

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BALIN *LISTERIA MONOCYTOGENES* SUŞLARI ÜZERİNDEKİ
ANTİMİKROBİYEL ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Burcu ÇOBAN

GIDA GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2022

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BALIN *LISTERIA MONOCYTOGENES* SUŞLARI ÜZERİNDEKİ ANTİMİKROBİYEL ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Burcu ÇOBAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Güvenliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Pınar ŞANLIBABA

Bu çalışmada; Adana, Ankara, Artvin ve Mersin illerinden temin edilen, türleri süzme çiçek balı, petekli çiçek balı, akasya balı, ve çam balı olarak değişiklik gösteren 40 adet bal örneğinin tüketime hazır gıdalardan izole edilen 29 adet *Listeria monocytogenes* suşuna karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite kuyu difüzyon yöntemi kullanılarak ölçülmüştür. Bal örneklerinin %100 ve %50'lik konsantrasyonlarının 0,5 Mc Farland (yaklaşık 10^8 KOB/mL) bulanıklık değerinde hazırlanan *L. monocytogenes* suşlarına karşı oluşturdukları inhibisyon zon çapları 0 ile 4,8 cm aralığında ölçülmüştür. Bal türlerinin %100'lük konsantrasyonlarının %50 oranında seyreltilmesi ile antimikrobiyel etkinliklerinde azalma gözlemlenmiş ve bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bal türlerinin antimikrobiyel etkinliklerinin birbirleri ile kıyaslanmasında türler arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir.

Kasım 2022, 70 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Listeria monocytogenes*, bal, antimikrobiyel aktivite, kuyu difüzyon yöntemi

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATION OF THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF HONEY ON *LISTERIA MONOCYTOGENES* STRAINS

Burcu OBAN

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Pinar ANLIBABA

In this study, antimicrobial activity of 40 honey samples obtained from Adana, Ankara, Artvin and Mersin provinces, varying as blossom homey, comb honey, acacia honey and pine honey against 29 *Listeria monocytogenes* strains isolated from ready-to-eat foods were determined by using well diffusion method. The inhibition zone diameters 100% and 50% concentrations of honey samples created against *L. monocytogenes* strains at a 0,5 Mc Farland turbidity value (approximately 10^8 KOB/mL) were measured in the range of 0 to 4,8 cm. With the dilution of 100% concentrations of honey species by 50%, a decrease in antimicrobial activity was observed and this decrease was found to be statistically significant. Comparing the antimicrobial activities of honey species with each other, no statistically significant difference was observed between species.

November 2022, 70 pages

Key Words: *Listeria monocytogenes*, honey, antimicrobial activity, well diffusion method

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın tüm aşamalarında akademik bilgisi ve sonsuz teşviki ile her zaman yanımda olan, nezaketi ve sabrıyla bana yol gösteren saygıdeğer hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Pınar ŞANLIBABA'ya (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı),

Laboratuvarında birlikte çalıştığım; bilgilerini, zamanlarını ve yardımlarını benden esirgemeyen sevgili arkadaşlarım Esra ŞENTÜRK, Gülsüm ATASOY, Seda SEYİRT ve Elif ÇAKMAK'a,

Her zaman yanımda olan, beni destekleyen ve bana güç veren, başta eşim ve oğlum olmak üzere tüm aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, çalışmama sundukları katkılardan dolayı saygıdeğer çalışma arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Burcu ÇOBAN
Ankara, Kasım 2022

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1 Balın Bileşimi	3
2.2 Balın Fiziksel Özellikleri ve Kimyasal Yapısı	6
2.3 Bal Türleri	11
2.4 Balın Sağlık Üzerine Etkileri	12
2.5 Balın Gıda Patojenlerine Karşı Gösterdiği Antimikrobiyel Aktivitesi	14
2.6 <i>Listeria monocytogenes</i> ve Listeriyosis	22
2.7 Balın <i>Listeria monocytogenes</i> Suşlarına Karşı Göstermiş Olduğu Antimikrobiyel Aktivite.....	25
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	27
3.1 Materyal	27
3.1.1 Bal örnekleri	27
3.1.2 <i>Listeria monocytogenes</i> suşları	28
3.1.3 Kullanılan besiyerleri.....	28
3.1.4 Stok kültürlerin hazırlanması	29
3.2 Yöntem.....	30
3.2.1 Bakteri kültürünün hazırlanması.....	30
3.2.2 Kuyu difüzyon yöntemi	30
3.2.3 İstatistiksel analizler.....	31
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	32
5. SONUÇ.....	60
KAYNAKLAR	62
ÖZGEÇMİŞ.....	70

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
kg	Kilogram
g	Gram
mg	Miligram
h	Saat
cm	Santimetre
mm	Milimetre
µm	Mikrometre
µg	Mikrogram
µL	Mikrolitre
dk	Dakika
mL	Mililitre
KOB	Koloni Oluşturan Birim
pH	Asitlik Değeri
vd	Ve diğerleri
a _w	Su aktivitesi
v/v	Hacim/hacim
ppm	Milyonda bir kısım
ppb	Milyarda bir kısım
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
mS	Milisaniye

Kısaltmalar

ATCC	Amerikan Tipi Kültür Koleksiyonu (American Type Culture Collection)
CDC	Centers for Disease Control and Prevention (Hastalık Kontrol ve Koruma Merkezi)
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
HMF	Hidroksimetil furfural
P	İstatistiksel anlamlılık düzeyi
TGK	Türk Gıda Kodeksi

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1	Balın kimyasal bileşimi	4
Çizelge 2.2	Çeşitli ballara ait fiziksel ve kimyasal özellikler	7
Çizelge 3.1	Tez çalışmasında kullanılan bal örnekleri	27
Çizelge 3.2	Kullanılan besiyerleri	29
Çizelge 4.1	Bal türlerinin <i>L. monocytogenes</i> suşlarına karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: cm).....	33
Çizelge 4.2	Bal çeşitlerinin <i>Listeria monocytogenes</i> ' e karşı oluşturduğu minimum ve maksimum zon çapları	49
Çizelge 4.3	<i>L. monocytogenes</i> suşlarında gözlemlenen minimum ve maksimum zon çapları (cm)	51
Çizelge 4.4	%100 ve %50'lik bal konsantrasyonlarının <i>Listeria monocytogenes</i> 'e karşı oluşturduğu zon çaplarının ortalamaları....	54
Çizelge 4.5	Elde edilen zon çaplarının ortalama değerlerinin güvenilirliği	54
Çizelge 4.6	%100 konsantrasyondaki bal örneklerinin <i>Listeria monocytogenes</i> suşlarına karşı göstermiş olduğu antimikrobiyel aktivitenin istatistiksel değerlendirmesi	56
Çizelge 4.7	%100'lük konsantrasyondaki bal örneklerinin <i>L. monocytogenes</i> suşlarına karşı oluşturduğu inhibisyon zon çaplarının ortalama değerlerinin güvenilirliği	56
Çizelge 4.8	%100'lük bal örneklerinin antimikrobiyel etki spektrumlarının birbirleri ile karşılaştırılması	57
Çizelge 4.9	%50 konsantrasyondaki <i>Listeria monocytogenes</i> suşlarına karşı göstermiş olduğu antimikrobiyel aktivitenin istatistiksel değerlendirmesi	58
Çizelge 4.10	%50'lik konsantrasyondaki bal örneklerinin <i>L. monocytogenes</i> suşlarına karşı oluşturduğu inhibisyon zon çaplarının ortalama değerlerinin güvenilirliği	58
Çizelge 4.11	%50'lik bal örneklerinin antimikrobiyel etki spektrumlarının birbirleri ile karşılaştırılması	59

1. GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü'nün 2022 yılı verilerine göre her yıl yaklaşık 600 milyon insan kontamine gıdaların tüketilmesi sonucu hastalanmakta ve yaklaşık 420.000'i ise hayatlarını kaybetmektedir. Benzer şekilde her yıl 5 yaş altındaki yaklaşık 125.000 çocuk da kontamine gıdaların tüketimi sonucu hayatlarını kaybetmektedir (Anonymos 2022a). Günümüzde gıda kaynaklı patojenlerden kaynaklanan birçok hastalık halk sağlığını ve gıda güvenliğini tehdit etmektedir. *Salmonella* spp, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Clostridium botulinum*, *Campylobacter jejuni*, *Vibrio parahaemolyticus* gibi birçok patojen, gıdalardan sıklıkla izole edilmekte ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu grup içinde yer alan *L. monocytogenes*, Listeriyosis enfeksiyonlarına neden olması bakımından önem taşımaktadır. Listeriyosis vakalarında baş ağrısı, karın ağrısı, ateş ve kusma gibi gastrointestinal semptomlar öncelikli olarak görülür. Ancak bağışıklık sistemi zayıf ya da baskılanmış bireylerde, hamilelerde, yaşlılarda, bebeklerde, AIDS ya da kanser hastalarında menenjit, düşük yapma, yeni doğan ölümleri ve sepsis gibi ciddi rahatsızlıklara sebep olabilmekte ve hatta ölümlere neden olmaktadır.

L. monocytogenes doğada oldukça yaygın olarak bulunması sebebi ile gıda ve gıda işleme alanlarında da yaygın olarak görülebilmektedir. Toprakta, hayvan yemlerinden, sudan, memeli hayvanların ve kuşların dışkılarından, çiğ gıdalardan, et ve et ürünlerinden, kümes hayvanlarından ve etlerinden, çiğ süt ve süt ürünlerinden izole edilebildiğinden; gıdaların üretim, depolama ve dağıtım aşamalarında kolaylıkla kontaminasyona neden olabilmektedir. *L. monocytogenes* olumsuz çevre koşullarına karşı dirençli bir bakteri olarak tanımlanmaktadır. Gıdaların mikrobiyel yüklerinin kontrol altına alınması için uygulanan kurutma, soğukta depolama, dondurma, asitliği artırma gibi yöntemlerin uygulanması sonucunda dahi canlılığını koruyarak çoğalabilmektedir. Bu patojen 0-45°C değerleri arasında gelişim özelliği gösterebilmekte ve ayrıca geniş pH aralığında (4,4-9,4), 0,92'den yüksek su aktivitesinde, tuzlu ortamda hayatta kalıp çoğalabilmektedirler (Orsi vd. 2011, Aktop vd. 2020, Taylor ve Zhu 2021, Zamuz vd. 2021).

Gıdaların işlenmesinde ve muhafazasında mikrobiyel gelişimin kontrol altına alınabilmesi, gıdaların beslenme özelliklerinin ve duyu kalite öğelerinin korunması için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden en sık kullanılanlar arasında ısıtma işlem uygulamaları, su aktivitesinin düşürülmesi, antimikrobiyel madde kullanımı, antioksidan madde kullanımı, soğukta muhafaza, dondurarak muhafaza, ısıtma, modifiye atmosferde paketlenme yöntemleri sayılabilir. Ancak günümüzde tüketici tercihleri doğal, sağlıklı ve az işlenmiş gıda tüketme yöneliminde olması sebebi ile gıda endüstrisinde patojen mikroorganizmaların kontaminasyonunu önlemek amacıyla alternatif yöntemlerin uygulanmasına başlanmıştır.

Bal yapısında bulunan 200'den fazla bileşeni ile insanlık tarihinin en eski zamanlarından itibaren çeşitli hastalıkların tedavilerinde kullanılmakta ve birçok patojen mikroorganizmaya karşı antimikrobiyel etki göstermektedir. 3,2-4,5 pH değerinde bulunması, su aktivitesi değerinin 0,562-0,620 aralığında olması, içeriğindeki hidrojen peroksit (H_2O_2), fenolik maddeler ve flavonoidler, balın antimikrobiyel etkisinin ana kaynaklarıdır.

Yüksek Lisans tez çalışmasında, doğrudan birinci üreticiden temin edilen ve piyasada satışa sunulan bal örnekleri temin edilmiştir. Örneklerin farklı konsantrasyonlardaki çözeltileri hazırlanmış ve tüketime hazır gıdalardan önceden izole edilmiş ve moleküler tanımlaması yapılmış olan *L. monocytogenes* suşlarına karşı antimikrobiyel etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Balın Bileşimi

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2020/7) göre bal; bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının, salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının, bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı, doğası gereği kristallenebilen doğal üründür (Anonim 2020). Yaklaşık 8000 yıldır doğal olarak elde edilen, beslenme ve tedavi etme amacı ile hiçbir işlem uygulanmadan tüketilebilen karmaşık yapıli bir gıda maddesidir.

TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) verilerine göre 2021 yılında Türkiye'de 96.344 ton bal üretilmiştir (Anonim 2021). Ülkemiz dünyada Hindistan ve Çin'den sonra gelen 3. büyük bal üreticisidir. Arıcılık faaliyetlerinin yürütülmesinde yıl boyunca çiçeklenme için uygun ılıman iklime sahip bölgelerin olması, zengin ağaç ve bitki florasına sahip olması ve topoğrafik yapısı ile oldukça elverişli bir coğrafyaya sahiptir (Burucu 2021).

Balın içeriği ve kalitesi, arıların bitki örtüsünden topladıkları nektar tipine ve miktarına, bulundukları bölgenin iklimine ve yükseltisine, mevsimsel hava değişikliklerine, arının cinsi ve yaşına göre değişkenlik göstermektedir. Balın rengi beyaza yakın sarıdan koyu kahverengiye kadar değişebilen, akışkan viskoz yapıda bir gıda maddesidir (Yıldırım 2013, Doğan 2014).

Çizelge 2.1'de görüldüğü gibi bal; yaklaşık olarak %80 şeker, %17 su ve %3 enzim ve diğer bileşenlerden oluşmaktadır (Özmen ve Alkın 2006).

Çizelge 2.1 Balın kimyasal bileşimi

Kimyasal Bileşenler	Ortalama Miktar (g/100 g)	Kimyasal Bileşenler	Ortalama Miktar (g/100 g)
Su	17,1	Riboflavin (B ₂)	0,04 mg
Fruktoz	38,5	B ₆ vitamini	0,02 mg
Glikoz	31,0	Potasyum	52 mg
Maltoz	7,2	Kalsiyum	6 mg
Sakkaroz	1,5	Sodyum	4 mg
Diğer karbonhidratlar	4,0	Fosfor	4 mg
Toplam protein	0,3	Magnezyum	2 mg
Kül	0,2	Selenyum	0,8 mg
C vitamini	0,5 mg	Demir	0,42 mg
Niasin	0,12 mg	Manganez	0,08 mg
Pantotenik asit	0,07 mg	Bakır	0,04 mg
Kalori (kcal)	304		

Balın şeker grubu bileşenlerinin başlıcaları fruktoz, glikoz, maltoz, sakkaroz, izomaltoz, erloz ve rafinozdur. Bal, şeker eriyiğinde doymuş ya da aşırı doymuş yapıdadır ve su moleküllerinin çok azı mikroorganizmalar tarafından kullanılabilir. Olgunlaşmış balın düşük su aktivitesi (a_w : 0,562-0,620) antimikrobiyel etkiye katkı sağlamaktadır (Bayrak 2005, Doğan 2014).

Balda bulunan şekerlerin bir kısmı nektardan gelirken, büyük bir kısmı ise balın olgunlaşması ve depolanması sırasında balda bulunan enzimlerin ve asitlerin reaksiyonları sonucu üretilmektedir. Bu reaksiyonlar sonucu zamanla balın şeker içeriğinde de değişiklikler gözlemlenebilir (Yıldırım 2013).

Balın yüksek asitlik derecesi (pH: 3,2-4,5) yapısındaki serbest asitlerden, esterlerden ve laktonlardan kaynaklanmaktadır. Aynı şeker oranına sahip bal ile diğer gıda maddeleri kıyaslandığı zaman, balın daha az tatlı olarak algılanmasının sebebi de asidik

yapısından kaynaklanmaktadır. Asidik yapı balın içeriğinde bulunan uçucu aroma bileşenleri ile birlikte, bala has tat ve kokunun oluşumunda da olumlu yönde katkı sağlamaktadır. Balın asidik yapısı başta glukonik asit olmak üzere organik asitler, fosfat ve klorid gibi inorganik iyonlar ile desteklenmektedir (Şahin 2019). Glukonik asit, balın asitlik derecesini arttırarak antimikrobiyel etkiye katkı sağlamaktadır. Ancak baldaki antimikrobiyel etkinin ana kaynağı H_2O_2 üretimidir (Brudzynski vd. 2012).

H_2O_2 ısı ve ışığa duyarlı bir enzim olan glikoz oksidaz tarafından sentezlenmektedir. Balın ısı ve ışığa maruz kalması sonucunda, H_2O_2 miktarında da düşüş görülebilmektedir. Glikoz oksidaz nektarı olgunlaştırarak bala dönüşmesini sağlamaktadır. Arıların yutak üstü salgı bezlerinden salgıladıkları glikoz oksidaz, glikozu H_2O_2 ve glukonik asite parçalamaktadır. Reaksiyon sonucu oluşan H_2O_2 , olgunlaşan nektarın mikroorganizmalar tarafından bozulmasına engel olur. H_2O_2 sadece balın olgunlaşma evresinde üretilmektedir. H_2O_2 'nin üretilmesi ile birlikte balın asiditesinin artması sonucu glikoz oksidaz enzimi inaktive olmaktadır ve H_2O_2 üretimi de böylece sonlanmaktadır. Asitliğin artması ile H_2O_2 de su ve oksijene parçalanmaktadır. Balın sulandırılarak asitliğinin düşürülmesi ile H_2O_2 'nin aktivitesinin arttığı görülmüştür. Bazı ballarda ise glikoz oksidaz enziminin inaktif olduğu tespit edilmesine rağmen, bu balların antimikrobiyel özellikte olduğu görülmüştür (Strelec vd. 2018). Baldaki katalaz enzimi miktarı da balın elde edildiği bitkilere göre farklılık göstermektedir. Bu enzim H_2O_2 'i parçalayarak balın antimikrobiyel etkisini azaltan faktörlerden biri olarak belirlenmiştir (Özmen ve Alkın 2006, Yıldırım 2013).

İnvertaz (sakkaraz) enzimi nektarın bala dönüşmesinde en büyük rolü olan enzimlerden biridir. Arılar tarafından salgılanan ve nektardaki sakarozu; glikoz, fruktoz ve pek çok farklı oligosakkarite dönüştürerek balın oluşumundaki kimyasal reaksiyonların birçoğundan sorumlu enzimdir (Mulugeta ve Belay 2022).

Arılar tarafından nektarın olgunlaşması sırasında salgılanan ve nektarın nişasta içermemesi sebebi ile neden salgılandığı henüz tam olarak bilinmeyen diğer bir enzim ise diastazdır. Diastazın polenlerde bulunan nişastaların arılar tarafından sindirilebilmesi için salgılandığı düşünülmektedir (Yıldırım 2013).

Bitkilerin yapısında bulunan çok sayıdaki biyoaktif bileşik, polifenoller, arılar aracılığı ile nektardan bala geçmektedir. Bu bileşiklerin baldaki miktarı nektarın toplandığı bitkinin türüne, coğrafi bölgesine, balın işlenme ve depolama koşullarına göre farklılık göstermektedir. Balın fenolik ve flavonoid madde konsantrasyonları ile gösterdiği antimikrobiyel ve antioksidan aktivite arasında bağlantı olduğu yapılan çalışmalarda gözlemlenmiştir (Avila vd. 2019, Şahin 2019, Da Silva vd. 2020, Hunter vd. 2021,).

Balda bulunan mineral maddelerin oranları ve çeşitleri değişkenlik gösterirken, ortalama miktarı %0,02-%1,0 değerleri arasındadır. Salgı ballarının çiçek ballarına kıyasla ve koyu renkli balların açık renkli ballara kıyasla daha fazla mineral madde içerdiği yapılan çalışmalar ile tespit edilmiştir (Yıldırım 2013, Biluca 2017, Bella 2022, Silva 2022).

2.2 Balın Fiziksel Özellikleri ve Kimyasal Yapısı

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2020/7) göre çeşitli ballara ait fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 2.2' de özetlenmiştir (Anonim 2020).

Çizelge 2.2 Çeşitli ballara ait fiziksel ve kimyasal özellikler

	Çiçek Balı	Salgı Balı	Çiçek ve Salgı Balı Karışımı	Fırıncılık Balı
Nem (en fazla)	% 20	% 20	% 20	% 23
	% 23 Püren (<i>Calluna vulgaris</i>) ve Funda (<i>Erica spp.</i>) ballarında			% 25 Püren ve Funda kaynaklı fırıncılık ballarında
Sakkaroz (en fazla)	5 g/100 g	5 g/100 g	5 g/100 g	5 g/100 g
	10g/100g Yalancı akasya (<i>Robina pseudoacacia</i>), Adi yonca (<i>Medicago sativa</i>), Menzies Banksia (<i>Banksia meziesii</i>), Tatlı yonca (<i>Hedysarum</i>), Kırmızı okaliptüs (<i>Eucalyptus camadulensis</i>), Meşin ağacı (<i>Eucryhia lucida</i> , <i>Eucyrphia milliganii</i>) ve Narenciye ballarında			
	15 g/100 g Lavanta çiçeği (<i>Lavandula spp.</i>), Hodan (<i>Boraga officinalis</i>) ballarında			
Fruktoz + Glikoz (en az)	100 g'da 60 g	100 g'da 45 g	100 g'da 45 g	-

Çizelge 2.2 Çeşitli ballara ait fiziksel ve kimyasal özellikler (devamı)

	Çiçek Balı	Salgı Balı	Çiçek ve Salgı Balı Karışımı	Fırıncılık Balı
Fruktoz / Glikoz	0,9 - 1,4	1,0-1,4	1,0-1,4	-
	1,0-1,85			
	Kestane (<i>Castanea sativa</i>)			
	1,2-1,85			
	Akasya (<i>Robinia pseudoacacia</i>)			
	1,0-1,65			
	Kekik (<i>Thymus spp.</i>)			
Maltoz (% , en fazla)	4	4	4	-
Suda çözünmeyen madde (en fazla)*	0,1 g/100 g	0,1 g/100 g	0,1 g/100 g	0,1 g/100 g
Serbest asitlik (en fazla)	50 meq/kg	50 meq/kg	50 meq/kg	80 meq/kg
Elektrik iletkenliği	En fazla 0,8 mS/cm Kocayemiş (<i>Arbutus unedo</i>), Funda (<i>Erica spp.</i>), Okalıptus (<i>Eucalyptus camaldulensis</i>), İhlamur (<i>Tilia spp.</i>), Püren (<i>Calluna vulgaris</i>), Okyanus mersini (<i>leptospermum</i>), Çay ağacı (<i>Melaleuca spp.</i>), ve Pamuk (<i>Gossypium spp.</i>)’dan elde edilen ballar hariç	En az 0,8 mS/cm	En fazla 0,8 mS/cm	En fazla 0,8 mS/cm

Çizelge 2.2 Çeşitli ballara ait fiziksel ve kimyasal özellikler (devamı)

	Çiçek Balı	Salgı Balı	Çiçek ve Salgı Balı Karışımı	Fırıncılık Balı	
Elektrik iletkenliği	En az 0,8 mS/cm Kestane balında		En az 0,8 mS/cm (Kestane balı ve salgı balı karışımlarında)		
Diastaz sayısı (en az)	8 3 Narenciye balı gibi yapısında doğal olarak düşük miktarda enzim bulunan ve doğal olarak HMF miktarı 15 mg/kg'dan fazla olmayan balda	8	8	-	
HMF (en fazla)**	40 mg/kg	40 mg/kg	40 mg/kg	-	
Bal $\delta^{13}\text{C}$ değeri ($\delta^{13}\text{C}_{\text{bal}}$)	-23 ve daha negatif	- 23 ve daha negatif Çam balında -22.5 ve daha negatif	-23 ve daha negatif		
Balda protein ($\delta^{13}\text{C}_{\text{protein}}$) ve bal ($\delta^{13}\text{C}_{\text{bal}}$) $\delta^{13}\text{C}$ değerleri arasındaki fark	-1,0 veya daha pozitif	-1,0 veya daha pozitif Çam balında bu kriter aranmaz	-1,0 veya daha pozitif	-1,0 veya daha pozitif	
Balda protein ve bal $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinden hesaplanan C4 şekerleri oranı (en fazla)	%7	%7 Çam balında bu kriter aranmaz	%7	%7	

Çizelge 2.2 Çeşitli ballara ait fiziksel ve kimyasal özellikler (devamı)

	Çiçek Balı	Salgı Balı	Çiçek ve Salgı Balı Karışımı	Fırıncılık Balı
Prolin miktarı (en az)	300 mg/kg 180 mg/kg Kanola, ıhlamur, narenciye, lavanta, okaliptüs ballarında 120 mg/kg Biberiye, akasya ballarında 500 mg/kg Kestane ballarında	300 mg/kg	300 mg/kg	180 mg/kg
Naftalin miktarı (en fazla)***	10 ppb	10 ppb	10 ppb	10 ppb

*Pres balında suda çözünmeyen madde miktarı 0, 5 g/100 g'ı geçemez.

**Üretildiği bölge etiketinde belirtilmek koşulu ile tropikal ülke kaynaklı ballarda HMF miktarı en çok 80 mg/kg olur.

***Balmumunda naftalin miktarı 10 ppb'den fazla olamaz

Balın rengi su beyazından koyu kahverengiye kadar değişiklik göstermektedir. Bala rengini veren bileşenler tam olarak bilinmemekle beraber klorofil, karoten ve ksantofil gibi renk maddeleri bal renginin oluşumundan sorumlu bileşenlerin başlıcaları olarak sayılabilir. Yapılan çalışmalarda açık renkli balların suda çözünen renk maddelerince, koyu renkli balların ise yağda çözünen renk maddelerince zengin oldukları belirlenmiştir. Bala antioksidan özellik kazandıran flavonoidlerin miktarının da balın rengini etkilediği ve koyu renkli ballarda daha fazla flavonoid bulunduğu görülmüştür. Uzun süre depolanma, ısıtma işlem uygulamaları ve hava ile temas etmesi gibi durumlarda balın renginde değişimlere neden olduğu da gözlemlenmiştir (Yıldırım 2013).

Balın aroması içeriğindeki uçucu bileşenlere, nektar ve floral kaynaklarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Balın kendine özgü aroma profili, uçucu bileşenlerinin belirlenmesi ile tespit edilebilmektedir, ayrıca bu yolla balın orijin tayini de yapılabilmektedir (Devi vd. 2019, Wang vd. 2019).

Balın viskozitesi balın floral orijini, nem miktarı, sıcaklık ve kristal bileşimi ile değişiklik gösterirken; balın raf ömrü, kalitesi ve duyu özellikleri hakkında bilgi sahibi olmamıza da yardımcı olur. Koyu renkli ve yoğun balların viskozitesi yüksek iken, açık renkli ve akışkan balların viskozitesi düşüktür (Yıldırım 2013, Soylu 2019).

2.3 Bal Türleri

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde (2020/7) bal türleri kaynağına göre, üretim ve/veya pazara sunulmuş şekline göre iki sınıfta gruplandırılmıştır.

1. Kaynağına göre ballar;

Çiçek balı: Bitki nektarından elde edilen balı,

Salgı balı: Bitkilerin canlı kısımlarının salgılarından veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin (Hemiptera) salgılarından elde edilen bal,

Çam balı: Bazı çam ağaçları (*Pinus brutia*, *P. nigra*, *P. pinea*) üzerinde yaşayan *Marchalina hellenica* (koşnil)'nin gelişim döneminde bu ağaçların karbonhidratça

zengin tatlı öz suyundan oluşturduğu bal çiğinin, bal arıları tarafından toplanıp değişikliğe uğratarak ürettiği salgı bal,

2. Üretim ve/veya pazara sunuluş şekline göre ballar;

Petekli bal: Petek gözlerinde yavru içermeyen, bal mumuyla kabartılan temel petekli çerçevelere depolanan ve peteğin tümü veya büyük bölümü sırlanmış olarak satışa sunulan bal,

Doğal petekli bal: Temel petek kullanılmadan, standart kovanlarda arılar tarafından peteği ile beraber üretilen bal,

Karakovan balı: Temel petek kullanılmadan, karakovanlarda arılar tarafından peteği ile beraber üretilen bal,

Süzme bal: Sırları alınan yavrusuz peteklerden santrifüj yolu ile elde edilen bal,

Petekli süzme bal: Süzme bal içerisinde petekli bal parçaları ile hazırlanmış bal,

Sızma bal: Sırları alınmış yavrusuz peteklerden, doğal akışı ile sızdırılarak elde edilen bal,

Pres balı: Yavrusuz peteklerin doğrudan veya 45°C'yi aşmamak üzere ısıtılarak preslenmesi ile elde edilen bal,

Filtre edilmiş bal: Süzme işlemi sırasında 0,2 mm'nin altında gözenek büyüklüğüne sahip filtrasyon malzemeleri kullanılarak yabancı organik veya inorganik maddelerin uzaklaştırılması sonucunda polen içeriği azalmış bal olarak ifade edilmektedir (Anonim 2020).

2.4 Balın Sağlık Üzerine Etkileri

Bal, eski zamanlardan beri tedavi amacıyla çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Birçok yazıtta ve kutsal din kitaplarında şifalı olduğundan bahsedilmektedir. Bilimsel olarak bileşiminde insan sağlığı için önemli birçok bileşen barındırdığı kanıtlanmıştır (Özmen ve Alkın 2006).

Avrupa ve Asya'da bulunan kayalarda insanların arılardan ürün aldığı 8000 yıllık resimlere rastlanmıştır. (Bayrak 2005). Mısır'da firavun mezarlarında bulunan balların sadece katıldığı, tadını kaybetmediği görülmüştür. Eski Avrupa'da da çeşitli törenlerde bal ile yapılan içeceklerin ikram edildiği bilinmektedir (Çam 2006).

Ülser ve diğer mide hastalıkları, kalp yetmezliği ve çarpıntı, kemik hastalıkları, öksürük, bronşit, boğaz ağrısı, kansızlık ve sinir hastalıkları gibi 500'e yakın hastalığın tedavisinde olumlu etkilere sahip olduğu klinik olarak kanıtlanmıştır (Özmen ve Alkın 2006, Majtan vd. 2021).

Yüksek şeker içeriğine rağmen şeker hastalarının kullandığı aynı miktardaki bal ve sakkaroz karşılaştırıldığında, balın kan şekerini daha az yükselttiği tespit edilmiştir (Zamanian ve Azizi-Soleiman 2020). Balın vücut ağırlığını azalttığı, tüketilen yiyecek miktarını azalttığı ve sağladığı enerji ile diğer gıdalardan alınan karbonhidrat miktarını da azaltmada yardımcı olduğu ve kan serumundaki trigliserit seviyesini düşürdüğü görülmüştür (Natsir vd. 2020).

Yara ve yanıkların iyileşmesinde dışarıdan uygulama ile bağışıklık sistemini uyarmasının yanı sıra antimikrobiyel ve antioksidan etkisi ile yaranın temiz ve steril hale gelmesini sağladığı, yaranın hava almasını engelleyerek daha hızlı iyileşme sağlandığı görülmüştür (Gemici 2014, Soylu 2019). Balın akut ve kronik yaraların iyileşmesi için cilt yüzeyine uygulanması klinik olarak belgelenmiş ve kullanılan bir yöntem iken, tüketilerek üst solunum yolu hastalıkları ve enfeksiyonlarında da iyileştirici etkisi üzerine çalışmalar sürdürülmektedir. Dünya Sağlık Örgütü de balı öksürük ve üst solunum yolları hastalıkları için kullanılabilecek bir ilaç olarak tanımlamıştır (Majan vd. 2021, Wahdini vd. 2022).

Çiçek ballarının salgı ballarına göre daha az mineral madde içerdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle çiçek ballarında kristallenme de görülebilmektedir. Salgı ballarının kristalize olmaması nedeni ile tedavi amaçlı kullanımı daha yaygındır (Yılmaz 2020). Günümüzde kullanılan kanser ilaçlarının etkinliklerinin yüksek olmasına rağmen yan etkilerinin fazla ve ciddi sonuçlar doğurması nedeni ile balın içeriğinde bulunan fenolik maddeler ve flavonoidlerin bazı kanser hücrelerine karşı gösterdiği anti-tümör etkisi araştırılmaktadır (Kılınç 2022). Balın içeriğinde bulunan fenolik bileşenlerin kanser hücrelerini farklı mekanizmalar ile inhibe ettiği, mutasyonu engellediği, hücre çoğalmasını engellediği ve kullanılan antikorlar ile sinerjistik etki gösterdiği görülmüştür (Badolato vd. 2017, Waheed vd. 2019, Sha vd. 2022). Balın biyoaktif

bileşenlerinin kanser tedavisinde kullanılan kemoterapi ilaçlarının duyarlılığını arttırdığı da yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Cianciosi 2020).

Günümüzde antibiyotiklerin sık kullanımı ile gelişen antibiyotiğe dirençli bakteriler, antibiyotik kullanımının azaltılması ya da sonlandırılması yönündeki görüşleri arttırmıştır. Bu nedenle günümüzde artan doğaya dönüş eğilimiyle birlikte balın antimikrobiyel aktivitesinin araştırılması giderek önem kazanmaktadır (Özmen ve Alkın 2006, Çınar 2020). Ancak balın sağlık üzerine olan olumlu etkilerinin nektar kaynağı, bala uygulanan ısı işlemi, depolama süresi gibi birçok değişkene bağlı olduğu unutulmamalıdır (Majtan vd. 2021).

2.5 Balın Gıda Patojenlerine Karşı Gösterdiği Antimikrobiyel Aktivite

Balın antimikrobiyel etkisi ilk olarak 1982 yılında yapılan bir çalışma ile kanıtlanmıştır. Antimikrobiyel özelliğinin kaynağı olarak gösterilen düşük pH değerleri, düşük su aktivitesi, yüksek şeker içeriği, hidrojen peroksit, antimikrobiyel proteinler/peptitler, aromatik ve fenolik bileşikler balın hammaddesi olan floral kaynağa, coğrafik koşullara, arı türüne, iklime, hasat koşullarına ve saklama koşullarına göre değişiklik göstermektedir (Çınar 2020, Majtan vd. 2021).

Bal pH değeri 3,2 ile 4,5 değerleri arasında değişen asidik, doğal bir üründür. Birçok mikroorganizmanın gelişebileceği pH 6,5 ile 7,5 değerleri arasındadır. Bazı patojen mikroorganizmaların gelişebildikleri pH değerleri ise; *E. coli* 4,3, *Salmonella* 4,0 ve *Pseudomonas aeruginosa* 4,4'tür (Yıldırım 2013, Majtan vd. 2021).

Bal, kimyasal açıdan aşırı doymuş bir çözeltilidir. Ağırlığının yaklaşık %80'i karbonhidratlardan oluşurken, fruktozun oranı %38 ile fruktoz ve glikozun oranı ise %31 gibi yüksek değere sahiptir. Su aktivitesi 0,562-0,62 değerleri arasında değişmekte olup, mikrobiyel gelişim için ihtiyaç duyulan su aktivitesi değerlerini desteklememektedir (Sagona vd. 2017, Subbiah vd. 2020).

Yapılan bir çalışmada balın yapısında bulunan proteinler ve peptitlerin *P. aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis*, *S. aureus*, *Enterococcus faecium* ve *Burkholderia cepacia* bakterilerine karşı bakteriyostatik, bakterisidal ve biyofilm oluşumunu engelleme yönünde etki gösterdiği görülmüştür (Majtan vd. 2021).

H₂O₂ balın antimikrobiyel aktivite göstermesinde önemli bir paya sahiptir. Arıların yutak üstü bezlerinden, balın olgunlaşması amacı ile salgılanan glikoz oksidaz enziminin glikozu, H₂O₂ ve glukonik asite parçalaması ile oluşmaktadır. Glikoz oksidaz enziminin ısı ve ışığa duyarlı olması sebebi ile ısı ve ışığa maruz bırakılan ballarda H₂O₂ miktarında da düşüş gözlemlenmektedir. Reaksiyon sonucu oluşan H₂O₂ olgunlaşan nektarın mikroorganizmalar tarafından bozulmasına engel olur. H₂O₂ sadece balın olgunlaşma evresinde üretilmektedir. H₂O₂'nin üretilmesi ile birlikte balın asiditesinin artması sonucu glikoz oksidaz enzimi inaktive olmakta ve H₂O₂ üretimi de böylece sonlanmaktadır. Asitliğin artması ile H₂O₂'de su ve oksijene parçalanmaktadır. Balın sulandırılarak asitliğinin düşürülmesi ile H₂O₂'nin aktivitesinin katlandığı görülmüştür. %15 ile %50 oranında su ile seyreltilmiş ballarda H₂O₂ etkinliğinin maksimum seviyeye çıktığı görülmüştür. Bazı ballarda ise glukoz oksidaz enziminin inaktif olduğu tespit edilmesine rağmen, bu balların da antimikrobiyel özellikte olduğu görülmüştür (Özmen ve Alkın 2006, Majtan vd. 2021).

Balın elde edildiği bitkilere göre miktarı farklılık gösteren katalaz enzimi de H₂O₂'i parçalayan ve balın antimikrobiyel etkisini azaltan faktörlerden biri olarak belirlenmiştir (Özmen ve Alkın 2006). Nektardan bala geçen fenolik maddeler ve flavonoidlerin balın antimikrobiyel etkisine katkı sağladığı birçok çalışma ile belirlenmiştir. Balın elde edildiği bitkilere göre miktarı farklılık gösteren katalaz enzimi ile H₂O₂'nin parçalanması sonrası balın antimikrobiyel etkisinin devam etmesi, fenolik maddeler ve flavonoidler ile ilişkilendirilmiştir. Fenolik asitler iki alt gruba ayrılmaktadır. Bunlar; benzoik asit, sinnamik asit ve bunların türevleridir. Flavonoidler de benzer yapıya sahip üç gruba ayrılmışlardır. Bunlar flavonoller, flavonlar ve flavononlardır. Bu bileşikler balın tadına, rengine ve aromasına etki ederken, aynı zamanda da antimikrobiyel ve antioksidan etki göstermektedir (Yıldırım 2013). Ayrıca benzilalkol, 1,4

dihidroksibenzen, terpenler ve 2-hidroksibenzoikasit gibi maddelerinde balın antimikrobiyel özelliğine katkıda bulunduğu tespit edilmiştir (Doğan 2014).

Yapılan çalışmalarda balın, aerobik/anaerobik özellik gösteren, Gram negatif ve Gram pozitif yaklaşık 70 bakteri türü üzerinde antibakteriyel etki gösterdiği bildirilmiştir (Nayaka vd. 2020, Hunter vd. 2021, Ilia vd. 2021, Majtam vd. 2021).

Bazı patojen bakteriler olumsuz çevre koşullarına, düşük su aktivitesine, düşük besin varlığına ya da ortamdaki antibiyotik varlığına karşı korunabilmek için biyofilm yapısı oluşturmaktadırlar. Bu bakterilerin akut ya da kronik yaralar, enfeksiyonlar, kistik fibroz oluşumu ya da akciğer enfeksiyonları ile ilişkili oldukları yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir. Biyofilm yapısının bakterilere antibiyotiklere karşı direnç özelliği kazandırmakta, sonuç olarak enfeksiyonların elimine edilmesi de gittikçe zorlaşmaktadır. Son 20 yılda yapılan çalışmalarda balın biyofilm oluşumunu engellediği ve oluşmuş olan biyofilmi de inhibe ettiği gözlemlenmiştir (Alandejani vd. 2009, Ansari vd. 2013, Chiappe vd. 2020, Lima vd. 2022). Balın biyofilm oluşturan önemli patojenlerden *Clostridioides difficile*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *Salmonella typhi*, *Proteus mirabilis*, *E. coli* O157:H7 ve *Streptococcus pyogenes*'e karşı önemli derecede anti-biyofilm etkinliği gösterdiği tespit edilmiştir. Çeşitli floral kaynaklardan üretilen balların biyofilm oluşumuna karşı daha etkili olduğu da görülmüştür (Krishnakumar vd. 2020, Majtan vd. 2021).

Bununla birlikte birçok *Candida* spp., *Trichosporon* spp. ve küf türüne (*Fusarium oxysporum*, *Cladosporium herbarum*, *Botrytis cinerea*, *Aspergillus flavus*) karşı antifungal aktiviteye de sahip olduğu yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir (Candiracci vd. 2012, Moussa vd. 2012, Çınar 2020, Fernandes vd. 2021, Lima vd. 2022).

Alvarez-Suarez vd. (2010) 5 bal örneğinin toplam fenolik maddeleri, flavonoidleri, askorbik asit, aminoasit, protein ve karotenoid kompozisyonları ve antimikrobiyel aktiviteleri üzerinde çalışmış ve bal örneklerinin fitokimyasal kompozisyonları ile biyolojik aktivitelerinin ilişkili olduğunu gözlemlemişlerdir. En yüksek inhibisyon *S.*

aureus üzerinde görülürken; *Bacillus subtilis* ve *E. coli*'de orta seviyede, *P. aeruginosa*'da ise düşük seviyede inhibisyon gözlemlenmiştir.

Mandal vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada bal örneklerinin ağırlıkça %0,25, %0,50, %0,75, %1,00, %1,25, %1,50, %1,75, %2,00, %2,50, %3,00, %3,50 ve %4,00 oranlarında değişen konsantrasyonlarının *E. coli*, *P. aeruginosa* ve *Salmonella enterica* üzerindeki antimikrobiyel etkisini araştırmışlardır. Seçilen bakteriler üzerinde yüksek antimikrobiyel aktivite gözlemlenmiş olup, en yüksek inhibisyon değerleri %2,50, %3,00, %3,50 ve %4,00'lük konsantrasyonlarda gözlemlenmiştir.

Melliou ve Chinou (2011) Yunanistan'dan topladıkları işlenmemiş ve ısıtılmış uygulanmamış 15 bal örneğinin antimikrobiyel etkisini Gram pozitif (*S. aureus*, *S. epidermidis*, *Streptococcus mutans* ve *S. viridans*), Gram negatif (*E. coli*, *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae* ve *P. aeruginosa*) bakteriler ile insanlarda patojen etki gösteren küfler (*Candida albicans*, *C. tropicalis* ve *C. glabrata*) üzerinde araştırmışlardır. Gram pozitif ve Gram negatif bakterilerde antimikrobiyel etki gözlemlenirken, patojen küflerde inhibisyon etkisi görülmemiştir.

Voidarou vd. (2011) kekik, narenciye, çam ve polifloral çeşitlerinde 60 tane bal örneğinin 16 klinik patojen mikroorganizmanın üzerinde gösterdiği antimikrobiyel etkisini araştırmışlardır. En yüksek inhibisyon zonu 9,7 mm ile çam balında, 7,7 mm ile kekik balında, 6,4 mm ile narenciye balında ve 3,2 mm ile polifloral bal örneklerinde saptanmıştır.

Moussa vd. (2012) Cezayir'den topladığı farklı bal çeşitlerinin *S. aureus* ve *S. pyogenes* üzerindeki antimikrobiyel etkisini incelemiştir. 4 bal örneğinin %100, %70, %50 ve %30 seyreltilmiş örneklerinin bu iki bakteri üzerinde etkili olduğunu ancak en yüksek etkinin seyreltilmemiş örnekte olduğu vurgulamışlardır.

Al-Waili vd. (2013) 5 bal örneğinin antimikrobiyel etkisini antibiyotiklere karşı en fazla direnç gösteren gıda patojenlerinden *E. coli*, *S. aureus*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae*, *Aspergillus nidulans*, *Micrococcus luteus*, *S. epidermidis*, *Bacillus cereus*, *Serratia marcescens*, *Enterobacter aerogenes* ve *Salmonella typhimurum* üzerinde

incelemişler ve ortalama olarak tüm bal örneklerinin benzer antimikrobiyel etkiye sahip olduklarını görmüşlerdir. İnkübasyon süresinin artması ile bal örneklerinin mikroorganizmalar üzerinde geri dönüşümsüz olarak olumsuz etkilediklerini belirtmişlerdir.

Liu vd. (2013) 5 monofloral ve 1 multifloral bal örneğinin antimikrobiyel etkilerini *S. aureus*, *Staphylococcus intermedius*, *Staphylococcus xylosus*, *Streptococcus alactolyticus*, *Citrobacter koseri*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *Salmonella cholearasuis* ve *V. parahaemolyticus* üzerinde test etmişlerdir. Tüm bal örnekleri test suşlarını farklı derecelerde inhibe etmiş, özellikle *S. aureus*, *S. intermedius*, *S. xylosus*, *C. koseri*, *E. coli* ve *S. cholearasuis* suşlarında daha yüksek antimikrobiyel etki saptanmıştır. *P. aeruginosa*, *V. parahaemolyticus* ve *K. pneumonia* için ise balın antimikrobiyel etkisi saptanamamıştır.

Yıldırım (2013) Bingöl ilinin 6 farklı yerleşim yerinden topladığı balların antimikrobiyel etkisini *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *Streptococcus spp.*, *K. pneumoniae*, *S. typhimurium*, *E. coli*, *B. subtilis*, *Candida spp.*, ve *Saccharomyces cerevisiae*'ya karşı araştırmışlardır. Yapılan çalışmada tüm balların antimikrobiyel etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada 7 ile 12 mm aralığında değişen inhibisyon zon çapları ölçülürken; *Streptococcus spp.*'ye karşı hiçbir bal örneğinin antimikrobiyel etkisi saptanamamıştır. Genel olarak baldaki fenolik bileşiklere en duyarlı bakterilerin ise *S. aureus* ve *P. aeruginosa* oldukları vurgulanmıştır.

Alan vd. (2014) Muş ve Bitlis yöresinden topladıkları 44 bal örneğinin antimikrobiyel etkisini *K. pneumoniae*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *Bacillus megaterium* ve *Enterococcus faecalis* bakterileri ile, *S. cerevisiae* ve *C. albicans* mantar türleri olmak üzere 8 mikroorganizma üzerinde test etmiş ve 36 bal örneği *K. pneumoniae*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *B. megaterium* ve *E. faecalis* bakterilerine karşı antibakteriyal aktivite gösterirken, *S. cerevisiae* ve *C. albicans*'a karşı herhangi bir antimikrobiyel aktivite göstermediklerini tespit etmişlerdir. Ölçülen inhibisyon zon çapları 11 mm ile 32 mm arasında değişirken, 8 bal örneği de antimikrobiyel etki göstermemiştir.

Doğan (2014) yaptığı çalışmada 27 adet bal örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile toplam fenolik madde miktarı ve antimikrobiyel aktivitelerini araştırmıştır. Balların *E. coli*, *B. cereus*, *S. typhimurium* ve *S. aureus*'e karşı istatistiksel olarak $P < 0,01$ güven değerinde çok önemli seviyede farklı antimikrobiyel etkisinin olduğu, buna karşın *S. cerevisia*, *C. albicans*'a karşı ise etkisinin olmadığı görmüştür.

Borum (2016) 34 kestane balının %100, %50 ve %25'lik konsantrasyonlarının antibakteriyel ve antifungal etkisini *S. aureus*, *E. faecalis*, *E. coli* ve *C. albicans* üzerinde incelemiştir. 32 bal örneğinin %100'lük konsantrasyonlarının *S. aureus* ve *E. faecalis* üzerinde yüksek, %50'lik konsantrasyonlarının orta, %25'lik konsantrasyonlarının ise düşük seviyede antimikrobiyel etki gösterdiği gözlemlenmiştir. 28 bal örneğinin %100'lük konsantrasyonlarının *C. albicans* üzerinde inhibisyon oluşturduğu görülürken, diğer konsantrasyonlarında ise inhibisyon gözlemlenmemiştir. *E. coli* üzerinde sadece 10 bal örneğinin %100'lük konsantrasyonları inhibisyon oluştururken, diğer örnekler ve konsantrasyonlarda ise antimikrobiyel etki gözlemlenmemiştir.

Bueno-Costa vd. (2016) Brezilya'nın Rio Grande do Sul eyaletinin farklı botanik özelliklere sahip bölgelerinden topladığı 24 bal örneğini *Shigella dysenteriae*, *S. typhimurium*, *S. aureus* ve *B. cereus* için incelemişlerdir. Tüm bal örnekleri denenilen bakterilere karşı antimikrobiyel etki gösterirken, *S. aureus* ve *B. cereus* için bu etkinin daha güçlü olduğu tespit edilmiştir.

Fyfe vd. (2017) İskoçya'dan topladıkları 6 bal örneğini *Acinetobacter calcoaceticus*, *S. aureus*, *P. aeruginosa* ve *E. coli* üzerinde gösterdiği antimikrobiyel özelliklerini incelemiş ve tüm bal örneklerinin antibiyotik dirençli bu bakteriler üzerinde inhibisyon özelliğine sahip oldukları görülmüştür. Ayrıca bakteriler üzerinde polifenol seviyesi yüksek olan 3 bal örneğinin daha etkili olduğu gözlemlenmiş olup, polifenolik maddeler ile antimikrobiyel etkinin bağlantılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Sousa vd. (2016) Brezilya'nın yarı kurak bölgelerinden topladıkları 24 bal örneğinin gıda maddelerinden izole ettikleri *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *E. coli*, *Salmonella* spp., ve *P. aeruginosa* üzerindeki antimikrobiyel aktivitesini araştırmışlardır. En yüksek

antimikrobiyel etki *Salmonella* spp. üzerinde görülürken, azalan sıralamaya göre *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* antimikrobiyel aktivite saptanmıştır. En düşük seviyede antimikrobiyel aktivite ise *L. monocytogenes*'de gözlemlenmiştir.

Bucekova vd. (2018) kristalize olmuş ballara ısıtılma işlemi uygulanması ile balların antimikrobiyel özelliklerindeki değişimleri incelemiştir. Tamamen kristalize olmuş 10 bal örneği 45°C, 55°C ve 65°C'lere ısıtılmıştır. Bu örneklerin *P. aeruginosa* ve *S. aureus* üzerinde antimikrobiyel etkileri incelenmiştir. Kristalize bal örneklerinin ısıtılma işlemi uygulanmadan önceki %14 ile %25'lik konsantrasyonlarında (ortalama konsantrasyon değeri %19,5) bakteriyel gelişimi %99'luk oranda inhibe edildiği görülmüştür. Örneklerin 45°C'ye ısıtılması durumunda ise bu değerin %14,6 olduğu, 55 °C'ye ısıtılmasında %18 ve 65 °C'ye ısıtılmasında ise %19,2 olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlara göre bala uygulanan ısıtılma işlemi sonucu balın akışkan hale gelmesi ile balın fonksiyonel potansiyelini arttırdığı ve antimikrobiyel özelliğinde azalma olmadığı sonucuna varılmıştır.

Leyva-Jimenez vd. (2018) 33 bal örneğini ve bu ballarda bulunan fenolik madde ekstraktlarının *S. aureus*, *E. faecalis*, *E. coli* ve *P. aeruginosa* üzerinde gösterdikleri antimikrobiyel etkiyi incelemiştir. Bal örneklerinin fenolik fraksiyonlarından 50 adet fenolik bileşen tespit edilmiş ve bu maddeler 5 ana sınıf altında toplanmışlardır. Organik asitler, fenolik asitler, flavonoidler, terpenoidler ve diğer bileşenler olarak sınıflandırılan fenolik ekstraktların, bal örnekleri ile aynı ya da daha fazla antimikrobiyel etki gösterdikleri tespit edilmiştir. Antimikrobiyel etki en fazla *E. coli* üzerinde görülürken, bu etki azalan sıra ile *S. aureus*, *E. faecalis*, *P. aeruginosa* şeklinde gözlemlenmiştir.

Pasias vd. (2018) Manuka balı, multifloral bal, geç hasat edilen bal ve erken hasat edilen bal örneklerinin antimikrobiyel özelliklerini *S. aureus* üzerinde ölçümlemişlerdir. Geç hasat edilen balların diğer örneklerle göre daha yüksek antimikrobiyel etkiye sahip olduğu görülmüştür. Geç hasat edilen bal örneklerinin erken hasat edilen bal örneklerine göre daha fazla miktarda ve çeşitte polen içerdiği ve böylece daha fazla miktarda polifenolik madde ve antimikrobiyel bileşene sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Geç

hasat edilen balların Manuka balından daha düşük seviyede H₂O₂ içermesine rağmen, bu sonucun alınması ile H₂O₂ dışındaki bileşenlerin antimikrobiyel etki sağladığı sonucuna varılmıştır. Geç hasat edilen bal örneklerinin ortalama inhibisyon zonu %50, Manuka balının ortalama inhibisyon zonu %25, erken hasat edilen bal örneklerinin ortalama inhibisyon zonu %15 ve farklı multifloral balların ortalama inhibisyon zonu %12,5 olarak ölçülmüştür.

Poltorak vd. (2018) 6 bal örneğinin sosis üretiminde kullanılması ile ürünlerdeki antioksidan ve antimikrobiyel değişimleri incelemiş ve tüm örneklerde 20 günlük depolama süreci sonundaki mikrobiyel yükün kabul edilebilir değerlerin altındaki düzeylerde olduğu tespit edilmiştir.

Çınar (2020) çalışmasında lavanta, limon çiçeği, kekik ve multifloral balların antimikrobiyel etkilerini incelemiş ve multifloral balların monofloral ballara göre daha fazla antimikrobiyel etkiye sahip olduğunu gözlemlemiştir. Monofloral ballardaki etkinin de sırasıyla en fazla limon çiçeği balında, daha sonra lavanta balında ve en az kekik balında olduğunu gözlemlemiştir.

Nayaka vd. (2020) Endonezya'nın 3 bölgesinden topladığı balların *S. aureus*, *B. subtilis*, *E. coli* ve *P. aeruginosa* üzerindeki antimikrobiyel etkisini ölçmüşlerdir. Bal örneklerinin %100, %80, %60, %40 ve %20'lik çözeltileri hazırlanmıştır. En yüksek antimikrobiyel etki %100'lük örnekte gözlemlenirken, bu etki çözelti yoğunluğu ile doğrusal olarak azalmıştır. Balların değişen biyoaktif bileşenlerine göre *B. subtilis* ve *E. coli* üzerinde antimikrobiyel aktivitesi gözlemlenirken, *S. aureus* ve *P. aeruginosa* üzerinde ise bu etki gözlemlenememiştir.

Yalazi ve Zorba (2020) Kazdağları bölgesinden topladıkları 25 adet salgı balının antimikrobiyel ve antioksidan özelliklerini incelemişlerdir. Kazdağları bölgesi salgı ballarının *E. coli*, *S. aureus* ve *S. typhimurium* bakterileri üzerine çok düşük ve/veya düşük düzeyde antimikrobiyel etki gösterdiği, ancak *C. albicans* ve *S. cerevisiae* maya suşları ile *B. cereus* bakterisine karşı ise herhangi bir etki göstermediğini saptamışlardır.

Mustafa vd. (2021) topladıkları bal örneklerinin %25, %50, %75 ve %100'lük çözeltilerinin antimikrobiyel etkilerini *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* ve *E. faecalis* için araştırmışlardır. %25'lik bal çözeltilerinin antimikrobiyel etkisi gözlemlenemezken, konsantrasyon ile antimikrobiyel etkinin doğrusal olarak arttığı görülmüştür. Balın antimikrobiyel etkisi en fazla *E. coli* üzerinde görülürken, bu etki sırasıyla *P. aeruginosa*, *S. aureus* ve *E. faecalis* olarak sıralanmıştır.

Otmani vd. (2021) 13 monofloral ve 13 polifloral bal örneğini *S. typhi* ve *S. aureus* üzerindeki antimikrobiyel etkilerini ölçmek için kullanmışlardır. Fenolik maddeler bakımından daha zengin olan 2 bal örneği en fazla antimikrobiyel etkiye sahipken, 5 bal örneğinde antimikrobiyel aktivite gözlemlenememiştir.

Vica vd. (2021) 10 bal örneği ile 4 propolis örneğinin antimikrobiyel etkisini *E. coli*, *S. aureus*, *B. cereus*, *P. aeruginosa* ve *C. albicans* patojen mikroorganizmalarının inhibisyonu amacı ile araştırmışlardır. Tüm bal örneklerinin antimikrobiyel etkileri farklı düzeylerde ölçülmüş, ayrıca bal örneklerinin propolis ekstraktları ile yapılan karışımlarının daha güçlü antimikrobiyel özelliğe sahip olduğu görülmüştür. Tüm bal örnekleri ve bal-propolis ekstraktı karışımları kontrol grubu olarak kullanılan siprofloksasin antibiyotiğine göre daha güçlü antimikrobiyel aktivite göstermişlerdir. En fazla inhibisyon *S. aureus* için ölçülürken, en dirençli mikroorganizma ise *C. albicans* olarak belirlenmiştir.

2.6 *Listeria monocytogenes* ve Listeriyosis

Listeria spp. cinsi sporsuz, fakültatif anaerob, gram pozitif, kapsülsüz, katalaz pozitif, oksidaz negatif, çubuk şeklindedir. İplik benzeri flagellaya sahip olup, 20-25 °C aralığında karakteristik hareketi olan takla atma-yuvarlanma özelliğine sahipken, 37 °C'de hareketsiz ya da çok az hareket edebilmektedir. Optimum gelişimi 30-35 °C sıcaklık aralığında gösterirken, 0-45 °C sıcaklık aralığında da gelişebilmektedirler. Bu nedenle buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen gıdalarda da yüksek kontaminasyon riski oluşturmaktadır. Geniş pH aralığında (4,4-9,4) ve 0,92'den yüksek su aktivitesinde gelişebilmeleri, yüksek konsantrasyondaki tuzlu ortamda canlılıklarını koruyabilmeleri

ve biyofilm oluşturabilmeleri sebebi ile gıda sanayi için yüksek risk oluşturabilen patojenlerdendir (Orsi vd. 2011, Aktop vd. 2020, Uludağ 2020, Taylor ve Zhu 2021, Zamuz vd. 2021).

L. monocytogenes; *Listeriaceae* ailesinin *Listeria* cinsine dâhil, doğada oldukça yaygın olarak bulunan, insan ve hayvanlarda listeriyosis enfeksiyonuna neden olan patojen bir mikroorganizmadır. 1891 yılında Alman hastalarından ilk defa izole edilmiş, 1926 yılında İngiltere'deki laboratuvar tavşanlarının ani ölümlerinin nedeni olarak tanımlanmış ve ilk olarak *Bacterium monocytogenes* olarak adlandırılmıştır. İngiliz Doktor Joseph Lister anısına bakterinin ismi *Listerella hepatolytica* olarak değiştirilmiş, 1940 yılında ise Pirie tarafından kemirgenlerin karaciğerinden bu bakterinin izolasyonu gerçekleştirildiğinden dolayı patojenin ismi son kez *L. monocytogenes* olarak değiştirilmiştir (Pirie 1940, Magalhães vd. 2014).

L. monocytogenes insanlarda görülen listeriyosizin ana etmenidir. İlk olarak 1980 yılında Schlech ve arkadaşlarının çalışması ile literatüre girmiştir (Schlech vd. 1983). Listeriyosiz vakalarında genellikle diğer gıda kaynaklı zehirlenmelerde görülen yüksek ateş, ishal, kusma, kas ağrısı, mide bulantısı, baş ağrısı gibi semptomlar görülmektedir. Ancak bağışıklık sistemi zayıf ya da baskılanmış olan insanlarda, hamilelerde, 65 yaş üstündeki insanlarda, bebeklerde, AIDS ya da kanser hastalarında, organ nakli olan hastalarda; menenjit, düşük, yeni doğan ölümleri ve sepsis gibi sonuçlar görülebilmektedir. Gıda kaynaklı patojen mikroorganizmaların doğurduğu sonuçlar karşılaştırıldığında listeriyosizin yüksek oranda hastaneye yatış ve lme sebebiyet vermesi ile önemi artmıştır (Kaptchouang Tchatchouang 2020, Zamuz vd. 2021).

Listeriyosizin enfeksiyon seyri, gıdayı tüketen insanların bağışıklık sistemine, gıda maddesine ve gıdadaki *L. monocytogenes* yoğunluğuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Gıdaların >100 KOB/g *L. monocytogenes* ile kontamine olması ve bu gıdanın tüketilmesi sonucunda listeriyosiz vakaları görülebilmektedir. Bu seviyeden daha az *L. monocytogenes* yükü ile kontamine gıdaların tüketilmesi durumunda ise semptomların görülme olasılığı azılırken, bağışıklığı baskılanmış bireyler için risk devam etmektedir (Valimaa vd. 2015, Kaptchouang Tchatchouang 2020).

Kuluçka süresinin uzun olması, çok fazla ürün grubundan izole edilebiliyor olması, uzun depolama koşullarında, olumsuz çevresel koşullarda canlılığını koruyabilmesi nedeni ile listeriyosiz salgınlarının önüne geçilebilmesi zorlaşmaktadır. *L. monocytogenes*'in bulaşı kaynakları arasında et ve et ürünleri, süt ve süt ürünleri, taze meyve ve sebzeler gibi geniş gıda yelpazesi sayılabilir. Özellikle tüketilmeden önce ısıl işlem uygulanmayan, tüketime hazır gıdalar en yüksek risk kaynağını oluşturmaktadır (Farber vd. 2021).

Literatüre geçen ilk listeriyosiz salgını 1983 yılında Kanada'da rapor edilmiş olup, 41 kişinin lahana salatası tüketmesi sonucunda, bu kişilerde menenjit, düşük ve prematüre doğum gibi sonuçlar gözlemlendiği rapor edilmiştir (Schlech vd. 1983). 1998 yılında Amerika'nın 10 eyaletinde soğukta muhafaza edilen sosisli sandviçlerin tüketilmeleri sonucu listeriyosiz salgını meydana gelmiştir. Bu salgın sonucu 1 bebek ve 3 yetişkin hayatlarını kaybetmişlerdir (Anonymos 1998).

Hastalık Kontrol ve Koruma Merkezi (Centers for Disease Control and Prevention, CDC)'e göre her yıl ortalama 1600 kişi listeriyosiz tanısı almakta ve 260 kişi bu nedenle hayatlarını kaybetmektedir (Anonymos 2022b).

Son yıllarda görülen en büyük salgın ise 2018 yılında Güney Afrika'da polony isimli et ürününün tüketilmesi sonucunda 1060 kişinin laboratuvar sonuçları sonucu listeriyosiz geçirdikleri tespit edilmiş ve bu salgın sonucunda 216 kişi hayatını kaybetmiştir (Kaptchouang Tchatchouang 2020).

Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği'ne göre tüm gıda ürünlerinin 25 gramında *L. monocytogenes* bulunmasına izin verilmemektedir (Anonim 2011). Amerika, İngiltere, Avustralya ve in gibi büyük ülkelerin de arasında olduğu birçok ülkede de tüketime hazır gıdalarda *L. monocytogenes* bulunmasına izin verilmemektedir (Farber vd. 2021).

2.7 Balın *Listeria monocytogenes* Suşlarına Karşı Göstermiş Olduğu Antimikrobiyel Aktivite

Çam (2006) çalışmasında Ankara piyasasından 30 bal örneği toplamış, bu örneklerin polen analizleri ile antimikrobiyel etkilerini incelemiştir. Balların antimikrobiyel aktiviteleri ile polen analizini karşılaştırmış olup, *L. monocytogenes* suşları üzerinde antimikrobiyel etkinin farklı düzeylerde görüldüğünü tespit edilmiştir.

Ertürk vd. (2009) *Rhododendron*'dan (orman gülü) elde edilen deli balın antimikrobiyel etkisini *L. monocytogenes* başta olmak üzere 16 farklı patojen üzerinde incelemiştir. Deli balın denenen bütün bakterilere karşı orta ya da yüksek seviyede antimikrobiyel etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Silici vd. (2010) halk arasında "deli bal" ya da "zehirli bal" olarak bilinen ve arıların *Rhododendron* (ormangülü) bitkisinin nektarını toplayarak ürettikleri 50 bal örneğinin fenolik madde kompozisyonlarını, antioksidan ve antimikrobiyel özelliklerini incelemiştir. 11 bakteri ve 2 maya üzerinde 50 bal örneğinin %10, %25, %50 ve %75'lik konsantrasyonları çalışılmış ve %10 ve %25'lik konsantrasyonlarda hiç inhibisyon görülmemiştir. Balların %50 ve %75'lik konsantrasyonlarında *L. monocytogenes* suşlarına karşı orta derecede inhibisyon gözlemlenmiştir.

Polat (2011) Güney Marmara bölgesinde üretilen çam, davulga ve püren ballarının antimikrobiyel etkilerini %100, %80, %60, %40 ve %20'lik konsantrasyonlarında incelemiş ve *L. monocytogenes* suşuna karşı antimikrobiyel aktivite seviyeleri ölçülmüştür. %20'lik çözeltide antimikrobiyel aktivite görülmezken, %40 ve üzerindeki konsantrasyonlarda antimikrobiyel aktivite görülmüştür.

Sousa vd. (2016) Brezilya'nın yarı kurak bölgelerinden topladıkları 24 bal örneğinin gıda maddelerinden izole ettikleri *L. monocytogenes* üzerindeki antimikrobiyel aktivitesini belirlemiştir. Bal örneklerinin *L. monocytogenes* suşuna karşı düşük bir antimikrobiyel aktivite gösterdikleri saptanmıştır.

Soylu (2019) alışmasında bal, propolis, arı sütü, ekinezya ve civan perçemi otu karışımından fonksiyonel gıda üretmiş ve bu ürününün *L. monocytogenes*'e karşı antimikrobiyel aktivitesini incelemiştir. Elde edilen ürünün *L. monocytogenes* üzerinde hiçbir antimikrobiyel etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

Çınar (2020) alışmasında lavanta, limon çiçeği, kekik ve multifloral balların antimikrobiyel etkilerini incelemiş ve multifloral balların monofloral ballara göre daha fazla antimikrobiyel etkiye sahip olduğunu gözlemlemiştir. Monofloral ballardaki etkinin de sırasıyla en fazla limon çiçeği balında, daha sonra lavanta balında ve en az kekik balında olduğunu gözlemlemiştir. Balların *L. monocytogenes* suşu üzerinde orta derecede antimikrobiyel aktivite gösterdikleri saptanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Bal örnekleri

Tez çalışmasında Ankara, Adana, Artvin ve Mersin illerindeki birincil üreticilerden temin edilen bal örnekleri çalışma materyali olarak kullanılmıştır. Tez çalışmasında süzme çiçek balı, petekli çiçek balı, akasya balı ve çam balı olmak üzere farklılık gösteren 40 adet bal örneği temin edilmiştir. Çizelge 3.1’de bal örnekleri ve temin edildiği iller gösterilmektedir.

Çizelge 3.1 Tez çalışmasında kullanılan bal örnekleri

Bal Kod Numarası	Bal Cinsi	Temin Edildiği İl
1	Süzme Çiçek Balı	Ankara
2	Petekli Çiçek Balı	Ankara
3	Süzme Çiçek Balı	Ankara
4	Süzme Çiçek Balı	Ankara
5	Petekli Çiçek Balı	Ankara
6	Süzme Çiçek Balı	Ankara
7	Süzme Çiçek Balı	Ankara
8	Süzme Çiçek Balı	Ankara
9	Süzme Çiçek Balı	Ankara
10	Akasya Balı	Ankara
11	Çam Balı	Ankara
12	Süzme Çiçek Balı	Ankara
13	Süzme Çiçek Balı	Ankara
14	Akasya Balı	Ankara
15	Süzme Çiçek Balı	Ankara
16	Akasya Balı	Ankara
17	Çam Balı	Ankara
18	Süzme Çiçek Balı	Ankara
19	Süzme Çiçek Balı	Ankara
20	Süzme Çiçek Balı	Ankara
21	Süzme Çiçek Balı	Artvin
22	Süzme Çiçek Balı	Artvin
23	Süzme Çiçek Balı	Artvin

Çizelge 3.1 Tez çalışmasında kullanılan bal örnekleri (devamı)

Bal Kod Numarası	Bal Cinsi	Temin Edildiği İl
24	Süzme Çiçek Balı	Artvin
25	Çam Balı	Adana
26	Süzme Çiçek Balı	Adana
27	Çam Balı	Adana
28	Çam Balı	Adana
29	Süzme Çiçek Balı	Adana
30	Süzme Çiçek Balı	Adana
31	Süzme Çiçek Balı	Adana
32	Petekli Çiçek Balı	Adana
33	Petekli Çiçek Balı	Adana
34	Petekli Çiçek Balı	Adana
35	Petekli Çiçek Balı	Mersin
36	Petekli Çiçek Balı	Mersin
37	Petekli Çiçek Balı	Mersin
38	Çam Balı	Mersin
39	Çam Balı	Mersin
40	Süzme Çiçek Balı	Mersin

3.1.2 *Listeria monocytogenes* suşları

Tez çalışmasında Çakmak (2017) tarafından tüketime hazır gıdalardan izole edilen ve moleküler tanımlaması önceden yapılmış olan 29 adet *L. monocytogenes* suşu bakteriyel kültür olarak kullanılmıştır. Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü kültür koleksiyonlarından temin edilen *L. monocytogenes* ATCC 7644 suşu ise kontrol amaçlı olarak kullanılmıştır.

3.1.3 Kullanılan besiyerleri

Tez çalışmasında kullanılan besiyerleri Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2 Kullanılan besiyerleri

Besiyeri Adı	Katalog numarası	Firma
Gliserol	1.04092.2500	Merck
Tyryptic Soy Agar	1.05458.0500	Merck
Brain Heart Infusion (BHI) Broth	1.10493.0500	Merck
Tyryptic Soy Broth	1.05459.0500	Merck
Etanol	1.00983.2511	Merck

3.1.4 Stok kültürlerin hazırlanması

Tez çalışmasında kullanılan referans bakteri ve kültür koleksiyonundan temin edilen *L. monocytogenes* suşları, %20 steril gliserol içeren Brain Heart 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

Tez çalışmasında öncelikli olarak *L. monocytogenes* kültürlerinden tek koloni elde edebilmek amacıyla Tyryptic Soy Agara (TSA) sürme işlemi yapılmıştır. 37 °C’de 24 h inkübasyon sonrası gelişen tek kolonilerden öze yardımı ile tek koloni alınmış, 5 mL TSB ortamına aktarılmış ve 37 °C’de 24 h inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası gelişme görülen tüplerden 100 µL örnek alınıp tekrar 10 mL TSB’ye aktarılmış ve 37 °C’de 24 h inkübasyon tekrarlanmıştır. Son zenginleştirme basamağından sonra, 100 µL kültür tekrardan 10 mL TSB ortamına aktarılmış ve 37 °C’de 24 h inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası gelişen mikroorganizmalar 0,5 Mc Farland (yaklaşık 10^8 KOB/mL) bulanıklık değerine göre ayarlanmıştır.

3.2.2 Kuyu difüzyon yöntemi

0,5 Mc Farland bulanıklık değerinde hazırlanan *L. monocytogenes* kültürlerinden 10 mL alınarak 90 mL TSA’ya aktarılmıştır. Ortamın homojen karışması sağlanmış ve ortalama 25 mL olacak şekilde 4 petri kabına paylaştırılmıştır. Analiz 2 tekrarlı olacak şekilde çalışılmıştır. Petri kapları düz bir zeminde bekletilerek agarın donması beklenmiştir. Agar delici (corkborer) kullanılarak, agar üzerinde 6 mm çapında kuyular açılmıştır. Agar delici her kullanışta alkol içine batırılıp çıkarıldıktan sonra ateşte yakılarak sterilize edilmiştir. Agarlı ortamın katılaşması beklenmiştir (Aytar vd. 2019).

Bal örneklerinin %100 ve %50’lik konsantrasyonları tez çalışması kapsamında *L. monocytogenes* suşlarına karşı denenmiştir. Bal örneklerinin %50’lik (v/v) konsantrasyonlarının hazırlanması için steril saf su kullanılmıştır. Bal örneklerinin %100 ve %50’lik konsantrasyonları agar üzerinde açılan kuyucuklara aseptik koşullarda 100 µL’si aktarılmış ve 37 °C’de 24 h inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda oluşan zon çapları ölçülmüştür. Tez çalışmasında steril saf su negatif kontrol olarak, eritromisin 15 µg ise pozitif kontrol olarak kullanılmıştır. Kuyucuğun hacmine

uygun miktarda steril saf suda uygun konsantrasyonda çözüldürülmüş ve 0,45 µm por çapındaki steril membran filtrelerden (Sartorius) geçirilerek sterilize edilmiştir.

3.2.3 İstatistiksel analizler

Analizler sonucu elde edilen ölçümlerin ortalama ve standart sapma değerleri belirlenmiştir. Bal örneklerinin konsantrasyonlarının %50 oranında seyreltilmesi sonucu ölçülen inhibisyon zon çaplarının ortalama değerlerinde meydana gelen farklılıkların varyans analizi T-Testi ile çözümlenmiştir.

Bal örneklerinin türlerine göre 4 grupta ayrıştırılması ve bu grupların %100'lük konsantrasyonları ile %50'lik konsantrasyonlarının oluşturdukları inhibisyon zon çaplarının ortalama değerlerinin varyans analizi için ANOVA yöntemi kullanılmıştır.

Her iki analizde de anlamlılık düzeyi %5 olarak kabul edilmiş ve çözümlemede SPSS (Versiyon 23) yazılımından yararlanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tez çalışması kapsamında farklı yörelerden ve farklı üreticilerden temin edilen bal örneklerinin *L. monocytogenes* suşları üzerinde göstermiş olduğu antimikrobiyel aktivite değerlendirilmiştir. Bal örnekleri Ankara, Adana, Artvin ve Mersin yörelerinden temin edilmiştir. Tez çalışması kapsamında 22 adet süzme çiçek balı, 8 adet petekli çiçek balı, 3 adet akasya balı ve 7 adet çam balı olmak üzere toplamda 40 farklı bal örneği antimikrobiyel aktivite denemelerine alınmıştır.

Bal örneklerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı göstermiş oldukları antimikrobiyel aktivite değerleri zon çapları ölçülerek değerlendirilmiştir (Çizelge 4.1).

Tez çalışmasında kullanılan bal çeşitlerinin *L. monocytogenes*' e karşı oluşturduğu zon çapları (cm) aşağıda maddeler halinde verilmiştir (Çizelge 4.1, Çizelge 4.2).

- | | |
|----------------------|--|
| - Süzme çiçek balı | % 100'lük konsantrasyonda 0 - 4,8 cm |
| | % 50'lik konsantrasyonda ise 0 – 4,45 cm |
| - Petekli çiçek balı | % 100'lük konsantrasyonda 0 - 4,25 cm |
| | % 50'lik konsantrasyonda ise 0 – 4,25 cm |
| - Akasya balı | % 100'lük konsantrasyonda 0 - 4,6 cm |
| | % 50'lik konsantrasyonda ise 0 – 4,1 cm |
| - Çam balı | % 100'lük konsantrasyonda 0 - 4,6 cm |
| | % 50'lik konsantrasyonda ise 0 – 4,2 cm |

Çizelge 4.1 Bal türlerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: cm)

Suşlar	1		2		3		4		5	
	%100	%50	%100	%50	% 100	%50	%100	%50	%100	%50
3Ç	3,5	3,25	3,6	3,25	1,5	1,35	3,9	3,8	3,55	3,35
77-1	3,75	3,55	4	3,65	3,45	3,8	4	3,85	3,75	3,3
88-3	1,75	1,6	3,75	3,45	3,65	3,1	3,5	1,5	3,35	3,05
100-1P	4	3,4	3,6	3,3	3,4	3	4	3,65	3,2	3
104-1P	3,45	3,2	3,45	3,4	3,7	3,45	0	0	3,25	2,95
107-2	4,4	3,85	2,4	2,15	4,2	4	4,6	4,4	0	0
114-1P	1,7	1,7	1,8	1,65	3,95	3,55	4,15	3,9	3,45	3,25
115-1P	3,65	3,5	3,7	3,45	3,85	3,45	4,4	3,9	3,9	3,65
116-1P	3,35	3,25	3,3	3,05	3,4	3,25	3,6	3,35	3,35	3,25
120-3P	3,8	3,4	3,85	3,55	3,7	3,4	4,3	3,8	3,6	3,3
122-2P	3,65	3,4	3,95	3,5	3,35	3,3	4,3	3,8	3,8	3,35
123-3	3,5	3,2	3,5	3,2	3,55	3,4	3,75	3,6	3,45	3,35
124-2P	3,45	3,3	3,45	3,15	1,75	1,5	3,15	3	1,5	1,5
127-4P	0	0	0	0	3,4	3,15	0	0	3,35	3,05
133-1P	3,45	3,25	3,45	3,15	3,05	3	4,35	3,75	3,15	3,05

Çizelge 4.1 Bal türlerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: cm)(devamı)

Suşlar	1		2		3		4		5	
	%100	%50	%100	%50	% 100	%50	%100	%50	%100	%50
134-1P	3,55	2,9	3,45	3,25	3,35	3,15	4,15	4,15	3,4	3,1
135-1	3,4	3,35	3,3	3,35	3,4	3,2	4,1	3,65	3,45	3,1
136-1P	0	0	0	0	3,35	3,3	4,1	3,65	3,25	3,2
137-3P	3,5	3,4	3,5	3,4	1,6	1,5	4	3,45	1,55	1,55
142-1	1,85	1,75	1,95	1,75	1,75	1,9	4,75	4,45	1,8	1,75
150-3P	3,8	3,4	3,8	3,45	3,6	3,3	0	0	3,7	3,4
151-1P	3,65	3,4	3,7	3,4	3,55	3,35	4	3,75	3,55	3,3
152-3P	3,5	3,35	3,65	3,25	3,55	3,3	4,05	3,7	3,5	3,3
197-1P	3,15	2,95	1,35	1,3	0	0	3,5	3,2	3,75	3,45
217-2P	3,65	3,3	3,8	1,75	3,25	3,25	4,05	3,8	3,55	3,05
219-3P	3,55	3,35	3,65	3,4	3,55	3,4	3,8	3,6	3,45	3,3
241-1P	1,85	1,65	3,55	3,05	3,1	3,1	3,45	3,05	3,3	2,9
287-1P	3,8	3,5	3,9	3,45	3,25	3,05	4,05	3,75	3,05	3
ATCC7644	3,75	3,45	3,6	3,35	1,75	3,4	4,4	4,4	3,2	3,4

Çizelge 4.1 Bal türlerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: cm)(devamı)

Suşlar	6		7		8		9		10	
	%100	%50	%100	%50	% 100	%50	%100	%50	%100	%50
3Ç	3,65	3,5	3,65	3,55	3,7	3,35	3,45	3,15	3,55	3,3
77-1	3,9	3,8	3,95	3,95	2,1	2	2,3	2	2,1	2,05
88-3	3,75	3,45	3,95	3,35	3,8	3,5	3,3	3,05	3,65	3,35
100-1P	3,55	3,5	3,7	3,45	3,6	3,2	4,1	3,8	3,65	3,55
104-1P	3,5	3,5	4	3,5	3,6	3,4	3,95	3,85	3,9	3,5
107-2	0	0	4,7	4,1	4,5	4,3	4,1	4,05	4,6	4
114-1P	4	3,6	4,1	3,65	3,75	3,5	3,65	3,5	3,75	3,6
115-1P	4,2	3,85	4,05	3,9	4,2	3,8	3,95	3,9	4,2	3,8
116-1P	3,8	3,6	4,35	3,6	4,1	3,7	3,75	3,55	3,95	3,75
120-3P	3,95	3,7	3,85	3,75	3,85	3,3	4	3,7	4,15	3,6
122-2P	3,6	3,35	3,65	3,35	3,55	3,35	3,85	3,7	3,55	3,35
123-3	3,65	3,6	3,85	3,8	3,8	3,65	1,9	3,65	3,85	3,6
124-2P	3,65	3,25	3,45	3,25	3,5	3,05	3,3	3,6	3,25	3,05
127-4P	3,4	3,1	3,4	3,3	3,6	3,55	3,3	3,15	3,6	3,35
133-1P	3,6	3,45	3,95	3,55	3,85	3,5	3,8	3,7	3,6	3,6

Çizelge 4.1 Bal türlerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: cm)(devamı)

	6		7		8		9		10	
Suşlar	%100	%50	%100	%50	% 100	%50	%100	%50	%100	%50
134-1P	4,05	3,5	3,9	3,8	4,25	3,7	3,6	3,4	3,8	3,5
135-1	4	3,55	3,7	3,45	2,05	3,6	3,95	3,8	3,35	3,55
136-1P	3,35	3	3,5	3,15	3,3	1,55	3,9	3,7	3,4	1,5
137-3P	3,55	3,3	3,5	3,3	3,55	3,3	3,65	3,55	3,4	3,15
142-1	0	0	0	0	0	0	2,15	1,95	0	0
150-3P	4	3,6	4,1	3,5	3,7	3,6	3,85	3,55	3,9	3,2
151-1P	3,6	3,45	3,6	3,4	3,65	3,5	3,9	3,8	3,5	3,4
152-3P	3,65	3,55	3,85	3,4	3,6	3,55	3,95	3,65	3,8	3,5
197-1P	3,15	2,95	3,15	2,95	1,55	1,45	3,65	3,6	1,45	1,15
217-2P	3,85	3,55	4,15	3,8	3,85	3,4	4,2	3,85	3,9	3,55
219-3P	3,85	3,85	4,3	3,75	4,05	3,6	0	0	4,05	3,85
241-1P	3,4	2,95	3,4	3,15	3,4	3,25	3,55	3,25	3,45	3,4
287-1P	3,8	3,8	4,05	3,9	4,1	3,65	3,75	3,65	4	3,7
ATCC7644	0	0	0	0	0	0	2	1,9	0	0

Çizelge 4.1 Bal türlerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: cm)(devamı)

Suşlar	11		12		13		14		15	
	%100	%50	%100	%50	% 100	%50	%100	%50	%100	%50
3Ç	3,6	3,45	3,65	3,65	3,55	3,1	3,1	3	4,05	3,55
77-1	4,45	3,8	4,05	3,85	3,95	3,6	3,7	3,65	4,3	3,8
88-3	1,85	3,6	3,8	3,35	3,35	3,5	3,65	3	3,55	3,6
100-1P	3,2	3,45	4	3,5	3,8	3,45	3,45	3,3	3,8	3,9
104-1P	3,9	3,6	3,9	3,7	3,8	3,7	3,8	3,4	0	0
107-2	4,2	3,9	4,3	4,15	4,3	4,1	4	3,65	3,85	3,6
114-1P	4	3,7	4	3,85	3,85	3,7	3,95	3,45	3,95	3,8
115-1P	4	3,6	3,9	3,85	4,1	3,45	3,75	3,75	4,1	3,85
116-1P	4	3,55	3,95	3,4	3,85	3,6	3,85	3,8	3,65	3,2
120-3P	4,2	3,6	3,9	3,75	3,85	3,4	3,55	3,6	4,1	3,65
122-2P	4,1	3,8	3,95	3,75	3,75	3,7	3,5	3,5	3,95	3,6
123-3	4,1	3,8	4	3,6	3,9	3,55	3,95	3,5	3,9	3,4
124-2P	3,35	2,9	3,35	3	3,2	3	2,9	2,65	3,35	2,9
127-4P	3,4	3,25	3,45	3,05	3,3	3	3,45	2,85	0	0
133-1P	4,3	3,6	4	3,65	3,9	3,7	3,65	3,5	4	3,75

Çizelge 4.1 Bal türlerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: cm)(devamı)

	11		12		13		14		15	
Suşlar	%100	%50	%100	%50	% 100	%50	%100	%50	%100	%50
134-1P	3,8	3,5	4,25	3,4	3,75	3,45	3,75	3,5	3,7	3,4
135-1	3,35	3,55	4,2	3,65	4,15	3,5	3,9	3,55	3,5	3,4
136-1P	3,4	1,5	3,7	3,25	3,5	3,1	3,6	3,3	3,5	2
137-3P	3,4	3,15	3,8	3,45	3,6	3,9	3,55	3,5	3,7	3,35
142-1	0	0	0	2	2	1,8	0	0	0	0
150-3P	3,9	3,2	4,1	3,7	3,7	3,7	3,9	3,6	3,9	3,4
151-1P	3,5	3,4	3,8	3,45	3,5	3,4	3,6	3,4	3,7	3,1
152-3P	3,8	3,5	3,95	3,85	4,05	3,5	3,8	3,65	3,7	3,35
197-1P	1,45	1,15	0	0	0	0	0	0	0	0
217-2P	3,9	3,55	4,05	3,9	4	3,7	3,8	3,85	3,95	3,7
219-3P	4,05	3,85	3,9	3,5	3,85	3,7	3,9	3,45	4	3,8
241-1P	3,45	3,4	3,45	3,15	3,35	3,15	3,25	3,1	3,05	2,85
287-1P	4	3,7	3,95	3,5	3,95	3,9	3,9	3,8	3,8	3,5
ATCC7644	0	0	4,25	3,95	4,3	4,1	4,35	3,85	3,9	3,6

Çizelge 4.1 Bal türlerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: cm)(devamı)

Suşlar	16		17		18		19		20	
	%100	%50	%100	%50	% 100	%50	%100	%50	%100	%50
3Ç	3,7	3,45	3,8	3,6	3,45	3,15	3,6	3,2	3,6	3,45
77-1	3,9	3,7	4,1	3,85	2,3	2	2,25	2,05	4,05	3,6
88-3	3,5	3,15	3,25	3,05	3,3	3,05	3,25	3,1	3,45	2,85
100-1P	3,8	3,5	4,15	3,75	4,1	3,8	3,85	1,95	3,9	3,75
104-1P	0,0	0	0	0	3,95	3,85	4	3,85	3,95	3,8
107-2	4,3	4,1	3,95	3,55	4,1	4,05	3,6	3,25	3,85	3,45
114-1P	3,8	3,75	3,95	3,8	3,65	3,5	3,75	3,85	3,75	3,55
115-1P	4,0	3,85	3,95	3,75	3,95	3,9	4,25	4	3,9	3,6
116-1P	3,5	3,1	3,95	3,5	3,75	3,55	3,9	3,5	3,9	3,45
120-3P	3,9	3,6	3,8	3,7	4	3,7	4	3,85	3,95	3,5
122-2P	4,15	3,75	4,35	3,85	3,85	3,7	4,2	3,75	3,75	3,6
123-3	3,8	3,55	4,15	3,55	1,9	3,65	3,7	4,05	1,9	3,6
124-2P	3,3	2,75	3,25	2,9	3,3	3,6	3,6	3,5	3,2	2,9
127-4P	0,0	0	0	0	3,3	3,15	3,4	3,15	3,3	3
133-1P	4,2	3,65	3,9	3,4	3,8	3,7	3,7	3,35	3,75	3,4

Çizelge 4.1 Bal türlerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: cm)(devamı)

	16		17		18		19		20	
Suşlar	%100	%50	%100	%50	% 100	%50	%100	%50	%100	%50
134-1P	4,2	3,65	3,9	3,75	3,6	3,4	3,8	3,7	3,95	3,7
135-1	4,0	3,45	3,95	3,75	3,95	3,8	4,2	3,95	4,1	3,6
136-1P	3,6	2,9	3,3	1,9	3,9	3,7	3,9	4,05	4,2	3,9
137-3P	4,0	3,8	4,2	3,55	3,65	3,55	3,8	3,7	3,8	3,5
142-1	4,6	4,05	4,6	4,2	2,15	1,95	2,2	2,1	4,5	4,1
150-3P	0,0	0	0	0	3,85	3,55	3,9	3,6	3,8	3,7
151-1P	4,1	3,5	4,45	3,95	3,9	3,8	4	4	3,95	3,65
152-3P	3,6	3,5	4,2	3,6	3,95	3,65	3,65	3,4	3,6	3,6
197-1P	3,2	2,95	3,35	3,05	3,65	3,6	3,55	3,25	1,7	1,5
217-2P	3,8	3,55	4,05	3,7	4,2	3,85	3,95	3,8	3,95	4,2
219-3P	4,1	3,7	3,9	3,8	0	0	0	0	0	0
241-1P	3,3	2,85	3,25	3	3,55	3,25	3,55	3,2	3,5	3,25
287-1P	3,9	3,65	4,05	3,75	3,75	3,65	3,95	3,75	4,1	3,75
ATCC7644	4,2	4	4,1	4,2	2	1,9	2,3	1,9	3,45	3,8

Çizelge 4.1 Bal türlerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: cm)(devamı)

Suşlar	21		22		23		24		25	
	%100	%50	%100	%50	% 100	%50	%100	%50	%100	%50
3Ç	3,95	3,9	4,2	3,6	3,8	3,6	3,85	3,5	3,5	3,2
77-1	4,15	3,8	4	4	4,05	3,6	3,9	3,6	3,65	3,4
88-3	3,7	3,9	4,4	3,95	4,4	4	4,1	3,1	3,7	3,5
100-1P	4,3	3,7	4,05	3,55	4,05	3,5	4,35	4	3,9	3,3
104-1P	3,9	3,7	3,9	3,55	4	3,75	3,85	3,6	3,55	3,25
107-2	3,4	3,55	3,9	3,4	3	3,5	3,5	3,9	3,5	3,05
114-1P	4,3	3,85	3,95	3,7	4	3,7	4,05	3,75	3,4	3,05
115-1P	4,15	3,7	3,6	1,65	0	0	0	0	1,9	1,75
116-1P	3,75	3,6	3,85	3,75	3,95	3,55	3,9	3,5	3,8	3,7
120-3P	3,95	3,65	4,3	3,9	3,95	3,55	3,9	4,1	3	3,05
122-2P	3,8	3,65	3,95	3,5	3,65	3,55	4,25	3,65	1,6	1,45
123-3	4,45	4	4	4,05	4,25	3,9	4,3	4	3,55	3,2
124-2P	3,45	3,4	3,25	3,1	3,65	3	3,5	3,15	3,35	3,05
127-4P	3,4	3	3,3	3,1	3,4	3	3,3	3	3,55	3,15
133-1P	3,9	3,6	3,85	3,7	3,95	3,8	4	3,8	3,5	3,4

Çizelge 4.1 Bal türlerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: cm)(devamı)

	21		22		23		24		25	
Suşlar	%100	%50	%100	%50	% 100	%50	%100	%50	%100	%50
134-1P	3,8	3,6	4	3,65	3,95	3,7	3,9	3,4	3,45	3,2
135-1	2,3	2,2	2,2	1,9	0	0	0	0	3,5	3,25
136-1P	4	3,7	4,05	3,85	4,2	3,9	4,15	3,8	3,85	3,6
137-3P	4,05	3,65	4,1	3,6	3,8	3,5	4,05	3,6	3,6	3,6
142-1	4,45	3,8	4,25	3,8	4,4	4,15	4,1	3,9	3,55	2,95
150-3P	3,75	3,65	3,75	3,5	3,95	3,75	4,05	3,6	3,75	3,45
151-1P	4,1	4,1	4,15	3,9	4,4	4,3	4,65	4,35	3,5	3,25
152-3P	4,1	3,75	3,75	3,7	4	3,85	4,2	3,95	3,75	3,45
197-1P	3,55	3,05	3,3	2,8	3,1	2,85	3,25	2,95	3,95	3,65
217-2P	4	3,95	3,9	3,5	4,5	3,35	4,25	4	3,8	3,35
219-3P	4,05	3,9	4,25	3,75	4,05	3,7	4	3,9	3,8	3,55
241-1P	3,5	3,25	3,4	2,95	3,55	3,4	3,8	3,15	3,6	3,15
287-1P	3,85	3,75	3,5	3,6	3,85	3,35	3,8	3,55	3,7	3,5
ATCC7644	4,15	3,85	4,3	3,95	3,65	3,8	4,1	4,1	4,15	4

Çizelge 4.1 Bal türlerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: cm)(devamı)

Suşlar	26		27		28		29		30	
	%100	%50	%100	%50	% 100	%50	%100	%50	%100	%50
3Ç	3,65	3,35	3,7	3,4	3,95	3,5	3,35	3,5	4	3,55
77-1	3,65	3,55	3,75	3,3	3,75	3,45	3,95	3,3	4	3,55
88-3	4,05	3,4	3,7	3,5	3,9	3,25	3,8	3,7	3,85	3,65
100-1P	3,35	3,05	3,75	3,2	3,8	3,45	3,7	3,4	3,6	3,35
104-1P	3,95	3,4	4,05	3,7	3,75	3,5	3,95	3,9	3,55	3,15
107-2	3,75	3,55	3,05	3	3,85	3,6	3,95	3,9	3,55	3,15
114-1P	3,8	3,55	3,3	3	3,3	3,1	4,2	3,55	3,75	3,45
115-1P	1,7	1,6	3,85	3,6	3,75	3,3	3,95	3,4	3,85	3,45
116-1P	3,7	3,4	3,65	3,3	3,45	2,95	3,85	3,45	3,85	3,6
120-3P	3,85	3,6	3,5	3,05	4,05	3,65	3,7	3,35	3,7	3,4
122-2P	1,7	1,65	4,05	3,7	4	3,9	3,65	3,25	3,4	3,2
123-3	3,55	3,5	4	3,65	3,75	3,6	3,6	3,6	3,85	3,3
124-2P	3,4	3,15	3,5	3,1	3,45	3,3	3,85	3,7	3,9	3,65
127-4P	3,6	3,5	3,55	3,25	3,35	2,9	3,5	3,2	3,55	3,35
133-1P	3,6	3,45	3,85	3,6	3,45	3,2	4,15	3,5	3,8	3,15

Çizelge 4.1 Bal türlerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: cm)(devamı)

	26		27		28		29		30	
Suşlar	%100	%50	%100	%50	% 100	%50	%100	%50	%100	%50
134-1P	3,45	3,15	3,8	3,45	3,65	3,4	3,5	3,2	3,75	3,05
135-1	3,75	3,5	3,95	3,4	4	3,65	3,5	3,2	3,6	3,05
136-1P	3,35	3,35	3,55	3,05	3,25	3,1	3,9	3,45	4,15	3,4
137-3P	3,6	3,45	3,95	3,8	4,15	3,85	4,15	3,6	3,75	3,55
142-1	3,8	3,7	3,45	3,15	3,7	3,35	3,9	3,6	4,15	3,8
150-3P	3,75	3,35	3,95	3,45	3,8	3,5	3,85	3,4	4,45	4,1
151-1P	3,65	3,15	3,9	3,5	3,55	3,15	3,75	3,7	3,9	3,55
152-3P	3,55	3,3	3,75	3,45	3,95	3,45	4,05	3,5	3,7	3,3
197-1P	3,8	3,55	3,7	3,35	4,05	3,55	3,95	3,55	3,6	3,3
217-2P	3,6	3,05	3,05	3,2	3,45	3,1	3,45	3,4	3,95	3,8
219-3P	3,55	3,3	3,85	3,4	3,95	3,7	3,8	3,15	3,9	3,55
241-1P	3,65	2,95	3,5	3,15	3,3	3	3,6	3,1	3,7	3,3
287-1P	3,75	3,35	4,05	3,6	3,85	3,7	4	3,85	4,15	3,65
ATCC7644	3,75	3,45	4,3	3,95	3,75	3,4	4,25	3,8	4	3,65

Çizelge 4.1 Bal türlerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: cm)(devamı)

Suşlar	31		32		33		34		35	
	%100	%50	%100	%50	% 100	%50	%100	%50	%100	%50
3Ç	3,6	3,4	3,55	3,45	3,65	3,3	4,15	3,95	3,25	3,45
77-1	4,05	3,4	3,95	3,5	3,85	3,6	3,55	3,35	3,1	3,35
88-3	4,15	3,95	3,45	3,2	3,6	3,6	3,5	3,4	3,5	3,95
100-1P	3,6	3,35	3,3	3	3,9	3,7	3,85	3,45	3,5	3,9
104-1P	3,5	3,4	3,65	3,3	3,85	3,65	3,5	3,3	3,55	3,7
107-2	3,5	3,4	3,65	3,3	3,85	3,65	3,5	3,3	3,55	3,7
114-1P	3,55	3,3	4	3,45	3,15	2,95	3,85	3,45	3,45	3,6
115-1P	3,9	3,4	4,2	4,05	3,65	3,65	3,85	3,45	3,5	3,6
116-1P	3,95	3,35	3,5	3,15	3,95	3,7	3,8	3,35	0	0
120-3P	3,75	3,25	3,95	3,8	3,8	3,65	3,9	3,45	3,65	3,75
122-2P	3,75	3,2	3,6	2,95	3,7	3,35	3,35	3,1	3,9	4,2
123-3	3,8	3,35	3,55	3,3	3,5	3,65	3,8	3,2	3,6	4,1
124-2P	3,6	3,45	3,9	3,75	3,8	3,65	3,9	3,55	3,75	3,85
127-4P	3,7	3,35	3,55	2,95	3,2	3,15	3,75	3,6	3,35	3,55
133-1P	3,7	3,5	3,75	3,7	3,45	3,55	3,8	3,65	3,85	3,8

Çizelge 4.1 Bal türlerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: cm)(devamı)

	31		32		33		34		35	
Suşlar	%100	%50	%100	%50	% 100	%50	%100	%50	%100	%50
134-1P	3,2	3,05	3,3	3,05	3,85	3,35	4,05	4,05	4,2	3,85
135-1	3,2	2,95	3,45	3,1	3,5	3,4	3,9	3,85	3,8	3,6
136-1P	3,7	2,9	3,8	3,2	3,55	3,4	3,85	3,5	3,45	3,15
137-3P	3,65	3,3	4,05	3,8	3,2	3,2	4,1	3,6	2,3	2
142-1	3,55	3,4	3,7	3,45	3,5	3,35	3,6	3,45	3,3	3,05
150-3P	3,75	3,6	4,25	4,05	3,85	3,5	3,7	3,25	4	3,8
151-1P	3,55	3,25	3,75	3,45	3,65	3,3	3,65	3,05	3,95	3,85
152-3P	3,75	3,5	3,9	3,6	3,7	3,55	3,8	3,55	3,4	4
197-1P	3,6	3,55	3,6	3,15	3,3	3	4,15	3,7	3,3	3,6
217-2P	3,75	3,45	3,9	3,5	3,8	3,45	3,7	3,7	3,3	3,65
219-3P	3,7	3,55	3,95	3,4	3,65	3,25	3,4	3,45	3,45	3,15
241-1P	3,5	2,8	3,3	2,9	3,8	3,25	3,55	3,75	3,05	3,85
287-1P	3,35	2,9	3,65	3,5	3,35	3,1	3,3	3,95	3,25	3,85
ATCC7644	4,65	3,7	3,95	3,6	3,65	3,4	3,3	4,15	3,85	3,4

Çizelge 4.1 Bal türlerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: cm)(devamı)

Suşlar	36		37		38		39		40	
	%100	%50	%100	%50	% 100	%50	%100	%50	%100	%50
3Ç	3,35	3,65	4,2	3,8	3,9	3,9	3,7	3,4	3,3	3,6
77-1	3,6	3,85	4,1	3,7	3,35	3,35	3,35	3,3	3,4	3,55
88-3	3,25	3,45	3,85	3,3	3,8	3,6	3,55	3,4	3,5	3,5
100-1P	3,1	3,4	3,55	3,35	3,8	3,8	1,75	1,5	3,6	3,35
104-1P	3,45	3,95	3,8	3,65	3,6	3,45	3,4	3,15	4,35	3,75
107-2	3,45	3,95	3,8	3,65	3,6	3,45	3,4	3,15	4,35	3,75
114-1P	3,85	3,6	3,6	3,55	3,7	3,5	3,35	3,15	3,5	3,4
115-1P	3,8	3,45	3,1	3,45	3,2	3,75	3,35	3,05	3,75	3,55
116-1P	3,95	3,4	3,25	3,35	3,8	3,55	3,2	3	3,45	3,5
120-3P	3,55	3,05	3,6	3,45	3,6	3,45	3,25	2,95	3,15	3,7
122-2P	3,95	3,8	3,45	3,65	3,05	3,3	3,7	3,3	3,2	3,95
123-3	3,75	3,3	3,4	4	3,75	3,05	3,45	3,25	3,45	3,6
124-2P	3,35	3	3,05	3,25	4,4	3,2	3,9	3,65	3,35	3,25
127-4P	3,2	3,05	3,8	4,15	3,35	3,55	3,35	3,25	3,9	3,35
133-1P	3,25	2,95	4,2	3,85	4	3,55	3,6	3,3	3,7	3,4

Çizelge 4.1 Bal türlerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı gösterdikleri antimikrobiyel aktivite (zon çapı: cm)(devamı)

Suşlar	36		37		38		39		40	
	%100	%50	%100	%50	% 100	%50	%100	%50	%100	%50
134-1P	3,7	3,3	3,8	3,6	4	3,55	3,8	3,5	3,6	3,15
135-1	3,4	3,25	3,95	3,7	3,85	3,65	3,6	3,2	3,7	3,5
136-1P	3,9	3,65	3,6	3,35	3,6	3,35	3,6	3,4	3,85	3,55
137-3P	3,35	3,25	3,65	3,6	3,55	3,15	3,85	3,95	3,85	3,4
142-1	3,85	4,2	3,65	3,25	3,6	3,25	3,75	3,35	4,3	3,6
150-3P	2,85	3,25	3,4	3,1	3,75	3,45	1,85	1,75	4,15	3,7
151-1P	3,35	4,25	3,6	3,45	3,85	3,45	3,25	2,95	3,85	3,35
152-3P	3,75	4	4,05	3,5	3,5	3,9	4,2	3,7	3,55	3,4
197-1P	3,4	3,8	3,35	2,9	3,2	3,8	3,65	3,65	4,15	3,8
217-2P	3,25	3,25	3,45	3,2	3,7	3,75	3,7	3,5	3,7	3,5
219-3P	3,55	3,4	3,65	3,4	4,1	3,95	3,75	3,55	3,7	3,5
241-1P	3,1	3,1	4	3,65	3	3,3	3,8	3,7	3,85	3,55
287-1P	3,25	3,05	3,25	3,1	3,6	3,75	3,65	3,8	3,85	3,4
ATCC7644	3,55	3,6	4,15	3,85	3,3	3,45	3,65	3,6	3,7	3,15

Yapılan analizler sonucu, bal örneklerinin tamamının *L. monocytogenes* suşlarına karşı farklı düzeylerde antimikrobiyel aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). En yüksek antimikrobiyel etki 4,8 cm, 4,75 cm ve 4,7 cm zon çapları ile Ankara'dan temin edilen 4, 7 ve 15 numaralı süzme çiçek balı örneklerinin %100'lük konsantrasyonlarında ölçülmüştür. Çizelge 4.2'de bal çeşitlerinin *L. monocytogenes*' e karşı oluşturduğu minimum ve maksimum zon çapları yer almaktadır.

Çizelge 4.2 Bal çeşitlerinin *Listeria monocytogenes*' e karşı oluşturduğu minimum ve maksimum zon çapları

Bal kod numarası	Konsantrasyon	Zon çapları (cm) (Minimum-Maksimum)
1	% 100	0 – 4,4
	% 50	0 – 3,85
2	% 100	0 – 4,0
	% 50	0 – 3,65
3	% 100	0 – 4,2
	% 50	0 – 4,0
4	% 100	0 – 4,75
	% 50	0 – 4,45
5	% 100	0 – 3,9
	% 50	0 – 3,65
6	% 100	0 – 4,2
	% 50	0 – 3,85
7	% 100	0 – 4,7
	% 50	0 – 4,1
8	% 100	0 – 4,5
	% 50	0 – 4,3
9	% 100	0 – 4,2
	% 50	0 – 4,05
10	% 100	0 – 4,6
	% 50	0 – 4,0
11	% 100	0 – 4,45
	% 50	0 – 3,95
12	% 100	0 – 4,3
	% 50	0 – 4,15
13	% 100	0 – 4,35
	% 50	0 – 4,1

Çizelge 4.2 Bal çeşitlerinin *Listeria monocytogenes*' e karşı oluşturduğu minimum ve maksimum zon çapları (cm) (devamı)

Bal kod numarası	Konsantrasyon	Zon çapları (cm) (Minimum-Maksimum)
14	% 100	0 – 4,0
	% 50	0 – 3,8
15	% 100	0 – 4,8
	% 50	0 – 4,1
16	% 100	0 – 4,55
	% 50	0 – 4,1
17	% 100	0 – 4,6
	% 50	0 – 4,2
18	% 100	0 – 4,25
	% 50	0 – 4,05
19	% 100	0 – 4,5
	% 50	0 – 4,2
20	% 100	0 – 4,4
	% 50	0 – 4,8
21	% 100	2,3 – 4,45
	% 50	2,2 – 4,1
22	% 100	2,2 – 4,4
	% 50	1,65 – 4,05
23	% 100	0 – 4,5
	% 50	0 – 4,3
24	% 100	0 – 4,65
	% 50	0 – 4,35
25	% 100	1,6 – 4,15
	% 50	1,45 – 4,0
26	% 100	1,7 – 4,05
	% 50	1,6 – 3,7
27	% 100	3,05 – 4,3
	% 50	3,0 – 3,95
28	% 100	3,25 – 4,15
	% 50	2,9 – 3,9
29	% 100	3,35 – 4,25
	% 50	3,1 – 3,9
30	% 100	3,4 – 4,45
	% 50	3,05 – 4,1
31	% 100	3,2 – 4,65
	% 50	2,8 – 3,95
32	% 100	3,3 – 4,25
	% 50	2,90 – 4,05
33	% 100	3,15 – 3,95
	% 50	2,95 – 3,7

Çizelge 4.2 Bal çeşitlerinin *Listeria monocytogenes*' e karşı oluşturduğu minimum ve maksimum zon çapları (cm) (devamı)

Bal kod numarası	Konsantrasyon	Zon çapları (cm) (Minimum-Maksimum)
34	% 100	3,3 – 4,15
	% 50	3,05 – 4,15
35	% 100	0 – 4,2
	% 50	0 – 4,2
36	% 100	2,85 – 3,95
	% 50	2,95 – 4,25
37	% 100	3,05 – 4,2
	% 50	2,9 – 4,15
38	% 100	3,0 – 4,4
	% 50	3,05 – 3,95
39	% 100	1,75 – 4,2
	% 50	1,5 – 3,95
40	% 100	3,15 – 4,3
	% 50	3,15 – 3,95

Çizelge 4.3’de ise *L. monocytogenes* suşlarına karşı bal örneklerinin %100 ve %50’lik konsantrasyonlarının gösterdikleri inhibisyon zon çaplarının ortalama değerleri ve konsantrasyona göre değişimi özetlenmiştir.

Çizelge 4.3 *L. monocytogenes* suşlarında gözlemlenen minimum ve maksimum zon çapları (cm)

Şus kod numarası	Konsantrasyon	Zon çapları (cm) (Minimum-Maksimum)
3Ç	% 100	1,5 – 4,2
	% 50	1,35 – 3,95
77-1	% 100	2,1 – 4,45
	% 50	2,0 – 4,0
88-3	% 100	1,75 – 4,4
	% 50	1,5 – 4,0
100-1P	% 100	1,75 – 4,35
	% 50	1,5 – 4,8
104-1P	% 100	0 – 4,35
	% 50	0 – 3,95
107-2	% 100	0 – 4,7
	% 50	0 – 4,4
114-1P	% 100	1,7 – 4,3
	% 50	1,65 – 3,9

Çizelge 4.3 *L. monocytogenes* suşlarında gözlemlenen minimum ve maksimum zon çapları (cm) (devamı)

Şus kod numarası	Konsantrasyon	Zon çapları (cm) (Minimum-Maksimum)
115-1P	% 100	0 – 4,4
	% 50	0 – 4,05
116-1P	% 100	0 – 4,35
	% 50	0 – 3,8
120-3P	% 100	3,0 – 4,3
	% 50	2,95 – 4,1
122-2P	% 100	1,6 – 4,35
	% 50	1,45 – 4,2
123-3	% 100	1,9 – 4,45
	% 50	3,05 – 4,1
124-2P	% 100	1,5 – 4,4
	% 50	1,5 – 3,85
127-4P	% 100	0 – 3,9
	% 50	0 – 4,15
133-1P	% 100	3,05 – 4,35
	% 50	2,95 – 3,85
134-1P	% 100	3,2 – 4,25
	% 50	2,9 – 4,15
135-1	% 100	0 – 4,2
	% 50	0 – 3,95
136-1P	% 100	0 – 4,2
	% 50	0 – 4,05
137-3P	% 100	1,55 – 4,25
	% 50	1,5 – 3,95
142-1	% 100	0 – 4,8
	% 50	0 – 4,45
150-3P	% 100	0 – 4,45
	% 50	0 – 4,1
151-1P	% 100	3,25 – 4,65
	% 50	2,95 – 4,35
152-3P	% 100	3,4 – 4,2
	% 50	3,25 – 4,0
197-1P	% 100	0 – 4,15
	% 50	0 – 3,8
217-2P	% 100	3,05 – 4,5
	% 50	1,75 – 4,2
219-3P	% 100	0 – 4,3
	% 50	0 – 3,95
241-1P	% 100	1,85 – 4,0
	% 50	1,65 – 3,85
287-1P	% 100	3,05 – 4,3
	% 50	2,9 – 3,95

Çizelge 4.3 *L. monocytogenes* suşlarında gözlemlenen minimum ve maksimum zon çapları (cm) (devamı)

Şus kod numarası	Konsantrasyon	Zon çapları (cm) (Minimum-Maksimum)
ATCC7644	% 100	0 – 4,65
	% 50	0 – 4,4

104-1P, 107-2, 115-1P, 116-1P, 127-4P, 135-1, 136-1P, 142-1, 150-3P, 197-1P, 219-3P ve ATCC7644 suşlarına karşı bazı bal örneklerinde antimikrobiyel etki gözlemlenememiştir. En yüksek antimikrobiyel etki 142-1, 107-2, ATCC7644 ve 151-1P suşları için 4,8 cm, 4,7 cm ve 4,65 cm zon çapları ile ölçülmüştür.

Tüm bal örneklerinin %100'lük konsantrasyonlarının gösterdikleri antimikrobiyel aktivitenin ölçülen zon çaplarının ortalamaları ile %50'lik konsantrasyonlarının gösterdikleri antimikrobiyel aktivitenin ölçülen zon çapları arasındaki fark istatistiki olarak incelenmiş olup, %100'lük bal örneklerinin ölçülen zon çaplarının ortalaması 3,54 cm ve %50'lik konsantrasyonlarının zon çaplarının ortalaması ise 3,30 cm olarak tespit edilmiştir. Yapılan T-Test analizinde %95 güven aralığında zon çaplarında görülen bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p<0,05$) tespit edilmiştir. Bu sonuca göre bal örneklerinin %100'lük konsantrasyonlarının daha yüksek antimikrobiyel etkiye sahip olduğu ve bal örnekleri seyreltiği zaman antimikrobiyel aktivite azalmalar olduğu saptanmıştır.

İstatistiki test sonuçları Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5'te belirtilmiştir.

Çizelge 4.4 %100 ve %50'lik bal konsantrasyonlarının *Listeria monocytogenes*'e karşı oluşturduğu zon çaplarının ortalamaları

İlişkili Örneklem İçim T-Testi				
	Ortalama	Suş Sayısı	Standart Sapma	Ortalamanın Standart Hatası
%100 Bal Konsantrasyonunda Zon Çapı	3,5423	29	0,26188	0,04863
%50 Bal Konsantrasyonunda Zon Çapı	3,3032	29	0,25195	0,04679

Çizelge 4.5 Elde edilen zon çaplarının ortalama değerlerinin güvenilirliği

	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata Ortalaması	%95 Güven Aralığında Fark		Serbestlik Derecesi	İki Yönlü Anlamlılık Düzeyi (p)
				En Düşük	En Yüksek		
%100 Bal Kons. Zon Çapı - %50 Bal Kons. Zon Çapı	0,23909	0,06091	0,01131	0,21593	0,26226	28	,000

Silici vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada, bal örneklerinin %10, %25, %50 ve %75'lik konsantrasyonlarının *L. monocytogenes*'e karşı antimikrobiyel etkinliği analiz edilmiştir. %10 ve %25'lik konsantrasyonlarda inhibisyon zon çapı görülmezken, %50 ve %75'lik konsantrasyonlarda ise farklı oranlarda inhibisyon gözlemlenmiştir. Polat

(2011) bal örneklerinin %100, %80, %60, %40 ve %20'lik konsantrasyonlarının antimikrobiyel etkinliğini *L. monocytogenes*'e karşı incelemiş ve %20'lik bal çözeltisinde antimikrobiyel etkinlik gözlemlenemezken, diğer konsantrasyonlarda antimikrobiyel etkinliğin yoğunluk ile doğrusal şekilde artış gösterdiği sonucuna ulaşmıştır. Moussa vd. (2012) de bal örneklerini %100, %70, %50 ve %30 oranlarında seyrelterek antimikrobiyel etkinliklerini ölçmüş ve en yüksek antimikrobiyel etkiyi seyreltilmemiş örneklerde olduğunu vurgulamıştır. Borum (2016) bal örneklerinin antibakteriyel ve antifungal etkilerini %100, %50 ve %25'lik konsantrasyonlarda ölçmüş ve en yüksek antimikrobiyel etkiyi seyreltilmemiş bal örneklerinde saptamıştır. Nayaka vd. (2020) de çalışmamızla uyumlu olarak bal örneklerinin antimikrobiyel etkilerini %100, %80, %60, %40 ve %20'lik konsantrasyonlarda ölçmüş ve en yüksek inhibisyon değerlerini seyreltilmemiş örneklerde saptandığını belirtmiştir. Tez çalışmamızda elde edilen veriler ile yukarıda kısaca özetlenen literatür verileri uyumlu bulunmuştur.

Çalışmada kullanılan bal örneklerinin türlerine göre (süzme çiçek balı, petekli çiçek balı, akasya balı ve çam balı) *L. monocytogenes* suşlarına karşı oluşturdukları antimikrobiyel etki incelenmiştir. Bu kapsamda süzme çiçek balı, petekli çiçek balı, akasya balı ve çam balı örneklerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı oluşturdukları zon çaplarının ortalamalarında istatistikî olarak farklılıklar gözlemlenmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 %100 konsantrasyondaki bal örneklerinin *Listeria monocytogenes* suşlarına karşı göstermiş olduğu antimikrobiyel aktivitenin istatistiksel değerlendirmesi

	Ortalama	Standart Sapma
%100 Süzme Çiçek Balı	3,5675	,31388
%100 Petekli Çiçek Balı	3,4929	,26155
%100 Çam Balı	3,5919	,27678
%100 Akasya Balı	3,3989	,69953

Bal türlerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı oluşturduğu ortalama zon çapları değerlendirildiğinde, çam balının en yüksek antimikrobiyel etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Daha sonra azalan sıra çam balını süzme çiçek balı, petekli çiçek balı ve akasya balı takip etmektedir. %95’lik güven aralığında yapılan değerlendirmeler sonucunda ise süzme çiçek balı, petekli çiçek balı, akasya balı ve çam balının *L. monocytogenes* suşlarına karşı oluşturduğu ortalama zon çapları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p>0,05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Bu nedenle, bal türlerinin *L. monocytogenes* suşları üzerindeki antimikrobiyel etkilerinin birbirlerine göre fark göstermediği istatistiksel olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7 %100’lük konsantrasyondaki bal örneklerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı oluşturduğu inhibisyon zon çaplarının ortalama değerlerinin güvenilirliği

Gruplar İçi Etki Testi				
Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Anlamlılık Düzeyi (p)
Greenhouse-Geisser	0,656	1,725	0,38	0,143

Çizelge 4.8’de bal türleri tek tek birbirleri ile karşılaştırılmış ve inhibisyon zon çap ortalamaları arasındaki farklılıkların %95 güven aralığında yapılan analizler sonucu

istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p>0,05$) sonucuna varılmıştır. Bu kapsamda, bal türlerinin ikili karşılaştırılması sonucu bal türleri arasında bir üstünlük ölçülememiştir.

Çizelge 4.8 %100'lük bal örneklerinin antimikrobiyel etki spektrumlarının birbirleri ile karşılaştırılması

İkili Karşılaştırma						
Örneklerin Birbirleri İle Karşılaştırılması		Ortalama Çap Farkları	Standart Hata	Anlamlılık Düzeyi (p)	%95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
1	2	0,075	0,065	1	-0,111	0,261
	3	-0,024	0,063	1	-0,203	0,154
	4	0,169	0,096	0,544	-0,105	0,442
2	1	-0,075	0,065	1	-0,261	0,111
	3	-0,099	0,043	0,175	-0,221	0,023
	4	0,094	0,117	1	-0,239	0,427
3	1	0,024	0,063	1	-0,154	0,203
	2	0,099	0,043	0,175	-0,023	0,221
	4	0,193	0,103	0,423	-0,098	0,484
4	1	-0,169	0,096	0,544	-0,442	0,105
	2	-0,094	0,117	1	-0,427	0,239
	3	-0,193	0,103	0,423	-0,484	0,098

(1: Süzme çiçek balı, 2: Petekli çiçek balı, 3: Çam balı, 4: Akasya balı)

Bal örneklerinin %50'lik konsantrasyonlarının *L. monocytogenes* suşları üzerinde gösterdikleri antimikrobiyel etkinin zon çaplarının ortalama değerlerine Çizelge 4.9'da yer verilmiştir.

Çizelge 4.9 %50 konsantrasyondaki *Listeria monocytogenes* suşlarına karşı göstermiş olduğu antimikrobiyel aktivitenin istatistiksel değerlendirmesi

	Ortalama	Standart Sapma
Süzme Çiçek Balı	3,3141	0,30478
Petekli Çiçek Balı	3,3157	0,24943
Çam Balı	3,3382	0,25343
Akasya Balı	3,108	0,71056

Bal türlerinin %50'lik konsantrasyonlarının oluşturdukları ortalama zon çapları arasındaki farklar incelendiğinde, en yüksek antimikrobiyel etkiyi çam balı, daha sonra ise azalan sıra ile petekli çiçek balı, süzme çiçek balı ve akasya balı takip etmektedir. Çizelge 4.10'da ise %50'lik konsantrasyondaki bal örneklerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı oluşturduğu inhibisyon zon çaplarının ortalama değerlerinin güvenilirliği yer almaktadır. %95'lik güven aralığında süzme çiçek balları, petekli çiçek balları, akasya balları ve çam ballarının inhibisyon zon çapları arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p>0,05$) tespit edilmiştir. Dolayısıyla bal türlerinin *L. monocytogenes* suşları üzerindeki antimikrobiyel etkilerinin birbirlerine göre fark göstermediği istatistiksel olarak gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.10 %50'lik konsantrasyondaki bal örneklerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı oluşturduğu inhibisyon zon çaplarının ortalama değerlerinin güvenilirliği

Gruplar İçi Etki Testi				
Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	Anlamlılık Düzeyi
Greenhouse-Geisser	1,012	1,674	0,605	0,063

Çizelge 4.11'de ise bal türlerinin %50'lik konsantrasyonları tek tek birbirleri ile karşılaştırılmış ve inhibisyon zon çap ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ($p>0,05$) sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak, bal türlerinin test

suşları üzerindeki antimikrobiyel etkilerinin birbirlerine göre fark göstermediği istatistiksel olarak gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.11 %50’lik bal örneklerinin antimikrobiyel etki spektrumlarının birbirleri ile karşılaştırılması

İkili Karşılaştırma						
Örneklerin Birbirleri İle Karşılaştırılması		Ortalama Çap Farkları	Standart Hata	Anlamlılık Düzeyi	%95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
1	2	-0,002	0,062	1	-0,178	0,175
	3	-0,024	0,062	1	-0,199	0,151
	4	0,206	0,103	0,33	-0,086	0,498
2	1	0,002	0,062	1	-0,175	0,178
	3	-0,022	0,039	1	-0,134	0,089
	4	0,208	0,117	0,514	-0,123	0,538
3	1	0,024	0,062	1	-0,151	0,199
	2	0,022	0,039	1	-0,089	0,134
	4	0,23	0,109	0,261	-0,079	0,539
4	1	-0,206	0,103	0,33	-0,498	0,086
	2	-0,208	0,117	0,514	-0,538	0,123
	3	-0,23	0,109	0,261	-0,539	0,079

(1: Süzme çiçek balı, 2: Petekli çiçek balı, 3: Çam balı, 4: Akasya balı)

5. SONUÇ

Tez çalışmasında elde ettiğimiz sonuçlar aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır.

1. Tez çalışmasında; bakteriyel kültür olarak, tüketime hazır gıdalardan izole edilmiş ve moleküler tanımlaması yapılmış 29 adet *L. monocytogenes* suşu kullanılmıştır.
2. *L. monocytogenes* suşlarının gelişimlerinin engellenmesi için Ankara'da piyasaya sunulan ve Adana, Artvin, Mersin illerindeki birincil üreticilerden temin edilen, çeşitleri; süzme çiçek balı, petekli çiçek balı, akasya balı ve çam balı olmak üzere farklılık gösteren 40 adet bal örneği kullanılmıştır.
3. Bal örneklerinin %100 ve %50'lik konsantrasyonları hazırlanmış ve 0,5 Mc Farland (yaklaşık 10^8 CFU/ml) bulanıklık değerine ayarlanan *L. monocytogenes* suşlarına karşı denenmiştir.
4. Bal örneklerinin *L. monocytogenes* suşları üzerindeki antimikrobiyel etkinliğinin ölçülmesinde kuyu difüzyon yöntemi kullanılmıştır. Bal örneklerinin agar üzerinde oluşturdukları inhibisyon zon çapları ölçülmüştür.
5. Tüm bal örneklerinde antimikrobiyel aktivite gözlemlenmiş olup, %100'lük konsantrasyonlarının %50'lik konsantrasyonlarına göre daha yüksek antimikrobiyel etkiye sahip olduğu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).
6. Bal örneklerinin %100'lük konsantrasyonlarının en fazla etki gösterdikleri suş 142-1 olarak gözlemlenmiştir.
7. Bal örneklerinin %50'lik konsantrasyonlarının en fazla etki gösterdikleri suş 100-1P olarak gözlemlenmiştir.
8. Bal örneklerinin süzme çiçek balı, petekli çiçek balı, akasya balı ve çam balı olarak gruplandırılması ile bu bal türlerinin gösterdikleri ortalama antimikrobiyel etki

ölçülmüş olup, bal türleri arasında ölçülen inhibisyon farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Seyreltilmemiş örneklerdeki en yüksek zon çapı ortalaması çam ballarında ölçülmüş olup, azalan sıra ile süzme çiçek balları, petekli çiçek balları ve akasya balları olarak sıralanmışlardır. %50 oranında seyreltilen örneklerde en yüksek zon çapı ortalaması yine çam ballarında ölçülmüş olup, azalan sıra ile petekli çiçek balları, süzme çiçek balları ve akasya balları olarak sıralanmışlardır.

9. Tez çalışmamızda bal örneklerinin *L. monocytogenes* suşlarına karşı oluşturdukları zon çapları, benzer çalışmalarda elde edilen zon çapları ile kıyaslanırsa; çalışmamızda ölçülen zon çaplarının yüksek değerler olduğu gözlemlenmiştir. Antimikrobiyel aktivitede yüksek zon çapı elde etmemiz ülkemiz verilerine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Aktop, S., Canberi, H. A., Şentürk, E., Şanlıbaba, P. 2020. Antibacterial activity of different essential oils on *Listeria monocytogenes* strains isolated from ready-to-eat foods. *Gıda*, 45(5), 861-871.
- Alan, Y., Atalan, E., Erbil, N., Bakır, O., Orman, Z., Kanik, P., 2014. Muş ve Bitlis yöresinde toplanan bal ve propolisin antimikrobiyal aktivitesinin araştırılması. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1), 221-229.
- Alandejani, T., Marsan, J., Ferris, W., Slinger, R., Chan, F. 2009. Effectiveness of honey on *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* biofilms. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 141(1), 114-118.
- Alvarez-Suarez, J. M., Tulipani, S., Díaz, D., Estevez, Y., Romandini, S., Giampieri, F., Battino, M. 2010. Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food and Chemical Toxicology*, 48(8-9), 2490-2499.
- Al-Waili, N., Al Ghamdi, A., Ansari, M. J., Al-Attal, Y., Al-Mubarak, A., Salom, K. 2013. Differences in composition of honey samples and their impact on the antimicrobial activities against drug multiresistant bacteria and pathogenic fungi. *Archives of Medical Research*, 44(4), 307-316.
- Anonim. 2011. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği, Resmi Gazete Sayısı:28157.
- Anonim. 2020. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Tebliğ No:2020/7.
- Anonim. 2021. Web sitesi: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-Aralik-2021-45593>, Erişim Tarihi:01.03.2022.
- Anonymos. 1998. Web sitesi: <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/00056024.htm>, Erişim Tarihi: 05.08.2022.
- Anonymos. 2022a. Web sitesi: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>, Erişim Tarihi: 05.03.2022.
- Anonymos. 2022b. Web sitesi: <https://www.cdc.gov/listeria/>, Erişim Tarihi: 12.04.2022.
- Ansari, M. J., Al-Ghamdi, A., Usmani, S., Al-Waili, N. S., Sharma, D., Nuru, A., Al-Attal, Y. 2013. Effect of jujube honey on *Candida albicans* growth and biofilm formation. *Archives of Medical Research*, 44(5), 352-360.
- Ávila, S., Hornung, P. S., Teixeira, G. L., Malunga, L. N., Apea-Bah, F. B., Beux, M. R., Ribani, R. H. 2019. Bioactive compounds and biological properties of

Brazilian stingless bee honey have a strong relationship with the pollen floral origin. Food Research International, 123, 1-10.

- Aytar, M., Oryaşın, E., Başb     , G., Bozdoĝan, B. 2019. Agar well dif  zyon y  nteminde standardizasyon   alışması. Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences, 2(2), 138-145.
- Bayrak, N. 2005. Arı   r  nleri (bal, arı s  t  , polen, ve propolis) mikrofloralarının ve antimikrobiyel aktivitelerinin incelenmesi. Y  ksek Lisans Tezi, Fırat   niversitesi, Fen Bilimleri Enstit  s  , Biyoloji Anabilim Dalı, 56 sayfa, Elazıĝ.
- Badolato, M., Carullo, G., Cione, E., Aiello, F., Caroleo, M. C. 2017. From the hive: Honey, a novel weapon against cancer. European Journal of Medicinal Chemistry, 142, 290-299.
- Bella, G. D., Licata, P., Potorti, A. G., Crupi, R., Nava, V., Qada, B., Turco, V. L. 2022. Mineral content and physico-chemical parameters of honey from North regions of Algeria. Natural Product Research, 36(2), 636-643.
- Biluca, F. C., de Gois, J. S., Schulz, M., Braghini, F., Gonzaga, L. V., Maltez, H. F., Fett, R. 2017. Phenolic compounds, antioxidant capacity and bioaccessibility of minerals of stingless bee honey (Meliponinae). Journal of Food Composition and Analysis, 63, 89-97.
- Borum, A. E. 2016. Kestane balının antibakteriyel ve antifungal etkinliĝinin incelenmesi. Uludaĝ Arıcılık Dergisi, 15(2), 60-66.
- Bucekova, M., Juricova, V., Di Marco, G., Gismondi, A., Leonardi, D., Canini, A., Majtan, J. 2018. Effect of thermal liquefying of crystallised honeys on their antibacterial activities. Food Chemistry, 269, 335-341.
- Bueno-Costa, F. M., Zambiasi, R. C., Bohmer, B. W., Chaves, F. C., da Silva, W. P., Zanusso, J. T., Dutra, I. 2016. Antibacterial and antioxidant activity of honeys from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. LWT-Food Science and Technology, 65, 333-340.
- Burucu, V. 2021. Arıcılık   r  n Raporu. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstit  s  , 30, Ankara.
- Brudzynski, K., Abubaker, K., Miotto, D. 2012. Unraveling a mechanism of honey antibacterial action: Polyphenol/H2O2-induced oxidative effect on bacterial cell growth and on DNA degradation. Food Chemistry, 133(2), 329-336.
- Candiracci, M., Citterio, B., Piatti, E. 2012. Antifungal activity of the honey flavonoid extract against *Candida albicans*. Food Chemistry, 131(2), 493-499.

- Chiappe, C. S., Iurlina, M. O., Saiz, A. I. 2020. Effect of honey phenolic extract on biofilm formation by *Pediococcus pentosaceus* and *Lactobacillus fermentum*. LWT-Food Science and Technology, 131, 109782.
- Cianciosi, D., Forbes-Hernández, T. Y., Ansary, J., Gil, E., Amici, A., Bompadre, S., Battino, M. 2020. Phenolic compounds from Mediterranean foods as nutraceutical tools for the prevention of cancer: The effect of honey polyphenols on colorectal cancer stem-like cells from spheroids. Food Chemistry, 325, 126881.
- 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 sayfa, Ankara.
- Çam, B., 2006. Ankara piyasasında bulunan bazı ballarda polen analizleri ve bu balların antimikrobiyel özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, 123 sayfa, Ankara.
- Çınar, A. 2020. Farklı çiçek ballarının antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi. Uludağ Arıcılık Dergisi, 20(1), 38-50.
- Da Silva, P. M., Gonzaga, L. V., Biluca, F. C., Schulz, M., Vitali, L., Micke, G. A., Fett, R. 2020. Stability of Brazilian *Apis mellifera* L. honey during prolonged storage: physicochemical parameters and bioactive compounds. LWT-Food Science and Technology, 129, 109521.
- Devi, A., Jangir, J., Anu-Appaiah, K. A. 2018. Chemical characterization complemented with chemometrics for the botanical origin identification of unifloral and multifloral honeys from India. Food Research International, 107, 216-226.
- Doğan, H., 2014. Çiçek ballarının kimyasal fiziksel ve antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 62, Erzurum.
- Ertürk, Ö., Karakaş, F. P., Pehlivan, D., Nas, N. 2009. The antibacterial and antifungal effects of *Rhododendron* derived mad honey and extracts of four *Rhododendron* species. Turkish Journal of Biology, 33(2), 151-158.
- Farber, J. M., Zwietering, M., Wiedmann, M., Schaffner, D., Hedberg, C. W., Harrison, M. A., Gummalla, S. 2021. Alternative approaches to the risk management of *Listeria monocytogenes* in low risk foods. Food Control, 123, 107601.
- Fernandes, L., Ribeiro, H., Oliveira, A., Silva, A. S., Freitas, A., Henriques, M., Rodrigues, M. E. 2021. Portuguese honeys as antimicrobial agents against *Candida* species. Journal of Traditional and Complementary Medicine, 11(2), 130-136.

- Fyfe, L., Okoro, P., Paterson, E., Coyle, S., McDougall, G. J. 2017. Compositional analysis of Scottish honeys with antimicrobial activity against antibiotic-resistant bacteria reveals novel antimicrobial components. *LWT-Food Science and Technology*, 79, 52-59.
- Gemici, E., 2014. Deneysel koroziv özofajit modelinde prednisolon ve tıbbi balın etkinliklerinin karşılaştırılması. *Tıpta Uzmanlık Tezi, Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Genel Cerrahi Kliniği*, 57, İstanbul.
- Hunter, M., Ghildyal, R., D'Cunha, N. M., Gouws, C., Georgousopoulou, E. N., Naumovski, N. 2021. The bioactive, antioxidant, antibacterial, and physicochemical properties of a range of commercially available Australian honeys. *Current Research In Food Science*, 4, 532-542.
- Ilia, G., Simulescu, V., Merghes, P., Varan, N. 2021. The health benefits of honey as an energy source with antioxidant, antibacterial and antiseptic effects. *Science & Sports*, 36(4), 272-e1.
- Kaptchouang Tchatchouang, C. D., Fri, J., De Santi, M., Brandi, G., Schiavano, G. F., Amagliani, G., Ateba, C. N. 2020. Listeriosis outbreak in South Africa: a comparative analysis with previously reported cases worldwide. *Microorganisms*, 8(1), 135.
- Kılınç, A., 2022. Deneysel pankreas kanserlerinde balın antitümöral etkisinin incelenmesi. *Tıpta Uzmanlık Tezi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Konya Şehir Hastanesi, Genel Cerrahi Kliniği*, 32 sayfa, Konya.
- Krishnakumar, G. S., Mahendiran, B., Gopalakrishnan, S., Muthusamy, S., Elangovan, S. M. 2020. Honey based treatment strategies for infected wounds and burns: A systematic review of recent pre-clinical research. *Wound Medicine*, 30, 100188.
- Leyva-Jimenez, F. J., Lozano-Sanchez, J., Borrás-Linares, I., de la Luz Cadiz-Gurrea, M., Mahmoodi-Khaledi, E. 2019. Potential antimicrobial activity of honey phenolic compounds against Gram positive and Gram negative bacteria. *LWT-Food Science and Technology*, 101, 236-245.
- Lima, W. G., Brito, J. C. M., da Cruz Nizer, W. S., de Assis, D. C. S. 2022. Antifungal, antibiofilm and anti-resistance activities of Brazilian monofloral honeys against *Candida* spp. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 42, 102335.
- Liu, J. R., Ye, Y. L., Lin, T. Y., Wang, Y. W., Peng, C. C. 2013. Effect of floral sources on the antioxidant, antimicrobial, and anti-inflammatory activities of honeys in Taiwan. *Food Chemistry*, 139(1-4), 938-943.
- Magalhães, R., Mena, C., Ferreira, V., Silva, J., Almeida, G., Gibbs, P., Teixeira, P. 2014. Bacteria: *Listeria monocytogenes*. Portuguese Catholic University, 978-0-12-378613-5, 450-461.

- Majtan, J., Bucekova, M., Kafantaris, I., Szweda, P., Hammer, K., Mossialos, D. 2021. Honey antibacterial activity: A neglected aspect of honey quality assurance as functional food. *Trends in Food Science & Technology*, 118, 870-886.
- Mandal, S., Deb Mandal, M., Pal, N. K., Saha, K. 2010. Antibacterial activity of honey against clinical isolates of *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 3(12), 961-964.
- Melliou, E., Chinou, I. 2011. Chemical constituents of selected unifloral Greek bee-honeys with antimicrobial activity. *Food Chemistry*, 129(2), 284-290.
- Moussa, A., Nouredine, D., Abdelmelek, M., Saad, A. 2012. Antibacterial activity of various honey types of Algeria against Pathogenic Gram–Negative Bacilli: *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 2(3), 211-214.
- Moussa, A., Nouredine, D., Saad, A., Abdelmelek, M., Abdelkader, B. 2012. Antifungal activity of four honeys of different types from Algeria against pathogenic yeast: *Candida albicans* and *Rhodotorula* sp. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(7), 554-557.
- Mulugeta, M., Belay, A. 2022. Comb honey and processed honey of *Croton macrostachyus* and *Schefflera abyssinica* honey differentiated by enzymes and antioxidant properties, and botanical origin. *Heliyon*, e09512.
- Mustafa, G., Iqbal, A., Javid, A., Manzoor, M., Aslam, S., Ali, A., Hussain, A. 2022. Antibacterial properties of *Apis dorsata* honey against some bacterial pathogens. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(2), 730-734.
- Natsir, R., Usman, A. N., Ardyansyah, B. D., Fendi, F. 2020. Propolis and honey trigona decrease leptin levels of central obesity patients. *Enfermería Clínica*, 30, 96-99.
- Nayaka, N. M. D., Fidrianny, I., Hartati, R., Singgih, M. 2020. Antioxidant and antibacterial activities of multiflora honey extracts from the Indonesian *Apis cerana* bee. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 15(3), 211-217.
- Orsi, R. H., den Bakker, H. C., Wiedmann, M. 2011. *Listeria monocytogenes* lineages: genomics, evolution, ecology, and phenotypic characteristics. *International Journal of Medical Microbiology*, 301(2), 79-96.
- Otmani, A., Amessis-Ouchemoukh, N., Birinci, C., Yahiaoui, S., Kolayli, S., Rodríguez-Flores, M. S., Ouchemoukh, S. 2021. Phenolic compounds and antioxidant and antibacterial activities of Algerian honeys. *Food Bioscience*, 42, 101070.
- Özmen, N., Alkın, E. 2006. Balın antimikrobiyel özellikleri ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 6(4), 155-160.

- Pasias, I. N., Kiriakou, I. K., Kaitatzis, A., Koutelidakis, A. E., Proestos, C. 2018. Effect of late harvest and floral origin on honey antibacterial properties and quality parameters. *Food Chemistry*, 242, 513-518.
- Pirie, J. H. 1940. *Listeria*: change of name for a genus bacteria. *Nature*, 145(3668), 264-264.
- Polat, İ., 2011. Güney Marmara bölgesinde üretilen bazı balların antimikrobiyel, antioksidan aktivitelerinin, pestisit ve antibiyotik kalıntılarının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 116 sayfa, Balıkesir.
- Póltorak, A., Marcinkowska-Lesiak, M., Lendzion, K., Moczowska, M., Onopiuk, A., Wojtasik-Kalinowska, I., Wierzbicka, A. 2018. Evaluation of the antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial effects of catuaba, galangal, roseroot, maca root, guarana and polyfloral honey in sausages during storage. *LWT-Food Science and Technology*, 96, 364-370.
- Schlech III, W. F., Lavigne, P. M., Bortolussi, R. A., Allen, A. C., Haldane, E. V., Wort, A. J., Broome, C. V. 1983. Epidemic listeriosis—evidence for transmission by food. *New England Journal of Medicine*, 308(4), 203-206.
- Sha, X., Xu, X., Liao, S., Chen, H., Rui, W. 2022. Evidence of immunogenic cancer cell death induced by honey-processed *Astragalus* polysaccharides in vitro and in vivo. *Experimental Cell Research*, 410(1), 112948.
- Silici, S., Sagdic, O., Ekici, L. 2010. Total phenolic content, antiradical, antioxidant and antimicrobial activities of *Rhododendron* honeys. *Food Chemistry*, 121(1), 238-243.
- Silva, B., Brugnerotto, P., Seraglio, S. K. T., Bergamo, G., Biluca, F. C., dos Santos, A. C., Costa, A. C. O. 2022. Physicochemical, phenolic, and mineral characterization of *Mimosa scabrella* Benth honeydew honey: a trial for obtaining the geographical identification. *Journal of Food Composition and Analysis*, 114, 104851.
- Soylu, P., 2019. Bal, propolis, arı sütü, civanperçemi ve ekinezya otları karışımından fonksiyonel gıda üretimi, fizikokimyasal, biyokimyasal ve antimikrobiyel özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 93 sayfa, Gümüşhane.
- Sousa, J. M., de Souza, E. L., Marques, G., Meireles, B., de Magalhães Cordeiro, Â. T., Gullón, B., Magnani, M. 2016. Polyphenolic profile and antioxidant and antibacterial activities of monofloral honeys produced by *Meliponini* in the Brazilian semiarid region. *Food Research International*, 84, 61-68.

- Strelec, I., Crevar, B., Kovac, T., Bilic Rajs, B., Primorac, L., Flanjak, I. 2018. Glucose oxidase activity and hydrogen peroxide accumulation in Croatian honeys. *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 10(1), 33-41.
- Subbiah, B., Blank, U. K., Morison, K. R. 2020. A review, analysis and extension of water activity data of sugars and model honey solutions. *Food Chemistry*, 326, 126981.
- Şahin, G., 2019. Bazı balların kimyasal bileşimi üzerine araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 81 sayfa, Ankara.
- Taylor, M. H., Zhu, M. J. 2021. Control of *Listeria monocytogenes* in low-moisture foods. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 802-814.
- Uludağ, A. A., 2020. İstanbul ilinde satılan kıyma örneklerinde *Listeria monocytogenes* varlığının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 121 sayfa, İstanbul.
- Välimaa, A. L., Tilsala-Timisjärvi, A., Virtanen, E. 2015. Rapid detection and identification methods for *Listeria monocytogenes* in the food chain—a review. *Food Control*, 55, 103-114.
- Voidarou, C., Alexopoulos, A., Plessas, S., Karapanou, A., Mantzourani, I., Stavropoulou, E., Bezirtzoglou, E. 2011. Antibacterial activity of different honeys against pathogenic bacteria. *Anaerobe*, 17(6), 375-379.
- Vică, M. L., Glevitzky, M., Tit, D. M., Behl, T., Hegheduş-Mîndru, R. C., Zaha, D. C., Bungău, S. 2021. The antimicrobial activity of honey and propolis extracts from the central region of Romania. *Food Bioscience*, 41, 101014.
- Wahdini, S. I., Seswandhana, M. R., Vityadewi, N., Ramli, R. N., Gabriela, G. C., Dachlan, I. 2022. The use of Indonesian randu honey for chronic wounds in a patient with uncontrolled type 2 diabetes mellitus: A case report. *International Journal of Surgery Case Reports*, 95, 107140.
- Waheed, M., Hussain, M. B., Javed, A., Mushtaq, Z., Hassan, S., Shariati, M. A., Heydari, M. 2019. Honey and cancer: A mechanistic review. *Clinical Nutrition*, 38(6), 2499-2503.
- Wang, H., Cao, X., Han, T., Pei, H., Ren, H., Stead, S. 2019. A novel methodology for real-time identification of the botanical origins and adulteration of honey by rapid evaporative ionization mass spectrometry. *Food Control*, 106, 106753.
- Yalazi, E., Zorba, M. 2020. Antioxidant and antimicrobial properties of honeydew honey of ıda mountains. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(3), 587-593.

- Yıldırım, A. 2013. Bingöl ili balarılarının fenolik bileşiklerinin antioksidan ve antimikrobiyel etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 93 sayfa, Bingöl.
- Yılmaz, A. C., Aygin, D. 2020. Honey dressing in wound treatment: a systematic review. *Complementary Therapies in Medicine*, 51, 102388.
- Zamanian, M., Azizi-Soleiman, F. 2020. Honey and glycemic control: A systematic review. *Pharma Nutrition*, 11, 100180.
- Zamuz, S., Munekata, P. E., Dzuovor, C. K., Zhang, W., Sant'Ana, A. S., Lorenzo, J. M. 2021. The role of phenolic compounds against *Listeria monocytogenes* in food. A review. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 385-392.

