1	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	8	6	8,5	6	6	6	9	6	8,5	6	6	6
	10^7	9	6	10,5	6,5	9	6	7,5	6	7,5	6	8	6
88-3	10^5	6	6	6	6	6	6	6,5	6	7,5	6	6	6
	10^6	9,5	6	8,5	6	6,5	6	9	6	9	6	6	6
	10^7	9	6	6,5	6	8	6	9,5	6,5	9,5	6,5	7	6
107-2	10^5	7,5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	9	6	6,5	6	8	6	7	6	7,5	6	6	6
	10^7	9,5	7	8	6	8	6	8	6,5	8,5	6,5	7,5	6
197-1F	10^5	7	6	6	6	6	6	6	6	8	6	6	6
	10^6	9,5	6	8,5	6	9	6	7,5	6	9	6	6	6
	10^7	11,5	6	9,5	6	10	6	9	6	10	6	6	6
100-18	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	7	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6
	10^7	7	6	10,5	6	9	6	7	6	8	6	6	6

Çizelge 4.2 *L. monocytogenes* suşlarının ticari yolla üretilen sirkelere karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: mm) (devamı)

Suşlar	Hücre Yoğunluğu KOB/mL	**Ticari Yolla Üretilen Sirkeler ve Seyreltme Oranları**											
		T1		**T2**		**T3**		**T4**		**T5**		**T6**	
		%100	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**
133-1P	10^5	7,5	6	6	6	6,5	6	7,5	6	9	6	9,5	6
	10^6	8	6	9,5	6	8,5	6	9	6	7,5	6	6	6
	10^7	13,5	13	9,5	6	10	6	8,5	7	10,5	6	12,5	11
77-1	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	9,5	6	7	6	7	6	7	6	7,5	6	6	6
287-1P	10^5	9,5	6	7,5	6	10	6	7,5	6	7,5	6	6	6
	10^6	12	7	11	6	11	6	9	6	8	6	8	6
	10^7	12,5	7,5	12,5	6,5	11	6	9,5	6	10	6	8,5	7
3Ç	10^5	9	6	8	6	7	6	6	6	7	6	6	6
	10^6	10	6	10,5	6	12	6	7,5	6	8,5	6	8	6
	10^7	10,5	6,5	11	6	10,5	6	10	6	10	6	8	6
241	10^5	7	6	7	6	7	6	7	6	8,5	6	6	6
	10^6	8,5	6	11,5	6,5	10	6	7	6	7	6	6	6
	10^7	13,5	11	12,5	6,5	14	7,5	9,5	6	9,5	6	11	10,5
136-10	10^5	7	6	8,5	6	8,5	6	6,5	6	6,5	6	6	6
	10^6	7	6	10,5	6	11,5	6	9	6	9,5	6	6	6
	10^7	8	6	12	9	11,5	7,5	9,5	6	10,5	6	6	6

Çizelge 4.2 *L. monocytogenes* suşlarının ticari yolla üretilen sirkelere karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: mm) (devamı)

Suşlar	Hücre Yoğunluğu KOB/mL	**Ticari Yolla Üretilen Sirkeler ve Seyreltme Oranları**											
		T1		**T2**		**T3**		**T4**		**T5**		**T6**	
		%100	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**
114-1P	10^5	8,5	6	7,5	6	9,5	6	6	6	6	6	8,5	6
	10^6	9,5	6	10	6,5	10,5	6,5	8,5	6	6,5	6	10	7
	10^7	10,5	6	11,5	8	11	6,5	8,5	6	8,5	6	8,5	7
219-3P	10^5	7	6	9,5	6	10	6	6	6	8	6	7,5	6
	10^6	7	6	11	7	10,5	6,5	7,5	6	9	7	10,5	7
	10^7	14	12	10	7,5	11	6,5	9	7	9	7	9	8
127-4P	10^5	7	6	12,5	7,5	10,5	6	6	6	6	6	8,5	6
	10^6	8,5	6	14,5	10	14,5	10	8	6	8	6	6	6
	10^7	13,5	11	14	10	13,5	9,5	9	6	9	6	12,5	11
137	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	6
	10^6	7	6	12	6	12	6	6	6	6	6	6,5	6
	10^7	8	6	12	9	12,5	9	8,5	6	9	6	7	6
120	10^5	6	6	10,5	6,5	12,5	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	7	6	12	10	13,5	8	7,5	6	9,5	6	6	6
	10^7	12	10	14,5	10,5	14,5	10,5	7,5	6	8,5	6	12,5	11,5
123-3	10^5	9	6	12	6	12,5	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	10	7,5	13,5	10,5	14	9,5	7	6	10	6	6	6
	10^7	11	7,5	12,5	11	13	10,5	9	6,5	9,5	7	8	6

Çizelge 4.2 *L. monocytogenes* suşlarının ticari yolla üretilen sirkelere karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: mm) (devamı)

Suşlar	Hücre Yoğunluğu KOB/mL	**Ticari Yolla Üretilen Sirkeler ve Seyreltme Oranları**											
		T1		**T2**		**T3**		**T4**		**T5**		**T6**	
		%100	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**
116-1P	10^5	9	6	13,5	7	12,5	6	6	6	6	6	6,5	6
	10^6	9,5	6	14	9,5	13,5	6,5	7,5	6	7,5	6	7	6
	10^7	9,5	6,5	13	11	13,5	9,5	7	6	7,5	6	8	6
124-2P	10^5	6	6	9	6	9	6	6	6	8	6	11	6
	10^6	8	6	10,5	6	11	6	10	6	9,5	6,5	9	7,5
	10^7	10,5	9,5	14	9	11	7	8	6	9,5	6,5	9,5	7,5
104-1P	10^5	11	8,5	10,5	7,5	10,5	6	8,5	6	9	6	6,5	6
	10^6	10,5	8,5	11	8,5	13	7	9	6	8,5	7	10	6
	10^7	11	8,5	13,5	10,5	14	10,5	11	8	8,5	7	10,5	6
150-3P	10^5	11	8	10	6	11	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	10,5	7	12	7,5	13	9,5	7	6	7	6	7,5	6
	10^7	13	10	13,5	11	11,5	9	10	6	9,5	6	9	6
151	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	8	6	10	6	11	6	6	6	6	6	6	6
	10^7	8,5	6	11	7,5	11,5	6	6	6	7	6	6	6
142-1	10^5	8,5	6	10,5	6	10,5	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	11,5	7	11	7	11,5	7	7,5	6	9,5	6	6	6
	10^7	11,5	7	12,5	10,5	12,5	9	10,5	6	8	6	8,5	6

Çizelge 4.2 *L. monocytogenes* suşlarının ticari yolla üretilen sirkelere karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: mm) (devamı)

Suşlar	Hücre Yoğunluğu KOB/mL	**Ticari Yolla Üretilen Sirkeler ve Seyreltme Oranları**											
		T1		**T2**		**T3**		**T4**		**T5**		**T6**	
		%100	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**	**%100**	**%50**
122-2P	10^5	8,5	6	11	6	10,5	6	6	6	8,5	6	6	6
	10^6	10	7	12,5	7,5	13	6,5	12,5	6	9,5	6	9	6
	10^7	11	7	14	8,5	13,5	7,5	8,5	6	10	6	8,5	7
134-1P	10^5	6	6	8,5	6	9,5	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	6,5	6	12	6	10,5	8,5	9,5	6	8	6	6	6
	10^7	9	6	12	8,5	11,5	9	8,5	6	9,5	6	7	6
152-3P	10^5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	8,5	6	9,5	6	8,5	6	11	6	7	6	6	6
	10^7	9,5	6,5	10,5	7,5	11,5	7,5	7	6	9,5	6	7,5	6
115-1P	10^5	8,5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10^6	8,5	6	7,5	6	7	6	7	6	6	6	6	6
	10^7	10	6	8,5	6,5	12,5	7	6,5	6	6,5	6	7,5	6
ATCC	10^5	8,5	6	10,5	6	10	6	7	6	7	6	6	6
	10^6	9,5	6	11,5	6,5	10,5	9,5	9,5	6	9	6	7,5	6
	10^7	10,5	6	14	9	14,5	9	7	6	9	6	8,5	6

Çizelge 4.3 *L. monocytogenes* suşlarının karbonat ve limona karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: mm)

Suşlar	Hücre Yoğunluğu KOB/mL	**Diğer Antimikrobiyel Ajanlar ve Seyreltme Oranları**				
		D1			**D2**	
		%10	**%15**	**%20**	**%100**	**%50**
217-2P	10^5	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6
	10^7	6	6	6	6	6
135-1	10^5	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6
	10^7	6	6	6	9,5	6
88-3	10^5	6	6	6	6,5	6
	10^6	6	6	6	10	6
	10^7	6	6	6	12	6
107-2	10^5	6	6	6	8	6
	10^6	6	6	6	8,5	6
	10^7	6	6	6	11	6
197-1F	10^5	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6,5	6
	10^7	6	6	6	10	6
100-18	10^5	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6
	10^7	6	6	6	6	6
133-1P	10^5	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	10,5	6
	10^7	6	6	6	10,5	6
77-1	10^5	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6,5	6
	10^7	6	6	6	7,5	6
287-1P	10^5	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	7,5	6
	10^7	6	6	6	12	6
3Ç	10^5	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6
	10^7	6	6	6	7,5	6
241	10^5	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6
	10^7	6	6	6	6	6

Çizelge 4.3 *L. monocytogenes* suşlarının karbonat ve limona karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: mm) (devamı)

Suşlar	Hücre Yoğunluğu KOB/mL	**Diğer Antimikrobiyel Ajanlar ve Seyreltme Oranları**				
		D1			**D2**	
		%10	**%15**	**%20**	**%100**	**%50**
136-10	10^5	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6
	10^7	6	6	6	6	6
114-1P	10^5	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6
	10^7	6	6	6	8	6
219-3P	10^5	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6
	10^7	6	6	6	6	6
127-4P	10^5	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6
	10^7	6	6	6	6,5	6
137	10^5	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6
	10^7	6	6	6	6	6
120	10^5	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6,5	6
	10^7	6	6	6	7	6
123-3	10^5	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6	6
	10^7	6	6	6	7,5	6
116-1P	10^5	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6,5	6
	10^7	6	6	6	7,5	6
124-2P	10^5	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6,5	6
	10^7	6	6	6	6	6
104-1P	10^5	6	6	6	7,5	6
	10^6	6	6	6	8,5	6
	10^7	6	6	6	8	6
150-3P	10^5	6	6	6	6	6
	10^6	6	6	6	6,5	6
	10^7	6	6	6	6,5	6

Çizelge 4.3 *L. monocytogenes* suşlarının karbonat ve limona karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: mm) (devamı)

Suşlar	Hücre Yoğunluğu KOB/mL	**Diğer Antimikrobiyel Ajanlar ve Seyreltme Oranları**				
		D1			**D2**	
		%10	**%15**	**%20**	**%100**	**%50**
151	10^5	6	6	6	7	6
	10^6	6	6	6	12	6
	10^7	6	6	6	13	6
142-1	10^5	6	6	6	9	6
	10^6	6	6	6	9,5	6
	10^7	6	6	6	11	6
122-2P	10^5	6	6	6	13	6
	10^6	6	6	6	7,5	6
	10^7	6	6	6	14	6
134-1P	10^5	6	6	6	8,5	6
	10^6	6	6	6	11	6
	10^7	6	6	6	12	6
152-3P	10^5	6	6	6	7,5	6
	10^6	6	6	6	10,5	6
	10^7	6	6	6	12,5	6
115-1P	10^5	6	6	6	10	6
	10^6	6	6	6	11	6
	10^7	6	6	6	11,5	6
ATCC	10^5	6	6	6	12	6
	10^6	6	6	6	12,5	6
	10^7	6	6	6	13,5	6

Çizelge 4.4 *L. monocytogenes* suşlarının hidrojen peroksite karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: mm)

Suşlar	Hücre Yoğunluğu KOB/mL	**Diğer Antimikrobiyel Ajanlar ve Seyreltme Oranları**				
		D3				
		%50	**%40**	**%30**	**%20**	**%10**
217-2P	10^5	53,5	54	42,5	44,5	38,5
	10^6	55,5	55,5	45,5	43,5	37,5
	10^7	52,5	57,5	40	48	34,5
135-1	10^5	49	54,5	42	47	41
	10^6	52	55	46	42	38,5
	10^7	48,5	48,5	45	42	37,5
88-3	10^5	51,5	53	47	45	34
	10^6	49,5	49	44	43	30
	10^7	48	52,5	41	45	36
107-2	10^5	47,5	50	43,5	48	31
	10^6	51,5	53,5	38,5	48	36,5
	10^7	47	50	43,5	39,5	31,5
197-1F	10^5	55	51	42,5	44	37
	10^6	47,5	52	44	43,5	30,5
	10^7	48,5	54,5	41,5	40	33
100-18	10^5	53	56	51,5	49	42,5
	10^6	55,5	56,5	52,5	45,5	35,5
	10^7	54,5	51,5	47	44	39
133-1P	10^5	50	49,5	47	46	36,5
	10^6	46	50	43,5	45	35,5
	10^7	51,5	50,5	46,5	43	35
77-1	10^5	58,5	55	53,5	51	42,5
	10^6	58	53	48	43,5	36,5
	10^7	51,5	52,5	46,5	46,5	36,5
287-1P	10^5	52	53	48,5	46	29,5
	10^6	51	52,5	46,5	43,5	36,5
	10^7	48	50	44,5	44	30,5
3Ç	10^5	47	50,5	46	44	31
	10^6	48,5	48,5	47,5	43	32,5
	10^7	47,5	55	42	42,5	33
241	10^5	58,5	55,5	45	44,5	33,5
	10^6	55	49,5	50	44	32
	10^7	56,5	50	45	37,5	32

Çizelge 4.4 *L. monocytogenes* suşlarının hidrojen peroksite karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: mm) (devamı)

Suşlar	Hücre Yoğunluğu KOB/mL	**Diğer Antimikrobiyel Ajanlar ve Seyreltme Oranları**				
		D3				
		%50	**%40**	**%30**	**%20**	**%10**
136-10	10^5	50,5	51,5	46,5	43,5	38
	10^6	55,5	47,5	43	42	34,5
	10^7	56	47	43	42	34
114-1P	10^5	57	51,5	46,5	46,5	32
	10^6	53	51	43,5	45,5	37
	10^7	48,5	44	46	42,5	33,5
219-3P	10^5	51,5	49,5	47	41,5	38
	10^6	50	47,5	38,5	40	34
	10^7	50	47	42,5	41,5	31,5
127-4P	10^5	52,5	52,5	50	44,5	37,5
	10^6	51	50	49	44,5	32,5
	10^7	47,5	48	45	42,5	32
137	10^5	51,5	52	49,5	47,5	36,5
	10^6	47,5	50	50	43,5	36
	10^7	50	48	49,5	44	35
120	10^5	50,5	51	50	40,5	36,5
	10^6	55	54	47,5	48,5	39,5
	10^7	51,5	48,5	43,5	44,5	35,5
123-3	10^5	51	53	52	41	36
	10^6	54	52,5	48,5	45,5	40
	10^7	53	48,5	48,5	41,5	36,5
116-1P	10^5	51,5	52,5	45	42,5	30,5
	10^6	55,5	50,5	40,5	41,5	31,5
	10^7	50	53,5	42,5	41	33,5
124-2P	10^5	51,5	46	47	45	29,5
	10^6	50	47	42,5	41,5	32,5
	10^7	47,5	46	39,5	42,5	37,5
104-1P	10^5	49,5	47	49,5	44	34,5
	10^6	51	45	44	44	32,5
	10^7	50	45	42,5	40	32
150-3P	10^5	51	47	42,5	43,5	30,5
	10^6	53	49	45,5	43,5	33
	10^7	48,5	42,5	43	42	33

Çizelge 4.4 *L. monocytogenes* suşlarının hidrojen peroksite karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: mm) (devamı)

Suşlar	Hücre Yoğunluğu KOB/mL	**Diğer Antimikrobiyel Ajanlar ve Seyreltme Oranları**				
		D3				
		%50	**%40**	**%30**	**%20**	**%10**
151	10^5	52	51	47,5	44	32
	10^6	47	49,5	48	48,5	33
	10^7	47	45	46,5	42,5	25
142-1	10^5	48	47,5	45,5	43,5	38
	10^6	48,5	46,5	42,5	44,5	35
	10^7	48	44	45	42,5	34,5
122-2P	10^5	47	47	52,5	42,5	32
	10^6	49,5	47,5	43,5	42,5	32
	10^7	48	48	44	39,5	28,5
134-1P	10^5	48	46	47	40,5	35,5
	10^6	46	48	46,5	40,5	34
	10^7	46,5	42,5	45	40	35
152-3P	10^5	55,5	48,5	50	42	38
	10^6	51,5	44,5	44,5	38,5	38
	10^7	53	42	44,5	36,5	37
115-1P	10^5	57	55,5	58	44	37
	10^6	61	51,5	56,5	45,5	42
	10^7	51	46	48,5	44	38
ATCC	10^5	54,5	46,5	52	42,5	41
	10^6	51,5	49	47,5	44,5	38,5
	10^7	51,5	47	50	40,5	34

Çizelge 4.5 Farklı bakteri konsantrasyonlarına karşı doğal antimikrobiyel ajanların göstermiş olduğu ortalamaların karşılaştırılması (mm) (ortalama±standart sapma)

Antimikrobiyel Ajanlar	**Seyreltme Oranı**	**Bakteri Konsantrasyonu**		
		10^5 KOB/mL	**10^6 KOB/mL**	**10^7 KOB/mL**
Geleneksel Yolla Üretilen Sirkeler				
G1	%100	6±0,3	6,9±0,3	8,8±0,3
	%50	6±0,3	6±0,3	7,4±0,3
G2	%100	6±0,3	7±0,3	9,2±0,3
	%50	6±0,3	6±0,3	7,2±0,3
G3	%100	6,4±0,3	6,4±0,3	7,8±0,3
	%50	6±0,3	6±0,3	6,9±0,3
G4	%100	6±0,3	6,4±0,3	7±0,3
	%50	6±0,3	6±0,3	6,3±0,3
G5	%100	6±0,3	6±0,3	6±0,3
	%50	6±0,3	6±0,3	6±0,3
G6	%100	6±0,3	6±0,3	6±0,3
	%50	6±0,3	6±0,3	6±0,3
G7	%100	6±0,3	6,2±0,3	7,3±0,3
	%50	6±0,3	6±0,3	6,8±0,3
G8	%100	6,3±0,3	6,3±0,3	7,9±0,3
	%50	6±0,3	6±0,3	6,6±0,3
Ticari Yolla Üretilen Sirkeler				
T1	%100	7,5±0,3	8,7±0,3	10,5±0,3
	%50	6,2±0,3	6,3±0,3	7,5±0,3
T2	%100	8,2±0,3	10,3±0,3	11,3±0,3
	%50	6,2±0,3	6,9±0,3	8±0,3
T3	%100	8,4±0,3	10,4±0,3	11,3±0,3
	%50	6±0,3	6,8±0,3	7,5±0,3
T4	%100	6,3±0,3	8,1±0,3	8,4±0,3
	%50	6±0,3	6±0,3	6,2±0,3

Çizelge 4.5 Farklı bakteri konsantrasyonlarına karşı doğal antimikrobiyel ajanların göstermiş olduğu ortalamaların karşılaştırılması (mm) (ortalama±standart sapma) (devamı)

Antimikrobiyel Ajanlar	Seyreltme Oranı	Bakteri Konsantrasyonu		
		10^5 KOB/mL	10^6 KOB/mL	10^7 KOB/mL
Ticari Yolla Üretilen Sirkeler (devam)				
T5	%100	6,8±0,3	8±0,3	8,9±0,3
	%50	6±0,3	6,1±0,3	6,2±0,3
T6	%100	6,6±0,3	6,9±0,3	8,3±0,3
	%50	6±0,3	6,1±0,3	6,9±0,3
Diğer Antimikrobiyel Ajanlar				
D1	%10	6±0,3	6±0,3	6±0,3
	%15	6±0,3	6±0,3	6±0,3
	%20	6±0,3	6±0,3	6±0,3
D2	%100	7 ±0,3	7,7±0,3	9±0,3
	%50	6±0,3	6±0,3	6±0,3
D3	%10	35,5±0,3	35,1±0,3	33,9±0,3
	%20	44,4±0,3	43,8±0,3	42,1±0,3
	%30	47,8±0,3	45,8±0,3	44,6±0,3
	%40	50,9±0,3	50,2±0,3	48,4±0,3
	%50	51,9±0,3	51,7±0,3	50,1±0,3

Geleneksel yolla farklı meyvelerden ev ortamında üretilen sirkelerin %50 ve %100'lük konsantrasyonlarına karşı *L. monocytogenes* suşlarının antimikrobiyel aktivite değerleri (Çizelge 4.1, Çizelge 4.5), ürün bazında ayrı ayrı değerlendirilmiş olup, detayları aşağıda yer almaktadır.

Nardan elde edilmiş olan geleneksel sirke örneğinin (G1 kod numarası ile) %100'lük konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarsız (6±0,3 mm), 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L.*

monocytogenes suşlarına karşı ise az duyarlı (sırasıyla 6,9±0,3 mm ve 8,8±0,3 mm) olduğu saptanmıştır. Antimikrobiyel ajanın %50'lik konsantrasyonu kullanıldığı zaman ise, 10^5 KOB/mL ve 10^6 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarsız (6±0,3 mm) ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı ise az duyarlı (7,4±0,3 mm) olduğu saptanmıştır.

Alıçtan elde edilmiş olan geleneksel sirke örneğinin (G2 kod numarası ile) %100'lük konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarsız (6±0,3 mm), 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı ise az duyarlı (sırasıyla 7±0,3 mm ve 9,2±0,3 mm) olduğu saptanmıştır. Antimikrobiyel ajanın %50'lik konsantrasyonu kullanıldığı zaman ise, 10^5 KOB/mL ve 10^6 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarsız (6±0,3 mm) ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı ise az duyarlı (7,2±0,3 mm) olduğu saptanmıştır.

Böğürtlenden elde edilmiş olan geleneksel sirke örneğinin (G3 kod numarası ile) %100'lük konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı az duyarlı (sırasıyla 6,4±0,3 mm, 6,4±0,3 mm ve 7,8±0,3 mm) olduğu saptanmıştır. Antimikrobiyel ajanın %50'lik konsantrasyonu kullanıldığı zaman ise, 10^5 KOB/mL ve 10^6 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarsız (6±0,3 mm) ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı ise az duyarlı (6,9±0,3 mm) olduğu saptanmıştır.

Yalova bölgesinden temin edilen üzümden elde edilmiş olan geleneksel sirke örneğinin (G4 kod numarası ile) %100'lük konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarsız (6±0,3 mm), 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı ise az duyarlı (sırasıyla 6,4±0,3 mm ve 7±0,3 mm) olduğu saptanmıştır. Antimikrobiyel ajanın %50'lik konsantrasyonu kullanıldığı zaman ise, 10^5 KOB/mL ve 10^6 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarsız (6±0,3 mm) ve 10^7 KOB/mL

konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı ise az duyarlı (6,3±0,3 mm) olduğu saptanmıştır.

Çanakkale bölgesinden temin edilen üzümden elde edilmiş olan sirke örneğinin (G5 kod numarası ile) %100'lük konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarsız (6±0,3 mm) olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde antimikrobiyel ajanın %50'lik konsantrasyonu kullanıldığı zaman ise; 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarsız (6±0,3 mm) olduğu saptanmıştır.

Tez çalışmamızda G4 ve G5 kodlu üzüm sirkelerinin *L. monocytogenes* suşuna karşı genel olarak duyarsız olduğu saptanmış ve elde olunan en yüksek zon çapı ise 7±0,3 mm olarak ölçülmüştür. Tez çalışmasında elde olunan bu verilerin aksine, Öztürk vd. (2015) tarafından ev yapımı üzüm sirkelerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı oluşturdukları inhibisyon zon çapları 10,18-30,71 mm arasında ölçülmüştür.

Elmadan elde edilmiş olan geleneksel sirke örneğinin (G6 kod numarası ile) %100'lük konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarsız (6±0,3 mm) olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde antimikrobiyel ajanın %50'lik konsantrasyonu kullanıldığı zaman ise; 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarsız (6±0,3 mm) olduğu saptanmıştır.

Kuşburnundan elde edilmiş olan geleneksel sirke örneğinin (G7 kod numarası ile) %100'lük konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarsız (6±0,3 mm), 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı ise az duyarlı (sırasıyla 6,2±0,3 mm ve 7,3±0,3 mm) olduğu saptanmıştır. Antimikrobiyel ajanın %50'lik konsantrasyonu kullanıldığı zaman ise, 10^5 KOB/mL ve 10^6 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarsız (6±0,3 mm) ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı ise az duyarlı (6,8±0,3 mm) olduğu saptanmıştır.

Duttan elde edilmiş olan geleneksel sirke örneğinin (G8 kod numarası ile) %100'lük konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonlarındaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı az duyarlı (sırasıyla 6,3±0,3 mm, 6,3±0,3 mm ve 7,9±0,3 mm) olduğu saptanmıştır. Antimikrobiyel ajanın %50'lik konsantrasyonu kullanıldığı zaman ise, 10^5 KOB/mL ve 10^6 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarsız (6±0,3 mm) ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı ise az duyarlı (6,6±0,3) olduğu saptanmıştır. Elde olunan bu sonuçlar Şengün ve Kılıç (2018) tarafından elde olunan verileri desteklemektedir. Araştırıcılar geleneksel dut sirkesinin *L. monocytogenes*'e karşı inhibisyon etkisinin bulunmadığını ifade etmişlerdir.

Doğal antimikrobiyel ajan olarak farklı meyvelerden elde edilmiş toplamda 8 farklı geleneksel sirke örneğinin farklı konsantrasyonlarının *L. monocytogenes* suşlarının farklı konsantrasyonlarına karşı antimikrobiyel etkinlikleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Genel olarak %100'lük konsantrasyondaki geleneksel sirke örneklerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı etkinlik düzeyinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Ticari yolla farklı meyvelerden endüstriyel ortamda üretilen ve farklı firmalara ait sirkelerin %50 ve %100'lük konsantrasyonlarına karşı *L. monocytogenes* suşlarının antimikrobiyel aktivite değerleri (Çizelge 4.2, Çizelge 4.5), ürün bazında ayrı ayrı değerlendirilmiş olup, detayları aşağıda yer almaktadır.

Ticari balzamik sirkesi örneğinin (T1 kod numarası ile) %100'lük konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı az duyarlı (sırasıyla 7,5±0,3 mm, 8,7±0,3 mm ve 10,5±0,3 mm) olduğu saptanmıştır. Antimikrobiyel ajanın %50'lik konsantrasyonu kullanıldığı zaman ise, 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı az duyarlı (sırasıyla 6,2±0,3 mm, 6,3±0,3 mm ve 7,5±0,3 mm) olduğu saptanmıştır.

Ticari nar sirkesi örneğinin (T2 kod numarası ile) %100'lük konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı az duyarlı (sırasıyla 8,2±0,3 mm, 10,3±0,3 mm ve 11,3±0,3 mm) olduğu saptanmıştır. Antimikrobiyel ajanın %50'lik konsantrasyonu kullanıldığı zaman ise, 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı az duyarlı (sırasıyla 6,2±0,3 mm, 6,9±0,3 mm ve 8±0,3 mm) olduğu saptanmıştır. Tez çalışmamızda elde olunan bu verilerin aksine, Öztürk vd. (2015) ticari nar sirkesinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı oluşturduğu inhibisyon zon çapını 15,62 mm olarak ölçmüştür.

Ticari beyaz sirke örneğinin (T3 kod numarası ile) %100'lük konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı az duyarlı (sırasıyla 8,4±0,3 mm, 10,4±0,3 mm ve 11,3±0,3 mm) olduğu saptanmıştır. Antimikrobiyel ajanın %50'lik konsantrasyonu kullanıldığı zaman ise; 10^5 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarsız (6±0,3 mm), 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı az duyarlı (sırasıyla 6,8±0,3 mm ve 7,5±0,3 mm) olduğu saptanmıştır.

Ticari üzüm sirkesi örneğinin (T4 kod numarası ile) %100'lük konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı az duyarlı (sırasıyla 6,3±0,3 mm, 8,1±0,3 mm ve 8,4±0,3 mm) olduğu saptanmıştır. Antimikrobiyel ajanın %50'lik konsantrasyonu kullanıldığı zaman ise; 10^5 KOB/mL ve 10^6 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarsız (6±0,3 mm) ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı az duyarlı (6,2±0,3 mm) olduğu saptanmıştır. Tez çalışmamızda elde olunan bu verilerin aksine, Öztürk vd. (2015) tarafından ticari üzüm sirkesinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı oluşturduğu inhibisyon zon çapı 17,73 mm olarak ölçülmüştür.

Ticari elma sirkesi örneğinin (T5 kod numarası ile) %100'lük konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı az duyarlı (sırasıyla 6,8±0,3 mm, 8±0,3 mm ve 8,9±0,3 mm) olduğu

saptanmıştır. Antimikrobiyel ajanın %50'lik konsantrasyonu kullanıldığı zaman ise; 10^5 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarsız (6±0,3 mm), 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı az duyarlı (sırasıyla 6,1±0,3 mm ve 6,2±0,3 mm) olduğu saptanmıştır.

Tez çalışmasında denenen bir diğer ticari elma sirke örneğinin (T6 kod numarası ile) %100'lük konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı az duyarlı (sırasıyla 6,6±0,3 mm, 6,9±0,3 mm ve 8,3±0,3 mm) olduğu saptanmıştır. Antimikrobiyel ajanın %50'lik konsantrasyonu kullanıldığı zaman ise; 10^5 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarsız (6±0,3 mm), 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı az duyarlı (sırasıyla 6,1±0,3 mm ve 6,9±0,3 mm) olduğu saptanmıştır.

Tez çalışmamızda T5 ve T6 kodlu ticari elma sirkelerinin *L. monocytogenes* suşuna karşı genel olarak duyarlı olduğu saptanmış ve elde olunan en yüksek zon çapı ise 8,9±0,3 mm olarak ölçülmüştür. Tez çalışmasında elde olunan bu verilerin aksine, Öztürk vd. (2015) tarafından ticari elma sirkesinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı oluşturduğu inhibisyon zon çapı 17,51 mm olarak ölçülmüştür.

Doğal antimikrobiyel ajan olarak farklı meyvelerden elde edilmiş farklı firmalara ait toplamda 6 adet ticari sirke örneğinin farklı konsantrasyonlarının, *L. monocytogenes* suşlarının farklı konsantrasyonlarına karşı antimikrobiyel etkinlikleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). %100'lük konsantrasyondaki ticari sirke örneklerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı etkinlik düzeyinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ticari sirke örneklerinden balzamik, nar, beyaz ve üzüm sirkelerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı antimikrobiyel etkinliklerinin, elma sirkelerine kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Ticari olarak üretilen sirkeler ile geleneksel yolla üretimi yapılan sirkelerin *L. monocytogenes* suşlarına karşı antimikrobiyel etkinlikleri kıyaslandığı zaman,

aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Ticari olarak üretimi yapılan sirkelerin *L. monocytogenes* suşlarına karşı antimikrobiyel etkinliklerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Çeşitli araştırıcılar tarafından (Nastou vd. 2012, Öztürk vd. 2015, Bakır vd. 2017, Baldas ve Altuner 2018, Şengün ve Kılıç 2018, Şengün ve Kılıç 2020) ev yapımı sirke ile ticari olarak üretimi yapılan sirkelerde gıda patojenlerine karşı antimikrobiyel aktivite bakımından farklılıklar olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde tez çalışmamızda da ticari olarak üretimi yapılan sirke örneklerinin gıda patojenlerine karşı inhibisyon etkisinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Tez çalışmamızda geleneksel ve ticari yolla üretimi yapılan sirke örneklerinin *L. monocytogenes*'e karşı oluşturduğu inhibisyon zon çapları, benzer çalışmalarda elde edilen zon çapları ile kıyaslandığı zaman; çalışmamızda ölçülen zon çaplarının çok düşük değerler olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, Çizelge 4.5). Öztürk vd. (2015) tarafından geleneksel sirke örneklerinin *L. monocytogenes* suşuna karşı oluşturduğu inhibisyon zon çapları 10,18-30,71 mm ve ticari sirke örneklerine karşı ise 15,62-18,05 mm arasında ölçülmüştür. Şengün ve Kılıç (2018) tarafından ticari dut sirkesinin *L. monocytogenes* suşuna karşı oluşturduğu inhibisyon zon çapı 13,5 mm olarak ölçülmüştür. Bu değerler tez çalışmamızda elde olunan zon çapları ile uyumlu bulunmamıştır.

Diğer antimikrobiyel ajanların (karbonat, limon ve hidrojen peroksit) farklı konsantrasyonlarının, *L. monocytogenes* suşlarının farklı konsantrasyonlarına karşı antimikrobiyel aktivite değerleri (Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Çizelge 4.5) ürün bazında ayrı ayrı değerlendirilmiş olup, detayları aşağıda yer almaktadır.

Karbonatın (D1 kod numarası ile) %10, %15 ve %20'lik konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarsız (6±0,3 mm) olduğu saptanmıştır. Yang vd. (2009), *L. monocytogenes* sayısında sodyum bikarbonat çözeltisi kullanarak <1 log'luk azalış

saptamışlardır. Yang vd. (2009) tarafından karbonatın gıda patojenleri üzerinde inhibisyon etkisinin bulunmadığı belirtilmiştir. Bu ifade tez çalışmamızla da desteklenmiştir.

Taze limon örneğinin (D2 kod numarası ile) %100'lük konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı az duyarlı (sırasıyla 7±0,3 mm, 7,7±0,3 mm ve 9±0,3 mm) olduğu saptanmıştır. Antimikrobiyel ajanın %50'lik konsantrasyonu kullanıldığı zaman ise; 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarsız (6±0,3 mm) olduğu saptanmıştır.

Hidrojen peroksitin (D3 kod numarası ile) %10'luk konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarlı (sırasıyla 35,5±0,3 mm, 35,1±0,3 mm ve 33,9±0,3 mm) olduğu saptanmıştır. Antimikrobiyel ajanın %20'lik konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarlı (sırasıyla 44,4±0,3 mm, 43,8±0,3 mm ve 42,1±0,3 mm) olduğu saptanmıştır. Antimikrobiyel ajanın %30'luk konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarlı (sırasıyla 47,8±0,3, 45,8±0,3 ve 44,6±0,3) olduğu saptanmıştır. Antimikrobiyel ajanın %40'lık konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarlı (sırasıyla 50,9±0,3 mm, 50,2±0,3 mm ve 48,4±0,3 mm) olduğu saptanmıştır. Son olarak antimikrobiyel ajanın %50'lik konsantrasyonunun 10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL konsantrasyonundaki *L. monocytogenes* suşlarına karşı duyarlı (sırasıyla 51,9±0,3 mm, 51,7±0,3 mm ve 50,1±0,3 mm) olduğu saptanmıştır.

Karbonat, limon ve hidrojen peroksitin doğal antimikrobiyel ajan olarak kullanıldığı çalışmada, bu örneklerin farklı konsantrasyonlarının *L. monocytogenes* suşlarının farklı konsantrasyonlarına karşı antimikrobiyel etkinlikleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p>0,05$). Hidrojen peroksidin *L. monocytogenes* suşlarına karşı

antimikrobiyel etkinliklerinin, tez çalışması kapsamında denenen diğer antimikrobiyel ajanlara kıyasla en yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Gıda sanayinde hidrojen peroksit genellikle yüzey dezenfektanı olarak kullanılmaktadır (Zhang ve Yang 2017).

5. SONUÇ

Tez çalışması kapsamında elde olunan sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

1. Tez çalışmasında; tüketime hazır gıdalardan izole edilmiş ve moleküler tanımlaması yapılmış olan 29 adet *L. monocytogenes* suşu, bakteriyel kültür olarak kullanılmıştır.

2. *L. monocytogenes* suşlarının gelişiminin engellenmesinde farklı hammaddelerden hem geleneksel yöntemlerle ev ortamında üretilmiş hem de ticari olarak üretimi yapılmış sirke türleri, limon suyu, sodyum bikarbonat ve hidrojen peroksit stres faktörü olarak kullanılmıştır. Tezde yer alan çizelgelerde geleneksel yöntemlerle ev ortamında farklı meyvelerden üretilmiş sirke örneklerine "G" sembolü; ticari olarak üretimi yapılan sirke örneklerine "T" sembolü; karbonat, limon ve hidrojen peroksit örneklerine ise "D" sembolü verilmiştir

3. Antimikrobiyel ajanların farklı düzeylerde hazırlanmış olan konsantrasyonları *L. monocytogenes* suşlarının farklı hücre yoğunluğundaki (10^5 KOB/mL, 10^6 KOB/mL ve 10^7 KOB/mL) suşlarına karşı denenmiştir.

4. Doğal antimikrobiyel ajanların *L. monocytogenes* suşları üzerinde antimikrobiyel etkinliğinin belirlenmesinde disk difüzyon yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. *L. monocytogenes* suşlarının antimikrobiyel ajanlara karşı gösterdiği antimikrobiyel etkileri inhibisyon zon çapı ölçülerek değerlendirilmiştir. Bu kapsamda elde olunan zon çapı ölçümleri ≤6 mm duyarsız, 6,1-30 mm aralığında az duyarlı ve ≥31 mm duyarlı olarak değerlendirilmiştir.

5. Geleneksel yolla farklı meyvelerden ev ortamında üretilen toplamda 8 farklı geleneksel sirke örneğinin %50 ve %100'lük konsantrasyonlarına karşı *L. monocytogenes* suşlarının antimikrobiyel aktivite değerleri, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Genel olarak %100'lük konsantrasyondaki

geleneksel sirke örneklerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı etkinlik düzeyinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

6. Ticari yolla farklı meyvelerden endüstriyel ortamda üretilen ve farklı firmalara ait toplamda 6 farklı sirke örneğinin %50 ve %100'lük konsantrasyonlarına karşı *L. monocytogenes* suşlarının antimikrobiyel aktivite değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). %100'lük konsantrasyondaki ticari sirke örneklerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı etkinlik düzeyinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ticari sirke örneklerinden balzamik, nar, beyaz ve üzüm sirkelerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı antimikrobiyel etkinliklerinin, elma sirkelerine kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

7. Ticari olarak üretilen sirkeler ile geleneksel yolla üretimi yapılan sirkelerin *L. monocytogenes* suşlarına karşı antimikrobiyel etkinlikleri kıyaslandığı zaman, aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Ticari olarak üretimi yapılan sirkelerin *L. monocytogenes* suşlarına karşı antimikrobiyel etkinliklerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır.

8. Tez çalışmamızda geleneksel ve ticari yolla üretimi yapılan sirke örneklerinin *L. monocytogenes*'e karşı oluşturduğu inhibisyon zon çapları, benzer çalışmalarda elde edilen zon çapları ile kıyaslandığı zaman; çalışmamızda ölçülen zon çaplarının çok düşük değerler olduğu gözlemlenmiştir.

9. Karbonat, limon ve hidrojen peroksitin farklı konsantrasyonlarının, *L. monocytogenes* suşlarının farklı konsantrasyonlarına karşı antimikrobiyel aktivite değerleri, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p>0,05$). Hidrojen peroksidin *L. monocytogenes* suşlarına karşı antimikrobiyel etkinliği, tez çalışması kapsamında denenen diğer tüm antimikrobiyel ajanlara kıyasla en yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

Abdelhamid, A. G. ve El-Dougdoug, N. K. 2020. Controlling foodborne pathogens with natural antimicrobials by biological control and antivirulence strategies. Heliyon, 6(9), 1-9.

Akpinar-Bayizit, A., Ozcan, T. ve Yilmaz-Ersan, L. 2012. The therapeutic potential of pomegranate and its products for prevention of cancer, In: Cancer prevention–from mechanisms to translational benefits. Georgakilas, A. G. (ed), InTech, 331-373, Croatia.

Aktop, S., Canberi, H. A., Şentürk, E. ve Şanlıbaba, P. 2020. Antibacterial activity of different essential oils on *Listeria monocytogenes* strains isolated from ready-to-eat foods. Gıda, 45(5), 861-871.

Allerberger, F. 2003. *Listeria*: growth, phenotypic differentiation and molecular microbiology. FEMS Immunology and Medical Microbiology, 35(3), 183-189.

Al-Rawi, A., Bahjet, S. ve May, A. A. 2018. Novel natural disinfectants for contaminated cosmetic application tools. International Journal of Medical Sciences, 1(1), 23-30.

Altuntaş, S. ve Korukluoğlu, M. 2018. Gıda işleme tesislerinde *Listeria monocytogenes* ve mücadelede yeni yaklaşımlar. Gıda, 43(1), 101-113.

Anonim. 2021. Web Sitesi: https://kemalkukrer.com.tr/blog/beyaz-sirke. Erişim Tarihi: 20.05.2021.

Anonymous. 2015a. Web Sitesi: https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/soft-cheeses-09-15/index.html. Erişim Tarihi: 21.05.2021.

Anonymous. 2015b. Web Sitesi: https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/ice-cream-03-15/index.html. Erişim Tarihi: 21.05.2021.

Anonymous. 2016a. Web Sitesi: https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/frozen-vegetables-05-16/index.html. Erişim Tarihi: 21.05.2021.

Anonymous. 2016b. Web Sitesi: https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/raw-milk-03-16/index.html. Erişim Tarihi: 21.05.2021.

Anonymous. 2016c. Web Sitesi: https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/bagged-salads-01-16/index.html. Erişim Tarihi: 21.05.2021.

Anonymous. 2017a. Web Sitesi: https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/soft-cheese-03-17/index.html. Erişim Tarihi: 21.05.2021.

Anonymous. 2017b. Web Sitesi: https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-10-detection-listeria-monocytogenes-foods-and-environmental- samples-and-enumeration. Erişim Tarihi: 20.05.2021.

Anonymous. 2018a. Web Sitesi: https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/porkproducts-11-18/index.html. Erişim Tarihi: 21.05.2021.

Anonymous. 2018b. Web Sitesi: https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/countryham-10-18/index.html. Erişim Tarihi: 21.05.2021.

Anonymous. 2018c. Web Sitesi: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/listeriosis#:~:text=Foodborne%20listeriosis%20is%20one%20of,and%20regions%20of%20the%20world. Erişim Tarihi: 25.04.21.

Anonymous. 2019a. Web Sitesi: https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/eggs-12-19/index.html. Erişim Tarihi: 21.05.2021.

Anonymous. 2019b. Web Sitesi: https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/monocytogenes-08-19/index.html. Erişim Tarihi: 21.05.2021.

Anonymous. 2019c. Web Sitesi: https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/deliproducts-04-19/index.html. Erişim Tarihi: 21.05.2021.

Anonymous. 2019d. Web Sitesi: https://www.who.int/csr/don/16-september-2019-listeriosis-spain/en/. Erişim Tarihi: 20.05.2021.

Anonymous. 2019e. Web Sitesi: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/937907/2019-05-Listeria-CC8-Outbreak-Report.pdf. Erişim Tarihi: 21.05.2021.

Anonymous. 2020a. Web Sitesi: https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/delimeat-10-20/index.html. Erişim Tarihi: 21.05.2021.

Anonymous. 2020b. Web Sitesi: https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/enoki-mushrooms-03-20/index.html. Erişim Tarihi: 21.05.2021.

Anonymous. 2020c. Web Sitesi: https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=178.1005. Erişim Tarihi: 20.05.2021.

Anonymous. 2021a. Web Sitesi: https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/hispanic-soft-cheese-02-21/index.html. Erişim Tarihi: 21.05.2021.

Anonymous. 2021b. Web Sitesi: https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/index.html. Erişim Tarihi: 20.05.2021.

Anonymous. 2021c. Web Sitesi: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/516892. Erişim Tarihi: 20.05.2021.

Antoniewicz, J., Kochman, J., Jakubczyk, K., Kwiatkowski, P., Żwierełło, W., Skórka-Majewicz, M. ve Janda, K. 2020. Antimicrobial properties, antioxidant activity and phenolic content of grape vinegars, 6th International Electronic Conference on Medicinal Chemistry, 1-30 November 2020, Poster, Poland.

Arslan, S. ve Baytur, S. 2019. Prevalence and antimicrobial resistance of *Listeria* species and subtyping and virulence factors of *Listeria monocytogenes* from retail meat. Journal of Food Safety, 39(1), 1-10.

Axelsson, L., Bjerke, G. A., McLeod, A., Berget, I. ve Holck, A. L. 2020. Growth behavior of *Listeria monocytogenes* in a traditional Norwegian fermented fish product (Rakfisk), and its inhibition through bacteriophage addition. Foods, 9(119), 1-16.

Aydın, R. 2013. Uzundere ve İspir (Erzurum) ilçelerinde üretilen dut sirkesinin antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 77, Erzurum.

Baba, H., Kanamori, H., Kakuta, R., Sakurai, H., Oshima, K., Aoyagi, T. ve Kaku, M. 2021. Genomic characteristics of *Listeria monocytogenes* causing invasive listeriosis in Japan. Diagnostic Microbiology and Infectious Disease, 99(3), 1-4.

Bakır, S., Devecioğlu, D., Kayacan, S., Toydemir, G., Karbancıoğlu-Güler, F. ve Çapanoğlu, E. 2017. Investigating the antioxidant and antimicrobial activities of different vinegars. European Food Research and Technology, 243(12), 2083-2094.

Baldas, B. ve Altuner, E. M. 2018. The antimicrobial activity of apple cider vinegar and grape vinegar, which are used as a traditional surface disinfectant for fruits and vegetables. Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series C Biology, 27(1), 1-10.

Barría, C., Singer, R. S., Bueno, I., Estrada, E., Rivera, D., Ulloa, S., Fernandez, J., Mardones, F. O. ve Moreno-Switt, A. I. 2020. Tracing *Listeria monocytogenes* contamination in artisanal cheese to the processing environments in cheese producers in southern Chile. Food microbiology, 90, 1-7.

Batiha, G. E. S., Hussein, D. E., Algammal, A. M., George, T. T., Jeandet, P., Al-Snafi, A. E., Tiwari, A., Pagnossa, J. P., Lima, C. M., Thorat, N. D., Zahoor, M., El-Esawi, M., Dey, A., Alghamdi, S., Hetta, H. F. ve Cruz-Martins, N. 2021. Application of natural antimicrobials in food preservation: Recent views. Food Control, 126, 1-14.

Bauer, A. W., Kirby, W .M. M., Serris, J. C. ve Turck, M. 1966. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disc method. American Journal of Clinical Pathology, 45, 493-496.

Bertsch, D., Rau, J., Eugster, M. R., Haug, M. C., Lawson, P. A., Lacroix, C. ve Meile, L. 2013. *Listeria fleischmannii* sp. nov., isolated from cheese. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 63(2), 526-532.

Besse, N. G., Barre, L., Buhariwalla, C., Vignaud, M. L., Khamissi, E., Decourseulles, E., Nirsimloo, M., Chelly, M. ve Kalmokoff, M. 2010. The overgrowth of *Listeria monocytogenes* by other *Listeria* spp. in food samples undergoing enrichment cultivation has a nutritional basis. International Journal of Food Microbiology, 136(3), 345-351.

Bhatti, M., Veeramachaneni, A. ve Shelef, L. A. 2004. Factors affecting the antilisterial effects of nisin in milk. International Journal of Food Microbiology, 97(2), 215-219.

Bingöl, E. B., Çetin, O. ve Muratoğlu, K. 2011. Effect of lemon juice on the survival of *Salmonella enteritidis* and *Escherichia coli* in cig kofte (raw meatball). British Food Journal, 113, 1183-1194.

Bodie, A. 2019. Potential antimicrobials for controlling *Listeria monocytogenes* in frankfurters. Master Thesis, University of Arkansas, Bachelor of Arts in Biology, 110, Fayetteville.

Boerlin, P., Rocourt, J., Grimont, F., Grimont, P. A., Jacquet, C. ve Piffaretti, J. C. 1992. *Listeria ivanovii* subsp. *londoniensis* subsp. nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 42(1), 69-73.

Bozdemir, M., Kamer, D. D. A., Akgül, G., ve Gümüş, T. 2021. Farklı hammaddelerden üretilen sirkelerin bazı fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(1), 32-44.

Budak, H. N. 2010. Elma ve üzümden üretilen sirkelerin bileşenleri ve fonksiyonel özellikleri üzerine araştırma. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 185, Isparta.

Budiati, T., Wibisono, Y., Pambayun, R. A., Fahrezy, M. F., Ariyani, R., Kurniawati, E., Suryaningsih, W., Yudiastuti, S. O. N. ve Bakri, A. 2020. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by natural antimicrobial. Second International Conference on Food and Agriculture, 411(1), 012042, Indonesia.

Cabal, A., Allerberger, F., Huhulescu, S., Kornschober, C., Springer, B., Schlagenhaufen, C., Wassermann-Neuhold, M., Fötschl, H., Pless, P., Krause, R., Lennkh, A., Murer, A., Ruppitsch, W. ve Pietzka, A. 2019. Listeriosis outbreak likely due to contaminated liver pâté consumed in a tavern, Austria, December 2018. Eurosurveillance, 24(39), 1-6.

Chen, J. Q., Regan, P., Laksanalamai, P., Healey, S. ve Hu, Z. 2017. Prevalence and methodologies for detection, characterization and subtyping of *Listeria*

monocytogenes and *L. ivanovii* in foods and environmental sources. Food Science and Human Wellness, 6(3), 97-120.

Chen, M., Cheng, J., Wu, Q., Zhang, J., Chen, Y., Zeng, H., Ye, Q., Wu, S., Cai, S., Wang, J. ve Ding, Y. 2018. Prevalence, potential virulence, and genetic diversity of *Listeria monocytogenes* isolates from edible mushrooms in Chinese markets. Frontiers in Microbiology, 9, 1-12.

Çakmak, G. A. 2017. Tüketime hazır gıdaların *Listeria* spp. varlığı bakımından taranması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 98, Ankara.

Den Bakker, H. C., Manuel, C. S., Fortes, E. D., Wiedmann, M., ve Nightingale, K. K. 2013. Genome sequencing identifies *Listeria fleischmannii* subsp. *coloradonensis* subsp. nov., isolated from a ranch. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 63(9), 3257-3268.

Den Bakker, H. C., Warchocki, S., Wright, E. M., Allred, A. F., Ahlstrom, C., Manuel, C. S., Stasiewicz, M. J., Burrell, A., Roof, S., Strawn, L. K., Fortes, E., Nightingale, K. K., Kephart, D. ve Wiedmann, M. 2014. *Listeria floridensis* sp. nov., *Listeria aquatica* sp. nov., *Listeria cornellensis* sp. nov., *Listeria riparia* sp. nov. and *Listeria grandensis* sp. nov., from agricultural and natural environments. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 64(6), 1882-1889.

Desai, A. N., Anyoha, A., Madoff, L. C. ve Lassmann, B. 2019. Changing epidemiology of *Listeria monocytogenes* outbreaks, sporadic cases, and recalls globally: A review of ProMED reports from 1996 to 2018. International Journal of Infectious Diseases, 84, 48-53.

Desai, M. A., Kurve, V., Smith, B. S., Campano, S. G., Soni, K. ve Schilling, M. W. 2014. Utilization of buffered vinegar to increase the shelf life of chicken retail cuts packaged in carbon dioxide. Poultry science, 93(7), 1850-1854.

Disson, O., Moura, A. ve Lecuit, M. 2021. Making sense of the biodiversity and virulence of *Listeria monocytogenes*. Trends in Microbiology. ISSN 0966-842X, 1-12.

Doijad, S. P., Poharkar, K. V., Kale, S. B., Kerkar, S., Kalorey, D. R., Kurkure, N. V., Rawool, D. B., Malik, S. V. S., Ahmad, R. S., Hudel, M., Chaudhari S. P., Abt, B., Overmann, J., Weigel, M., Hain, T., Barbuddhe S. B. ve Chakraborty, T. 2018. *Listeria goaensis* sp. nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 68(10), 3285-3291.

Ekawati, E. R. ve Darmanto, W. 2019. Lemon (*Citrus limon*) juice has antibacterial potential against diarrhea-causing pathogen. Earth and Environmental Science, 217(1), 1-6.

Elhan, S. 2014. Farklı sirke çeşitleri ve konsantrasyonlarının salata bileşenlerinin dezenfeksiyonunda kullanım imkanlarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 57, Erzurum.

European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control (EFSA and ECDC). 2019. The European Union one health 2018 zoonoses report. EFSA Journal, 17(12), 1-286.

Farber, J. M., Zwietering, M., Wiedmann, M., Schaffner, D., Hedberg, C. W., Harrison, M. A., Hartnett, E., Chapman, B., Donnelly, C. W., Goodburn, K. E. ve Gummalla, S. 2021. Alternative approaches to the risk management of *Listeria monocytogenes* in low risk foods. Food Control, 123, 1-26.

Feng, Y., Yao, H., Chen, S., Sun, X., Yin, Y. ve Jiao, X. A. 2020. Rapid detection of hypervirulent serovar 4h *Listeria monocytogenes* by multiplex PCR. Frontiers in Microbiology, 11, 1-7.

Fernandes, L., Pereira, J. A., Lopéz-Cortés, I., Salazar, D. M., González-Álvarez, J. ve Ramalhosa, E. 2017. Physicochemical composition and antioxidant activity of several pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain. European Food Research and Technology, 243(10), 1799-1814.

Figueiredo, A. C. L. ve Almeida, R. C. 2017. Antibacterial efficacy of nisin, bacteriophage P100 and sodium lactate against *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat sliced pork ham. Brazilian Journal of Microbiology, 48(4), 724-729.

Fong, D., Gaulin, C., Lê, M. L. ve Shum, M. 2011. Effectiveness of alternative antimicrobial agents for disinfection of hard surfaces. National Collaborating Centre for Environmental Health, 19, Vancouver.

Gasanov, U., Hughes, D. ve Hansbro, P. M. 2005. Methods for the isolation and identification of *Listeria* spp. and *Listeria monocytogenes*: a review. FEMS Microbiology Reviews, 29(5), 851-875.

Gelbíčová, T., Zobanikova, M., Tomáštíková, Z., Van Walle, I., Ruppitsch, W. ve Karpíšková, R. 2018. An outbreak of listeriosis linked to turkey meat products in the Czech Republic, 2012–2016. Epidemiology and Infection, 146(11), 1407-1412.

Giudici, P., Lemmetti, F. ve Mazza, S. 2015. Balsamic Vinegars. Tradition, Technology, Trade. Springer, 173, Italy.

González-Molina, E., Domínguez-Perles, R., Moreno, D. A. ve García-Viguera, C. 2010. Natural bioactive compounds of *Citrus limon* for food and health. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 51(2), 327-345.

Graves, L. M., Helsel, L. O., Steigerwalt, A. G., Morey, R. E., Daneshvar, M. I., Roof, S. E., Orsi, R. H., Fortes, E. D., Milillo, S. R., Den Bakker H. C., Wiedmann, M., Swaminathan, B. ve Sauders, B. D. 2010. *Listeria marthii* sp. nov., isolated from the natural environment, Finger Lakes National Forest. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 60(6), 1280-1288.

Gündoğdu, M., Tunçtürk, M., Berk, S., Şekeroğlu, N. ve Gezici, S. 2018. Antioxidant capacity and bioactive contents of mulberry species from Eastern Anatolia region of Turkey. Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research, 52(4), 96-101.

Halbedel, S., Wilking, H., Holzer, A., Kleta, S., Fischer, M. A., Lüth, S., Pietzka, A., Huhulescu, S., Lachmann, R., Krings, A., Ruppitsch, W., Leclercq, A., Kamphausen, R., Meincke, M., Wagner-Wiening, C., Contzen, M., Kraemer, I. B., Al Dahouk, S., Allerberger, F., Stark, K. ve Flieger, A. 2020. Large nationwide outbreak of invasive listeriosis associated with blood sausage, Germany, 2018–2019. Emerging Infectious Diseases, 26(7), 1456-1464.

Halkman, A. K., Akpınar M., Ataman, P., Bağder Elmacı, S., Halkman, B., Halkman, H., Koçaker, N., Kolcuoğlu, G., Ömeroğlu, P. Y., Özçelik, F., Sağdaş, Ö. E., Sancar, B. Ç, Yıldırım, G. ve Yılmaz, A. 2019. Gıdalarda Bulunan Mikroorganizmalar: Gıda Mikrobiyolojisi. Halkman A. K. (ed), Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri, 309-404, Ankara.

Halter, E. L., Neuhaus, K. ve Scherer, S. 2013. *Listeria weihenstephanensis* sp. nov. isolated from the water plant *Lemna trisulca* taken from a freshwater pond. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 63(2), 641-647.

Iannetti, L., Schirone, M., Neri, D., Visciano, P., Acciari, V. A., Centorotola, G., Mangieri, M. S., Torresi, M., Santarelli, G. A., Marzio, V. D., Marfoglia, C., Migliorati, G. ve Pomilio, F. 2020. *Listeria monocytogenes* in poultry: Detection and strain characterization along an integrated production chain in Italy. Food Microbiology, 91, 1-7.

Jamali, H., Chai, L. C. ve Thong, K. L. 2013. Detection and isolation of *Listeria* spp. and *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods with various selective culture media. Food Control, 32(1), 19-24.

Jordan, K., Leong, D. ve Ordóñez, A. Á. 2015. *Listeria monocytogenes* in the food processing environment. Springer, 96, Ireland.

Kadiroğlu, P. 2018. FTIR spectroscopy for prediction of quality parameters and antimicrobial activity of commercial vinegars with chemometrics. Journal of the Science of Food and Agriculture, 98(11), 4121-4127.

Kalaba, V., Balaban, Ž. M. ve Kalaba, D. 2019. Antibacterial activity of domestic apple cider vinegar. AGROFOR International Journal, 4(1), 1-8.

Kaptchouang Tchatchouang, C. D., Fri, J., De Santi, M., Brandi, G., Schiavano, G. F., Amagliani, G. ve Ateba, C. N. 2020. Listeriosis outbreak in South Africa: A comparative analysis with previously reported cases worldwide. Microorganisms, 8(1), 1-18.

Kelebek, H., Kadiroğlu, P., Demircan, N. B. ve Selli, S. 2017. Screening of bioactive components in grape and apple vinegars: Antioxidant and antimicrobial potential. Journal of the Institute of Brewing, 123(3), 407-416.

Khan, I., Khan, J., Mıskeen, S., Tango, C. N., Park, Y. S. ve Oh, D. H. 2016. Prevalence and control of *Listeria monocytogenes* in the food industry–a review. Czech Journal of Food Sciences, 34(6), 469-487.

Khelef, N., Lecuit, M., Buchrieser, C., Cabanes, D., Dussurget, O. ve Cossart, P. 2006. *Listeria monocytogenes* and the genus *Listeria*. The Prokaryotes, 4, 404-476.

Kilonzo-Nthenge, A. ve Liu, S. 2019. Antimicrobial efficacy of household sanitizers against artificially inoculated *Salmonella* on ready-to-eat spinach (*Spinacia oleracea*). Journal of Consumer Protection and Food Safety, 14(2), 105-112.

Klimek-Szczykutowicz, M., Szopa, A. ve Ekiert, H. 2020. *Citrus limon* (Lemon) phenomenon—a review of the chemistry, pharmacological properties, applications in the modern pharmaceutical, food, and cosmetics industries, and biotechnological studies. Plants, 9(1), 119.

Kondrotiene, K., Kasnauskyte, N., Serniene, L., Gölz, G., Alter, T., Kaskoniene, V., Maruska, A. S. ve Malakauskas, M. 2018. Characterization and application of newly isolated nisin producing *Lactococcus lactis* strains for control of *Listeria monocytogenes* growth in fresh cheese. LWT Food Science and Technology, 87, 507-514.

Labaiden, M., Kasai, H., Yoshimizu, M. ve Direkbusrakom, S. 2013. Elimination of *Escherichia coli* from oysters using sodium bicarbonate. Walailak Journal of Science and Technology (WJST), 10(6), 601-606.

Lado, B. H. ve Yousef, A. E. 2007. Characteristics of *Listeria monocytogenes* important to food processors. Ryser, E. T., Marth, E. H. (eds), CRC Press, 157-213, New York.

Lalou, S., Hatzidimitriou, E., Papadopoulou, M., Kontogianni, V. G., Tsiafoulis, C. G., Gerothanassis, I. P. ve Tsimidou, M. Z. 2015. Beyond traditional balsamic vinegar: Compositional and sensorial characteristics of industrial balsamic vinegars and regulatory requirements. Journal of Food Composition and Analysis, 43, 175-184.

Larsen, H. E. ve Seeliger, H. P. R. 1966. A mannitol fermenting *Listeria*: *Listeria grayi* sp., Proceedings of the Third International Symposium on Listeriosis, 1994, 35-39, Bilthoven, Holland.

Lasagabaster, A., Jiménez, E., Lehnherr, T., Miranda-Cadena, K. ve Lehnherr, H. 2020. Bacteriophage biocontrol to fight *Listeria* outbreaks in seafood. Food and Chemical Toxicology, 145, 1-12.

Lassen, S. G., Ethelberg, S., Björkman, J. T., Jensen, T., Sørensen, G., Kvistholm, A., Müller, L., Nielsen, E. M. ve Mølbak, K. 2016. Two *Listeria* outbreaks caused by smoked fish consumption—using whole-genome sequencing for outbreak investigations. Clinical Microbiology and Infection, 22(7), 620-624.

Law, J. W. F., Ab Mutalib, N. S., Chan, K. G. ve Lee, L. H. 2015. An insight into the isolation, enumeration, and molecular detection of *Listeria monocytogenes* in food. Frontiers in Microbiology, 6, 1-15.

Leclercq, A., Clermont, D., Bizet, C., Grimont, P. A., Le Fleche-Mateos, A., Roche, S. M., Buchrieser, C., Cadet-Daniel, V., Monnier, A., Lecuit, M. ve Allerberger, F. 2010. *Listeria rocourtiae* sp. nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 60(9), 2210-2214.

Leclercq, A., Moura, A., Vales, G., Tessaud-Rita, N., Aguilhon, C. ve Lecuit, M. 2019. *Listeria thailandensis* sp. nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 69(1), 74-81.

Li, F., Ye, Q., Chen, M., Shang, Y., Zhang, J., Ding, Y., Xue, L., Wu, S., Wang, J., Pang, R., Lei, T., Zeng, H. ve Wu, Q. 2021. Real-time PCR identification of *Listeria monocytogenes* serotype 4c using primers for novel target genes obtained by comparative genomic analysis. LWT Food Science and Technology, 138, 1-8.

Liu, D. 2006. Identification, subtyping and virulence determination of *Listeria monocytogenes*, an important foodborne pathogen. Journal of Medical Microbiology, 55(6), 645-659.

Magalhães, R., Almeida, G., Ferreira, V., Santos, I., Silva, J., Mendes, M. M., Pita, J., Mariano, G., Mancio, I., Sousa, M. M., Farber, J., Pagotto, F. ve Teixeira, P. 2015. Cheese-related listeriosis outbreak, Portugal, March 2009 to February 2012. Eurosurveillance, 20(17), 1-6.

Magalhães, R., Mena, C., Ferreira, V., Silva, J., Almeida, G., Gibbs, P., ve Teixeira, P. 2014. Bacteria: *Listeria monocytogenes*, In: Encyclopedia of Food Safety. Motarjemi, Y., Moy, G., Todd, E. (eds), 450-461, Porto.

Mas, A., Troncoso, A. M., García-Parrilla, M. C. ve Torija, M. J. 2016. Vinegar, In: Encyclopedia of Food and Health. Caballero, B., Finglas, P. M., Toldra, F. (eds), Elsevier, 418-423, Spain.

Matthews, K. R., Kniel, K. E., ve Montville, T. J. 2017. Food microbiology: an introduction. ASM Press, 569, Washington.

McLauchlin, J., Rees, C. E. D. ve Dodd, C. E. R. 2014. *Listeria monocytogenes* and the genus *Listeria*. The Prokaryotes. Dworkin, M., Falkow, S., Rosenberg, E., Schleifer, K. H., Stackebrandt, E. (eds.), Springer Berlin Heidelberg, 241-259, Berlin.

Nastou, A., Rhoades, J., Smirniotis, P., Makri, I., Kontominas, M. ve Likotrafiti, E. 2012. Efficacy of household washing treatments for the control of *Listeria monocytogenes* on salad vegetables. International Journal of Food Microbiology, 159(3), 247-253.

Nazhand, A., Lucarini, M., Durazzo, A., Zaccardelli, M., Cristarella, S., Souto, S. B., Silva, A. M., Severino, P., Souto, S. B. ve Santini, A. 2020. Hawthorn (*Crataegus* spp.): An updated overview on its beneficial properties. Forests, 11(5),1-21.

Núñez-Montero, K., Leclercq, A., Moura, A., Vales, G., Peraza, J., Pizarro-Cerdá, J. ve Lecuit, M. 2018. *Listeria costaricensis* sp. nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 68(3), 844-850.

Orsi, R. H. ve Wiedmann, M. 2016. Characteristics and distribution of *Listeria* spp., including *Listeria* species newly described since 2009. Applied Microbiology and Biotechnology, 100(12), 5273-5287.

Ousaaid, D., Imtara, H., Laaroussi, H., Lyoussi, B. ve Elarabi, I. 2021. An investigation of Moroccan vinegars: Their physicochemical properties and antioxidant and antibacterial activities. Journal of Food Quality, 6618444, 1-8.

Özdemir, G. B., Özdemir, N., Ertekin-Filiz, B., Gökırmaklı, Ç., Kök-Taş, T. ve Budak, N. H. 2021. Volatile aroma compounds and bioactive compounds of hawthorn vinegar produced from hawthorn fruit (*Crataegus tanacetifolia* (lam.) pers.). Journal of Food Biochemistry, e13676, 1-14.

Öztürk, I., Çalışkan, O., Tornuk, F., Özcan, N., Yalçın, H., Baslar, M. ve Sağdıç, O. 2015. Antioxidant, antimicrobial, mineral, volatile, physicochemical and microbiological characteristics of traditional home-made Turkish vinegars. LWT-Food Science and Technology, 63(1), 144-151.

Paunović, D., Kalušević, A., Đinović, D., Petrović, T., Rajić, J., Cvetković, M. ve Nedović, V. 2016. Antioxidant properties of various blackberry (*Rubus fruticosus*) products. Voćarstvo, 50(193/194), 39-45.

Paunović, D., Kalušević, A., Petrović, T., Urošević, T., Djinović, D., Nedović, V. ve Popović-Djordjević, J. 2019. Assessment of chemical and antioxidant properties of fresh and dried rosehip (*Rosa canina* L.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 47(1), 108-113.

Pirie, J. H. 1940. *Listeria*: change of name for a genus bacteria. Nature, 145, 264-264.

Plessi, M., Bertelli, D. ve Miglietta, F. 2006. Extraction and identification by GC-MS of phenolic acids in traditional balsamic vinegar from Modena. Journal of Food Composition and Analysis, 19, 49–54.

Poimenidou, S. V., Bikouli, V. C., Gardeli, C., Mitsi, C., Tarantilis, P. A., Nychas, G. J. ve Skandamis, P. N. 2016. Effect of single or combined chemical and natural antimicrobial interventions on *Escherichia coli* O157: H7, total microbiota and color of packaged spinach and lettuce. International Journal of Food Microbiology, 220, 6-18.

Quereda, J. J., Leclercq, A., Moura, A., Vales, G., Gómez-Martín, Á., García-Muñoz, Á., Thouvenot, P., Tessaud-Rita, N., Bracq-Dieye, H. ve Lecuit, M. 2020. *Listeria valentina* sp. nov., isolated from a water trough and the faeces of healthy sheep. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 70(11), 5868-5879.

Ramos, B., Brandão, T. R., Teixeira, P. ve Silva, C. L. 2014. Balsamic vinegar from Modena: An easy and effective approach to reduce *Listeria monocytogenes* from lettuce. Food Control, 42, 38-42.

Rocourt, J. ve Grımont, P. A. 1983. *Listeria welshimeri* sp. nov. and *Listeria seeligeri* sp. nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 33(4), 866-869.

Santos, H. O., de Moraes, W. M., da Silva, G. A., Prestes, J. ve Schoenfeld, B. J. 2019. Vinegar (acetic acid) intake on glucose metabolism: A narrative review. Clinical Nutrition ESPEN, 32, 1-7.

Sarıcaoğlu, F. T., Atalar, I., Yılmaz, V. A., Odabaş, H. I. ve Gül, O. 2019. Application of multi pass high pressure homogenization to improve stability, physical and bioactive properties of rosehip (*Rosa canina* L.) nectar. Food Chemistry, 282, 67-75.

Schardt, J., Jones, G., Müller-Herbst, S., Schauer, K., D'Orazio, S. E. ve Fuchs, T. M. 2017. Comparison between *Listeria sensu stricto* and *Listeria sensu lato* strains identifies novel determinants involved in infection. Scientific Reports, 7(1), 1-14.

Seeliger, H. P. R. 1983. Apathogene Listerien: *L. innocua* sp., Zentralblatt für Bakteriologie, 249(4), 487-493.

Seeliger, H. P., Rocourt, J., Schrettenbrunner, A., Grımont, P. A. ve Jones, D. 1984. *Listeria ivanovii* sp. nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 34(3), 336-337.

Solieri, L. ve Giudici, P. 2009. Vinegars of the World, In: Vinegars of the World. Solieri, L., Giudici, P. (eds), Springer, 1-16, Milano.

Soni, K. A., Shen, Q. ve Nannapaneni, R. 2014. Reduction of *Listeria monocytogenes* in cold-smoked salmon by bacteriophage P100, nisin and lauric arginate, singly or in combinations. International Journal of Food Science and Technology, 49(8), 1918-1924.

Szendy, M. 2021. Effect of micro biocides on *Listeria monocytogenes*. Doctoral Dissertation. University of Bayreuth, Faculty of Biology, Chemistry, and Geosciences, 207, Bayreuth.

Şanlıbaba, P. ve Uymaz, B. 2015. Gıdalarda *Listeria monocytogenes*'in biyokontrolünde faj uygulaması. Akademik Gıda, 13(1), 81-88.

Şengün, I. Y. ve Karapınar, M. 2005a. Elimination of *Yersinia enterocolitica* on carrots (*Daucus carota* L.) by using household sanitisers. Food Control, 16(10), 845-850.

Şengün, I. Y. ve Karapınar, M. 2005b. Effectiveness of household natural sanitizers in the elimination of *Salmonella typhimurium* on rocket (*Eruca sativa* Miller) and spring onion (*Allium cepa* L.). International Journal of Food Microbiology, 98(3), 319-323.

Şengün, İ. Y. ve Kılıç, G. 2018. Dut sirkesinin mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal, antiradikal ve antimikrobiyal özellikleri. Akademik Gıda, 16(2), 168-175.

Şengün, İ. Y. ve Kılıç, G. 2020. Total phenolic content and antibacterial activity of homemade fig and mulberry vinegar. Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi-C Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji, 9(1), 89-97.

Taibi, L. ve Gherriche, R. 2020. Taxonomie numérique et interaction phylogénétique de *Listeria* spp. avec la flore bactérienne isolée de laits crus. La Thèse de Master, Université Larbi Ben Mhidi Oum El Bouaghi, Faculté Des Sciences Exactes et des Sciences de La Nature et de la Vie, Département des Sciences de La Nature et de la Vie, 70, République Algérienne Démocratique et Populaire.

Temiz, A. 2015. Gıdalarda mikrobiyal gelişmeyi etkileyen faktörler. Gıda Mikrobiyolojisi. A. Ünlütürk, F. Turantaş (ed), Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, 53-82, İzmir.

Välimaa, A. L., Tilsala-Timisjärvi, A. ve Virtanen, E. 2015. Rapid detection and identification methods for *Listeria monocytogenes* in the food chain–a review. Food Control, 55, 103-114.

Valladares, G. L. 2019. Human listeriosis: Grouping of human *Listeria monocytogenes* isolates with PFGE and AscI restriction enzyme. Doctoral Thesis, University of Helsinki, Department of Food Hygiene and Environmental Health, Faculty of Veterinary Medicine, 122, Finland.

Villalobos-Delgado, L. H., Nevárez-Moorillon, G. V., Caro, I., Quinto, E. J. ve Mateo, J. 2019. Natural antimicrobial agents to improve foods shelf life, In: Food Quality and Shelf Life. Galanakis, C. M. (ed), Academic Press, 125-157, Spain.

Wang, K., Ye, K., Zhu, Y., Huang, Y., Wang, G., Wang, H. ve Zhou, G. 2015. Prevalence, antimicrobial resistance and genetic diversity of *Listeria monocytogenes* isolated from chilled pork in Nanjing, China. LWT-Food Science and Technology, 64(2), 905-910.

Waple, B. 2017. Sodium bicarbonate: The user-friendly blasting abrasive. Restoration and Remediation, 2, 1-3.

Weller, D., Andrus, A., Wiedmann, M. ve Den Bakker, H. C. 2015. *Listeria booriae* sp. nov. and *Listeria newyorkensis* sp. nov., from food processing environments in the USA. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 65(1), 286-292.

World Health Organization (WHO). 2019. Listeriosis – South Africa, 2018. Web Sitesi: www.who.int/csr/don/16-september-2019-listeriosis-spain/en/, Erişim Tarihi: 21.05.2021.

Yagnik, D., Serafin, V. ve Shah, A. J. 2018. Antimicrobial activity of apple cider vinegar against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*; downregulating cytokine and microbial protein expression. Scientific Reports, 8(1), 1-12.

Yang, H., Kendall, P. A., Medeiros, L. ve Sofos, J. N. 2009. Inactivation of *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157: H7, and *Salmonella typhimurium* with compounds available in households. Journal of Food Protection, 72(6), 1201-1208.

Yang, J., Lee, D., Afaisen, S. ve Gadi, R. 2013. Inactivation by lemon juice of *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella enteritidis*, and *Listeria monocytogenes* in beef marinating for the ethnic food kelaguen. International Journal of Food Microbiology, 160(3), 353-359.

Yavuz, M. ve Korukluoğlu, M. 2010. *Listeria monocytogenes*'in gıdalardaki önemi ve insan sağlığı üzerine etkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(1), 1-10.

Yin, Y., Yao, H., Doijad, S., Kong, S., Shen, Y., Cai, X., Tan, W., Wang, Y., Feng, Y., Ling, Z., Wang, C., Jioa, K., Liu, G., Song, R., Chen, X., Pan, Z., Loessner, M. J., Chakraborty, T., Jiao ve X. 2019. A hybrid sub-lineage of *Listeria monocytogenes* comprising hypervirulent isolates. Nature Communications, 10(1), 1-16.

Zhang, J. ve Yang, H. 2017. Effects of potential organic compatible sanitisers on organic and conventional fresh-cut lettuce (*Lactuca sativa* Var. *Crispa* L). Food Control, 72, 20-26.