



**T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BESLENME VE DİYETETİK ANA BİLİM DALI
BESLENME VE DİYETETİK TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FONKSİYONEL GIDA OLARAK ARI POLENLİ PROBİYOTİK
YOĞURT ÜRETİMİ**

Mehtap ÇİFTÇİ

MUĞLA-2023

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BESLENME VE DİYETETİK ANA BİLİM DALI
BESLENME VE DİYETETİK TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FONKSİYONEL GIDA OLARAK ARI POLENLİ PROBİYOTİK
YOĞURT ÜRETİMİ**

Mehtap ÇİFTÇİ

Tez Danışmanı
Dr. Öğretim Üyesi Nilgün ÖNCÜL

Bu tez, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 22/134/02/3/5 kod numaralı proje ile desteklenmiştir.

MUĞLA-2023

TEZ ONAYI

Mehtap ÇİFTÇİ tarafından hazırlanan “Fonksiyonel Gıda Olarak Arı Polenli Probiyotik Yoğurt Üretimi” başlıklı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Beslenme ve Diyetetik Ana Bilim Dalı, Beslenme ve Diyetetik Tezli Yüksek Lisans Programında, Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı Prof. Dr. Şeniz KARABIYIKLI ÇİÇEK
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Tez Danışmanı Dr. Öğretim Üyesi Nilgün ÖNCÜL
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

Üye Dr. Öğretim Üyesi Derya ALKAN
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

Tez savunma tarihi: 29.12.2023

Bu tez, Beslenme ve Diyetetik Ana Bilim Dalı, Beslenme ve Diyetetik Tezli Yüksek Lisans Programında, Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirmektedir.

Prof. Dr. Müesser ÖZCAN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan metinleri sahiplerinden yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi / MSKÜ Açık Erişim Sisteminde erişime açılabilir.

☐ Tezimle ilgili patent başvurusu yapılacağından veya patent alma süreci devam ettiğinden Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile tezimin mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl erişime açılmasının ertelenmesini talep ediyorum.

☒ Tezimde yeni teknik, materyal ve metotlar kullanıldığından ve henüz makaleye dönüşmemiş olduğundan Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay tezimin erişime açılmasının ertelenmesini talep ediyorum.

29.12.2023

(İmza)

Mehtap ÇİFTÇİ

ETİK BEYAN

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Fonksiyonel Gıda Olarak Arı Polenli Probiyotik Yoğurt Üretimi” isimli çalışmada tezin planlanmasından yazımına kadar tüm süreçlerde etik ilkelere bağlı kaldığımı, tezime ilişkin bilgi ve belgeleri akademik ve bilimsel etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezimde kullandığım tüm görsel ve yazılı materyallerin kaynağını gösterdiğimi, yararlandığım eserlerin tümünün kaynaklar bölümünde yer aldığını, tezimin Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna göre yazıldığını beyan ederim.

29.12.2023

(İmza)

Mehtap ÇİFTÇİ

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana her zaman bilgisiyle ışık tutan, tecrübesiyle yol gösteren, tez çalışmamın konusunun seçiminden yazımına kadar her aşamasında bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşarak çalışmalarına yön veren, her anlamda desteğini benden asla esirgemeyen ve üzerimde büyük emeği olan saygıdeğer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Nilgün ÖNCÜL'e

Tezimi değerlendirip fikirleriyle katkıda bulundukları için kıymetli tez jürisi hocalarım; Prof. Dr. Şeniz KARABIYIKLI ÇİÇEK'e ve Dr. Öğretim Üyesi Derya ALKAN'a

Yüksek lisans sürecim ve laboratuvar çalışmalarım boyunca desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Gizem ASLAN'a, Buse AKÇAY'a, Ayşe Seda ŞENLİK'e ve Tuğba TOÇKİN'e

Hayatım boyunca hiçbir zaman fedakârlığını, sevgisini ve sonsuz emeğini bir an olsun esirgemeyen, maddi manevi her türlü desteği koşulsuz sağlayan, bugünlere gelmemde emekleri büyük olan sevgili annem Emine ÇİFTÇİ'ye, babam Adil ÇİFTÇİ'ye ve bu süreçte beni yalnız bırakmayan başta Asya ÇİFTÇİ olmak üzere bütün kardeşlerime,

Son olarak ne zaman pes etsem bana yeniden güç veren, yüksek lisansa başlamam da dahil olmak üzere birçok konuda beni teşvik eden, hayatımın her anında olduğu gibi tez çalışmam süresince de her sıkıntıda yanımda olan, sabırla beni motive eden kıymetli arkadaşım Delil AĞAÇLI'ya

Tez sürecimde sağladığı maddi destekten dolayı Murat SERT'e

Tezimin yürütülmesinde sağladığı maddi destekten dolayı Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na

Yüksek lisans eğitimim boyunca 2210-A burs programı kapsamında maddi destek sağlayan TÜBİTAK'a

Tüm kalbimle teşekkürlerimi sunarım.

FONKSİYONEL GIDA OLARAK ARI POLENLİ PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİ

ÖZET

Bu çalışmada; sütlerle probiyotik starter kültürle birlikte %0.5, %1.5, %3 ve %6 oranında arı poleni ilave edilerek probiyotik yoğurt üretilmiştir. Arı polenin, fermantasyon (24 saat) ve depolama süresince (14 gün) canlı bakteri gelişimine etkisi incelenmiştir. Yoğurtların; mikrobiyolojik özellikleri, antimikrobiyal aktivitesi ile starter kültürlerin gastrointestinal sistemdeki canlılıkları belirlenmiştir. Fermantasyon süresince arı poleni ilavesinin pH değerini düşürdüğü tespit edilmiştir. Fermantasyon sonunda en düşük ortalama canlı hücre sayısı *Bifidobacterium* spp.'de (6.94 log kob/g) olmak üzere sırasıyla *L. acidophilus* (7.64 log kob/g), *L. bulgaricus* (8.20 log kob/g) ve *S. thermophilus*'da (8.57 log kob/g) bulunmuştur. Bütün örneklerde depolama boyunca pH değerleri düşmüştür. Genel olarak starter kültürde yer alan bakteriler depolama boyunca azalırken *L. bulgaricus* artmıştır. Arı poleni miktarının artması *S. thermophilus*, *L. bulgaricus* ve *Bifidobacterium* spp. bakterilerinin canlılığını *L. acidophilus*'a göre daha fazla etkilemiştir. *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. canlı bakteri sayıları 14. günde 6 log kob/g'dan düşüktür. *L. acidophilus* sonuçları; kontrolde 5.83 log kob/g ve %0.5 arı poleni ilaveli probiyotik yoğurtta 5.98 log kob/g'dır. *Bifidobacterium* spp. sonuçları; %1.5, %3 ve %6 arı poleni içeren yoğurtlarda sırasıyla 5.72 log kob/g, 5.35 log kob/g ve 5.27 log kob/g'dır. Kalan bütün örnekler kodekse (>6 log kob/g) uygunluk göstermiştir. Toplam probiyotik bakteri olarak değerlendirildiğinde sonuçlar kodekse uygundur. 14 günlük depolamada örneklerde maya, küf ve koliform gözlenmemiştir. Yoğurt örnekleri, test edilen bütün patojen mikroorganizmalara karşı sınırlı bir antimikrobiyal etkinliğe sahiptir (7.00-9.50 mm). Mide ve ince bağırsak sıvılarında uygulama süresi uzadıkça bakteri canlılığı azalmıştır. Bütün simüle mide sıvılarında pH değeri düştükçe, bağırsak sıvılarında ise safra varlığında mikroorganizmaların canlılıklarının azaldığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Probiyotik yoğurt, arı poleni, fonksiyonel gıda, *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* spp.

PROBIOTIC YOGURT PRODUCTION WITH BEE POLLEN AS A FUNCTIONAL FOOD

ABSTRACT

In this study, probiotic yogurt was produced by adding 0.5%, 1.5%, 3% and 6% bee pollen into milk with probiotic starter culture. The effect of bee pollen on the growth of starter culture bacteria was investigated during fermentation (24 hours) and storage (14 days). The microbiological properties, antimicrobial activity of yogurts, and viability of starter cultures in the gastrointestinal tract were determined. The addition of bee pollen was decreased the pH value during fermentation. The lowest mean count was found in *Bifidobacterium* spp. (6.94 log CFU/g), followed by *L. acidophilus* (7.64 log CFU/g), *L. bulgaricus* (8.20 log CFU/g) and *S. thermophilus* (8.57 log CFU/g) at the end of fermentation. The pH values were decreased in all samples during storage. In general, the bacteria in the starter culture were decreased during storage while *L. bulgaricus* was increased. The viability of *S. thermophilus*, *L. bulgaricus* and *Bifidobacterium* spp. was affected more than *L. acidophilus* in the case of increasing the amount of bee pollen. The viable number of *L. acidophilus* and *Bifidobacterium* spp. was lower than 6 log CFU/g on the 14th day. The results of *L. acidophilus* were 5.83 log CFU/g in control and 5.98 log CFU/g in yogurts with 0.5% bee pollen. The number of *Bifidobacterium* spp. was 5.72 log CFU/g, 5.35 log CFU/g and 5.27 log CFU/g in yogurts with 1.5%, 3% and 6% bee pollen, respectively. All remaining samples were in compliance with the codex (>6 log CFU/g). If the results compared in total probiotic bacteria, all samples are in accordance with the codex. Yeast, mold and coliform were not observed in the samples during 14 days of storage. Yogurt samples had a limited antimicrobial activity against all pathogenic microorganisms tested (7.00-9.50 mm). The bacterial viability was decreased with increasing treatment time in the gastric and small intestinal juices. The viability of microorganisms was decreased with decreasing pH value in all simulated gastric juices and in the presence of bile in intestinal juice.

Keywords: Probiotic yogurt, bee pollen, functional food, *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* spp.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI.....	i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI.....	ii
ETİK BEYAN	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER VE RESİMLER DİZİNİ.....	xiii
TABLolar DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Yoğurt	4
2.2. Yoğurt Üretimi.....	7
2.3. Yoğurt Üretiminde Kullanılan Starter Kültürler	8
2.3.1. Starter Kültürün Tanımı	8
2.3.2. <i>Lactobacillus</i>	9
2.3.3 <i>Streptococcus</i>	10
2.4. Probiyotikler.....	10
2.5. Yoğurdun Sağlığa Faydaları	12
2.5.1. Bağırsak Mikroflorası ve Bağışıklık Sistemini Güçlendirici Etki.....	12
2.5.2. Antimikrobiyal Aktivite	13
2.5.3. Kardiyoprotektif ve Lipid Metabolizması Üzerindeki Etkileri	14
2.5.4. Antikanserojenik Özellik.....	14
2.5.6. Obezite	15
2.5.7. Diyabet	15
2.5.8. Laktoz İntoleransı.....	16
2.5.9. Kemik Sağlığı.....	16
2.6. Arı Poleni	17
2.7. Arı Poleninin Sağlığa Faydaları.....	20
2.7.1. Antioksidatif Aktivite.....	21
2.7.2. Bağışıklık Üzerindeki Etkileri.....	21
2.7.3. Antiinflatuar Etkiler	22
2.7.4. Kardiyoprotektif Etkiler	22

2.7.5. Hepatoprotektif Etkiler.....	22
2.7.6. Antikanserojenik Etkiler	23
2.7.7. Obezite Üzerindeki Etkileri.....	23
2.7.8. Diyabet Üzerindeki Etkileri.....	24
2.7.9. Antimikrobiyal Aktivite	24
2.7.10. Bağırsak Morfolojisi Üzerindeki Etkileri.....	24
2.8. Fonksiyonel Gıdalar	25
2.9. Literatür Özetleri.....	29
2.9.1. Probiyotik ve Çeşnili Yoğurtlarla İlgili Makaleler.....	29
2.9.2. Arı Poleni İlave Edilmiş Gıda Ürünleriyle İlgili Makaleler.....	32
2.9.3. Arı Poleni İlavesiyle Üretilmiş Süt ve Süt Ürünleriyle İlgili Makaleler.....	33
2.9.4. Arı Poleni İlavesiyle Üretilmiş Yoğurtlarla İlgili Makaleler	35
3. YÖNTEM	38
3.1. Araştırma Modeli	38
3.2. Araştırma Materyali	38
3.2.1 Gıda Örnekleri.....	38
3.2.2 Ticari Starter Kültürler	38
3.2.3 Test Kültürleri	39
3.3. Veri Toplama Araçları	39
3.4. Veri Toplama Süreci	41
3.5. Deneysel Kurgu.....	41
3.5.1 Arı Poleni İçeren Probiyotik Yoğurtların Üretimi	41
3.5.2 Arı Poleninin Fermantasyon Sırasında Probiyotik Yoğurt Starter Kültürlerinin Gelişimine Etkisi	43
3.5.3. Arı Poleninin Depolama Boyunca Probiyotik Yoğurt Starter Kültürlerinin Gelişimine Etkisi	45
3.5.4. Arı Poleni ile Üretilmiş Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik Değerleri	45
3.5.5. Arı Poleni ile Üretilmiş Probiyotik Yoğurtların Antimikrobiyal Özellikleri	48
3.5.6. <i>In vitro</i> Gastrointestinal Sindirim Modelinde Mikroorganizmaların Canlılığı	49
3.6. İstatistiksel Analiz.....	50
3.7. Etik Onay	51
3.8. Araştırmanın Sınırlılıkları	51
4. BULGULAR.....	52
4.1. Arı Poleninin Fermantasyon Sırasında Probiyotik Yoğurt Starter Kültürlerinin Gelişimine Etkisi.....	52
4.2. Arı Poleninin Depolama Boyunca Probiyotik Yoğurt Starter Kültürlerinin Gelişimine Etkisi.....	55

4.3. Arı Poleni ile Üretilmiş Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik Değerleri.....	58
4.4. Arı Poleni ile Üretilmiş Probiyotik Yoğurtların Antimikrobiyal Özellikleri.....	59
4.5. <i>İn vitro</i> Gastrointestinal Sindirim Modelinde Mikroorganizmaların Canlılığı...	60
4.5.1. Probiyotik Yoğurt Starter Kültürlerinin Mide Öz Suyunda Canlılıkları.....	60
4.5.2. Probiyotik Yoğurt Starter Kültürlerinin İnce Bağırsak Sıvısında Canlılıkları	67
5. TARTIŞMA.....	72
5.1. Arı Poleninin Fermantasyon Sırasında Probiyotik Yoğurt Starter Kültürlerinin Gelişimine Etkisi.....	72
5.2. Arı Poleninin Depolama Boyunca Probiyotik Yoğurt Starter Kültürlerinin Gelişimine Etkisi.....	75
5.3. Arı Poleni ile Üretilmiş Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik Değerleri.....	80
5.4. Arı Poleni ile Üretilmiş Probiyotik Yoğurtların Antimikrobiyal Özellikleri.....	81
5.5. <i>İn vitro</i> Gastrointestinal Sindirim Modelinde Mikroorganizmaların Canlılığı...	84
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	89
6.1. Sonuçlar	89
6.2. Öneriler	90
KAYNAKLAR	92
EKLER	115
Ek 1: ETİK KURUL ONAYI	115
Ek 2: KURUM İZİN ONAYI	116
Ek 3: FORMLAR.....	117
Ek 4: ÖZ GEÇMİŞ.....	136

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

α	Alfa
β	Beta
%	Yüzde
<	Küçüktür
$\geq$	Büyük eşittir
>	Büyüktür
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat derece
μ	Mikro öneki
$\pm$	Artı eksi
$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	Etil alkol
$\text{C}_3\text{H}_5\text{NaO}_2$	Sodyum propiyonat (Propionic Acid, Sodium Salt)
$p<0.05$	İstatistiksel olarak önemli
$p>0.05$	İstatistiksel olarak önemsiz
AOAC	American Official Analytical Chemist
ATCC	American Type Culture Collection
BGBB	Brilliant Green Bile Broth
BHIA	Brain Heart Infusion Agar
BHIB	Brain Hearth Infusion Broth
Bile-MRS	Ox-Bile eklenerek hazırlanmış MRS agar besiyeri
CLA	Konjuge linoleik asit
cm	Santimetre
dak.	Dakika
ECB	<i>Escherichia coli</i> Broth
EMBA	Eosin Methylene Blue Agar
EMS	En muhtemel sayı
FDA	Food and Drug Administration
FDA-BAM	Food and Drug Administration-Bacteriological Analytical Manual
g	Gram
GI	Gastrointestinal
GIS	Gastrointestinal sistem

HCl	Hidroklorik asit
HDL	Yüksek yoğunluklu lipoprotein
IMViC	Koliform grup bakterilerin ayrımında kullanılan testlerin ortak adı
ISO	International Organization for Standardization
kcal	Kilokalori
kJ	Kilojoule
kob	Koloni oluşturan birim
KOH	Potasyum hidroksit
KVH	Kardiyovasküler hastalıklar
L	Litre
LAB	Laktik Asit Bakterisi
LDL	Düşük yoğunluklu lipoprotein
LiCl	Lityum klorür
log	Logaritmik birim (10 tabanında logaritma)
LP-MRS	Lityum klorür ve sodyum propiyonat eklenerek hazırlanmış MRS agar besiyeri
LSTB	Lauryl Sulphate Tryptose Broth
M-17	Medium 17 agar besiyeri
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
MÖ	Milattan önce
MPa	Megapaskal
MR	Metil red
MRSA	de Man, Rogosa and Sharpe Agar
MR-VPB	Metil Red-Voges Proskauer Broth
NaCl	Sodyum klorür
NaOH	Sodyum hidroksit
PDA	Potato Dextrose Agar
pH	Gıdaların hidrojen iyonu konsantrasyonu
sa	Saat
SCA	Simmon Citrate Agar

sn	Saniye
spp	Species (Taksonomide bir cinse ait tüm türleri ifade eden kısaltma)
SPSS	Statistical package for the social sciences
TGK	Türk gıda kodeksi
TMAB	Toplam mezofilik aerobik bakteri
TS	Türk Standardı
TÜRKOMP	Türkiye Tarım ve Orman Bakanlığı ulusal gıda kompozisyonu veri tabanı
TW	Tryptone Water
USDA	United States Department of Agriculture
UV	Ultraviyole ışını
vb.	Ve benzeri
vs.	Vesaire
VP	Voges-Proskauer
WHO	World Health Organization

ŞEKİLLER VE RESİMLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Yoğurt üretim akış şeması	8
Resim 3.1. Arı poleni	38
Şekil 3.1. Arı polenli probiyotik yoğurt örneklerinin üretim akış şeması	42
Resim 3.2. Arı polenli probiyotik yoğurtlara ait görseller	43
Şekil 4.1. Örneklerle ait fermentasyon boyunca pH değerleri	52
Şekil 4.2. Örneklerle ait fermentasyon boyunca <i>L. bulgaricus</i> sonuçları (log kob/g)	53
Şekil 4.3. Örneklerle ait fermentasyon boyunca <i>S. thermophilus</i> sonuçları (log kob/g)	54
Şekil 4.4. Örneklerle ait fermentasyon boyunca <i>L. acidophilus</i> sonuçları (log kob/g)	54
Şekil 4.5. Örneklerle ait fermentasyon boyunca <i>Bifidobacterium</i> spp. sonuçları (log kob/g)	55
Şekil 4.6. Örneklerle ait depolama boyunca pH değerleri	56
Şekil 4.7. Örneklerle ait depolama boyunca <i>L. bulgaricus</i> sonuçları (log kob/g).....	56
Şekil 4.8. Örneklerle ait depolama boyunca <i>S. thermophilus</i> sonuçları (log kob/g)	57
Şekil 4.9. Örneklerle ait depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> sonuçları (log kob/g) ...	57
Şekil 4.10. Örneklerle ait depolama boyunca <i>Bifidobacterium</i> spp. sonuçları (log kob/g)	58
Şekil 4.11. pH 2'ye ayarlanmış simüle mide suyunda <i>L. bulgaricus</i> değerleri (log kob/g)	61
Şekil 4.12. pH 2'ye ayarlanmış simüle mide suyunda <i>S. thermophilus</i> değerleri (log kob/g)	61
Şekil 4.13. pH 2'ye ayarlanmış simüle mide suyunda <i>L. acidophilus</i> değerleri (log kob/g)	62
Şekil 4.14. pH 2'ye ayarlanmış simüle mide suyunda <i>Bifidobacterium</i> spp. değerleri (log kob/g)	62
Şekil 4.15. pH 3'e ayarlanmış simüle mide suyunda <i>L. bulgaricus</i> değerleri (log kob/g)	63
Şekil 4.16. pH 3'e ayarlanmış simüle mide suyunda <i>S. thermophilus</i> değerleri (log kob/g)	63
Şekil 4.17. pH 3'e ayarlanmış simüle mide suyunda <i>L. acidophilus</i> değerleri (log kob/g)	64
Şekil 4.18. pH 3'e ayarlanmış simüle mide suyunda <i>Bifidobacterium</i> spp. değerleri (log kob/g)	64
Şekil 4.19. pH 4'e ayarlanmış simüle mide suyunda <i>L. bulgaricus</i> değerleri (log kob/g)	65
Şekil 4.20. pH 4'e ayarlanmış simüle mide suyunda <i>S. thermophilus</i> değerleri (log kob/g)	65

Şekil 4.21. pH 4'e ayarlanmış simüle mide suyunda <i>L. acidophilus</i> değerleri (log kob/g)	66
Şekil 4.22. pH 4'e ayarlanmış simüle mide suyunda <i>Bifidobacterium</i> spp. değerleri (log kob/g)	66
Şekil 4.23. pH 8'e ayarlanmış, safra tuzu içeren simüle ince bağırsak suyunda <i>L. bulgaricus</i> değerleri (log kob/g)	67
Şekil 4.24. pH 8'e ayarlanmış, safra tuzu içeren simüle ince bağırsak suyunda <i>S. thermophilus</i> değerleri (log kob/g).....	68
Şekil 4.25. pH 8'e ayarlanmış, safra tuzu içeren simüle ince bağırsak suyunda <i>L. acidophilus</i> değerleri (log kob/g).....	68
Şekil 4.26. pH 8'e ayarlanmış, safra tuzu içeren simüle ince bağırsak suyunda <i>Bifidobacterium</i> spp. değerleri (log kob/g).....	69
Şekil 4.27. pH 8'e ayarlanmış, safra tuzu içermeyen simüle ince bağırsak suyunda <i>L. bulgaricus</i> değerleri (log kob/g).....	69
Şekil 4.28. pH 8'e ayarlanmış, safra tuzu içermeyen simüle ince bağırsak suyunda <i>S. thermophilus</i> değerleri (log kob/g)	70
Şekil 4.29. pH 8'e ayarlanmış, safra tuzu içermeyen simüle ince bağırsak suyunda <i>L. acidophilus</i> değerleri (log kob/g)	70
Şekil 4.30. pH 8'e ayarlanmış, safra tuzu içermeyen simüle ince bağırsak suyunda <i>Bifidobacterium</i> spp. değerleri (log kob/g).....	71

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Süt (100 ml), tam yağlı sade yoğurt (100 g) ve probiyotik yoğurdun (100 g) besin içeriği	6
Tablo 3.1. Analizlerde kullanılan kimyasal maddeler.....	39
Tablo 3.2. Analizlerde kullanılan Besiyerleri.....	40
Tablo 3.3. Analizlerde kullanılan cihazlar	40
Tablo 3.4. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği Fermente Süt Ürünlerine Ait Mikrobiyolojik Değerler	46
Tablo 4.1. Probiyotik Yoğurtların Antimikrobiyal Analizi (zon çapı, mm).....	59



1. GİRİŞ

Latince beslemek anlamına gelen ‘nutrire’ kelimesinden türetilen beslenme; organizmanın besinleri elde etme şekli, metabolizasyonu ve bunları yaşamın tüm süreçlerini desteklemek için nasıl kullandığı ile ilgili bütün süreçlerin toplamı olarak tanımlanmaktadır. Beslenme; gıda alımını, emilimini, asimilasyonunu, biyosentezini, katabolizmasını ve atılımını içermektedir (Adefegha, 2017). Besin, temel olarak vücudun büyümesi ve büyümenin sürdürülmesinin yanı sıra enerji üretimi, besin maddelerinin sağlanması, çeşitli metabolik faaliyetlerin desteklenmesi gibi yaşamı sürdüren birçok işlev için gerekli olan bileşenlerle ilgili bir terimdir. 20. yüzyılın başlarında beslenme bilimi, eksiklikleri önlemek ve vücut büyümesini desteklemekle ilgilenmiştir. Son yirmi yılda beslenmenin, sağlık ve esenlik üzerindeki etkisinin anlaşılması, birçok kronik hastalık riskini azaltan yeni ve daha sağlıklı yiyeceklerin tasarlanmasına yol açmıştır (Kaur ve Das, 2011).

Gıdaların tıbbi gücüne olan inanç yakın zamanda ortaya çıkan bir durum olmayıp, nesiller boyu yaygın olarak kabul edilen bir felsefedir. Hipokrat fonksiyonel gıda hareketini başlatmamış olsa da yaklaşık 2500 yıl önce “Besinler ilacınız, ilacınız besininiz olsun” ifadesini kullanmıştır (Milner, 2018). Fonksiyonel gıdalar; vücudun temel besin ihtiyaçlarını karşılamasına ek olarak insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonlar için ekstra yararı bulunan, hastalıklardan korunmak ve daha sağlıklı bir yaşam sürdürmek için çeşitli faydalar sağlayan gıda veya gıda bileşenleri olarak tanımlanmaktadır (Hacıoğlu ve Kurt, 2012; Yılmaz vd., 2006). Son yıllarda kanıtlanmış besin değerleri nedeniyle doğal, güvenli ve fonksiyonel gıdalara artan bir talep vardır (Demirdöven vd., 2015). Bu kapsamda, geleneksel tıpta binlerce yıldır kullanılmakta olan bal, propolis, arı sütü, arı zehiri, arı poleni ve arı ekmeği gibi arı ürünleri ilgi görmektedir (Algethami vd., 2022). Arı poleni, sağlığın korunması ve iyileştirilmesi için yaygın olarak tüketilmekte (Bakkaloğlu, 2021) makro ve mikro besinler, fenolik asitler ve polifenoller içeren yüksek besin değerleri sayesinde son yıllarda tüketiciler tarafından aranılan bir gıda olmaktadır (Aylanc vd., 2021). Arı poleni, antik çağlardan beri Mısırlılar tarafından “hayat veren toz” olarak tanımlanmış olup (Mărgăoan vd., 2019) bazı toplumlarda “dünyanın en iyi gıda ürünü” olarak nitelendirilmektedir (Kieliszek vd., 2017).

Fermantasyon, enzimlerin kompleks yapıdaki organik maddeleri daha küçük bileşiklere ayrıştırdığı kimyasal bir işlemdir. Bakteriler, mayalar ve küfler fermantasyon işlemini gerçekleştiren mikroorganizmalardır. Bu işlem; bazı besin maddelerinin daha besleyici hale gelmesine, bazı gıdaların raf ömrünün uzatılmasına ve ürünün lezzetinin artırılmasına olanak tanımaktadır (Das vd. 2019). Fermente yiyecek ve içeceklerin önemli ve uzun bir kültürel mutfak geçmişi vardır. Fermente süt, et ve bitki bazlı gıdalar binlerce yıldır temel besin maddelerini oluşturmaktadır. Sahip oldukları çeşitli özellikler bu ürünlerin popüleritesine katkıda bulunmaktadır. Fermente yiyecek ve içecekler tüketicilerin ilgisini çekebilecek benzersiz duyuşal özelliklere sahiptir. Geçen yüzyılda ve özellikle son on yılda, fermente gıdaların besinsel faydaları kabul edilmektedir. Bu gıdalar genel olarak iyi protein, vitamin ve mineral kaynakları olan süt, et, tahıllar ve baklagiller gibi besleyiciliği yoğun ham maddelerden üretilmektedir. Bununla birlikte, fermente gıdalar bu ana besinlerin sahip olduğunun da ötesinde faydalara sahip olabilmektedir. Fermente gıdalarda bulunan canlı mikroorganizmaların hem gastrointestinal hem de sistemik sağlığa katkıda bulunduğu birçok çalışma ile kanıtlanmaktadır. Genel olarak çoğu fermente gıda fermantasyonu başlatmak için bir kültür olarak eklenen veya başlangıç materyalinde zaten mevcut olan ve fermantasyon sırasında zenginleştirilmiş mikroorganizmalar içermektedir (Sanders vd., 2018).

Fermente süt ürünleri arasında yoğurt birçok faydası, çeşitli tat ve özellikleri, yüksek besin değerleriyle bilinmekte ve tüketiciler tarafından uzun süredir yaygın olarak tercih edilmektedir (Herdem, 2006; Mustafa, 2020; Say vd., 2015; Sömer, 2013). Fonksiyonel gıda geliştirmenin en aktif alanı, genellikle biyo-yoğurt olarak adlandırılan probiyotiklerin yoğurda uygulanmasıdır (Hatting, 2000). Gıdaların potansiyellerini ve sağlık avantajlarını artırmak için farklı probiyotik mikroorganizmaların gıdalara eklenmesi günümüzde büyük ilgi görmektedir (Anjum vd., 2013). Probiyotikler yüz yılı aşkın bir süredir gıdalarda ve süt ürünlerinde güvenle kullanılmaktadır. Son zamanlarda belirli hastalıkları önlemek, hafifletmek veya tedavi etmek için sıklıkla tercih edilmektedir (Doron ve Snyderman, 2015).

Medeniyetlerin gelişmesi ve ilerlemesi, yeni yaşam tarzlarına ve yenilikçi gıda trendlerine yol açmaktadır. Diyet; bölgesel gelenekler, sosyoekonomik faktörler, kültürel ve eğitim faaliyetleri ve refah gibi çeşitli faktörler tarafından

şekillendirilmektedir. Nitekim hastalıklar ile tüketilen gıdaların bileşimi arasında yoğun bir ilişki vardır. Doğru ve yeterli beslenme, fiziksel ve zihinsel gelişim üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu gibi aynı zamanda birçok hastalığa karşı da koruyucu etkiye sahiptir (Aylanc vd., 2021). Diyet iyileştirmesi, olumlu yaşam tarzı değişiklikleri, patolojik durumları hafifletebilen ve risk faktörlerini kontrol edebilen müdahale stratejileri, genel refahı iyileştirme potansiyeline sahiptir (Birch ve Bonwick, 2018).

Tüm bu bilgiler ışığında, besin değeri yüksek geleneksel bir gıda olan yoğurdun fonksiyonel özelliklerini geliştirmek, çeşnili/aromalı/meyveli yoğurtlara alternatif oluşturmak için arı poleni ilavesi ile zenginleştirilmiş probiyotik set tipi yoğurt üretimi planlanmıştır. Bu araştırmada, arı poleni içeren yoğurtların üretilmesi, arı polenin fermentasyon sırasında ve depolama boyunca yoğurt bakterileri ile probiyotik bakteriler üzerine etkilerinin belirlenmesi, gıda güvenliği açısından değerlendirilmesi, antimikrobiyal özellikleri ve gastrointestinal sistemde canlı kalmaları gibi fonksiyonel özelliklerinin ortaya konması ile sağlıklı beslenme konusunda artan tüketici taleplerini karşılamak için gıda endüstrisine alternatif bir ürün sunmak amaçlanmıştır. Bu amaçlarla; arı polenin fermente süt ürünü olan yoğurtta kullanım olanakları ortaya konularak; arı poleni içeren probiyotik yoğurdun fonksiyonel özellikleriyle fonksiyonel gıda üretimine alternatif oluşturulması ve insan sağlığına fayda sağlanması hedeflenmektedir. Bu kapsamda, i) arı poleni içeren probiyotik yoğurtların üretimi ii) arı polenin fermentasyon sırasında ve depolama boyunca probiyotik yoğurt starter kültürlerinin gelişimine etkisi, iii) arı poleni ile üretilmiş probiyotik yoğurtların mikrobiyolojik değerlerinin tebliğe uygunluğu, iv) yoğurtların antimikrobiyal özellikleri ve v) *in vitro* gastrointestinal sindirim modelinde mikroorganizmaların canlılığı belirlenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Yoğurt

Süt ürünlerinin, MÖ 10 000-5000 yılları civarında süt üreten hayvanların (inek, koyun, keçi, at, manda ve deve vb.) evcilleştirilmesiyle insan diyetine dahil edildiğine inanılmaktadır. Ancak; süt çabuk bozulan bir gıda olduğu için tüketim zorlukları yaşanmıştır. Orta Doğu’da çobanlar sütü, bağırsaktan yapılan torbalarda taşımışlardır. Bağırsak sularıyla temas eden süt kesilmeye ve ekşimeye başlamıştır. Bu durum, aynı zamanda sütün korunarak daha uzun süre saklanmasına da imkân sağlamıştır. Bu şekilde, kazara keşfedilen laktik asit fermentasyonu sayesinde yoğurt üretimi gerçekleştirilmiş olup sonraki yüzyıllar boyunca, ev yapımı yoğurt ve fermente süt ürünleri bilgisi tüm dünyaya yayılmıştır. Yoğurt kelimesinin koyulaştırmak, pıhtılaştırmak anlamına gelen Türkçe “yoğurmak” kelimesinden geldiğine inanılmaktadır. Yoğurt kelimesine; 11. yüzyılda Kâşgarlı Mahmud tarafından yazılan Dîvânu Lugâti’t-Türk ve Yusuf Has Hacib tarafından yazılan Kutadgu Bilig kitaplarında rastlanmaktadır. Metinlerde “yoğurt” kelimesinden bahsedilmekte ve göçebe Türkler tarafından ishal ve kramp gibi çeşitli hastalıkların semptomlarını azalttığı ve güneş yanığının tedavisinde kullanıldığı ifade edilmektedir (Fisberg ve Machado, 2015).

Araştırmacılar 20. yüzyıla kadar yoğurt tüketiminin sağlığa yararları hakkında bir açıklama yapmamışlardır. 1905 yılında Bulgar tıp öğrencisi Stamen Grigorov, günümüzde de hala yoğurt kültürü olarak kullanılan ve bir laktik asit bakterisi olan *Bacillus bulgaricus*’u (şimdiki adıyla *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) keşfeden ilk kişi olmuştur. Yllia Metchnikoff 1909’da Grigorov’un bulgularına dayanarak, Bulgar köylülerin uzun ömürlü ve sağlıklı olmalarını yoğurttaki *Lactobacillus* türleri ile ilişkili olduğunu öne sürmüştür. 20. yüzyılın başlarında ise yoğurt sağlığa olan faydalarıyla tanınmaya başlanmış ve eczanelerde ilaç olarak satılmıştır. Endüstriyel olarak yoğurt üretmeye yönelik ilk girişimler ise; Barselona’da Isaac Carasso’nun reçelli yoğurt üretmesiyle başlamış ve oğlu Daniel Carasso, Dannon’u (Fransa’da Danone) kurmuştur. İlk yoğurt laboratuvarı ve fabrikası 1932’de

Fransa’da açılmıştır (Chandan vd., 2017; Corrieu ve Be’al, 2016; Fisberg ve Machado, 2015).

Türk Gıda Kodeksi (TGK) Fermente Süt Ürünleri Tebliği’nde yapılan tanıma göre; ‘Yoğurt, fermentasyonda spesifik olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*’un birlikte kullanıldığı inkübasyon sonrasında pıhtısı kırılmamış (set) ya da kırılmış (stirred) formda elde edilen ve son tüketim tarihinde yeterli sayıda, canlı ve aktif starter bakteri bulunduran fermente süt ürününü’ ifade etmektedir (TGK, 2022).

Genel olarak yoğurdun besinsel bileşimi; starter kültür olarak kullanılan suşlar, süt türü (tam yağlı, yarım veya yağsız süt), elde edildiği hayvanın türü (inek, keçi, koyun, manda, koyun, deve, vb.), fermentasyon sürecindeki koşullar, tatlandırıcılar ve aroma için eklenen diğer bileşenler gibi birçok etkene bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Fazilah vd., 2018). Sütten yoğurt üretiminde; fermentasyon, pastörizasyon ve diğer üretim süreçleri yoğurdun besin içeriğini olumlu veya olumsuz etkileyebilmesine rağmen genel olarak yoğurt; yağ, protein, bazı mineral maddeler (kalsiyum, fosfor, magnezyum ile çinko) ve vitaminler (tiamin, riboflavin, niasin, pridoksin, folik asit ile siyanokobalamin) açısından süttten daha zengin bir içeriğe sahiptir (El-Abbadi vd., 2014; Fazilah vd., 2018; Gahruie vd., 2015).

Süt (100 ml), tam yağlı sade yoğurt (100 g) ve probiyotik yoğurt (100 g) bileşenlerine ait standart referans değerler Tablo 2.1’de yer almaktadır. Besin bileşenlerinin değerlendirildiği tabloya göre yoğurtların; azot, protein, toplam yağ, fosfor, riboflavin, toplam doymuş yağ asitleri ve toplam tekli doymamış yağ asitleri içeriklerinin süttten daha yüksek, laktoz içeriğinin ise daha düşük olduğu bildirilmektedir. Bununla birlikte yoğurdun; sağlığa faydaları kanıtlanmış birçok mineral madde, vitamin, yağ asitleri ve esansiyel aminoasitler açısından önemli bir kaynak olduğu görülmektedir (TÜRKOMP, 2023; USDA, 2023).

Tablo 2.1. Süt (100 ml), tam yağlı sade yoğurt (100 g) ve probiyotik yoğurdun (100 g) besin içeriği

Bileşenler	Birim	USDA*		TÜRKOMP**		
		Süt, tam yağlı (%3.25), D vitamini ilavesi	Yoğurt, sade, tam yağlı	Süt, pastörize, tam yağlı (%3)	Yoğurt, homojenize, tam yağlı (≥ %3.8)	Yoğurt, probiyotik, sade
Ulusal Veri Tabanı No/TÜRKOMP		1077	1116	01.02.0009	01.02.0015	13.02.001
Gıda Kodu						8
Enerji	kcal	61	94	61	69	75
Enerji	kJ	-	-	255	290	316
Su	g	88.1	81.3	87.84	86.39	84.84
Kül	g	0.8	0.75	0.71	1.04	0.99
Protein	g	3.27	8.78	3.32	4.53	4.47
Azot	g	0.51	1.38	0.52	0.71	0.70
Yağ, toplam	g	3.2	4.39	3.04	3.80	3.75
Karbonhidrat	g	4.63	4.75	5.09	4.24	5.95
Lif, toplam diyet	g	-	-	0.00	0.00	0.00
Lif, suda çözünür	g	-	-	0.00	0.00	0.00
Laktoz	g	4.81	2.61	2.67	4.28	3.76
Fosfor, P	mg	101	126	86	110	112
Kalsiyum, Ca	mg	123	111	523	132	95
Magnezyum, Mg	mg	11.9	10.7	12	13	15
Potasyum, K	mg	150	147	706	191	230
Sodyum, Na	mg	38	34	0	53	62
Çinko, Zn	mg	0.42	0.47	1.31	0.40	1.29
Selenyum, Se	µg	1.9	-	1.3	1.7	1.5
Tiamin	mg	0.056	0.055	0.041	0.048	0.026
Riboflavin	mg	0.138	0.244	0.138	0.200	0.143
Niasin	mg	0.105	0.227	0.073	0.166	0.124
B-6 vitamini, toplam	mg	0.061	0.044	0.018	0.023	0.097
B-12 vitamini	µg	0.54	-	0.48	0.42	-
A vitamini	RE	32	-	28	30	-
Retinol	µg	31	38	28	30	-
D vitamini, IU	IU	38.4	0	57	44	-
D-3vitamini (kolekalsiferol)	µg	0.96	<0.1	1.4	1.1	-
Yağ asitleri, toplam doymuş	g	1.86	2.39	0.00	2.265	-
Yağ asitleri, toplam tekli doymamış	g	0.688	0.958	0.00	1.058	-
Yağ asitleri, toplam çoklu doymamış	g	0.108	-	0.00	0.083	-
Kolesterol	mg	12	17	11	10	-

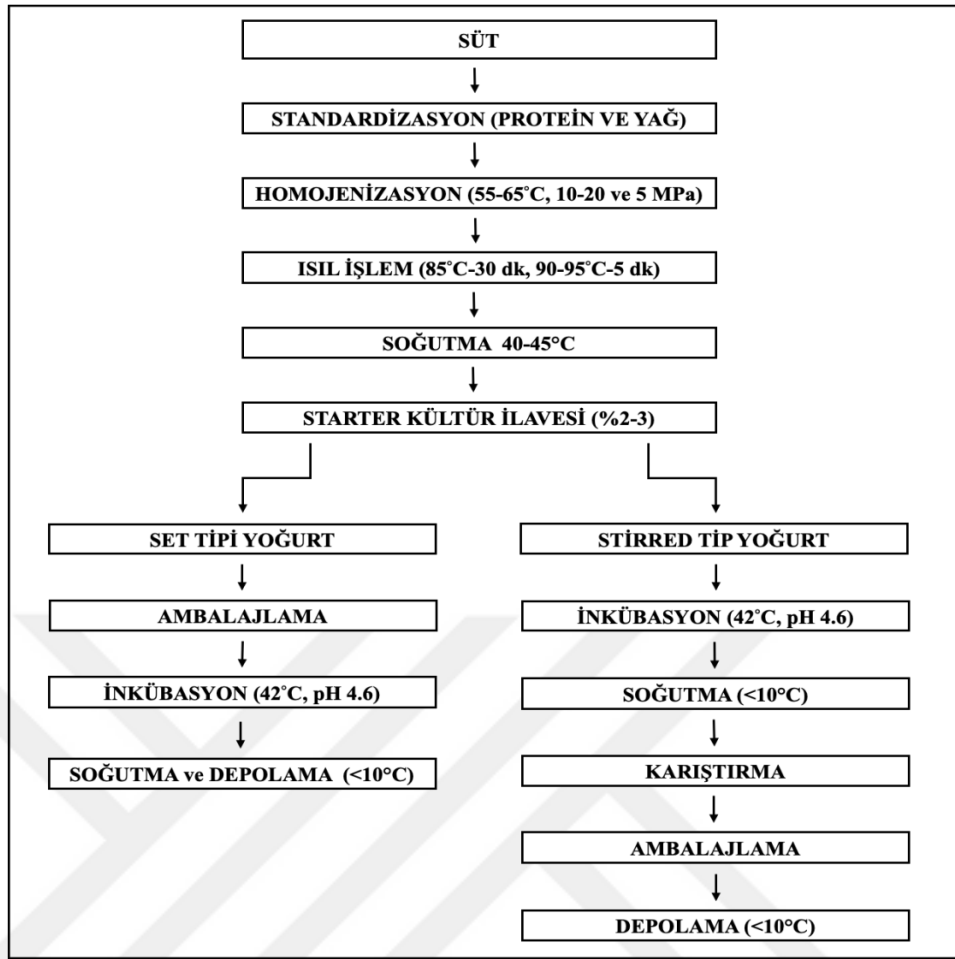
*Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) ulusal besin veri tabanından (National Nutrient Database for Standard Reference) uyarlanmıştır.

**Türkiye Tarım ve Orman Bakanlığı ulusal gıda kompozisyon (TÜRKOMP) veri tabanından uyarlanmıştır.

2.2. Yoğurt Üretimi

Yoğurt üretimi genel olarak; süt standardizasyonu, homojenizasyon, ısıl işlem (10 dak. 90 °C), soğutma (42 °C), fermentasyon (%2-3, w/w, starter kültür ilavesi ve 40-45 °C’de 3-4 saat pH 4.30-4.60’a kadar inkübasyon), soğutma (10 °C’nin altında) ve paketleme aşamalarından oluşmaktadır. Bu şekilde üretilen yoğurdun, raf ömrü soğutma sıcaklıklarında genellikle 4-7 haftalıktır (Meybodi vd., 2020).

Set tipi ve stirred (karıştırılmış) tip olmak üzere iki tür yoğurt üretimi yapılmaktadır. Endüstriyel olarak set tipi yoğurt üretilirken; öncelikle sütün yağ ve protein standardizasyonu yapılmaktadır (Das, 2019). Standardizasyon aşamalarından sonra homojenizasyon işlemi (10-20 MPa ve 5 MPa ile 55-65 °C) uygulanmaktadır. Süt yağı globüllerinin boyutunun küçülmesini sağlayan homojenizasyon işlemi fermentasyon veya depolama aşamalarında yağın yüzeyde birikmesini (kremalaşmayı) önlemekte, serum ayrılmasını azaltmakta ve yoğurtların kıvamını artırmaya yardımcı olmaktadır (Lee ve Lucey, 2010). Homojenizasyonun ardından süte ısıl işlem (85 °C’de 30 dak. veya 90-95 °C’de 5 dak.) uygulanmaktadır (Nagaoka, 2019). Böylece; elde edilecek yoğurdun fiziksel özellikleri iyileştirilmekte, saprofit ve patojen mikroorganizmalar inhibe edilmekte ve sütün yapısında doğal olarak bulunan enzimlerin inaktivasyonu sağlanmaktadır (Corrieu ve Be’al, 2016). Isıl işlem uygulanan süt, fermentasyon sıcaklığı olan 40-45 °C’ye soğutulduktan sonra *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* starter kültürleri ile inokülasyon işlemi gerçekleştirilip karıştırılarak inkübasyona bırakılmaktadır (Herdem, 2006). Fermentasyon süresince laktoz, sütün pH değerini düşüren laktik aside dönüşmekte ve pH 4.6’ya düşmektedir (Das, 2019). Yoğurtlar istenen pH değerine (pH 4.6) geldikten sonra daha fazla asit oluşumunu engellemek amacıyla soğuk hava deposuna alınarak hızlıca soğutulmaktadır (<10°C) (Corrieu ve Be’al, 2016). Set tipi yoğurt üretiminde aşamalar bu şekilde iken stirred tip yoğurt üretilirken pH 4.6’ya ulaşmış yoğurtlar karıştırıldıktan sonra ambalajlanarak soğutma ünitesine alınmaktadır. Soğuk ortama alınan yoğurtlar tüketiciye ulaşınca kadar 10 °C’nin altında depolanmaktadır (Lee ve Lucey, 2010). Yoğurt üretiminin akış şeması Şekil 2.1’de gösterilmektedir.



Kaynak: Corrieu ve Be'al, 2016; Lee ve Lucey, 2010

Şekil 2.1. Yoğurt üretim akış şeması

2.3. Yoğurt Üretiminde Kullanılan Starter Kültürler

2.3.1. Starter Kültürün Tanımı

Starter kültür; gıdalarda kontrollü ve güvenilir bir fermantasyonun sağlanması, ürüne özgü tat, yapı ve aroma gibi arzu edilen organoleptik özelliklerin kazandırılarak duyu niteliklerin geliştirilmesi, ürünün fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değiştirilerek teknolojik, beslenme veya sağlık avantajlarının sağlanması ve zararlı mikroorganizmaların gelişiminin kısıtlanması amacıyla kullanılan mikroorganizmalardır (Oğuz ve Andiç, 2019; Ruas-Madiedo, 2017). Gıdalarda starter kültür kullanımı sayesinde fermantasyon işlemi güvenli bir şekilde gerçekleşmekte ve daha uzun raf ömrü sağlanmaktadır. Fermantasyon sırasında kültürler tarafından üretilen organik asitler, diasetil, etanol, hidrojen peroksit ve bakteriyosinler gibi biyokoruyucular ile viskoziteyi artıran ekzopolisakkaritler (EPS) özellikle fermente süt ürünlerine diyetetik,

fonksiyonel ve nutrasötik özellikler kazandırmaktır (Ruas-Madiedo, 2017; Tamime 2006).

Yoğurt, duysal özelliklerinin yanı sıra sağlık yararları nedeniyle de dünya çapında popüler bir süt ürünüdür (Li vd., 2020). Yoğurt; *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* mikroorganizmaları tarafından laktik asit fermantasyonu ile üretilmektedir. Bu iki bakterinin sinerjistik etkileri, yoğurdun spesifik dokusuna, bileşimine ve duysal özelliklerine katkıda bulunmaktadır (Sumarmono ve Sulistyowati, 2015).

2.3.2. *Lactobacillus*

Lactobacillus cinsi bakteriler Gram pozitif, spor oluşturmayan, hareketsiz, anaerobik mikroorganizmalardır. Uzun ve ince formlardan, kısa kokobasillere kadar değişen ve ara sıra kısa zincirler oluşturan çubuk şeklindeki morfolojiye sahiptirler (Cannon vd., 2005). Optimum gelişme sıcaklığı, 30-40 °C olmakla beraber genel gelişme sıcaklıkları 2-53 °C arasındadır. Gelişme gösterdiği pH değerleri, 3-8 gibi geniş bir aralıktadır. *Lactobacillus* türleri; homofermentatif, heterofermentatif veya fakültatif heterofermentatif özellik göstermektedir (Pot vd., 2014). Glikoz fermantasyonu sırasında ana fermantasyon ürünü olarak laktik asit üretmekle beraber bazen küçük miktarlarda asetik ve süksinik asit de üretirler. *Lactobacillus* türleri; ürettikleri laktik asit, hidrojen peroksit ve bakteriyosin benzeri maddeler sayesinde patojen bakterilerin gelişmesini engellemektedirler. *Lactobacillus* türleri; insanlarda ağızda, gastrointestinal sistemde ve dişi genitoüriner sisteminde yaygın olarak bulunmaktadır. Bugüne kadar 70’den fazla farklı *Lactobacillus* türü tanımlanmış olup bunlardan sadece 34 tanesi tür düzeyinde tanımlanmıştır. *Lactobacillus* türleri endüstriyel gıda üretiminde kullanılan önemli organizmalardır. Yoğurt, peynir, turşu, lahana turşusu ve ekşi mayalı ekmek gibi gıdaları fermente etmek için kullanılmaktadırlar (Slover ve Danziger, 2008).

L. bulgaricus’un gelişme sıcaklığı 48-52 °C iken 45 °C’de iyi gelişme göstermektedir. Optimum gelişme gösterdiği pH değeri 5.2-5.5 arasında olan homofermentatif bir mikroorganizmadır (Yılmaz ve Temiz, 2003). *L. delbrueckii*, *Lactobacillus* cinsinin türü olup *L. delbrueckii* spp. *bulgaricus* ise bir alt türüdür. *L. bulgaricus*, glikozu laktik aside fermente edebilmekte, fruktoz, mannoz ve laktozu metabolize etmektedir. Yoğurt üretiminde starter kültür olarak kullanımı hem lezzet üretimi hem de asit üretme özelliğinden dolayı önemlidir. Ayrıca; *L. bulgaricus*’un

probiyotik özelliklere de sahip olduğu kabul edilmektedir (Oberg vd., 2022). *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* arasında proto-kooperasyon adı verilen süreç sütün fermantasyonu sırasında birbirlerinin gelişmesini ve ürünün asitlenmesini teşvik etmektedir (van de Guchte vd., 2006).

2.3.3 *Streptococcus*

Streptococcus cinsi bakteriler; Gram pozitif, hareketsiz, spor oluşturmayan, katalaz negatif, çiftler veya zincirler halinde oluşan koklardır. *Streptococcus* türlerinin çoğu fakültatif anaerob özellik gösterirken, bazıları zorunlu (katı) anaerob özellik göstermektedir (Patterson, 1996). Hücre çapları 0.8–1.2 µm arasında değişmekte olup zincir uzunlukları türüne ve kültür koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Optimum gelişme gösterdiği sıcaklık değeri 37 °C olup gelişme gösterdiği maksimum ve minimum sıcaklık değeri türlere göre değişmektedir. Birçok türü hayvanlar için patojen özellik göstermekte olup bazı türleri de ölümcül olabilmektedir (Kırma, 2016).

S. thermophilus; 45-52 °C arasında gelişebilmekte olup optimum pH değerleri 6.0-6.5 arasında değişiklik gösteren, aerobik ve fakültatif anaerob homofermentatif bir türdür (Yılmaz ve Temiz, 2003). *S. thermophilus*, süt ürünlerinin üretimi sırasında hızla asit üretmekle beraber laktozu ekzopolisakkaritlere, vitaminlere ve çeşitli aroma bileşenlerine metabolize etme yeteneğine sahiptir. Genellikle güvenli bir tür olarak kabul edilmekte ve ticari yoğurt üretimi sırasında starter kültür olarak kullanılmaktadır. Lezzetten sorumlu ana bakteri olarak yoğurdun duyu kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Dan vd., 2018; Wu vd., 2023).

2.4. Probiyotikler

Probiyotikler, Gıda ve Tarım Örgütü/Dünya Sağlık Örgütü tarafından “yeterli miktarlarda uygulandığında konakçıya sağlık yararları sağlayan canlı mikroorganizmalar” olarak tanımlanmaktadır. Probiyotik terimi “yaşam için” anlamına gelen, insanlar ve hayvanlar için yararlı etkileri olan bakterileri adlandırmak için kullanılmaktadır (FAO/WHO, 2006). Türk Gıda Kodeksi’nin ‘Etiketleme Yönetmeliği’ne (Sayı: 28157, 3. Mükerrer) göre ise probiyotik mikroorganizma ‘Gıdalarla belirli miktarlarda alındığında insan sağlığını olumlu yönde etkilediği kanıtlanmış olan canlı mikroorganizma suşlarını’ ifade etmektedir (TGK, 2011a).

Probiyotik olarak en yaygın kullanılan mikroorganizmalar arasında *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* ve *Saccharomyces* cinslerinden türler yer almaktadır. Diğer cinslerden ise *Bacillus*, *Propionibacterium*, *Streptococcus* ve *Escherichia* bulunmaktadır (Sanders vd., 2018). Hem *Lactobacillus* hem de *Bifidobacterium* cinsleri karbonhidratları, patojenik bakterilerin büyümesini engelleyen laktik aside fermente edebilen sakarolitik bakterilerdir. Yoğurt ve probiyotik takviyelerinde yaygın olarak bulunan bazı *Lactobacillus* türleri arasında; *L. acidophilus*, *L. bulgaricus*, *L. rhamnosus*, *L. plantarum*, *L. reuteri*, *L. salivarius*, *L. casei*, *L. lactis*, *L. johnsonii* ve *L. gasseri*, *Bifidobacterium* türleri arasında; *B. bifidum* (*animalis*), *B. lactis*, *B. longum*, *B. adolescentis*, *B. breve*, *B. infantis*, *B. thermophilum* ve *B. pseudolongum* yer almaktadır. Probiyotik özellik gösteren diğer cinslerin bazı türleri; *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *E. faecium*, *S. thermophilus*, *Clostridium butyricum*, *Escherichia coli*, *Propionibacterium freundendsreichii*'dir. *Saccharomyces boulardii* ve *S. cerevisiae* ise probiyotik mikroorganizmalar içindeki mayalardır (Alok vd., 2017; Mizock, 2015; Stavropoulou ve Bezirtzoglou, 2020).

Yoğurt ve yoğurt bazlı ürünler, dünyada en yaygın üretilen ve tüketilen gıda ürünlerindendir. *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt, dünya çapında pazarlanan en yaygın fonksiyonel gıda ürünleri arasında olup (O'Sullivan vd., 2016), starter mikroorganizmalar (*S. thermophilus* ve *L. bulgaricus*) ile probiyotik bakteriler arasındaki etkileşim, yoğurt üretiminde önemli bir unsur olarak kabul edilmektedir (Meybodi vd., 2020).

L. acidophilus; probiyotik bakteriler içinde en güvenilir olanlarının arasında kabul edilmektedir. Laktik asit ve karbondioksit üreten homofermentatif bir laktik asit bakterisidir. Birçok *L. acidophilus* suşu hidrojen peroksit, organik asit ve bakteriyosin üretmesi sayesinde Gram pozitif ve Gram negatif bakterileri inhibe etmektedir. Diyetetik ve tedavi edici özelliklerine ilişkin birçok çalışma bulunmaktadır. *L. acidophilus*; et, süt, meyve, sebze ve tahıl ürünleri gibi birçok gıdadan izole edilmektedir. Peynir, yoğurt, yoğurtlu içecekler, kefir, fermente tatlılar ve kırmızı üretiminde kullanılmaktadır (Anjum vd., 2013; Oberg vd., 2022).

Bifidobacterium cinsi bakteriler Bifidobacteriaceae familyasına ait mikroorganizmalardır. Gram pozitif, katalaz negatif, gaz ve spor oluşturmayan,

hareketsiz ve ipliksi olmayan yapıdaki anaerobik mikroorganizmalardır (Gomes ve Malcata, 1999; Ruas-Madiedo, 2017). Bifidobakteriler, ‘bifid’ adlarının sebebi olan hafifçe çatallanabilen (Y- veya V-şeklinde) pleomorfik basil şekline sahip olup tek, zincirler veya kümeler halinde bulunmaktadır. Optimum gelişme gösterdikleri pH değeri 6.5 ile 7.0 arasındadır ve genel olarak pH 4.5’in altında hayatta kalamazlar. İnsan kaynaklı *Bifidobacterium* türleri optimal olarak 36-38 °C’de gelişirken hayvansal kaynaklı olanlar 41-43 °C sıcaklıkta gelişmektedir. *B. thermacidophilum*, pH 4.0 ve 49.5 °C’de büyüeyebilen istisna bir türdür. Bifidobakteriler, katı anaeroblar olarak kabul edilmekte olup bazı türleri indirgeyici madde (örneğin; L-sistein) mevcut olduğunda farklı derecelerde oksijen toleransı gösterebilmektedir (*B. psychraerophilum*). Bu cins 48 taksondan (39 tür ve 9 alttür) oluşmaktadır (Ruas-Madiedo, 2017). Yoğurt üretiminde yaygın olarak kullanılan tür *B. bifidum*’dur.

2.5. Yoğurdun Sağlığa Faydaları

Yoğurt, üretildiği sütün özelliklerini taşımaktadır. Bu nedenle, yoğurdun sağlık yararları; sütün besinsel değeri, fermantasyon süresince üretilen metabolitler ve oluşan bakteri hücreleri nedeniyle kümülatiftir (Chandan vd., 2017).

Yoğurt; antikanserojenik, antiobezojenik, antiaterosklerotik, antihiperlipidemik, antiinflamatuvar, antidiyabetik aktiviteye sahip, kemik gelişimini destekleyen, bağırsak mikrobiyotasını geliştiren ve laktoz intoleransında kullanılan bir gıdadır. Yapılan çalışmalarda; kan şekeri kontrolü sayesinde diyabet tedavisinde kullanılabildiği, gastrik geçiş süresinde artış ve iştah baskılayıcı etkileri sayesinde gıda alımında azalma ve doğal olarak enerji harcamasındaki artış ile obezite tedavisinde kullanılabildiği, biyoaktif peptitler ile kan basıncı kontrolünü sağladığı ve antiaterosklerotik aktivite gösterebildiği, azalmış plazma kolesterolü ile antihiperlipidemik özellik sergilediği, besinlerin sindirimi, biyoyararlanımı ve bağırsak geçiş süresini artırarak bağırsak mikrobiyotasını geliştirdiği rapor edilmektedir (Aksu ve Özbey, 2021; Fernandez vd., 2017).

2.5.1. Bağırsak Mikroflorası ve Bağışıklık Sistemini Güçlendirici Etki

Laktik asit bakterileri (LAB), zararlı patojenlerin gastrointestinal mukozaya erişmesini önleyen önemli bir özelliğe sahiptir. LAB’nin, immünomodülatör ve antimikrobiyal aktivitelerine katkıda bulunan çeşitli faktörler; düşük pH, organik asitler,

karbondioksit, hidrojen peroksit, bakteriyosinler, etanol ve diasetil üretimi dahil olmak üzere besin için rekabet etmeleri şeklinde tanımlanmıştır (Adolfsson vd., 2004).

LAB ve yoğurdun immün sistemi uyarıcı etkileri de dahil olmak üzere potansiyel terapötik etkilerinin, öncelikle gastrointestinal (GI) mikrobiyotik yoğurdun neden olduğu değişikliklere bağlı olduğu görülmektedir. Bağırsaklarda artan miktarda LAB, patojenik bakterilerin büyümesini baskılayabilmektedir. Bu durum, enfeksiyonun azalmasına ve yüksek antikanserijen etkilere katkıda bulunabilmektedir. Canlı veya biyolojik olarak aktif LAB bağırsağa girdikten sonra bağırsakla ilişkili lenfoid dokunun spesifik ve spesifik olmayan immün tepkilerini ve sistemik immün yanıtı aktive edebilmektedir. LAB; immün sistemi uyarıcı özelliklere sahip olan peptidoglikan, polisakkarit ve taykoik asit gibi hücre duvarı bileşenlerine sahiptir. Yoğurt tüketimi ve oral LAB uygulamasının konakçı bağışıklık sistemini uyardığı bildirilmektedir (Meydani ve Ha, 2000).

T-lenfosit (timus kaynaklı lenfositler) proliferatif yeteneği, mononükleer hücre fagositik kapasitesi ve doğal öldürücü hücre tümörisidal aktivitesi dahil olmak üzere birçok LAB suşunun hücre aracılı immün tepkileri arttırdığı bildirilmektedir (Makino vd., 2006). Yoğurt; fermentasyon ile üretilen peptidler, yüksek miktardaki sistein ve konjuge linoleik asit (CLA) ile bağışıklığı arttırıcı etkiye katkı sağlayabilmektedir (Meydani ve Ha, 2000). Yapılan bir çalışma, Human Immunodeficiency Virus (HIV) bulunan bireylerde probiyotik yoğurt tüketiminin CD4 (bağışıklık fonksiyonu) sayısında artış sağladığı tespit edilmiştir (Irvine vd., 2010). Başka bir çalışmada ise yaşlı bireylerde yoğurt alımının doğal öldürücü hücre aktivitesini artırdığı ve solunum yolu enfeksiyonu (soğuk algınlığı ve grip virüsü enfeksiyonu) riskini azalttığı saptanmıştır (Makino vd., 2010).

2.5.2. Antimikrobiyal Aktivite

LAB'nin patojenik bakterilere, özellikle Gram negatif patojenlere karşı inhibe edici aktivitesi için çeşitli mekanizmalar öne sürülmekte olup bu mekanizmalar; organik asitler, diasetil, asetaldehit, hidrojen peroksit, yağ asitleri, etanol, enzimler ve bakteriyosin üretimi ve patojenik bakterilerle kolonizasyon bölgeleri için rekabeti içermektedir (Mirzaei vd., 2018; Soomro vd., 2002). Reseptörler veya endotel hücrelerine yapışmak için rekabet eden LAB, patojenlerin bağırsak epiteline erişimini

engellemekte, antimikrobiyal bileşikler ve proteolitik enzimler üretmektedirler (Michels vd., 2020). Fermente süt ürünlerinin tüketimi, midenin pH değerini düşürerek patojen mikroorganizmaların gelişmesini ve geçişini sınırlandırmaktadır (Gahrue vd., 2015).

2.5.3. Kardiyoprotektif ve Lipid Metabolizması Üzerindeki Etkileri

Yoğurt, kalp sağlığını etkileyen biyoaktif peptitler içermektedir. Bu peptitler; antihipertansif etki sergilemektedir. Süt ürünleri, kan basıncı da dahil olmak üzere kardiyovasküler hastalıklar (KVH) için risk faktörleri üzerinde faydalı etkilere sahip olabilmektedir. Ayrıca; kardiyovasküler hastalık riskinin azalmasıyla ilişkili olan yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) kolesterolü de yükseltmektedir (Astrup, 2014).

Buendia vd., (2018) hipertansiyonlu bireyler ile yaptıkları çalışmada yoğurt tüketiminin, kardiyovasküler hastalıklar riski (miyokard enfarktüsü ve inme) ile ters ilişkili olduğunu bulmuştur. Moreno vd., (2015) tarafından Avrupa'daki ergenler üzerinde yapılan çalışmada; yoğurt, süt ve yoğurt bazlı içeceklerin tüketimi daha düşük vücut yağı ve KVH riski, daha yüksek kardiyorespiratuar zindelik ile ilişkilendirilmiştir. Ivey vd., (2011) yoğurt tüketimi ile karotis arter intima-media kalınlığı (CCA-IMT) arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmada, yoğurt tüketiminin CCA-IMT ile negatif ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Obezite ve kronik hastalıklar üzerine etkisi ile ilgili çalışmalar sınırlı olsa da yoğurt lipid profilleri ve kronik inflamasyon üzerinde olumlu sonuçlar göstermiştir (Pei vd., 2017). Sağlıklı veya hiperkolesterolemik bireyler ile yapılan bazı çalışmaların sonucunda, yoğurt tüketiminin toplam serum kolesterolü, düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterolü düşürdüğü ve LDL/HDL oranını düşürdüğü, bazı çalışmaların ayrıca HDL kolesterolü yükselttiği de tespit edilmiştir (Fabian ve Elmadfa, 2006; Ferro vd., 2020; Pa'rraga-Martí'nez vd., 2014; Sadrzadeh-Yeganeh vd., 2010; Sengupta vd., 2018).

2.5.4. Antikanserojenik Özellik

Fermente süt ürünlerinin birçok kanser türüne karşı etkili olduğu çeşitli epidemiyolojik araştırmalar sonucunda doğrulanmaktadır. Deneysel çalışmalar ile LAB'nin, kanser hücrelerinin oluşmasını önlediği veya mevcut kanser hücrelerini bastırarak antikarsinojenik aktivite sergilediği belirtilmektedir. (Demirgöl ve Sağdıç,

2018). LAB hücre duvarlarında bulunan ve mutajenleri bağlayan peptidoglikanlar ve polisakkaritlerin aktivitesi ile N-nitrozaminler ve heterosiklik aromatik aminler gibi kanserojen maddeleri inaktive edebilmektedir. LAB, kolonda prokarsinojenleri karsinojenlere dönüştüren β -glukuronidaz, nitroredüktaz ve azoredüktazın fekal enzim aktivitesini de azaltmaktadır (Michels vd., 2020). Bu bilgiler doğrultusunda yapılan araştırmalar incelendiğinde; Yang vd., (2019) diyet lifi ve yoğurt tüketiminin akciğer kanseri riskinde azalma ile ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan bazı çalışmalarda yoğurt tüketiminin mesane, kolon ve kolorektal kanser riskini azalttığı (Larsson vd., 2008; Pala vd., 2011) saptanmış olup, deney hayvanları ile yapılan çalışmalar sonucunda da benzer şekilde yoğurttan izole edilen *L. acidophilus* bakterisinin meme kanserinde tümör büyüme hızını azalttığı ve lenfosit çoğalmasını artırdığı tespit edilmiştir (Maroof vd., 2012).

2.5.6. Obezite

Yoğurdun obezite, diyabet ve metabolik sendrom gibi hastalıklar üzerindeki olumlu etkisi; tokluk hissi oluşturmaya ve doğal olarak enerji alımının azaltılması ile açıklanmaktadır. Yoğurdun protein içeriği ve bileşiminin, gastrointestinal hormon salgılanmasını indükleyerek iştah kontrolüne katkıda bulunduğu, bunun sonucunda tokluğun artması, kısa süreli gıda alımının baskılanması ve diyetle bağlı termojenezin olduğu öne sürülmektedir. (Fernandez vd., 2017). Bununla birlikte; yoğurdun viskoz dokusu, enzimatik hidrolizin süresini artırarak mide boşalma hızını da azaltabilmektedir (Fazilah vd., 2018; Pei vd., 2017). Yapılan bazı çalışmalar sonucunda yoğurt tüketiminin daha az açlık ve daha yüksek tokluk hissi oluşturduğu saptanmıştır (Chapelot ve Payen, 2010; Tsuchiya vd., 2006). Bir başka çalışma ise yüksek miktarda yoğurt tüketiminin düşük miktarda tüketime göre obezite insidansını düşürdüğünü kanıtlamıştır (Martinez-Gonzalez vd., 2014).

2.5.7. Diyabet

Büyük ölçekli çalışmalar sonucunda yoğurt tüketiminin tip 2 diyabet gelişimine karşı koruma sağlayabildiği görüldüğünden yoğurt, sağlıklı bir beslenme düzenine dahil edilmektedir (Salas-Salvadó vd., 2017). Yapılan bazı çalışmalar probiyotik yoğurt tüketiminin, tip 2 diyabetli hastalarda hemoglobin A1c (HbA1c) ve bazı inflamatuvar belirteçleri azaltabildiğini (Mohamadshahi vd., 2014) veya kan şekeri ile HbA1c düzeyinde önemli bir düşüş sağladığını göstermektedir (Bayat vd., 2016). Chen vd.,

(2019) yaptıkları çalışmada ise hamilelik sırasında probiyotik yoğurt tüketiminin gestasyonel diyabet riskini azaltmada etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

2.5.8. Laktoz İntoleransı

Laktoz malabsorpsiyonu, kişinin laktozu sindirememesiyle karakterize edilen bir durumdur. B-galaktosidaz yeterli seviyelerde üretilmediğinde, laktoz sindirilmeden kalır ve kolon organizmaları tarafından fermente edildiği kalın bağırsağa geçer, bu da gazların ve asitlerin oluşumuna ve ozmotik yükte artışa neden olmaktadır. Ortaya çıkan semptomlar arasında ishal, gaz ve şişkinlik olabilmektedir. Yoğurt mikroorganizmalarının laktoza karşı koruyucu bir etkiye sahip olduğu ileri sürülmektedir. Spesifik olarak, yoğurt kültürü organizmaları *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus*, laktoz kullanım yollarının bir parçası olarak β -galaktosidaz üretmekte ve *in vivo* olarak laktoz sindirimini geliştirebilmektedirler. Yoğurt fermantasyonu sırasında sütte bulunan laktoz karbon kaynağı olarak kullanılsa da fermantasyon sonunda üretilen yoğurt yüksek miktarda laktoz içermektedir. Yoğurt tüketildiğinde, hücre içi β -galaktosidaz içeren canlı yoğurt mikroorganizmaları lümen β -galaktosidaz salgılamaktadır. Böylece fermantasyon sonrası yoğurtta bulunan laktozun bakteriyel β -galaktosidaz tarafından hidrolize edilmesiyle oluşturulan monosakkaritler bağırsak epitelinden emilmektedir (Kok ve Hutkins, 2018; Savaiano, 2014).

Masoumi vd., (2020) yaptıkları çalışmada yoğurt ve probiyotik yoğurdun (*L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. ile zenginleştirilmiş) laktoz intoleransı olan hastalarda laktoz intoleransı semptomlarını azalttığını tespit etmişlerdir. He vd., (2007) yaptıkları çalışmada ise yoğurt takviyesinin laktoz intoleransı olan deneklerde semptomları hafiflettiğini belirtmişlerdir.

2.5.9. Kemik Sağlığı

Yoğurdun pH değerinin fermantasyon yoluyla düşmesi, mineral emilimi için ideal olan asidik ortamı oluşturmaktadır. Bu durum yoğurdun mineral (kalsiyum, fosfor, demir vb.) emiliminin ve biyoyararlanımının süttten daha yüksek olmasını sağlamaktadır (Chandan vd., 2017; El-Abbadi vd., 2014; Rizzoli, 2017). Laird vd., (2017) yaptıkları çalışma sonucunda yoğurt alım sıklığı ile kemik yoğunluğu, kemik biyobelirteçleri ve fiziksel işlev göstergeleri arasında önemli pozitif ilişkiler gözlemiş olup yoğurdun yaşlı

bireylerde kemik sağlığını korumak için değerli bir sağlık stratejisi olabileceği belirtilmiştir.

2.6. Arı Poleni

Tarım ve Orman Bakanlığı, Arıcılık Yönetmeliği'ne (Sayı: 28128) göre arı ürünleri; 'Arıcılık çalışmaları sonunda üretilen bal, polen, balmumu, propolis, arı sütü ve arı zehrini' ifade etmektedir (Anonim, 2011). Bal, balmumu, arı poleni, propolis, arı sütü, arı zehri ve arı ekmeği başlıca arı ürünleri olup bunlar içinde arı poleni, besin ve tıbbi değeri yüzyıllardır bilinen bir gıdadır (Hegazi, 2012).

Polen, çiçekli bitkilerin erkek gametofit birimleridir (Aylanc vd., 2021). Arı poleni ise, iřçi bal arıları tarafından bal, nektar veya tükürük bezi salgısı eklenmiş granül formdaki bir polen kütesidir (Choi vd., 2015; Kocot vd., 2018). Arılar, arka ayaklarını kullanarak polen sepetlerini doldurup polenleri kovanlara taşımaktadır. Arıcılar, peletleri arıların bacaklarından ayırmayı sağlayan ve kovanlarının girişinde bulunan polen tuzaklarını kullanarak arı polenlerini toplanmaktadır (Jannesar vd., 2017; Végh vd., 2021).

Arı poleni, sağlık ve beslenme uygulamalarında değerli bir apiterapötik ürün olarak kabul edilmektedir (Estevinho vd., 2012; González vd., 2005; Kačániová vd., 2011). Arı polenin besinsel ve terapötik özelliklerinin incelendiği çalışmalarda; antimikrobiyal, antifungal, antioksidan, antiradyasyon, hepatokoruyucu, kemopreventif ve antikanser aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Arılar, poleni yüksek protein ve karbonhidrat, lipid, mineral, vitamin, karotenoid, fenolik bileşik, flavonoid, sterol ve terpen içeriğinden dolayı besin kaynağı olarak kullanmaktadırlar (Feás vd., 2012). Arı poleni; karbonhidrat, protein, enzim, yaę asitleri, karotenoid, fenolik bileşik, flavonoid, sterol, terpen, mineral ve vitamin açısından zengin bir ürün olup serbest amino asit içeriğinin fazla olması, temel 22 amino asidi ve Omega-3, Omega-6 gibi yaę asitlerini de içermesi nedeniyle insan beslenmesi için de önemli bir yere sahip olmaktadır (Estevinho vd., 2012; Feás vd., 2012; Hani vd., 2012).

Arı polenin fiziksel, kimyasal, biyolojik özellikleri ile besin değeri; toplandığı çiçek çeşitliliğine, toprak tipine, bölgenin coğrafik konumuna, iklim koşullarına, arıcılık uygulamalarına (toplanma ve ambalajlama şekli, muhafaza koşulları) ve arı ırkına bağlı

olarak farklılıklar göstermektedir (Didaras vd., 2020; Sandıkçı Altunatmaz ve Yılmaz Aksu, 2016; Silici, 2019).

Arı polenin bileşiminde; karbonhidratlar, indirgen şekerler, proteinler, esansiyel amino asitler, lipidler, yağ asitleri, vitaminler, mineraller ve nükleik asitler olmak üzere en az 200 biyolojik olarak aktif madde bulunmaktadır (Kurek-Górecka vd., 2020).

Nem içeriği, arı polenin güvenliğinde önemli bir rol oynamakta olup raf ömrünün ana belirleyicisidir. Taze toplanan ürünlerin su içeriği, kurutulmadan önce %20 ile %30 arasında değişmektedir. Yeterli mikrobiyolojik stabilite genellikle kurutma ile sağlanmakta ancak C vitamini veya provitamin A gibi ısıya duyarlı bileşenleri korumak için dondurma ve liyofilizasyon gibi alternatif yöntemler de kullanılmaktadır (Végh vd., 2021). Kurutulmuş polenin nem içeriği %4-8 arasına düşürülmelidir. Kurutulan polenin de soğukta saklanması önerilmektedir (Başdoğan vd., 2019). Arı polenin yüksek su içeriğinin olması, mikroorganizmaların özellikle de mayaların ve küflerin gelişmesini teşvik ederek mikotoksin problemlerine yol açmaktadır (Thakur ve Nanda, 2020).

Arı polenindeki su içeriği, bu üründeki diğer tüm bileşenlerin miktarlarını belirleyen çok önemli bir faktördür. %3'ten daha az nem içeren polen, renk bozulmasına ve istenmeyen kimyasal reaksiyonlara (Maillard reaksiyonu, lipidlerin oksidasyonu) yol açarak uygun olmayan koku ve tada sahip bir ürüne dönüşebilmektedir (Kieliszek vd., 2017).

Arı poleni, %15-60 arasında karbonhidrat içermektedir. Üretildiği çiçek türü ve polenlerin toplandığı koşullar karbonhidrat içeriği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Ares vd., 2018). Karbonhidratlar, toplam polen kuru ağırlığının yaklaşık 2/3'ünü oluşturan arı polenin en büyük bileşenidir. Polen, monosakkaritlerden fruktoz ve glikoz, dissakkaritlerden sükroz, turanoz, maltoz, trehaloz ve erloz (Kieliszek vd., 2017), polisakkaritler ve oligosakkaritler gibi diğer karbonhidratları içermektedir (Li vd., 2018). Arı poleni bileşiminde ayrıca selüloz, hemiselüloz, pektin, nişasta, kalloz ve lignin gibi diyet liflerini de bulundurmaktadır (Thakur ve Nanda, 2020).

Arı poleni, çok yüksek protein içeriği ile karakterize edilmektedir. Arı polenin protein içeriği kaynak bitkiye bağlı olmak üzere %7'den %35'e kadar büyük ölçüde değişiklik göstermekte ve bazı durumlarda bu oran %40'a kadar çıkabilmektedir. Polende, ayrıca önemli miktarda nükleik asit de vardır. Polen proteini; albuminler, globulinler, glutelinler, prolaminler ve diğer protein fraksiyonlarını içermektedir. Prolin, polende önemli bir serbest amino asittir ve toplam serbest amino asit içeriğinin yarısını önemli ölçüde aşabilen miktarlarda bulunmaktadır (Kieliszek vd., 2017). Arı polenin içeriğinde bulunan aminoasitlerdeki farklılıklar, arıcılığın yapıldığı bölgeye, mevsime ve botanik çeşitliliğe göre değişiklik göstermektedir. Genel olarak arı polenlerinin çeşitli kombinasyonlarda esansiyel olan ve olmayan aminoasit içeriğine sahip olduğu bilinmektedir. Arı poleni ile yapılan çalışmalar sonucunda; esansiyel aminoasitleri (arginin, histidin, lösin, izolösin, lisin, metiyonin, fenilalanin, treonin, triptofan, valin) ve prolin, glisin ve serin gibi diğer aminoasitleri de içerdiği görülmektedir. Ancak; mevsimsel değişiklikler polenlerin bileşimindeki aminoasit kombinasyonunun farklılaşmasına sebep olduğu gibi bu kombinasyondaki baskın aminoasitlerin değişmesine de yol açmaktadır (Bakkaloğlu, 2021; Erdoğan ve Dodoloğlu, 2005; Li vd., 2018). Proteinler, karbonhidratlardan sonra polendeki en büyük bileşendir ve bal arısının beslenme gereksinimlerini karşılamaktadır. Bunun yanı sıra yüksek düzeydeki esansiyel aminoasit içeriği sayesinde insanlar için yüksek besin değeri sağlamaktadır (Thakur ve Nanda, 2020).

Polenin, toplam lipit içeriği %1-13 arasında değişiklik göstermektedir. Bu yüksek değişkenlik; polenin türüne, yağ asitlerine, karotenoidler ve lipofilik vitaminlerdeki içerikten kaynaklanmaktadır (Mărgăoan vd., 2019). Doymamış yağ asitleri olarak palmitoleik asit, oleik asit, α -linolenik asit, linoleik asit, γ -linolenik asit, araşidonik asit ve doymuş yağ asitleri olarak kaproik, kaprilik, laurik, miristik, palmitik ve stearik asit içermektedir (Kurek-Górecka vd., 2020; Rzepecka-Stojko vd., 2015). Doymamış ve doymuş yağ asitlerinin içeriğinin toplamı sırasıyla %61.9 ve %38.1'dir (Kieliszek vd., 2017). Arı poleninde ayrıca düşük seviyelerde fosfolipidler (%1.5) ve fitosteroller (özellikle β -sitosterol) (%1.1) de bulunmaktadır (Komosinska-Vassev vd., 2015).

Arı poleni; B-kompleks (B1, B2, B6) vitaminleri, C vitamini, pantotenik, nikotinik ve folik asit, biotin, rutin ve inositol gibi suda çözünen vitaminleri ve A

(özellikle β -karoten), D ve E gibi yağda çözünen vitaminleri içermektedir. Arı polenininde suda çözünen vitamin içeriği ortalama %0.6 ve yağda çözünen vitamin içeriği ise %0.1 olup toplam vitamin içeriği %0.7'dir (Komosinska-Vassev ark., 2015).

Kül içeriği ise %2-6 arasında değişiklik göstermekte (Campos vd., 2008) olup demir (Fe), kalsiyum (Ca), fosfor (P), potasyum (K), bakır (Cu), çinko (Zn), selenyum (Se), sodyum (Na), klor (Cl), iyot (I), manganez (Mn), kobalt (Co), nikel (Ni) ve magnezyum (Mg) gibi 25'in üzerinde farklı mikro ve makro mineral içermektedir (Didaras vd., 2020; Erdoğan ve Dodoloğlu, 2005). Asetik, sitrik, laktik, malik, oksalik, tartarik, süksinik asit gibi organik asitleri de içeren arı poleninde glukonik asit en yüksek konsantrasyonda bulunmaktadır (Mărgăoan vd., 2019).

Polifenoller, çiçek arısı polenininde antioksidatif aktivitesini belirleyen bileşenlerdir. İçerikleri %3-5 arasındadır ve hammaddenin kaynağına bağlı olarak önemli ölçüde değişebilmektedir. Arı polenindeki fenolik bileşikler polen yüklerinin kalitesinin önemli bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Arı polenindeki polifenol bileşikler; yapılarına göre flavonoidler ve fenolik asitler olarak ayrılmaktadır. Fenolik asitler, polenin biyoaktif bileşenleridir. Arı polenindeki içerikleri ortalama %0.19 olup gallik, protokatekuik, kafeik, ferulik, klorogenik ve kumarik asit içerdiği fenolik asit yapılarıdır. Arı poleninde bulunan polifenoller arasında en önemli bileşik grubunu çeşitli form ve tiplerde flavonoidler oluşturmaktadır. İçerdiği flavonid yapıları; flavonlar (luteolin, apigenin ve krisin), flavonoller (kuersetin, rutin, kaemferol, mirisetin, galangin) flavanonlar (naringenin, pinocembrin) ve izoflavonlardan (genistein, selagin) oluşmaktadır. Bunlara ek olarak diğer flavonidlere kıyasla az miktarda olsa da lökoantosiyanidin ve kateşin yapısındaki flavonoidleri de içermektedir. Toplam flavonoid içeriği ise %0.25 ile %1.4 arasında değişmektedir (Aylanc vd., 2021; Rzepecka-Stojko vd., 2015).

2.7. Arı Poleninin Sağlığa Faydaları

Arı poleni, doğal bir sağlık takviyesi olarak yaygın bir şekilde tüketilmektedir (Choi vd., 2015). Sahip olduğu sayısız terapötik özellik ve zengin biyoaktif bileşikler ile; antioksidan, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antikarsinojenik, kemopreventif, antialerjenik, immünomodülatör, hepatoprotektif, antiaterosklerotik (Nascimento ve Luz Jr, 2018), kardiyoprotektif, antianemik, antiosteoporoz ve diüretik (Mărgăoan vd., 2019)

aktiviteler sergilemektedir. Sağlığın korunması, vücut direncini artırması ve dengeli beslenme için tüketilen arı polenin; ek olarak zihinsel ve bedensel yorgunlukları gidermesi, çocukların sağlıklı gelişimini sağlaması ile düşünme, araştırma ve çalışma gücünü arttırması, kansızlığı gidermesi ve sporcu performansını arttırması açısından da olumlu etkilere sahip olduğu rapor edilmektedir (Konar vd., 2010). Ayrıca; vücudu gençleştirme, organları ve bezleri uyarma, canlılığı arttırmakta ve daha uzun bir yaşam süresi sağlamaktadır. Yeterli bilimsel kanıtlar bulunmamasına rağmen enerji, hafıza ve performansı arttırmak için kullanılmıştır. Arı poleni; fiziksel ve zihinsel yeteneklerin, özellikle konsantrasyon ve hafıza yeteneğinin artmasını sağlamakta, yavaşlayan metabolik fonksiyonları harekete geçirip kalp, damar ve solunum sistemlerini güçlendirmektedir (Hegazi, 2012).

2.7.1. Antioksidatif Aktivite

Arı poleninde bulunan flavonoidler sahip olduğu yüksek antioksidan potansiyeli ile serbest radikalleri ve reaktif oksijen türlerini (ROS) temizlemekte ve buna bağlı olarak mutajenik reaksiyonları engellemektedir. Arı polenin antioksidan etkisi, antioksidan enzimlerin aktivitesinin yanı sıra içerdiği fenolik maddeler, karotenoidler, C ve E vitamini içeriği ile de ilişkilendirilmektedir (Denisow ve Denisow-Pietrzyk, 2016). Çeşitli polifenolik bileşiklerin yüksek içeriği sayesinde arı polenin yüksek antioksidatif etki gösterdiği birçok araştırma sonucunda (Carpes vd., 2007; Graikou vd., 2011; Kaškonienė vd., 2020; LeBlanc vd., 2009; Leja vd., 2007) bildirilmiştir.

2.7.2. Bağışıklık Üzerindeki Etkileri

Arı polenindeki aktif bileşikler; humoral bağışıklık hücrelerinin ve fagositlerin sayısını ile aktivitesini arttırmak, kırmızı kan hücrelerinin sayısını arttırmak, antikor oluşumunu hızlandırmak ve antikorların yok edilmesini geciktirmek için hayati öneme sahiptir (Algethami vd., 2022).

Yapılan bazı çalışmalar ile arı polenin bağışıklık sistemini güçlendirdiği kanıtlanmıştır (Attia vd., 2013; De Oliveira vd., 2013; Li vd., 2009). Qin ve Sun (2005) tarafından yapılan bir çalışma sonucunda polen etanol ekstraktının uygulanmasının farelerde hücre bağışıklık tepkisini geliştirdiği tespit edilmiştir. Ishikawa vd., (2008) arı polenin mast hücrelerinin aktivasyonunu engelleyerek anti-alerjik reaksiyonu

artırabildiğini böylece alerjik reaksiyonların hem erken hem de geç fazı üzerinde etki gösterebildiğini yapılan analizler sonucunda rapor etmişlerdir.

2.7.3. Antiinflamatuvar Etkiler

Arı poleni güçlü bir antiinflamatuvar etkiye sahiptir. Antiinflamatuvar etkinin mekanizması, dokularda inflamatuvar süreç mediatörlerinin gelişmesinden sorumlu olan enzimlerin inhibe edilmesi ile ilgilidir. Flavonoidler ile fenolik asitlerin bu tür eylemlerden sorumlu olmasının yanı sıra yağ asitleri ve fitosteroller de bu süreçte yer almaktadır (Komosinska-Vassev vd., 2015). Yapılan deneysel bir araştırmada, farelere çam poleni ekstraktı verilmesinin antiinflamatuvar etki gösterdiği saptanmış olup bu etkinin polifenoller, yağ asitleri ve fitosteroller sayesinde gerçekleştiği rapor edilmiştir (Choi, 2007).

2.7.4. Kardiyoprotektif Etkiler

Arı polenin kardiyovasküler sistem üzerindeki yararlı etkileri; esansiyel doymamış yağ asitleri, E vitamini, fitosteroller, fosfolipidler ve flavonoidlerin varlığı ile bağlantılıdır. Ayrıca; bir izoflavon yapısına sahip olan genistein, östrojen reseptörlerine bağlanma kabiliyeti nedeniyle bir fitoöstrojen olarak kabul edilmekte ve bu özellik arı polenin hipolipidemik ve antikanserojenik özelliğe sahip olmasını sağlamaktadır. Yapılan bazı çalışmalar arı polenin antiaterosklerotik ve hipolipidemik etki gösterdiğini, kan trombosit agregasyonu inhibisyonu sağladığını belirtmektedir (Rzepecka-Stojko vd., 2015). Shen vd. (2019) yaptıkları çalışmanın sonucunda arı poleni tüketiminin deney farelerinde miyokard enfarktüsünün önlenmesine yardımcı olduğunu böylece arı polenin kardiyokoruyucu etkiye sahip olduğunu doğrulamıştır. Benzer şekilde Yıldız vd. (2013) da deney fareleri ile yaptıkları çalışmada arı polenin kolesterol ve trigliserit düzeylerini düşürdüğünü bu sayede koroner kalp hastalığından korunmada önemli rol alabileceğini rapor etmişlerdir. Rzepecka-Stojko vd., (2017) tarafından yapılan bir çalışma da arı polenin total kolesterol, oksitlenmiş LDL, anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) ve anjiyotensin dönüştürücü faktör (ACEF) seviyelerini önemli ölçüde azalttığı rapor edilmiştir.

2.7.5. Hepatoprotektif Etkiler

Serum veya plazmadaki aspartat transaminaz (AST) ve alanin transaminaz (ALT) karaciğer hasarına özgüdür. ALT ve AST enzimlerinin aktivitelerini ölçmek

hepatosit hasarlarını teşhis etmenin en basit yöntemidir. Deney hayvanları ile yapılan çalışmada polen takviyesinin; lipid peroksidasyonunun önlenmesinde etkili olduğunu, vücut ağırlığını, AST ve ALT enzim düzeylerini, histolojik hasarı ve apoptozu azalttığı tespit edilmiştir (Yıldız vd., 2013). Benzer şekilde Farag ve El-Rayes (2016)'de arı polenin serum AST ve ALT seviyelerinde önemli ölçüde azalma sağladığını bildirmişlerdir.

2.7.6. Antikanserojenik Etkiler

Arı poleni, bazı kanser türlerine karşı antitümör potansiyeli göstermektedir. Bu potansiyel, reaktif türleri uzaklaştırarak veya etkisiz hale getirerek etki gösteren bileşiklerin antioksidan kapasiteleri ile ilgili olabilmektedir. Arı poleninde büyük öneme sahip olan flavonoidlerden biri olan kuersetin, tümör hücrelerinde spesifik genlerin ekspresyonunu bloke etme yeteneğine sahiptir. Rutin ve krisin de ayrıca kanserin önlenmesinde rol oynayabilmektedir. Kaempferol ise PC-3 kanser hücrelerinin geri dönüşümlü büyüme inhibisyonuna neden olabilmektedir. Apigenin ve glukofaraninin de antikanserojenik potansiyeli olduğu belirtilmektedir. B-karoten ve fitosterollerin de bazı prostat kanser riskini azaltabileceğini gösteren kanıtlar bulunmaktadır. Ayrıca; kanserojen hücrelerin apoptozunun ve tümör nekroz faktörü-alfa (TNF- α) salgılanmasının uyarılması ile birlikte immünolojik sistemi güçlendirmesi de etki mekanizması içinde yer almaktadır (De-Melo ve De Almeida-Muradyan, 2017). Bu bilgiler dâhilinde yapılan çalışmalar arı polenin meme, rahim ve prostat kanserlerinde hastalık riskini azaltmak ve ayrıca prostatın işleyişini iyileştirmek için kullanılabileceğini göstermektedir. Arı poleni ekstraktlarının; ilerlemiş prostat kanserinin tedavisinde ve (Wu ve Lou, 2007) benzer şekilde prostatlı hastalarda arı poleni özütü içeren tabletlerin hastalığı iyileştirdiği (Elist, 2006), kadınlarda meme kanserinde koruyucu etki gösterdiği (Pinto vd., 2010) ve meme kanseri tedavisinde kemoterapiyi destekleyici (Omar vd., 2016) olarak kullanılabildiği yapılan çalışmalar sonucunda kanıtlanmıştır.

2.7.7. Obezite Üzerindeki Etkileri

Arı poleni, obezite ve komplikasyonlarından kaçınmada önemli bir rol oynayabilecek fenolik bileşikler açısından zengindir (Khalifa vd., 2021). Obez fareler ile yapılan çalışmalarda arı poleni tüketiminin; vücut ağırlığı ile karaciğer ve serumda lipid birikimini azalttığı (Cheng vd., 2019), hepatik yağlanmayı, trigliseridi (Li vd.,

2017) ve metabolik sendromu iyileştirmeye yardımcı olduğu (Yan vd., 2021) tespit edilmiştir.

2.7.8. Diyabet Üzerindeki Etkileri

Arı poleni içerdiği fenoller, flavonoidler, amilaz ve glukozidaz gibi karbonhidratı hidrolize eden enzimler sayesinde kan şekerini önemli ölçüde azaltmaktadır (Algethami vd., 2022). Arı polenin diyabetli hastalarda hipoglisemik etki gösterdiği (Li vd., 2021), postprandiyal kan glukoz seviyelerini düşürdüğü (Daudu, 2019), diyabetli ratlarda ise diyabetik semptomları iyileştirdiği, insülin sekresyonunu ve fonksiyonlarını artırdığı rapor edilmiştir (Yang vd., 2021).

2.7.9. Antimikrobiyal Aktivite

Arı poleni, Gram pozitif ve Gram negatif bakterileri inhibe eden bileşenlere sahiptir. Bu bileşenler etkinliklerini; enzimleri inaktif hale getirerek, membranın geçirgenliğini değiştirip hücre içi bileşenlerin kaybına neden olarak ve/veya genetik materyale zarar vererek gerçekleştirmektedir. Fenolik bileşikler, arı polenin temel antibakteriyel ajanlarıdır ancak bazı yağ asitleri de antimikrobiyal etkiye sahiptir. Arı polenin antibakteriyel etkisi bal arıları tarafından üretilen ve polen tanelerinin oluşturulması sırasında arılar tarafından polene eklenen glikoz oksidaz enzimi ile de ilişkilendirilmektedir (De-Melo ve De Almeida-Muradyan, 2017). Morais vd. (2011)'nin analiz ettikleri beş Portekiz arı poleni; *B. cereus*, *S. aureus*, *S. Typhimurium* ve *E. coli* bakterilerine karşı antibakteriyel, *Zygosaccharomyces bailii*, *Z. rouxii*, *Z. mellis* ve *Candida magnoliae* mayalarına karşı antifungal aktivite göstermiştir. Ilie vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada ise; arı polenin *E. faecalis*, *S. aureus*, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *C. albicans*, *E. cloacae*, *Salmonella* spp., *C. famata*, *C. glabrata*, *C. guilliermondii*, *C. krusei* ve *C. lusitaniae* mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği saptanmıştır. Basim vd. (2006) da yaptığı çalışmada arı polenin bitki bakteriyel patojeni olan *Agrobacterium*, *Clavibacter*, *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Ralstonia* ve *Xanthomonas* cinslerinin bazı türlerine karşı antimikrobiyal aktivite sergilediğini bulmuşlardır.

2.7.10. Bağırsak Morfolojisi Üzerindeki Etkileri

Arı polenin bağırsak morfolojisi üzerinde olumlu etkileri olduğu belirtilmektedir. Bağırsak villus gelişimindeki iyileşme, ince bağırsakta besin emilimi

için mukozanın işlevsel yüzey alanını ve emilim etkinliğini artırabilmektedir. Villus uzunluğunun kript derinliğine oranının yüksek olması sindirim ve emilimin daha yüksek kapasiteli olduğunu göstermektedir (Abdelnour vd., 2018). Yapılan bazı çalışmalarda; arı poleninin, bağırsak villus uzunluğunu ve kalınlığını geliştirdiği (Wang vd., 2007), ayrıca villus uzunluğu/kript derinliği oranını artırdığı tespit edilmiştir (Fazayeli-Rad vd., 2015; Hosseini vd., 2016).

2.8. Fonksiyonel Gıdalar

Gıda, insanoğlu için her zaman ilgi odağı olmuştur. Fonksiyonel gıda bilimi hayatımızdaki iki büyük olay olan diyet ve sağlığın yakınsamasıdır. Gıda ve hastalık arasındaki ilişki, yaygın olarak koruyucu beslenmenin temeli olarak kabul edilmektedir. Fonksiyonel gıdalar kavramı, genellikle yeni ortaya çıkan bir alan olarak anılmaktadır (Henry, 2010). Bu kavramın 1980'lerin sonlarında Japonya'da ortaya çıktığı düşünülmektedir. Ancak; fonksiyonel gıdaların aslında oldukça uzun bir geçmişi vardır. Çin, Japonya ve diğer Asya ülkelerinde, birçok gıda türü geleneksel olarak belirli sağlık yararları ile ilişkilendirilmiştir. Yirminci yüzyılın ikinci yarısında, bilimsel kanıtlara dayalı olarak, sağlık yararı olduğu iddia edilen yiyecek ve içeceklerin geliştirilmesine izin veren yeni beslenme anlayışları ortaya çıkmıştır (Weststrate vd., 2002). Japonya, fonksiyonel gıdalar için özel bir düzenleyici onay süreci formüle eden tek ülkedir ve FOSHU (Foods for Specified Health Use-Gıdanın Sağlıklı Yaşam İçin Kullanımı) terimini kullanmaktadır. Dünya çapında yapılan araştırmalar ile çeşitli otoriteler, akademik kuruluşlar ve endüstriler tarafından önerilen çok basitten çok karmaşığa kadar çeşitli fonksiyonel gıda tanımları ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, fonksiyonel gıdaların yasal bir tanımı bulunmamaktadır. Gıda güvenliği, geleneksel yemek kültürünün kaybı ve hazır gıda seçeneklerinin yetersiz olduğu yoğun yaşam tarzlarının ve rekabetçi gıda pazarının yol açtığı kişisel sağlığın bozulmasının farkındalığı, kentleşme ve etkisi, yaşlanan nüfusla birlikte değişen demografi gibi bir dizi etken fonksiyonel gıdaların gelişmesini etkilemektedir. Etkileyen diğer faktörler ise; yetersiz egzersiz, bilinçsiz ilaç kullanımının artışı, sağlık hakkında artan bilgi düzeyi, beslenme medyası, diyet ve sağlık arasındaki bağlantı ve beslenme araştırmalarındaki bilimsel gelişmelerdir (Kaur ve Das, 2011).

Fonksiyonel gıdalar için tek bir tanımdan bahsetmek mümkün olmasa da genel olarak fonksiyonel gıda, temel beslenmenin ötesinde sağlık yararına sahip olan,

vücuttaki bir veya daha fazla hedef işlevi yararlı bir şekilde etkileyen, hastalıklardan koruma, hastalık riskini azaltma, sağlık durumunu ve esenliği iyileştirme gibi çeşitli faydalar sağlayan gıda veya gıda bileşenleri olarak tanımlanmaktadır (Doyon ve Labrecque, 2008).

Fonksiyonel gıdalar; vitamin, mineral, karbonhidrat, protein ve lif gibi esansiyel besin öğelerine ek olarak probiyotik, prebiyotik, fitokimyasallar ve omega-3 yağ asitleri gibi çeşitli biyoaktif bileşikler barındırmaktadır (Güneş vd., 2018). Gıdaların fonksiyonel özellik kazanmasını sağlayan biyoaktif bileşenler; bitkisel kaynaklı ise fitokimyasallar, hayvansal kaynaklı ise zookimyasallar olarak adlandırılmaktadır (Açıkgöz ve Soycan Önenç, 2006). Fonksiyonel gıdanın biyoaktif bileşikleri, bitkilerde doğal olarak bulunan ve biyolojik etki gösterebilen besin dışı bileşenlerdir. Doğal diyet biyoaktif bileşiklerinin; diyabet, obezite, kanser, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıklar gibi çeşitli kronik hastalıklara karşı korunmada ve bunların önlenmesinde önemli rol oynadığı bildirilmektedir. Epidemiyolojik, klinik ve biyokimyasal çalışmalar, bu biyoaktif bileşiklerin farklı mekanizmalar yoluyla insan vücudunda antioksidan, antimikrobiyal, antidiyabetik, antihipertansif, anti-alzheimer, antiproliferatif, antikanserojenik, antiartrik ve hipokolesterolemik aktiviteler gibi çeşitli aktivitelere sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Adefegha, 2017).

Bir ürünün fonksiyonel gıda olarak nitelendirilmesi için; doğal bir gıda, bir bileşen eklenmiş gıda, bir bileşeni çıkarılmış gıda, bir veya daha fazla bileşeni değiştirilmiş gıda, biyoyararlanımı değiştirilmiş gıda veya bunların herhangi bir kombinasyonundan oluşması gerekmektedir. Doğal olarak biyoaktif madde içeren, kan kolesterolünü düşüren yulaf kepeği içeriğindeki β -glukan nedeniyle iyi bir örnek olabilmektedir. Buna ek olarak bir gıda ürünü aşağıdaki yöntemlerden herhangi biri kullanılarak işlevsel hale getirilebilmektedir:

- 1) Bir bileşen eklenmiş gıda; çoğu gıdada normalde bulunmayan ve mutlaka bir makrobesin veya mikrobiyotik olması gerekmeyen, ancak faydalı etkileri gösterilen bir bileşenin eklenmesi (örneğin, vitamin olmayan antioksidan veya prebiyotik fruktanlar) ile üretilen fonksiyonel gıdalardır.
- 2) Bir bileşeni çıkarılmış gıda; tüketildiğinde zararlı bir etkiye neden olduğu bilinen veya bu etkiye neden olduğu tanımlanan bir bileşenin (örneğin, bir alerjenik protein) ortadan kaldırılması ile üretilen fonksiyonel gıdalardır.

- 3) Bir veya daha fazla bileşeni değiştirilmiş gıda; alımı genellikle aşırı olan bir bileşenin (genellikle bir makro besin maddesinin, örneğin yağlar) değiştirilmesi ve yararlı etkilerinin gösterildiği bir bileşenle (örneğin, modifiye nişasta) değiştirilmesi yoluyla üretilen fonksiyonel gıdalardır.
- 4) Biyoyararlanımı değiştirilmiş gıda; fonksiyonel bir etki ürettiği veya gıdanın hastalık riski potansiyelini azalttığı bilinen bir bileşenin biyoyararlılığının veya stabilitesinin artırılması ile üretilen fonksiyonel gıdalardır.
- 5) Son olarak ise bunların herhangi bir kombinasyonu kullanılarak üretilen fonksiyonel gıdalardır (Birch ve Bonwick, 2018; Henry, 2010).

Fonksiyonel gıda ürünlerinin ağırlıklı olarak piyasaya sürüldüğü gıda pazarı bölümlerinin başında süt ürünleri, unlu mamuller, şekerlemeler, meşrubatlar ve bebek mamaları gelmektedir (Kaur ve Das, 2011).

Probiyotikle zenginleştirilmiş gıdalar, besinsel durumlarının yanı sıra sağlığa yararları nedeniyle en popüler fonksiyonel besinlerden biri olarak kabul edilmektedir. Probiyotik gıdaların dünya fonksiyonel gıda pazarının yaklaşık %65'ine sahip olduğu belirtilmektedir. Yoğurdun yüksek biyolojik değeri, tedavi edici özellikleri ve besleyici değerinin popülerleşmesi, sağlık yararları ve tüketici kabulü hakkında daha fazla araştırmaya yol açmaktadır. Yoğurdun probiyotik organizmaları, diğer gıda ürünlerine göre daha verimli bir şekilde taşıyabildiği belirtilmektedir. Son zamanlarda, ekstra besinsel ve fizyolojik değere sahip probiyotik bakteriler içeren fonksiyonel bir gıda olarak yoğurdun popüleritesi tüketiciler arasında da önemli ölçüde artmaktadır (Meybodi vd., 2020). Yoğurda tarapötik özellikler sağlamak, besin değerleri, duysal, fizikokimyasal ve reolojik özellikleri iyileştirilmiş fonksiyonel yoğurtlar üretmek amacıyla, geleneksel (standart) yoğurtlara probiyotikler, prebiyotikler veya bunların kombinasyonlarını (sinbiyotik) ve doğal kaynaklardan çeşitli biyoaktif bileşenleri (çeşitli bitki özleri gibi) ekleyerek fonksiyonel yoğurt üretilmektedir (Fazilah vd., 2018). Probiyotik yoğurt en önemli fonksiyonel süt ürünlerinden biridir ve tüm dünyada yaygın olarak tüketilmektedir. Bu bağlamda, yoğurdun biyolojik aktivitelerini arttırmak için meyve, sebze veya çeşitli otlar ilave edilerek birçok girişimde bulunulmuştur (Abdel-Hamid vd., 2020).

Arılardan toplanan polen besin değeri yüksek ve insan sağlığına olumlu etkisi olan biyoaktif bileşikler içeren ve bu nedenle fonksiyonel gıda olarak kabul edilen bir üründür (Mărgăoan vd., 2019). Arı poleninin yoğurtta kullanılması raf ömrünü uzatmakta, görünüşünü, tadını, kokusunu ve yapışkanlığını iyileştirmektedir (Algethami vd., 2022).

1990'lı yıllardan beri fonksiyonel gıda ürünleri pazarı gelişme göstermektedir. Türkiye ise 2000'li yıllarda gıda pazarında yer almış ve 2011 yılında "5179 sayılı Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun'da fonksiyonel gıda tanımlanmıştır. Türkiye, fonksiyonel gıda pazarı açısından Japonya ve Avrupa ülkelerine göre henüz gelişmekte olan bir ülkedir (Özçiçek Dölekoğlu vd., 2012). Fonksiyonel Gıda Pazarı Analizine göre 2019'da fonksiyonel gıda pazarı büyüklüğü 177 770 milyon dolar olarak değerlendirilmiştir. 2021'den 2027'ye kadar %6.7'lik bir bileşik yıllık büyüme oranı (CAGR) kaydederek 2027'ye kadar 267 924,4 milyon dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Ürün gruplarından süt ürünleri 2019 yılında 48 831,8 milyon dolar olarak kaydedilmiştir ve 2027'ye kadar %6.6'lık bir CAGR ile 73 030,0 milyon dolara çıkması beklenmektedir. Probiyotikler ise 2019'da küresel fonksiyonel gıda Pazar payının yaklaşık üçte birini oluşturmuştur ve 2027'ye kadar da bu payını sürdürmesi beklenmektedir (Anonim, 2021).

Türkiye'de, fonksiyonel gıda pazarı özellikle son beş yılda büyük gelişme göstermiş, artan sağlık bilinci sayesinde tüketicilerin fonksiyonel gıda ürünlerine yönelik talebi de artmıştır. Bu artışa; hastalığı iyileştirmekten ziyade hastalığa yakalanma riskini azaltma isteği, tıbbi maliyetlerin yüksek olması, sağlık ve beslenme arasındaki ilişkinin tüketici tarafından fark edilmiş olması, yanlış ve eksik beslenme alışkanlıklarının giderilmesi ile fonksiyonel gıdaların faydalarının bilimsel olarak kanıtlanması gibi sebeplerin etkili olduğu görülmektedir. Başta kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve obezite olmak üzere, beslenme ile alakalı kronik hastalıkların görülme sıklığında yaşanan artışlar, tüketicilerin çeşitli biyoaktif bileşenler içeren fonksiyonel gıdalara yönelik ilgisini artırmaktadır.

2.9. Literatür Özetleri

2.9.1. Probiyotik ve Çeşnili Yoğurtlarla İlgili Makaleler

Ribeiro vd. (2014) yaptıkları çalışmada, *L. acidophilus* LA-5 (mikrokapsülsüz (serbest) ve mikrokapsüllü) kullanarak probiyotik yoğurt üretmiş ve yoğurtların mikrobiyolojik (*L. acidophilus*, *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* sayımı), fizikokimyasal (pH, titrasyon asitliği, yağ içeriği, protein içeriği, toplam kurumadde ve kül) ve duyu analizlerini yapmışlardır. Yoğurtlar, 5 °C’de 28 gün boyunca depolanmış 1., 7., 14., 21., 28. ve 35. günlerde analizler gerçekleştirilmiştir. Serbest ve mikrokapsüllü *L. acidophilus* içeren yoğurtlarda 1. gün sırasıyla pH değeri; 4.34 ve 4.50, asitlik; %0.80 ve %0.75, protein; %3.38 ve %4.04, yağ; %3.21 ve %3.22, toplam kuru madde; %12.71 ve %12.10, kül; %0.89 ve %0.85 tespit edilmiştir. Serbest ve mikrokapsüllü *L. acidophilus* içeren yoğurtlarda 1. gün sırasıyla *S. thermophilus* sayısı; 1.41×10^9 kob/g ve 1.67×10^9 kob/g, *L. bulgaricus*’un sayısı; 4.46×10^7 kob/g ve 1.33×10^7 kob/g, *L. acidophilus* ise 1.51×10^8 kob/g ve 1.80×10^7 kob/g tespit edilmiş olup canlı bakteri sayıları depolama boyunca sürekli azalma göstermiştir.

Varga (2006) yaptığı çalışmada; %0, %1, %3 ve %5 oranlarındaki akasya balının 6 haftalık depolama boyunca (4 °C) yoğurdun mikrobiyal florasının canlılığı üzerindeki etkisini incelemiştir. Macaristan’daki gıda yasaları gereği ürünün içinde en az 10^7 kob/g düzeyinde canlı bakteri içermesi gerekmektedir. Bu koşul dahilinde yapılan analizler sonucunda balın varlığının karakteristik mikroorganizmaların (*S. thermophilus* ve *L. bulgaricus*) canlılığını önemli ölçüde etkilemediği rapor edilmiştir. *S. thermophilus* sonuçlarını 8.28 ile 8.81 log kob/g arasında, *L. bulgaricus* ise *S. thermophilus* sonuçlarından 0.4 log daha düşük bildirilmiştir. 6 haftalık depolamanın sonunda yoğurtların başlangıç pH değerleri 4.29 ile 4.37 arasında değişirken depolama sonunda pH’ta ortalama 0.3 birimden fazla bir düşüş gözlenmiştir. Duyusal özellikler bakımından değerlendirildiğinde ise %1 bal içeren yoğurdun tadının zayıf olduğu, %5 bal içeren yoğurdun tadının ise çok tatlı ve güçlü olduğu, %3 bal içeren yoğurdun optimum tatlılığa sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Kwon vd. (2019) yaptığı çalışmada; Chia tohumu ekstraktı ilavesinin, set tipi yoğurtlarda fizikokimyasal ve biyoaktif özellikler üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, yoğurt örnekleri; %0.05 ve %0.1 oranında chia tohumu su ve etanol ekstresi

ile üretilmiştir. Mikrobiyolojik analizler (*L. acidophilus*, *S. thermophilus* ve *B. longum* sayımları) fermentasyonun 0., 2., 4. ve 6. saatlerinde gerçekleştirilmiştir. Fizikokimyasal analizler (vizkozite, su tutma kapasitesi, pH, renk değeri (L*, a*, b*), sinerez, antioksidan kapasite ve serbest radikal süpürücü aktivite) ise fermentasyon tamamlandıktan sonra yapılmıştır. Chia tohumu ekstrakterinin; fermentasyon süresini kısalttığı ve LAB gelişimini önemli ölçüde hızlandığı görülmüştür. Fermentasyon sırasında *L. acidophilus*, *S. thermophilus* ve *B. longum* canlı hücre sayıları, chia tohumu ekstresi (su ve etanol) içeren yoğurtlarda kontrole göre belirgin şekilde daha yüksek tespit edilmiştir. Ayrıca; chia tohumu ekstraktı yoğurdun viskozitesini, su tutma kapasitesini ve sinerezini iyileştirmiştir. %0.1 chia tohumu su ekstresi ve etanol ekstresi içeren yoğurtların viskozitesi kontrol yoğurduna kıyasla sırasıyla %14.78 ve %21.32 oranında artmıştır. En yüksek su tutma kapasitesi %0.1 chia tohumu su ekstresi ile üretilen yoğurtta (%69.6) gözlenmiştir, bu da kontrol yoğurdundan (%63.5) 6.1 birim daha yüksektir. Yoğurdun serbest radikal süpürücü aktivitesi, her iki ekstrakt ile artmış ve %0.1 chia tohumu etanol ekstresi içeren yoğurt en yüksek radikal temizleme aktivitesini sergilemiştir.

Ayaz (2021) yaptığı çalışmada, çam balının probiyotik bakterilerin canlılığı üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla kullanılacak sütlere yalnızca yoğurt kültürü, yoğurt kültürü+*L. acidophilus* LA-5 ve yoğurt kültürü+*Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 kültürlerini inoküle etmiştir. Her yoğurt grubunda kontrol (%0), %5 ve %7 oranlarında çam balı ilavesi ile 9 farklı yoğurt üretilmiştir. 21 gün boyunca 4 °C'de depolanan yoğurtların *S. thermophilus* sayım sonucunu 6.19-9.38 log kob/g olarak tespit etmiş olup *S. thermophilus* bakterilerine bal ilavesinin, kültür farklılıklarının ve depolama süresinin istatistiksel olarak önemli düzeyde etkili olduğu saptamıştır. *L. acidophilus* sayım sonuçları 8.51-9.38 log kob/g arasında değişiklik göstermiş olup örneklerin *L. acidophilus* sayıları arasında 1 ve 7. günlerde istatistiki açıdan önemli bir değişim olmamıştır. Depolamanın 14 ve 21. günlerinde ise bal ilaveli örneklerin *L. acidophilus* sayılarının kontrol grubu örneklerine göre bir miktar düştüğü rapor edilmiştir. Ancak; depolama sonunda %0 ve %5 bal ilaveli yoğurt örneklerinin *L. acidophilus* sayılarının başlangıç değerlerinden önemli düzeyde daha yüksek olduğu, %7 bal ilaveli olanlarda ise başlangıç değerleri ile depolama sonu değerleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. *B. lactis* sonuçları ise 8.12-9.30 log kob/g arasında saptamıştır.

Söküt vd. (2021) yaptıkları çalışmada; %1, %2.5 ve %5 oranlarında Aloe vera jel içeceği ilave ederek ürettikleri probiyotik yoğurtları 4 °C'de 21 gün boyunca depolamış ve yoğurtların fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal değerlendirmesini yapmışlardır. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre yoğurtlarda koliform bakteri, maya ve küfe rastlanmamıştır. LAB sayım sonuçları, 6.62-7.89 log kob/g arasında değişiklik göstermiş olup kontrol grubunda depolama boyunca giderek artmış ve tüm örneklerde en yüksek sayımlar 21. günde bulunmuştur. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayım sonuçları ise 7.20-8.85 log kob/g arasında tespit edilmiştir. 1. ve 21. günler için; pH değerleri 4.34-4.61, yağ oranı %2.8-3.15, laktik asit cinsinden titrasyon asitliği %0.51-1.51, kuru madde %10.64-12.69 ve serum ayrılması %23.93-39.7 arasında belirlenmiştir. Tüm örnekler için depolamanın 14. gününden sonra duyuşal özellik puanlarının azalmasına bağlı olarak Aloe vera ile üretilen yoğurtlarda 14 günlük depolamanın uygun olduğu belirlenmiştir.

Rashid ve Thakur (2012) yaptıkları bir çalışmada %5, %10, %15 ve %20 oranında bal ilavesi ile probiyotik yoğurt üretmiş ve bal ilavesinin yoğurdun mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Örneklerde koliform bakteri tespit edilmemiş olup maya ve küf sayım sonuçları 3×10^1 - 4×10^1 kob/g arasında bulunmuştur. *L. bulgaricus* sayım sonuçları 148.40×10^6 - 230.00×10^6 kob/g arasında, *S. thermophilus* sonuçları ise 33.20×10^6 - 395.00×10^6 kob/g arasında tespit edilmiştir. *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* sayısının %10 bal ilavesi içeren örnekte arttığı rapor edilmiştir. Örneklerin yağ oranı %2.9-%3.36, protein oranı %2.87-%3.0, laktik asit cinsinden titrasyon asitliği %0.78-%0.92, pH değerleri 4.12-4.23, kuru madde %20.18-%32.46 ve nem oranı %71.74-79.82 arasında belirlenmiştir. Duyuşal değerlendirme sonucuna göre %5 bal ilavesi ile hazırlanan yoğurdun en yüksek notu aldığı belirtilmiştir.

Yadav vd. (2018) yaptıkları çalışmada, Aloe vera küpleri kullanarak probiyotik yoğurt üretmiş ve 5 ± 1 °C'de 14 gün boyunca depolamışlardır. Probiyotik yoğurt örneklerinde koliform tespit edilmemiştir. LAB sayım sonuçlarını ise 0. günde 7.4×10^7 - 9.1×10^7 kob/ml, 7. günde 6.32×10^7 - 8.8×10^7 kob/ml, 14. günde 6.15×10^7 - 8.55×10^7 kob/ml olarak saptamışlardır.

2.9.2. Arı Polenini İlave Edilmiş Gıda Ürünleriyle İlgili Makaleler

Güldaş (2016) yaptığı çalışmada, *B. lactis*, *L. acidophilus* ve *L. casei* probiyotik bakterilerinin büyümesi ve gelişmesine arı poleni ve arı sütünün etkisini araştırmıştır. 10 mg/100 µL, 25 mg/250 µL, 50 mg/500 µL, 75 mg/750 µL ve 100 mg/1000 µL oranlarında arı poleni ve arı sütü kullanılarak 0., 24. ve 48. İnkübasyon saatlerinde analizler yapılmıştır. Ayrıca; arı poleni veya arı sütü kullanmadan probiyotik bakterilerin gelişmesini test etmek üzere bir kontrol grubu da oluşturmuştur. Çalışma sonucunda arı sütü ve arı polenin bakteri üremesi üzerindeki en güçlü etkisini kontrol örneğine kıyasla daha yüksek değerler sergileyerek 24 saat sonunda gösterdiği tespit edilmiştir. 24. saat arı polenin *B. lactis*, *L. acidophilus* ve *L. casei* üzerine etkisi sırasıyla 8.6-9.0 log kob/ml, 9.4-9.8 log kob/ml ve 8.6-9.0 log kob/ml olarak saptanmıştır. En yüksek *B. lactis* içeriği 75 mg/750 µL arı poleni içeren numunede tespit edilmiştir. *B. lactis* sonuçları 24 ve 48 saatlik inkübasyon sırasında %8.09 ve %8.45 artarken aynı probiyotik bakterilere ilişkin sayım sonuçları kontrol grubuna kıyasla sırasıyla %4.61 ve %5.10 artış göstermiştir. *L. acidophilus* sonuçları 24 saatin sonunda kontrol grubunda %8.70 artarken arı poleni eklenen örneklerde artan konsantrasyona paralel olarak %13.3-15.9 artış göstermiştir. 48 saatin sonunda ise arı poleni ilaveli numunelerde *L. acidophilus* sonuçlarında %13.8-15.6 artış olmuştur. *L. casei* için en yüksek artış %10 ile 75 mg/750 µL arı poleni ilave edilmiş örneklerden elde edilmiştir. 48 saatin sonunda *L. casei* sayısı değişmemiştir.

Zuluaga vd. (2016) yaptıkları çalışmada ananas suyuna %0, %5 ve %10 oranında arı poleni eklemiştir. 200, 300 ve 400 Mpa basınçlarda 5, 10, 15 dakikalık işlemler (her basınç için ayrı ayrı) uygulayarak ürün elde etmişlerdir. Örneklerin mikrobiyal inaktivasyonunu değerlendirmek üzere *Salmonella* ve *Zygosaccharomyces rouxii* *Z. rouxii* mikroorganizmaları kullanılmıştır. *Salmonella* bakterisine karşı her basınç değerinde uygulanan süre arttıkça daha fazla inaktivasyon sağlanmış olup en yüksek değerler (200, 300 ve 400 Mpa basınçlarda sırasıyla; 3.93 log, 3.73 log ve 3.41 log) 15 dakika uygulanan basınçlar ile elde edilmiştir. *Salmonella* bakterisine karşı 1.65-3.73 log düzeyinde inaktivasyon sağlanmış, *Z. rouxii* bakterisine karşı 0.65-3.69 log düzeyinde inaktivasyon sağlanmıştır. *Z. rouxii* bakterisi için 400 Mpa basınçta 15 dakikalık uygulama ile en yüksek (3.69 log) inaktivasyon etkisi gözlenmiştir.

Uțoiu vd. (2018) yaptıkları çalışmada arı poleni ilavesi ile fermente Kombucha/SCOBY çayı üretmişlerdir. 20 günlük fermentasyon süresi boyunca ikişer gün aryla LAB analizi gerçekleştirmişlerdir. Polen içermeyen örnekte fermentasyon başlangıcında yaklaşık 5 log kob/g düzeyinde LAB saptanmış olup ilk beş gün sabit seyretmiş ve fermentasyon sonunda azalarak 3-4 log kob/g düzeyinde tespit edilmiştir. Fermentasyon başında polen eklenerek üretilen örnekte ise başlangıç LAB seviyesi neredeyse iki logaritmik düzeyde artış göstererek 7 log kob/g düzeyinde tespit edilmiştir. Fermentasyon sonunda ise azalma gösterip 4-5 log kob/g aralığında bulunmuştur.

Zuluaga-Dominguez ve Quicazan (2019) yaptıkları çalışmada ATCC ve ticari LAB kültürleri kullanarak arı polenini fermente bir ürün haline getirmişlerdir. *L. plantarum* ATCC 8014, Choozit® (*S. thermophilus*, *L. lactis* ve *L. bulgaricus* mikroorganizmalarının bir karışımıdır), *S. cerevisiae* ATCC 9763, *S. cerevisiae* (ticari) bakterileri ayrı ayrı kullanılarak 4 çeşit olacak şekilde, ayrıca *S. cerevisiae* ATCC 9763+LAB ve ticari *S. cerevisiae*+LAB karışımları oluşturularak 2 çeşit daha fermente arı poleni üretmişlerdir. 37 °C'de 72 saatlik fermentasyon boyunca toplam canlı sayımı gerçekleştirilmiştir. Tüm numunelerde başlangıç hücre sayısı 8 log kob/g'dır. *L. plantarum* ile gerçekleştirilen fermentasyona ilişkin olarak mikroorganizma popülasyonu fermentasyon sonunda 8-9 log kob/g üzerinde kalarak substrata yüksek düzeyde uyum sağlamıştır. *S. cerevisiae* ATCC 9763+LAB fermentasyon sürecinin sonunda 5 log kob/g değerine ulaşana kadar azalma göstermiştir. Benzer şekilde *S. cerevisiae* ATCC 9763 bakterisi de 4 log kob/g değerinden daha düşük bir değer ile fermentasyonun sonuna ulaşmıştır. Choozit®, ticari *S. cerevisiae* ve ticari *S. cerevisiae*+LAB için benzer olmak üzere fermentasyon boyunca küçük artış ve azalışlar gözlenmiş olup fermentasyon sonunda da yaklaşık olarak 8 log kob/g değerinde saptanmışlardır. Bu sonuçlar dahilinde ticari kültürlerin substrata daha iyi uyum sağladığı ve yaşayabilir popülasyonlarını zaman içinde sabit tuttuğu rapor edilmiştir.

2.9.3. Arı Polenİ İlavesiyle Üretilmiş Süt ve Süt Ürünleriyle İlgili Makaleler

Gluşac vd. (2015) yaptığı çalışmada; farklı oranlarda yağ içeren (%1, %2.8 ve %3.2) sütlerden %0.6 arı poleni ile asidofil süt ve probiyotik yoğurt üretmişlerdir. Arı poleni ile zenginleştirilmiş fermente sütlerde pH değerleri, polen içermeyen örneklere göre daha düşük tespit edilmiştir. 14 günlük depolama süresince tüm fermente sütlerde

pH değeriindeki düşüş 0.2 ile 0.4 pH birimi arasında olmuştur. Laktik asit içeriği %1 yağlı süt ile yapılan örneklerde %0.742-1.035; %2.8 yağlı süt ile yapılan örneklerde %0.675-1.008; %3.2 yağlı süt ile yapılan örneklerde %0.765-1.026 arasında değişiklik göstermiştir. Bütün örneklerde kuru madde miktarı %8.884-11.275 arasında olup polen ilavesi kuru madde miktarını artırmıştır.

Abd Elhamid ve Elbayoumi (2017) yaptıkları çalışmada %0 (kontrol), %0.5, %1, %1.5 ve %2 oranında arı poleni ilave ederek beyaz peynir üretmişlerdir. *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, *S. aureus*, *B. cereus*, *S. Typhimurium* ve *E. coli* mikroorganizmalarına karşı antibakteriyel aktivitesini test etmişlerdir. Yapılan analizler sonucunda kontrol grubu peynirin hiçbir mikroorganizmaya karşı antimikrobiyal etki göstermediği (inhibisyon çapı 0 cm) belirtilmiştir. Polen ilaveli peynirler incelendiğinde ise *L. bulgaricus*, *S. thermophilus* ve *B. cereus* bakterilerine karşı antimikrobiyal etki göstermediği; *S. aureus*, *S. Typhimurium* ve *E. coli* mikroorganizmalarına karşı ise sırasıyla 0.2-0.8 cm, 0.3-1 cm ve 0.3-1.2 cm çapında zon gözlenerek antibakteriyel etki gösterdiği rapor edilmiştir. Polen miktarı arttıkça antimikrobiyal etki artmakla beraber en yüksek etki %2 oranında polen içeren beyaz peynir ile *E. coli*'ye (1.2 cm) karşı sergilenmiştir. Ayrıca; fizikokimyasal analizler için 45 gün boyunca bir depolama uygulanmış ve depolama boyunca kontrol örneğinin pH sonuçları polen ilaveli peynir örneklerinin sonuçlarından hep daha yüksek bulunmuştur. Hem polen miktarı arttıkça hem de depolama boyunca pH değerleri düşmüştür. Depolama boyunca ve polen miktarı arttıkça kuru madde oranı artmış olup protein ve yağ oranı yalnızca depolama boyunca artmıştır. Polenli peynirlerin duysal değerlendirme sonuçlarına göre en yüksek puanı %0.5 ve %1 oranında polen içeren örnekler almıştır.

Darwish vd. (2022) yaptıkları çalışmada, fermente süt içeceğine arı poleni, arı ekmeği ve arı sütünü ayrı ayrı ilave ederek ve üçünü birden ilave ederek 5 farklı içecek (kontrol; sade fermente süt içeceği) üretmiştir. Ürettiği içecekleri 15 günlük depolama koşullarında analiz etmişlerdir. Mikrobiyolojik analiz sonuçları değerlendirildiğinde depolamanın 0. gününde toplam canlı sayımı sonuçları; kontrol, arı poleni, arı ekmeği, arı sütü ve üçlü karışım eklenen örnekler için sırasıyla 7.7×10^1 , 7.3×10^1 , 1.42×10^2 , 1.63×10^2 ve 1.08×10^2 kob/g olarak tespit edilmiştir. Toplam canlı sayımları depolamanın 10. gününe kadar kademeli olarak artış göstermiş olup 15. günde düşmeye başlamıştır. En yüksek değer olan 10. günde toplam canlı sayımı sonuçları sırasıyla

1.12×10^2 , 1.35×10^2 , 1.85×10^2 , 1.86×10^2 ve 1.96×10^2 kob/g olarak rapor edilmiştir. Depolama boyunca örneklerin hiçbirinde maya ve küfe rastlanmamıştır. Yapılan fizikokimyasal analiz sonuçlarına bakıldığında ise pH değeri; kontrol, arı poleni, arı ekmeği, arı sütü ve üçlü karışım eklenen örnekler için sırasıyla 4.93, 4.90, 4.83, 4.62 ve 4.62 olarak saptanmış olup arı ürünlerinin pH değerini önemli düzeyde düşürdüğü belirtilmiştir. Arı ürünlerinin titrasyon asitliği değerlerini artırmaya sebep olduğu gözlenmiş olup kontrol örneğinde %0.350 kalan diğer 4 örnek için de %0.399 olarak bulunmuştur. Ayrıca; arı ürünlerinin viskozitenin de artmasına sebep olarak ürünün dokusunu geliştirdiği rapor edilmiş olup değerler 10.55-12.65 cP aralığında tespit edilmiştir.

Abbas vd. (2023) yaptıkları çalışmada %0 (kontrol), %1, %2 ve %3 oranında arı poleni ilave ederek yumuşak peynir üretmiş ve 30 günlük depolama süresince (5 ± 2 °C) analizleri gerçekleştirmişlerdir. Mikrobiyolojik analiz sonuçları değerlendirildiğinde genel olarak, arı poleni içeren yumuşak peynir örneklerinde toplam canlı sayımı, *Lactobacilli*, *Streptococci* ve *Bifidobacteria* gruplarının sayısı depolama sırasında kontrol peynirine göre önemli ölçüde daha yüksek tespit edilmiştir. Bütün örneklerin toplam canlı sayımı sonuçları 4.59-7.43 log kob/g arasında tespit edilmiş olup depolama boyunca ve polen miktarı arttıkça artış göstermiştir. *Lactobacilli* sonuçları 6.58-8.01 log kob/g aralığında değişiklik göstermiştir. *Streptococci* sonuçları 5.90-8.41 log kob/g arasında saptanmış olup polen miktarı arttıkça sonuçlar yükselmiştir. *Bifidobacteria* gruplarının sayısı ise 5.46-7.79 log kob/g arasında bulunmuş ve polen miktarı arttıkça *Bifidobacteria* sonuçları artmıştır. Maya ve küf depolamanın 0. gününde hiçbir örnekte tespit edilmemiş olup 15. günde yalnızca kontrol örneğinde (3.53 log kob/g) tespit edilmiştir. Depolamanın 30. gününde ise bütün örneklerde maya ve küfe rastlanmış olup en yüksek sonuç kontrol örneğinde olmak üzere polen miktarı arttıkça sayılarının düştüğü gözlenmiştir. 30. gün için maya ve küf sonuçları 3.65-4.82 log kob/g aralığında değişiklik göstermiştir. Psikrotrof bakteriler depolamanın 0. gününde hiçbir örnekte tespit edilmemişken depolama sonunda artış göstermiş ve polen miktarı arttıkça sayısı yükselmiştir. Psikrotrof bakteri sonuçları <1.0 -3.0 log kob/g olarak bulunmuştur.

2.9.4. Arı Poleni İlavesiyle Üretilmiş Yoğurtlarla İlgili Makaleler

Özcan vd. (2020), farklı oranlarda arı poleni ilavesiyle (%0, %0.5, %1, %1.5, %2, %2.5 ve %3) ürettikleri yoğurtların fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırmıştır.

Yoğurt örneklerinde farklı oranlarda polen kullanımının viskozite, asitlik, titrasyon asitliği, mineral madde içeriği ve renk değerleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Viskozite değerleri; en düşük (50 ± 70.7) 50 cP ile ölçülen %2.5 polen ilavesi ile hazırlanmış yoğurt örneğinde ve 100 cP ile ölçülen %1.5 polen ilavesi ile hazırlanmış yoğurt örneğinde belirlenmiştir. En yüksek değer; 1 cP'de %1 polen ilavesi ile hazırlanmış yoğurt örneğinde (40250 cP) belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin pH değerleri 4.08-4.46 arasında olup en yüksek kontrol örneğinde belirlenmiştir. Örneklerle polen eklenmesi, pH seviyesinde düşüşe neden olmuştur. Titre edilebilir asitlik seviyeleri 1.080-1.780 SH arasında değişmiş ve en yüksek kontrol örneğinde en düşük değer ise %1.5 polen ilave edilmiş örnekte bulunmuştur. Örneklerle polen eklenmesi titre edilebilir asitlik seviyelerinde de düşüşe neden olmuştur. Yoğurda eklenen polen miktarının artması yoğurdun mineral miktarını da artırmıştır. Yoğurt örneklerinde polen ilavesi arttıkça örneklerin L^* , a^* ve b^* değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.

Atallah (2016) yaptığı çalışmada; yoğurt örneklerine %0.6 arı sütü ve %0.8 arı poleni eklemiştir. Çalışmada kontrol grubu için yalnızca %3 yoğurt starter kültürü kullanılmış olup diğer yoğurtların üretiminde %1.5 oranında kullanılan yoğurt starter kültürlerine ek olarak *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus gasseri* ve *Bifidobacterium angulatum* probiyotik bakterileri de kullanılmıştır. Bu şekilde kontrol grubu ile birlikte 7 farklı kombinasyon oluşturulmuştur. Yoğurt üretiminde probiyotik kültür, arı sütü ve arı poleni eklenmesi, elde edilen fonksiyonel yoğurdun pıhtılaşma süresini kontrol grubuna göre artırmıştır. Bütün örneklerde; 21 günlük depolama süresince (5 °C) toplam kuru madde miktarı, kül, yağ, protein ve asit içeriği önemli ölçüde artarken, laktoz içeriği ve pH değeri önemli ölçüde azalmıştır. LAB, *S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *L. gasseri*, *L. rhamnosus* ve *B. angulatum* miktarlarında da depolama boyunca azalma gözlenmiştir. *L. rhamnosus* sonuçları; *L. gasseri*+%0.6 arı sütü ile üretilen yoğurt ve *L. gasseri*+%0.8 arı poleni taneleri içeren yoğurt grupları için 8.2 ve 8.3 log kob/g olarak tespit edilmiştir ve depolama boyunca önemli ölçüde azalma görülmüştür. *L. gasseri* sayısı; *B. angulatum*+%0.6 arı sütü ile üretilen yoğurt ve *B. angulatum*+%0.8 arı poleni içeren yoğurtlar için 8.23 ve 8.27 log kob/g olup depolama süresinin sonuna kadar yavaş yavaş azalma gözlenmiştir. *B. angulatum* sayısı; *L. rhamnosus*+%0.6 arı sütü ile üretilen yoğurt ve *L. rhamnosus*+%0.8 arı sütü ile üretilen yoğurt için sırasıyla 8.11 ve 8.12 log kob/g kaydedilmiştir ve daha sonra diğer bakterilerde olduğu gibi depolamanın sonuna kadar önemli ölçüde azalmıştır. Üretilen

yoğurt örneklerinin herhangi birinde koliform bakteri, maya ve küf tespit edilmemiş olup zenginleştirilmiş fonksiyonel yoğurtların duyusal ve reolojik özelliklerinin kontrol grubuna göre daha iyi olduğu bildirilmiştir.

Karabagias vd. (2018) yaptıkları çalışmada, %0, %0.5, %1, %2.5 ve %3 arı poleni ile zenginleştirilerek inek, keçi ve koyun sütleri ile yoğurt üretmişlerdir. İnek sütüyle hazırlanan yoğurt örneklerinde %0, %0.5, %1, %2.5 ve %3 arı poleni ilavesiyle üretilmiş yoğurtların toplam fenolik madde miktarı sırasıyla; 2882.5, 4131.5, 4935.83, 7180 ve 7771.5 mg GAE/L olarak belirlenmiştir. Keçi sütü ile hazırlanan yoğurt örneklerinde sonuçlar %0, %0.5, %1, %2.5 ve %3 arı poleni ilavesiyle üretilmiş yoğurtlar için sırasıyla 2198.3, 4107.17, 4877.5, 7094.33 ve 7490.5 mg GAE/L olarak saptanmıştır. Koyun sütü ile hazırlanan yoğurt örneklerinde %0, %0.5, %1, %2.5 ve %3 arı poleni ilavesiyle üretilmiş yoğurt örneklerinin sonuçları sırasıyla 2900.3, 4315.33, 5093, 7546.2 ve 8780 mg GAE/L olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik içeriği en yüksek koyun olmak üzere ardından inek ve keçi yoğurdu olarak belirtilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre en yüksek puanı koyun sütü ardından sırasıyla inek ve keçi sütü almıştır. Arı poleni ilavesinin etkisine bakıldığında her üç süt türü için de %0.5 ve %1 arı poleni içeren örneklerin en yüksek puana sahip olduğu rapor edilmiştir.

3. YÖNTEM

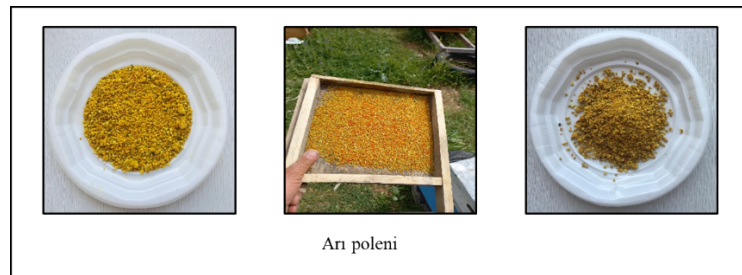
3.1. Araştırma Modeli

Bu çalışma kapsamında, fonksiyonel özellikleriyle apiterapide kullanılan arı polenin probiyotik yoğurt üretiminde değerlendirilmesi sağlanmıştır. Araştırma; çeşnili yoğurt üretimine alternatif oluşturan arı polenin fermantasyon sırasında ve depolama boyunca yoğurt bakterileri ve probiyotik bakteriler üzerine etkilerinin belirlenmesi, ürünün mikrobiyolojik değerlerinin tespit edilerek gıda güvenirliliği açısından değerlendirilmesi, üretilen probiyotik yoğurtların antimikrobiyal özellikleri ve *in vitro* gastrointestinal sindirim modelinde mikroorganizmaların canlılığının belirlenmesi amacıyla deneysel bir çalışma olarak tasarlanmıştır.

3.2. Araştırma Materyali

3.2.1 Gıda Örnekleri

Bu çalışmada; yoğurt üretimi için ticari olarak satılan %3 yağlı yüksek sıcaklıkta pastörize süt (İçim, Ak Gıda, Sakarya) kullanılmıştır. Üretim için yörede üretilen arı poleni, Muğla ili Dalaman ve Göcek ilçesinde üretim yapan yerel bir arıcıdan temin edilmiştir. Üreticiden alınan bilgiye göre arı poleni; söğüt, hardal, sıgla, pıynar, gelincik ve pamukluk bitkilerinden elde edilmiştir. Kullanılan polen örneklerine ait görseller Resim 3.1’de gösterilmektedir.



Resim 3.1. Arı poleni

3.2.2 Ticari Starter Kültürler

Probiyotik yoğurt starter kültürü yerli bir firmadan (Yayla Maya, Maysa Gıda, İstanbul) temin edilmiş olup içeriğinde yoğurt bakterileri olan *S. thermophilus* ve *L.*

bulgaricus ile probiyotik bakteri olarak *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. bulunmaktadır.

3.2.3 Test Kùltürleri

Test bakterileri olarak *Listeria monocytogenes* ATCC 35152, *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028, *E. coli* ATCC 25922, *E. coli* O157:H7 ATCC 35150 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi (Bilimsel Araştırma Laboratuvarı), Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi (Mühendislik Fakùltesi, Gıda Mühendisliğı Bölümü) ve Tokat Gıda Kontrol Laboratuvarından temin edilmiştir. Tüm kùltürler, Brain Heart Infusion (BHI, Biolife, 4012302, İtalya) sıvı besiyerinde 35 ± 2 °C’de geliştirilmiştir. Stok kùltürler ise -20 °C’de %20 gliserol (Gliserin, Tekkim, TK.070190.02501, Türkiye) içeren BHI sıvı besiyerinde muhafaza edilmiştir. Analizler öncesi test patojenleri BHIB besiyerinde üç kez geliştirilerek aktive edilmişlerdir. Aktive edilen kùltürler ön denemelerle belirlenmiş olan ve analizler için gereken sürelerde geliştirilerek logaritmik fazda denemeye alınmıştır (EK 3.1).

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada, veri toplama amacıyla kullanılan kimyasallar, besiyerleri ve cihazlara ait bilgiler Tablo 3.1, Tablo 3.2 ve Tablo 3.3’te sunulmuştur.

Tablo 3.1. Analizlerde kullanılan kimyasal maddeler

Kimyasal	Kod	Marka	Ülke
α -naftol	8.22289.0250	Merck	Çin
Etil Alkol (C ₂ H ₅ OH)	Teknik Kalite	-	Türkiye
Gliserol (Gliserin)	TK.070190.02501	Tekkim	Türkiye
Hidroklorik Asit %37 (HCl)	TK.911011.01001	Tekkim	Türkiye
İyot-lugol (Lugol’s Solution)	1.09261.1000	Merck KgaA	Almanya
Kovac’s çözeltisi	67309	Sigma Aldrich	İspanya
Kristal violet	491502	Carlo Erba	Fransa
Lityum klorür (LiCl)	413271000	Sigma	İngiltere
Metil Red (C ₁₅ H ₁₅ N ₃ O ₂)	476883	Carlo Erba	Fransa
Ox-Bile	70168	Fluka	İtalya
Pankreatin (USP)	P1625	Sigma Aldrich	Amerika Birleşik Devletleri
Pepsin (1:10 000 ICN)	P7000	Sigma Aldrich	İsviçre
pH-Metre Tampon Çözelti (pH:4.01)	51 302 069	Mettler Toledo	İsviçre

Tablo 3.1. (Devam) Analizlerde kullanılan kimyasal maddeler

Kimyasal	Kod	Marka	Ülke
pH-Metre Tampon Çözelti (pH:7)	51302047	Mettler Toledo	İsviçre
Potasyum hidroksit (KOH)	1.05012.1000	Merck	Almanya
Sodyum Hidroksit (NaOH)	TK.170511.01002	Tekkim	Türkiye
Tartarik Asit L(+)	411127	Carlo Erba	Fransa
Safranin (Cersistain)	1.15948.0025	Merck	Almanya
Sodyum klorür (NaCl)	TK.17054001002	Tekkim	Türkiye
Sodyum propiyonat (C ₃ H ₅ NaO ₂)	149010250	Sigma	Hollanda
Tuz çözeltisi (NaCl)	TK.17054001002	Tekkim	Türkiye

Tablo 3.2. Analizlerde kullanılan Besiyerleri

Besiyeri	Kod	Marka	Ülke
Bacteriological Peptone	LP0037	Oxoid	İngiltere
Brain Hearth Infusion	4012302	Biolife	İtalya
Brilliant Green Bile Broth	1.05454.0500	Merck	Almanya
<i>de Man Rogosa and Sharpe</i>	BK089HA	Biokar	Fransa
Eosin Methylene Blue	1.01347.0500	Merck	Almanya
<i>Escherichia coli</i> broth	4014252	Biolife	İtalya
Lauryl Sulphate Tryptose Broth	1.10266.0500	Merck	Almanya
M-17	BK088HA	Biokar	Fransa
Metil Red-Voges Proskauer Broth	4017352	Biolife	İtalya
Potato Dextrose Agar	4019352	Biolife	İtalya
Simmon Citrate Agar	4020452	Biolife	İtalya
Tryptone Water	1.10859.0500	Merck	Almanya

Tablo 3.3. Analizlerde kullanılan cihazlar

Cihaz	Kod	Marka	Ülke
Buzdolabı	5223 NHEY	Arçelik	Türkiye
Çeker Ocak	CFH-150(İ)	İldam	Türkiye
Ekim kabini	Class II A2, GKB-1800	İldam	Türkiye
Hassas Terazı	SC-200	Daihan Biomedical	Çin
Isıtıcı Manyetik Karıştırıcı	SH-4	İsotex	Türkiye
İnkübatör	Thermo Stable IG-105	Daihan scientific	Kore
Otoklav	CL-40	ALPCO	Japonya
pH-Metre	Five easy plus FP20	MettlerToledo	Çin
Santrifüj	NF-1200R	Nüve	Türkiye
Stomacher Cihazı	Laborgerate GmbH	Isolab	Almanya

3.4. Veri Toplama Süreci

Bu çalışmanın veri toplama süreci, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fethiye Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Laboratuvarında, danışman Dr. Öğr. Üyesi Nilgün ÖNCÜL'ün gözetiminde gerçekleştirilmiştir (EK 2). Farklı oranlarda arı poleni (%0.5, %1.5, %3 ve %6) eklenerek hazırlanan yoğurt örneklerinin fermantasyon boyunca belirli aralıklarla (0., 1., 2., 4., 6., 12. ve 24. saat) ve 4 °C'de 14 günlük depolama süresi boyunca (1., 7. ve 14. gün) mikrobiyolojik analizleri (*S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp.) gerçekleştirilmiştir. Örneklerin Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği'ne uygunluğunu tespit etmek amacıyla toplam maya, toplam küf, toplam koliform sayımı yapılmış ve *E. coli* varlığı araştırılmıştır. Arı poleni içeren probiyotik yoğurtların antimikrobiyal aktivitesi; *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium*, *E. coli*, *E. coli* O157:H7 ve *S. aureus* patojen mikroorganizmalarına karşı analiz edilmiştir. Son olarak gastrointestinal sistemdeki canlı mikroorganizma sayımlarını gerçekleştirmek üzere pH değeri pH 2, pH 3 ve pH 4 olan simüle mide suyunda ve pH 8 değerindeki safra tuzu içeren ve içermeyen simüle ince bağırsak suyunda canlı sayımları gerçekleştirilmiştir.

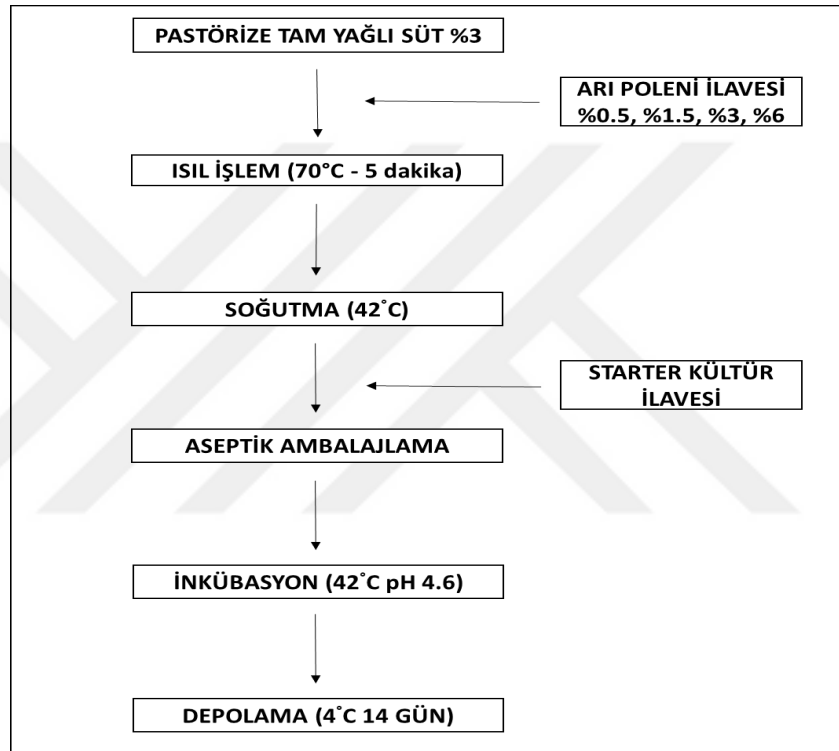
3.5. Deneysel Kurgu

Bu çalışma; arı poleni içeren probiyotik yoğurtların üretimi, arı polenin fermantasyon sırasında probiyotik yoğurt starter kültürlerinin gelişimine etkisi, arı polenin depolama boyunca probiyotik yoğurt starter kültürlerinin gelişimine etkisi, arı poleni ile üretilmiş probiyotik yoğurtların mikrobiyolojik değerleri, arı poleni ile üretilmiş probiyotik yoğurtların antimikrobiyal özellikleri ve *in vitro* gastrointestinal sindirim modelinde mikroorganizmaların canlılığı şeklinde altı kısımdan oluşmaktadır. Çalışma planına ilişkin ayrıntılı yöntemler aşağıda sunulmuştur.

3.5.1 Arı Polenli İçeren Probiyotik Yoğurtların Üretimi

Arı polenli probiyotik yoğurt üretim akışı Şekil 3.1'de gösterilmektedir. Üretimde kullanılacak arı polenleri 60 dakika ultraviyole (UV) ile muamele edilmiş ve ardından belirlenen oranlarda (%0.5, %1.5, %3 ve %6) pastörize süte eklenmiştir. Başlangıç mikrobiyal yükünün inhibisyonu için arı polenli süt örneklerine ısı işlem (70 °C'de 5 dakika) uygulanmıştır. Isıl işlemin ardından sütler 42 °C'ye soğutulurak

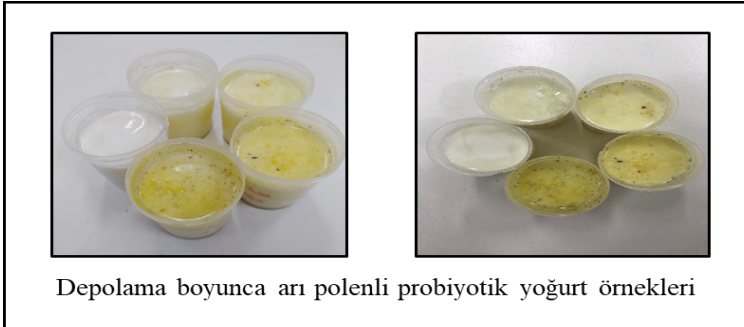
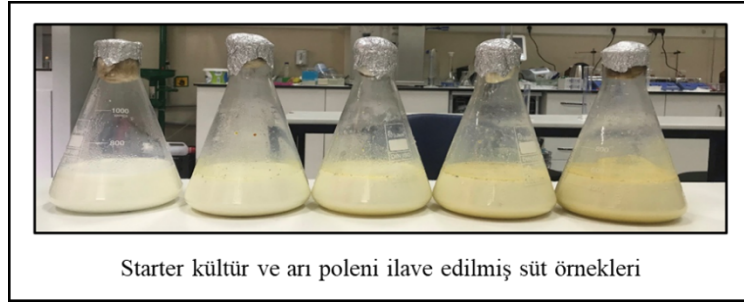
firmanın kullanım önerileri doğrultusunda %0.1 oranında (1g/1L) starter kültür arı poleni içeren süt örneklerine inoküle edilmiştir (Karabagias vd., 2018; Lomova vd., 2013; Özcan vd., 2020). Örnekler aseptik koşullarda steril kaplara porsiyonlandıktan sonra 42 °C’de kapakları kapalı olarak inkübe edilmiştir. İnkübasyon boyunca pH takip edilmiş ve pH 4.6’ya ulaştığında inkübasyon işlemi sonlandırılarak örnekler depolama için 4 °C’ye kaldırılmıştır. Depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde örnekler alınarak analizler gerçekleştirilmiştir (Sert vd., 2011). Arı polenli probiyotik yoğurtlara ait görseller Resim 3.2’de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Arı polenli probiyotik yoğurt örneklerinin üretim akış şeması

pH tayini

pH-metre, uygun tampon çözeltiler (pH:4.01 ve pH:7) kullanılarak kalibre edilmiştir. Örneklerin pH değeri ölçümü için cihazın elektrodu örnek içerisine daldırılarak pH değerleri belirlenmiştir (AOAC, 1995).



Resim 3.2. Arı polenli probiyotik yoğurtlara ait görseller

3.5.2 Arı Poleninin Fermantasyon Sırasında Probiyotik Yoğurt Starter Kültürlerinin Gelişimine Etkisi

Bölüm 3.3.1’de anlatıldığı gibi farklı oranlarda arı poleni (%0.5, %1.5, %3 ve %6) ile hazırlanmış süt örneklerine starter kültür ilave edilmiş ve 42 °C’de anaerobik koşullarda inkübasyon başlatılmıştır. İnkübasyon işlemi sırasında belirli aralıklarla (0., 1., 2., 4., 6., 12. ve 24. saat) pH değerlerinin ölçümü ve mikrobiyolojik analizler için örnekler alınmıştır. *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium*

spp. sayımları gerçekleştirilmiştir. Arı poleni ve pastörize süt örnekleri negatif kontrol olarak; pastörize süte starter kültür ilave edilerek üretilmiş yoğurt örnekleri ise pozitif kontrol olarak değerlendirilmiştir (Moreno vd., 2006; Öncül vd., 2015).

Örneklerin mikrobiyolojik analizler için hazırlanması

Aseptik koşullarda 25 g yoğurt örneği stomacher poşetine aktarılmış ve %0.1'lik 225 ml peptonlu su ile stomacher cihazında 1 dakika süreyle homojenize edilmiştir. Hazırlanan homojenizattan %0.1'lik peptonlu su kullanılarak desimal dilüsyonlar hazırlanmıştır (ISO 6887-1, 2017). Hazırlanan bu dilüsyonlar mikrobiyolojik analizler için kullanılmıştır.

***L. bulgaricus* sayımı**

Yoğurt bakterilerinden *L. bulgaricus* sayımı için hazırlanan dilüsyonlardan *de Man, Rogosa and Sharpe* (MRS) agara yayma plak yöntemiyle (0.1 ml) ekim yapılmıştır. Petriler 37 °C'de 72 saat süreyle anaerobik ortamda inkübe edilmiştir (TS ISO 7889, 2004).

***S. thermophilus* sayımı**

Yoğurt örneklerinde *S. thermophilus* sayımı için M-17 agar kullanılmıştır. Ekimler, yayma plak yöntemiyle (0.1 ml) gerçekleştirilmiş ve ardından 37 °C'de 48 saat inkübasyon yapılmıştır (TS ISO 7889, 2004).

***L. acidophilus* sayımı**

Yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus* sayımı için Bile-MRS agar kullanılmıştır. Bile-MRS agar; MRS agar besiyerine 1.5 g/1L bile (Ox-Bile) eklenerek hazırlanmıştır. Yayma plak yöntemiyle (0.1 ml) ekim yapıldıktan sonra petriler 37 °C'de 72 saat süreyle inkübe edilmiştir (Vinderola ve Reinheimer, 1999).

***Bifidobacterium* spp. sayımı**

Yoğurt örneklerinde *Bifidobacterium* spp. sayımı için LP-MRS agar besiyeri kullanılmıştır. LP-MRS agar besiyeri; MRS agar besiyerine lityum klorür (LiCl) ve sodyum propiyonat ($C_3H_5NaO_2$) ilavesi ile hazırlanmıştır. 1 litre MRS agar besiyerine 2 g LiCl ve 3 g $C_3H_5NaO_2$ eklenmiştir. Yayma plak yöntemiyle (0.1 ml) ekimler gerçekleştirildikten sonra 37 °C'de anaerobik koşullarda 72 saat inkübe edilmiştir (Lapierre vd., 1992; Vinderola ve Reinheimer, 1999).

3.5.3. Arı Poleninin Depolama Boyunca Probiyotik Yoğurt Starter Kültürlerinin Gelişimine Etkisi

Arı poleninin yoğurt örneklerindeki yoğurt bakterileri ve probiyotik bakteriler üzerine 4 °C’de muhafazası sırasında etkilerini tespit etmek için, Bölüm 3.3.1’de anlatıldığı gibi farklı oranlarda arı poleni (%0.5, %1.5, %3 ve %6) ile hazırlanmış süt örneklerine starter kültür ilave edilmiş ve 42 °C’de anaerobik koşullarda inkübe edilmiştir. İnkübasyon işlemi tamamlandıktan sonra örnekler 4 °C’de 14 gün muhafaza edilmiş olup depolama boyunca (1., 7. ve 14. gün) örnekler alınıp pH ölçümü yapılmış ve mikrobiyolojik analizler için hazırlıklar yapılmıştır. *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. sayımları bölüm 3.5.2’de ‘Örneklerin mikrobiyolojik analizler için hazırlanması’ bölümünde anlatıldığı gibi yapılmıştır (da Silva vd., 2020).

3.5.4. Arı Poleni ile Üretilmiş Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik Değerleri

Arı poleni ile üretilmiş probiyotik yoğurt ürünlerinin gıda güvenilirliğini teminen mikrobiyolojik değerlerinin tespiti 27143 sayılı 2009/25 numaralı Fermente Süt Ürünleri Tebliği’nde belirtildiği gibi yapılmıştır. Bu amaçla; üretilen ürünlerden 1., 7. ve 14. depolama günlerinde örnekler alınıp toplam maya, toplam küf, toplam koliform sayımı yapılmış ve *E. coli* varlığı aranmıştır (Tablo 3.4) (TGK, 2009). 30 Kasım 2022 tarihinde Fermente Süt Ürünleri Tebliği’nde değişiklik yapılmış ve 32029 sayılı 2022/44 numaralı Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği yayınlanmıştır (TGK, 2022). Bu tebliğ kapsamında Tablo 3.4’te yer alan kriterler maya hariç kaldırılmıştır. Bununla birlikte, Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği Madde 1.1 ‘Süt, süt ürünleri ve süt bazlı ürünlerde’ belirtildiği şekilde fermente süt ürünlerinde (kefir, yoğurt, meyveli vb. yoğurtla, ayran vb.) *E. coli* bulunmamalıdır (TGK, 2011b).

Toplam maya sayımı

%10 tartarik asit içeren Potato Dextrose Agar (PDA, Biolife, 4019352, İtalya) steril besiyeri kullanılmış olup hazırlanan dilüsyonlardan yayma plak yöntemi ile ekimler yapılmıştır. Petriler 25±2 °C’de 5 gün süre ile inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda gelişen tipik maya kolonileri sayılıp sonuçlar log kob/g olarak ifade edilmiştir (FDA-BAM online, 2001) (EK 3.2).

Tablo 3.4. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği Fermente Süt Ürünlerine Ait Mikrobiyolojik Değerler

Ürün	Mikroorganizmalar	Numune alma planı		Limitler ⁽¹⁾	
		n	c	m	M
Yoğurt, meyveli vb.	Koliform bakteriler ⁽²⁾	5	2	9	95
yoğurtlar, ayran ve diğer fermente süt ürünleri	Maya (probiyotik kullanılanlar hariç)	5	2	10 ²	10 ³
	Küf	5	2	10 ²	10 ³
	<i>E. coli</i> ⁽²⁾	5	0	<3	

⁽¹⁾: Aksi belirtilmedikçe limit kob/g-mL olarak değerlendirilir. ⁽²⁾: EMS (En Muhtemel Sayı) yöntemi
n: Partiden, bağımsız ve rasgele seçilen numune sayısını, **c**: m ve M arasında olmasına izin verilen maksimum numune sayısını (M değeri taşıyabilecek en fazla numune sayısını), **m**: (n-c) sayıdaki numunede bulunabilecek en fazla mikrobiyolojik değeri, **M**: c sayıdaki numunenin bu değeri aşması halinde uygunsuz olup kabul edilemez olduğunu gösteren mikroorganizma sayısını (TGK, 2009)

Toplam küf sayımı

%10 tartarik asit içeren PDA steril besiyeri kullanılmıştır. Hazırlanmış dilüsyonlardan yayma plak yöntemi ile ekimler yapılmış ve 25±2 °C’de 5 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda gelişen tipik küf kolonileri sayılıp sonuçlar log kob/g olarak ifade edilmiştir (FDA-BAM online, 2001) (EK 3.2).

Toplam ve fekal koliform sayımı ve *E. coli* varlığı

En muhtemel sayım (EMS) yöntemiyle (3 tüplü) gerçekleştirilmiştir. Örnek dilüsyonlarından 1 ml alınıp içinde durham tüpü bulunan Lauryl Sulphate Tryptose Broth (LSTB) besiyeri bulunan tüplere ilave edilmiş ve 37±2 °C’de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda gaz pozitif tüpler belirlenmiş ve EMS tablosundan olası koliform bakteri sayısı log EMS/g olarak hesaplanmıştır. Sonuçları kanıtlamak amacıyla tüm gaz pozitif tüplerden durham tüpü içeren Brilliant Green Bile Broth (BGBB) besiyerine lup öze ile 2 lup inokülasyon yapılmış ve 37±2 °C’de 24-48 saat inkübe edilmiştir. Süre sonunda gaz pozitif tüpler belirlenerek EMS tablosuna göre kanıtlanmış koliform bakteri sayısı log EMS/g olarak hesaplanmıştır. Örneklerdeki fekal koliform sayısının tespit edilmesi için de toplam koliform bakteri analizinde pozitif sonuç veren LSTB tüplerinden, durham tüpü içeren *Escherichia coli* broth (ECB) besiyerine lup öze ile 2 lup ekim yapılmış ve 45±2 °C’de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda gaz oluşumu gözlenen tüpler belirlenmiş ve EMS

tablosu kullanılarak olası fekal koliform bakteri sayısı saptanarak log EMS/g olarak hesaplanmıştır. Yoğurt örneklerinde *E. coli* olup olmadığını belirlemek için fekal koliform bakteri sayımında pozitif sonuç veren EC broth tüplerinden Eosin Methylene Blue (EMBA) agara tek koloni çizim yöntemiyle ekim yapılmış ve petriler 37 ± 2 °C’de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda EMB agarda ortası koyu merkezli metalik refle veren veya vermeyen tipik kolonilere Gram boyama ve doğrulama testleri (IMViC) yapılmıştır (FDA-BAM online, 2013) (EK 3.3).

Gram boyama ve doğrulama testleri için hazırlık

Tipik kolonilerin doğrulanması amacıyla, koloniler Brain Heart Infusion (BHI) besiyerinde 37 °C’de 18-24 saat inkübe edilmiştir. Bu kültürler, Gram boyama ve doğrulama testlerinde (IMViC) kullanılmıştır.

Gram boyama testi

BHI, besiyerinde geliştirilen 18-24 saatlik kültürden 2-3 lup öze alınıp lam yüzeyinde ince bir tabaka oluşturulacak şekilde preparat hazırlanmıştır. Preparatın havada kurutulması sağlandıktan sonra termal fiksasyon uygulanmıştır. Ardından, preparat kristal violet ile kaplanıp 1 dakika bekletilmiştir. Sürenin sonunda saf su ile yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Sonra, iyot-lugol çözeltisi damlatılarak 1 dakika daha beklenmiş ve sürenin ardından %96’lık etil alkol (C_2H_6O) ile yıkama yapılmıştır. Safraninle lam yüzeyi kaplanmış ve 30 saniye beklenmiştir. Ardından, preparat saf suyla yıkanmış ve havada kurumaya bırakılmıştır. İmmersiyon objektifi ile mikroskopta incelenen hücrelerden mor renkli olanlar Gram pozitif, pembe-kırmızı renkli olan hücreler ise Gram negatif olarak ifade edilmiştir (Harrigan ve McCance, 1976) (EK 3.4).

İndol testi

BHI besiyerinde hazırlanan kültürlerden, Tryptone Water (TW) besiyerine 1 öze dolusu aktarılmış ve 45 ± 2 °C’de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda tüplere 0.2-0.3 ml Kovac’s çözeltisi ilave edilmiş ve karıştırma işlemi uygulanarak 10 dakika beklenmiştir. Üst kısımda kırmızı renkli tabaka oluşumu pozitif, kavuniçi/sarı renkli tabaka oluşumu ise negatif sonuç olarak değerlendirilmiştir (FDA-BAM online, 2013).

Metil Red (MR) Testi

BHI besiyerinde geliştirilen kültürden 1 öze dolusu alınarak 3 ml Metil Red-Voges Proskauer Broth (MR-VP) besiyerine aktarım yapılmış ve 35-37 °C 96 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun ardından her 1 ml besiyeri için 1 damla olmak üzere toplamda 3 damla methly red indikatörü damlatılmıştır. Kültürün kırmızı/pembe renge dönüşmesi pozitif, sarı renge dönüşmesi negatif sonuç olarak değerlendirilmiştir (FDA-BAM online, 2013) (EK 3.5).

Voges-Proskauer (VP) testi

BHI besiyerinde hazırlanan kültürden, 1 öze 3 ml MR-VP besiyeri içeren tüplere aktarılmış ve 35-37 °C 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda tüplere her 1 ml besiyeri için 0.2 ml olmak üzere toplamda 0.6 ml %40'lık potasyum hidroksit (KOH) çözeltisi ve her 1 ml besiyeri için 0.6 ml olmak üzere toplamda 1.8 ml α -naftol çözeltisi eklenerek karıştırılmıştır. Deney tüpü, 4 saat bekledikten sonra sonra vişne çürüğü renk oluşumu pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (FDA-BAM online, 2011) (EK 3.6).

Sitrat testi

Sitrat testi için Simmon Citrate Agar (SCA) besiyeri yatık agar oluşturacak şekilde hazırlanmıştır. BHI besiyerinde geliştirilen kültürden iğne öze ile besiyeri bulan tüplere, çizme plak yöntemiyle ekim yapılmış ve 35-37 °C'de 4-7 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır. Besiyerinin orijinal yeşil renginin maviye dönüşmesi pozitif sonuç olarak değerlendirilmiştir (FDA-BAM online, 2013).

3.5.5. Arı Poleni ile Üretilmiş Probiyotik Yoğurtların Antimikrobiyal Özellikleri

Arı poleni içeren probiyotik yoğurtların antimikrobiyal aktivitesinin belirlenmesi için test kültürleri aktifleştirildikten sonra depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde disk difüzyon metodu kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir.

Test kültürlerinin aktifleştirilmesi

Test kültürleri 3. kez aktifleştirildikten sonra kullanılmıştır. 1. aktifleştirmeyi yapmak üzere stok kültürlerden 1-2 lup öze BHI sıvı besiyerine inoküle edilip 35±2 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. 24 saatlik inkübasyonun tamamlanmasının ardından 2. aktifleştirme için BHI sıvı besiyerine 50 µL kültür inoküle edilip 35±2 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Tekrar 24 saatlik inkübasyonun

tamamlanmasından sonra 3. aktifleştirme için BHI sıvı besiyerine 10 µL kültür inoküle edilip 35 ± 2 °C’de 3 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresinin sonunda test kültürlerinin BHI agar besiyerine yayma plak yöntemi ile ekimleri yapılmıştır. Depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde bu işlemler tekrarlanmıştır.

Arı poleni ile üretilmiş probiyotik yoğurtların antimikrobiyal analizi

Arı poleni içeren probiyotik yoğurtların antimikrobiyal aktivitesinin belirlenmesi için depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde disk difüzyon metodu kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir (CLSI M02, 2015; CLSI M45, 2016). Kâğıt diskler, yoğurt örneklerinin içerisine konulup 30 dak. bekletilmiştir. Bunu takiben yoğurt emdirilen 6 mm çapındaki diskler, indikatör bakteri ile inoküle (yaklaşık 10^8 kob/ml) edilen agar yüzeylerinin üzerine yerleştirilip 24 saat inkübe edilmiştir (CLSI M07-A8, 2009). İnkübasyon sıcaklığı test edilen indikatör bakterilerin optimum gelişme sıcaklığı olan 35 ± 2 °C’dir. İnkübasyon sonucunda oluşan inhibisyon zonu ölçülmüştür. Analizde; en sık rastlanan ve çoğu kez gıda kaynaklı hastalıklar için risk oluşturabilen patojen mikroorganizmalardan *L. monocytogenes* ATCC 35152, *S. Typhimurium* ATCC 14028, *E. coli* ATCC 25922, *E. coli* O157:H7 ATCC 35150 ve *S. aureus* ATCC 6538 indikatör bakteri olarak kullanılmıştır.

3.5.6. *In vitro* Gastrointestinal Sindirim Modelinde Mikroorganizmaların Canlılığı

Arı poleni ile üretilmiş probiyotik yoğurtların, probiyotik özelliklerini belirlemek adına gastrointestinal sindirim sistemini simüle etmek için *in vitro* statik model kullanılmıştır. Bu analiz, arı poleni ile üretilmiş probiyotik yoğurt örneklerinde 4 °C’de depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla; simüle edilmiş mide ve ince bağırsak suları analiz günü için taze olarak hazırlanmıştır.

Simüle edilmiş mide suyu ve ince bağırsak sıvılarının hazırlanması:

Mide öz suyu için; %0.5 tuz çözeltisine (NaCl) son konsantrasyon 3g/L olacak şekilde pepsin (1:10 000 ICN) eklenmiştir (EK 3.7). Bu şekilde hazırlanan çözeltinin pH değerleri konsantre 1 mol/L ve 0.1 mol/L hidroklorik asit (HCl %37) veya steril 0.1 ve 1 mol/L sodyum hidroksit (NaOH) ile pH 2, pH 3 ve pH 4’e ayarlanmıştır (Huang ve Adam, 2004) (EK 3.8 ve 3.9).

İnce bağırsak suyu için ise pankreatin USP %0.5 NaCl eklenerek son konsantrasyon 1g/L olacak şekilde hazırlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan çözeltinin pH değerleri steril 0.1, 0.05 ve 0.01 mol/L NaOH ile pH 8'e ayarlanmıştır (Charteris vd., 1998) (EK 3.9). Bu çözelti ilave olarak %0.3 oranında safra tuzları içerecek şekilde de hazırlanmıştır (Ranadheera vd., 2012).

Probiyotik yoğurt starter kültürlerinin mide öz suyunda canlılıklarının belirlenmesi:

1 g yoğurt örneği alınarak 9 ml simüle edilmiş mide suyuna konulmuştur. pH 2, pH 3 ve pH 4'e ayarlanmış her mide suyu için bu işlem tekrarlanmıştır. En yüksek hızda 10 saniye süreyle vorteks ile karıştırma işlemi uygulanıp 37 °C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyonun 1., 30., 60. ve 180. dakikalarında örnekler alınarak dilüsyonlar hazırlanmıştır. Dilüsyonlardan, *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. sayımları 'Örneklerin mikrobiyolojik analizler için hazırlanması' bölümünde anlatıldığı gibi yapılmıştır (Ranadheera vd., 2012).

Probiyotik yoğurt starter kültürlerinin ince bağırsak sıvısında canlılıklarının belirlenmesi:

1 g yoğurt örneği alınarak 9 ml simüle edilmiş ince bağırsak suyuna konulmuştur. En yüksek hızda 10 saniye süreyle vorteksle karıştırma işlemi uygulanmış ve 37 °C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyonun 1., 120. ve 240. dakikalarında örnekler alınarak dilüsyonlar hazırlanmıştır. Dilüsyonlardan; *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. sayımları 'Örneklerin mikrobiyolojik analizler için hazırlanması' bölümünde anlatıldığı gibi yapılmıştır (Ranadheera vd., 2012).

3.6. İstatistiksel Analiz

Araştırmada; analizlerinin her biri iki tekerrür ve iki paralel olacak (2×2) şekilde yürütülmüştür. Bu çalışmada; mikrobiyolojik analiz sonuçları, log kob/g ya da log EMS/g olarak sunulmuş olup tespit edilebilir sınır 10 kob/g (<1.00 log kob/g) olarak seçilmiştir. Ortalamaların karşılaştırılması için Duncan testi kullanılmış ve veri analizleri SPSS 17. Versiyon (17.0.3, 2010, SPSS Inc., Chicago, ABD) istatistiksel paket programı kullanılarak %95 güven aralığında gerçekleştirilmiştir.

3.7. Etik Onay

Bu çalışmadaki tüm deneyler insan veya hayvan uygulaması içermeyip, yalnızca besinlerin fiziksel ve mikrobiyolojik analizlerinin gerçekleştirildiği deneyler olduğundan “Etik Kurul Raporu veya Deney Hayvanları Kullanım Sertifikası” izin ve belgelerine ihtiyaç duyulmamıştır. Çalışmada kullanılan bütün malzeme ve cihazlar “Veri Toplama Araçları” başlığı içerisinde yer almaktadır (EK 1).

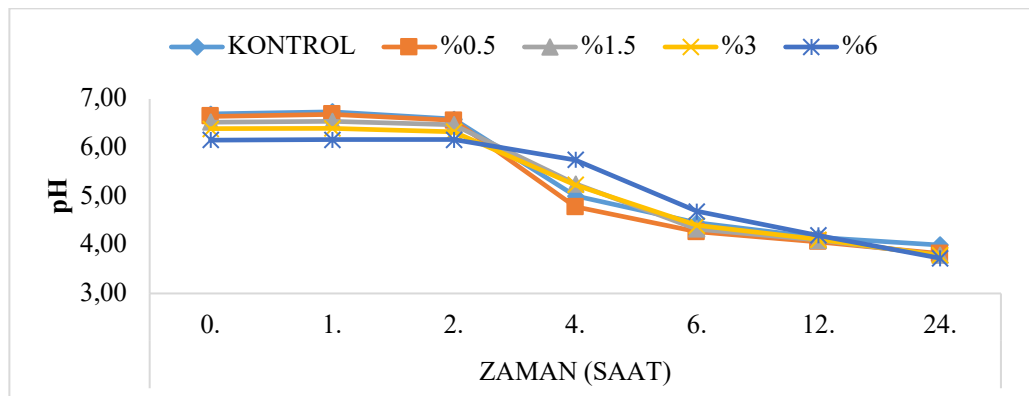
3.8. Araştırmanın Sınırlılıkları

Fenolik asit ve flavonoid madde içeriği yüksek olduğu bilinen arı poleninin üretilen probiyotik yoğurtların antioksidan kapasitesini ne ölçüde etkilediğinin belirlenmesi ve duyusal analizlerin gerçekleştirilmesinin araştırmanın geçerliliğini artıracığı düşünülmektedir.

4. BULGULAR

4.1. Arı Poleninin Fermantasyon Sırasında Probiyotik Yoğurt Starter Kültürlerinin Gelişimine Etkisi

Farklı oranlarda arı poleni (%0.5, %1.5, %3 ve %6) içeren süt örneklerine starter kültür ilave edilmiş ve 42 °C’de anaerobik koşullarda 24 saat boyunca pH değerlerinin ölçümü ile *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. sayımları yapılmıştır (EK 3.10 ve 3.11). Bu çalışmada arı poleni ve starter kültür içermeyen pastörize süt örnekleri negatif kontrol olarak kullanılmış ve fermantasyon sırasında *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. sayıları tespit edilebilir değerin altında (<1 log kob/g) bulunmuştur. Arı poleni içermeyen starter kültür ilave edilmiş süt örnekleri ise pozitif kontrol olarak değerlendirilmiştir. Pastörize süt ve arı polenin pH değerleri fermantasyonun başlangıcında 6.88 ve 4.51 sonunda ise 6.76 ve 4.36 olarak ölçülmüştür. Fermantasyon başlangıcında örneklerin pH değerleri 6.69 (K) ve 6.16 (%6) arasında değişim göstermekte, arı poleni miktarı arttıkça pH değerlerinde azalma görülmektedir. %6 arı poleni içeren örneğin pH değerleri 6. saatte yoğurt pıhtı oluşumu için gerekli pH 4.69’a ulaşmıştır. %6 oranında arı poleni ilavesi pıhtı oluşum zamanının artmasına neden olmuştur. Diğer örneklerde ise 4.27 ve 4.45 arasında ortalama 4.43 olarak bulunmuştur. Yoğurtların pH değerleri 24 saat boyunca azalmıştır. En düşük pH değerleri 24. saatin sonunda görülmüştür. En yüksek pH değeri kontrolde (4.00), en düşük ise %6 arı poleni içeren yoğurtta (3.73) okunmuştur (Şekil 4.1).

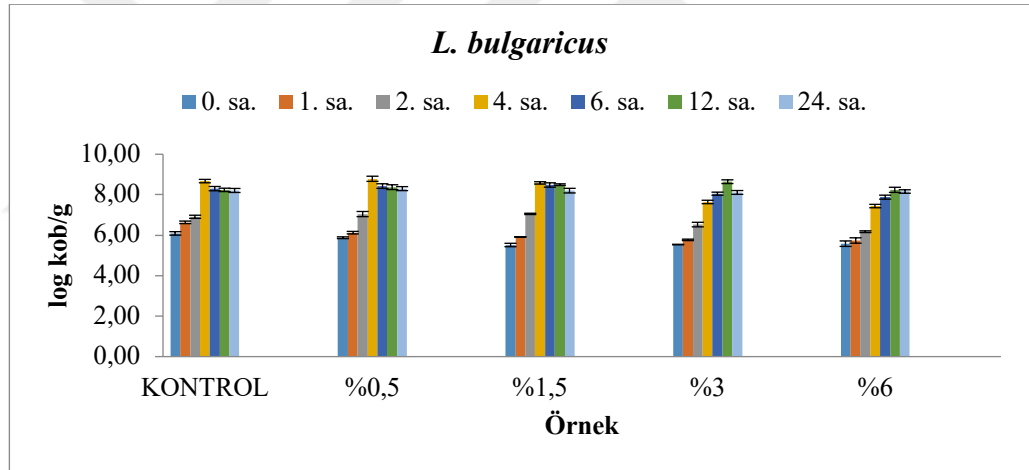


n=4, Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.1. Örneklerle ait fermantasyon boyunca pH değerleri

Negatif kontrollerde *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. sayım sonuçlarına göre test edilen bakteriler tespit edilebilir limitin altında (<1 log kob/g) bulunmuştur.

Örneklerin fermantasyon boyunca *L. bulgaricus* sonuçları Şekil 4.2’de gösterilmektedir. Ortalamalar baz alındığında fermantasyon boyunca *L. bulgaricus* sayıları 12. saate kadar artmış ve 24. saatte azalmaya başlamıştır. Arı poleni ilavesi arttıkça yoğurt örneklerinin *L. bulgaricus* sayısı azalmıştır. Fermantasyonun başlangıcında örneklerin ortalama *L. bulgaricus* sayısı 5.72 log kob/g, 24. saat sonunda ise 8.20 log kob/g arasında tespit edilmiştir. Kontrol, %0.5 ve %1.5 arı poleni içeren yoğurtlarda da en yüksek sayım 4. saatte sırasıyla 8.67 log kob/g, 8.79 log kob/g ve 8.58 log kob/g bulunmuştur. Arı poleni miktarı %3 ve %6 olan yoğurtlarda *L. bulgaricus* en yüksek değere ulaşması arı polenin etkisiyle daha uzun zaman gerektirmiş ve 12. saatte 8.64 log kob/g ve 8.24 log kob/g olarak gerçekleşmiştir.

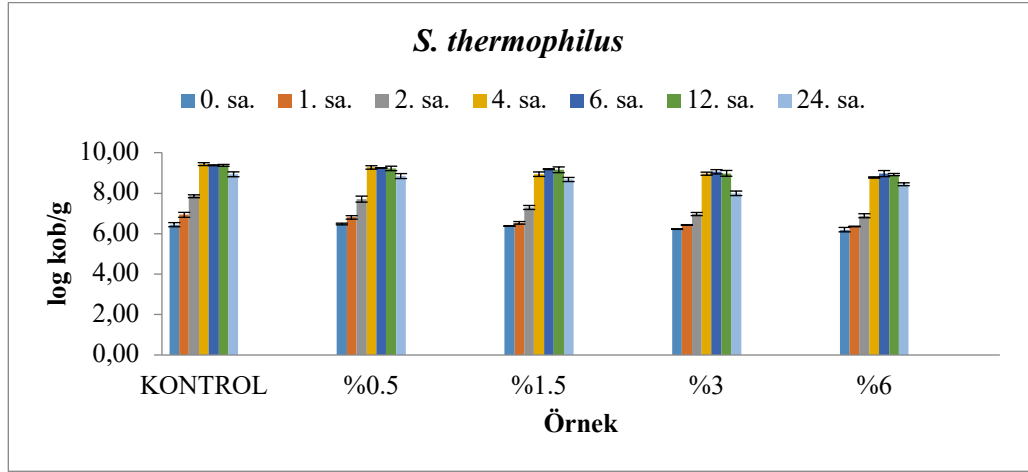


n=4, ($\pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.2. Örneklerle ait fermantasyon boyunca *L. bulgaricus* sonuçları (log kob/g)

Örneklerin fermantasyon boyunca *S. thermophilus* sonuçları Şekil 4.3’te gösterilmektedir. İnkübasyon başlangıcında *S. thermophilus* sayımları 6.19-6.47 log kob/gr arasında, sonunda ise 7.99-8.93 log kob/g arasında değişmektedir. Örneklerin saat bazında ortalama değerleri incelendiğinde *S. thermophilus* sayıları fermantasyonun 6. saatine kadar artış (9.16 log kob/g), 24. saatte ise azalma (8.57 log kob/g) eğilimindedir. Kontrol (9.43 log kob/g) ve %0.5 arı poleni içeren yoğurtlarda (9.27 log

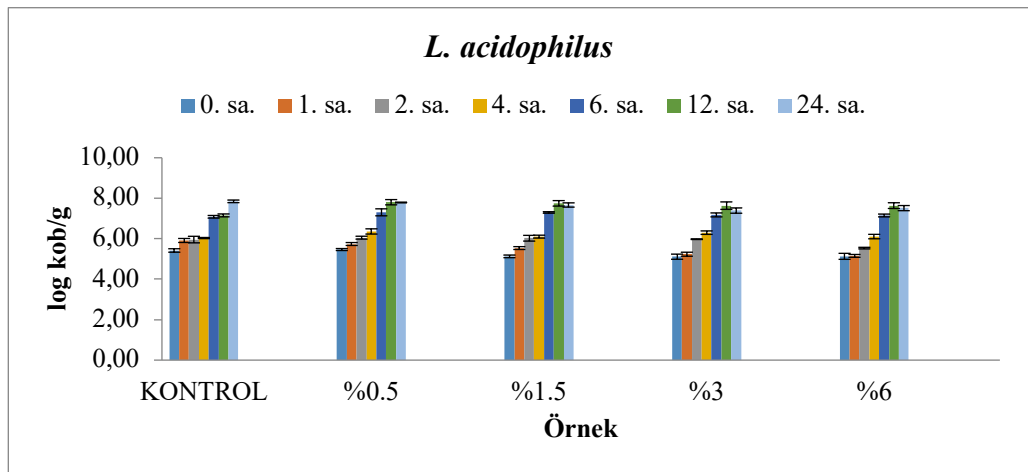
kob/g) en yüksek *S. thermophilus* sayımı 4. saatte, %1.5 (9.18 log kob/g), %3 (9.05 log kob/g) ve %6 (8.96 log kob/g) arı poleni içeren yoğurtlarda ise 6. saatte tespit edilmiştir.



n=4, ($\pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.3. Örneklerle ait fermantasyon boyunca *S. thermophilus* sonuçları (log kob/g)

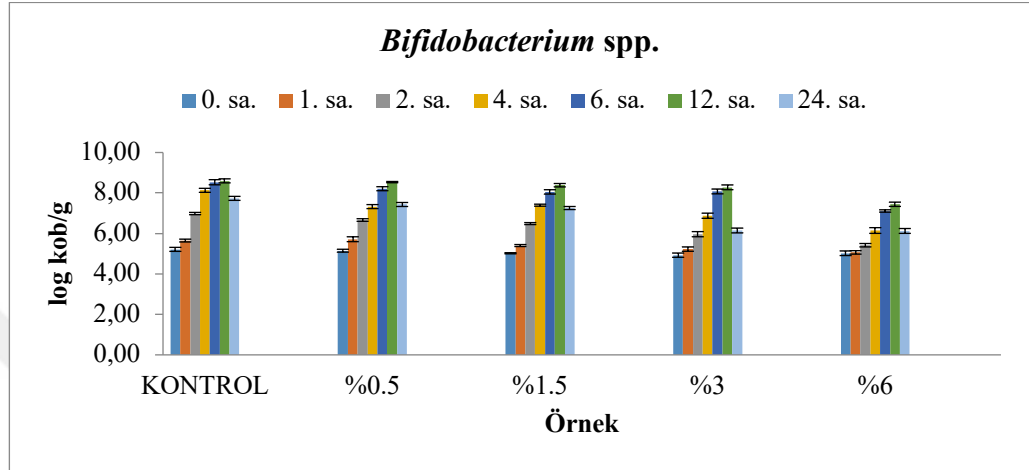
Örneklerin fermantasyon boyunca *L. acidophilus* sonuçları Şekil 4.4'te gösterilmektedir. Fermantasyon boyunca *L. acidophilus* sayıları artmıştır. Arı poleni ilavesi arttıkça yoğurt örneklerinin *L. acidophilus* sayısı azalmıştır. Fermantasyonun başlangıcında örneklerin ortalama *L. acidophilus* sayısı 5.25 log kob/g, 24. saat sonunda ise 7.64 log kob/g arasında tespit edilmiştir. Kontrolde en yüksek sayım 24. saatte 7.85 log kob/g, arı poleni içeren yoğurtlarda ise 12. saatte 7.63-7.80 log kob/g arasında hesaplanmıştır.



n=4, ($\pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.4. Örneklerle ait fermantasyon boyunca *L. acidophilus* sonuçları (log kob/g)

Örneklerin fermantasyon boyunca *Bifidobacterium* spp. sonuçları Şekil 4.5'te gösterilmektedir. Fermantasyon boyunca *Bifidobacterium* spp. sayıları 12. saatte kadar artmıştır. Arı poleni ilavesi arttıkça yoğurt örneklerinin *Bifidobacterium* spp. sayısı azalmıştır. Fermantasyonun başlangıcında örneklerin *Bifidobacterium* spp. sayımları 4.93-5.21 log kob/g, 24. saat sonunda ise 6.12-7.73 log kob/g arasında tespit edilmiştir. Bütün örneklerde en yüksek *Bifidobacterium* spp. sonuçları 12. saatte tespit edilmiştir.



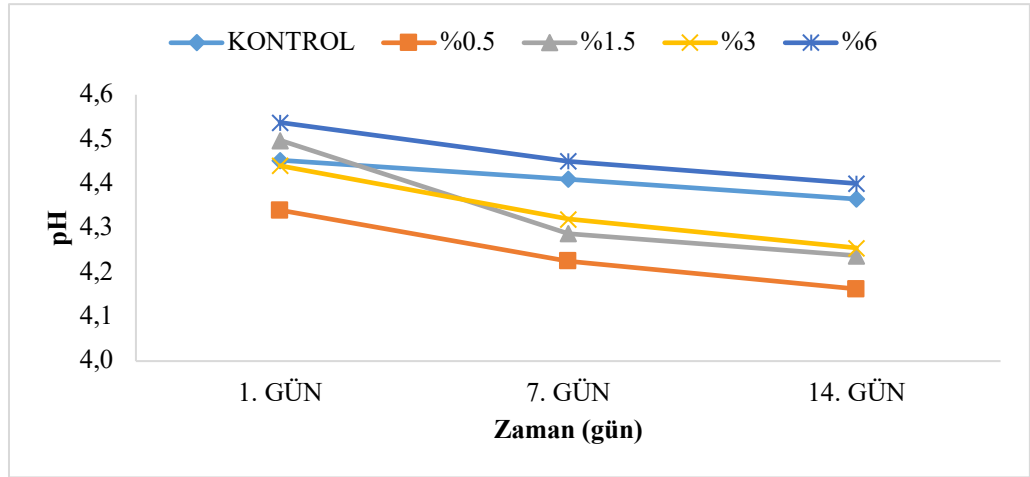
n=4, ($\pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.5. Örneklerle ait fermantasyon boyunca *Bifidobacterium* spp. sonuçları (log kob/g)

4.2. Arı Poleninin Depolama Boyunca Probiyotik Yoğurt Starter Kültürlerinin Gelişimine Etkisi

Farklı oranlarda arı poleni (%0.5, %1.5, %3 ve %6) içeren yoğurt örnekleri, 4 °C'de 14 gün muhafaza edilmiş olup depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde pH değerlerinin ölçümü ile *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. sayımları yapılmıştır (EK 3.12 ve 3.13).

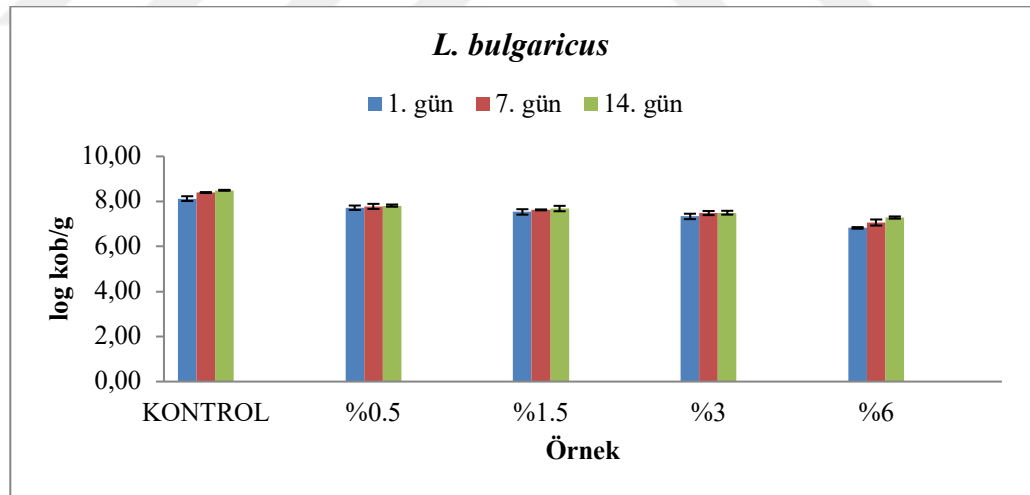
Bu çalışmada arı poleni ve starter kültür içermeyen pastörize süt örnekleri negatif kontrol olarak kullanılmıştır. Arı poleni içermeyen starter kültür ilave edilmiş süt örnekleri ise pozitif kontrol olarak değerlendirilmiştir. Negatif kontrollerin *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. sayıları tespit edilebilir değerin altında (<1 log kob/g) bulunmuştur. Yoğurt örneklerinin pH değerleri depolama boyunca azalmış olup 4.16 ile 4.50 arasında değişmiştir (Şekil 4.6).



n=4, Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.6. Örneklerle ait depolama boyunca pH değerleri

Örneklerin depolama boyunca *L. bulgaricus* sonuçları Şekil 4.7’de gösterilmektedir. Kontrol dahil bütün örneklerde depolama boyunca *L. bulgaricus* sayısı artmış ve en yüksek değerler 14. gününde tespit edilmiştir. Arı poleni miktarı arttıkça bakteri sayısı azalmıştır. Depolama sonunda en yüksek sayım kontrol örneğinde 8.50 log kob/g, en düşük ise %6 arı poleni içeren örnekte 7.29 log kob/g olarak bulunmuştur.

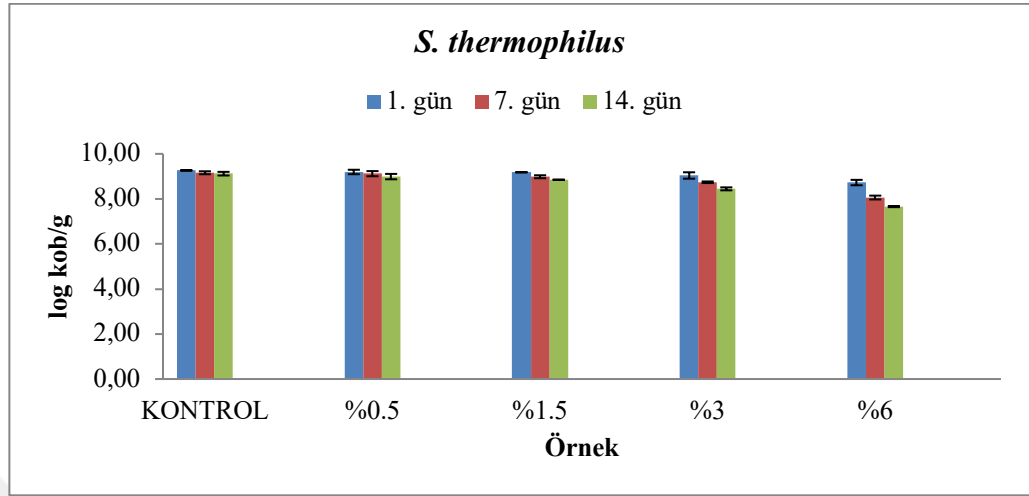


n=4, ($\pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.7. Örneklerle ait depolama boyunca *L. bulgaricus* sonuçları (log kob/g)

Örneklerin depolama boyunca *S. thermophilus* sonuçları Şekil 4.8’de gösterilmektedir. En düşük *S. thermophilus* sayısı 7.66 log kob/g ile depolamanın 14. gününde %6 polen ilaveli probiyotik yoğurt örneğinde ve en yüksek ise 9.26 log kob/g ile depolamanın 1. gününde kontrol örneğinde saptanmıştır. Arı poleni miktarına bağlı

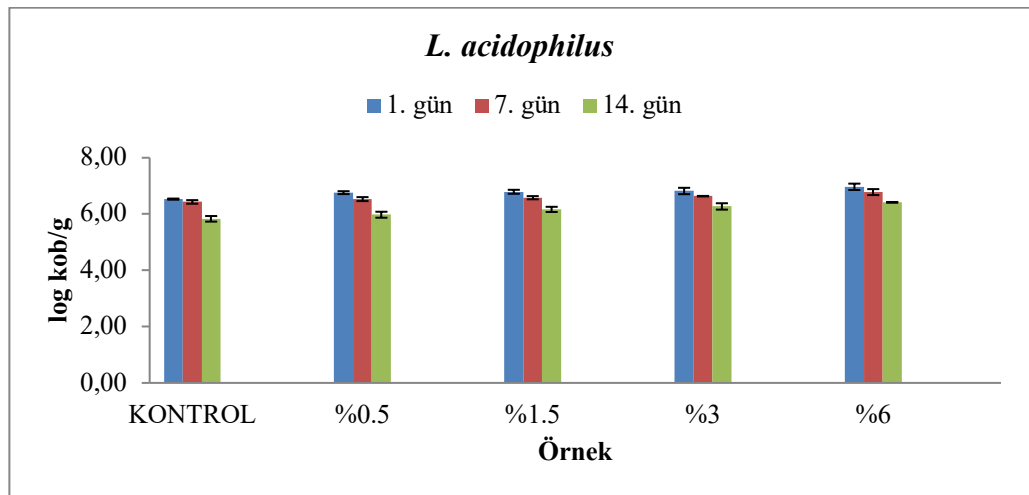
olarak polen miktarı arttıkça *S. thermophilus* sayısında azalma görülmüştür. Depolama periyoduna göre değerlendirme yapıldığında örneklerde depolama boyunca *S. thermophilus* sayısında düşüş gözlenmiştir.



n=4, ($\pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.8. Örneklerle ait depolama boyunca *S. thermophilus* sonuçları (log kob/g)

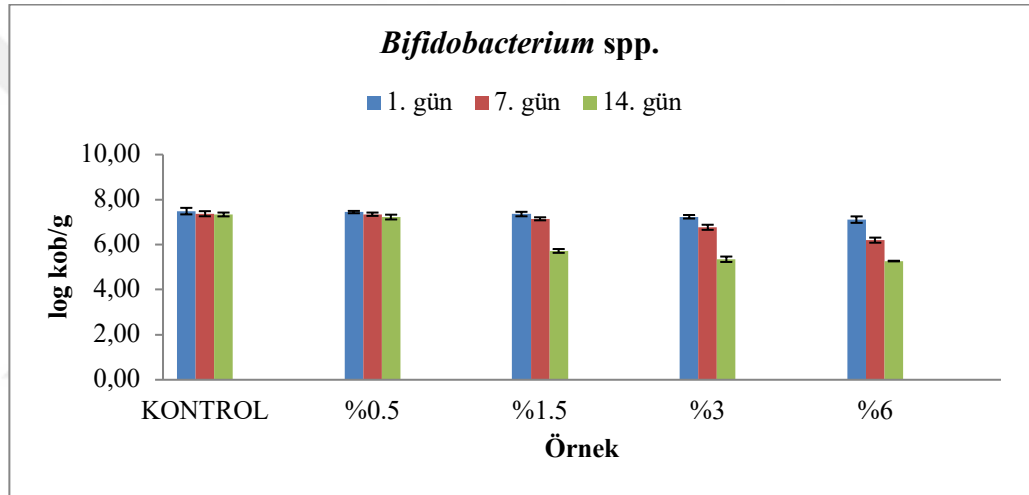
Örneklerin depolama boyunca *L. acidophilus* sonuçları Şekil 4.9'da gösterilmektedir. Yoğurt örneklerinde en yüksek *L. acidophilus* sayıları depolamanın başlangıcında görülmüş olup depolama boyunca azalmıştır. *L. acidophilus* değerleri 5.83 log kob/g ile 6.97 log kob/g arasında değişmektedir. *L. acidophilus* sayıları diğer bakterilerden farklı olarak arı poleni arttıkça artış göstermiştir.



n=4, ($\pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.9. Örneklerle ait depolama boyunca *L. acidophilus* sonuçları (log kob/g)

Örneklerin depolama boyunca *Bifidobacterium* spp. sonuçları Şekil 4.10'da gösterilmektedir. Yoğurt örneklerinin *Bifidobacterium* spp. sonuçları en düşük depolama periyodunun 14. gününde %6 arı poleni ilaveli probiyotik yoğurt örneğinde 5.27 log kob/g ve en yüksek olarak depolamanın 1. günü kontrol örneğinde 7.49 log kob/g olarak saptanmıştır. Depolama sürecine göre değerlendirildiğinde ise probiyotik yoğurt örneklerinde depolama boyunca azalma gözlenmiştir. Bütün sonuçlar değerlendirildiğinde 14. gün %1.5 (5.72 log kob/g), %3 (5.35 log kob/g) ve %6 (5.27 log kob/g) arı poleni ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde belirtilen en az 6 log kob/g (10^6) probiyotik mikroorganizma içermesi gerektiği koşuluna uymadığı, kalan örneklerin kodekse uygunluk gösterdiği belirlenmiştir (TGK, 2009).



n=4, ($\pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.10. Örneklerle ait depolama boyunca *Bifidobacterium* spp. sonuçları (log kob/g)

4.3. Arı Poleni ile Üretilmiş Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik Değerleri

27143 sayılı 2009/25 numaralı Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde belirtildiği gibi arı poleni içeren yoğurt örneklerinde depolama boyunca toplam koliform, toplam maya, toplam küf sayımı yapılmış ve *E. coli* varlığı tespit edilmiştir. Yapılan toplam maya ve küf sayımı analizleri sonucunda depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde bütün yoğurt örnekleri için sonuçlar tespit edilebilir değerin (<1.00 log kob/g) altında bulunmuştur. Toplam koliform değerleri ise <0.30 log kob/g olarak bulunmuştur.

4.4. Arı Poleni ile Üretilmiş Probiyotik Yoğurtların Antimikrobiyal Özellikleri

Farklı oranlarda arı poleni içeren yoğurt örneklerinin antimikrobiyal etkinlikleri disk difüzyon yöntemiyle depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde *L. monocytogenes* ATCC 35152, *S. Typhimurium* ATCC 14028, *E. coli* ATCC 25922, *E. coli* O157:H7 ATCC 35150 ve *S. aureus* ATCC 6538 patojenlerine karşı test edilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Probiyotik Yoğurtların Antimikrobiyal Analizi (zon çapı, mm)

Bakteri	Örnek*	Uygulama Süresi (Gün)		
		1.	7.	14.
<i>E. coli</i>	K	7.00±0.00 ^{Aa}	7.75±0.35 ^{Aa}	7.25±0.35 ^{Aab}
	%0.5	7.00±0.00 ^{Aa}	7.25±0.35 ^{Aa}	7.00±0.00 ^{Ab}
	%1.5	7.00±0.00 ^{Aa}	7.25±0.35 ^{Aa}	7.50±0.00 ^{Aab}
	%3	7.00±0.00 ^{Aa}	8.00±0.00 ^{Ba}	7.75±0.35 ^{Ba}
	%6	7.75±0.35 ^{Ab}	7.75±0.35 ^{Aa}	7.00±0.00 ^{Ab}
<i>E. coli</i> O157:H7	K	7.00±0.00 ^{Aa}	8.00±0.00 ^{Aab}	8.00±0.00 ^{Aa}
	%0.5	7.00±0.00 ^{Aa}	8.25±0.35 ^{Bab}	7.75±0.35 ^{Aba}
	%1.5	7.00±0.00 ^{Aa}	8.75±0.35 ^{Bb}	8.00±0.00 ^{Ca}
	%3	7.00±0.00 ^{Aa}	8.25±0.35 ^{Aab}	7.50±0.71 ^{Aa}
	%6	7.00±0.00 ^{Aa}	7.50±0.71 ^{Aa}	7.50±0.71 ^{Aa}
<i>L. monocytogenes</i>	K	7.50±0.71 ^{Aa}	7.75±0.35 ^{Aa}	7.75±0.35 ^{Aab}
	%0.5	7.25±0.35 ^{Aa}	8.00±0.00 ^{Aa}	7.75±0.35 ^{Aab}
	%1.5	7.00±0.00 ^{Aa}	8.50±0.00 ^{Bb}	7.00±0.00 ^{Aa}
	%3	7.00±0.00 ^{Aa}	9.50±0.00 ^{Bc}	8.25±0.35 ^{Cbc}
	%6	7.00±0.00 ^{Aa}	9.50±0.00 ^{Bc}	8.75±0.35 ^{Cc}
<i>S. aureus</i>	K	7.50±0.00 ^{Aa}	7.50±0.00 ^{Aa}	7.25±0.35 ^{Aa}
	%0.5	7.00±0.00 ^{Ab}	7.50±0.71 ^{Aa}	7.00±0.00 ^{Aa}
	%1.5	7.00±0.00 ^{Ab}	7.00±0.00 ^{Aa}	8.50±0.71 ^{Ba}
	%3	8.75±0.35 ^{Ac}	7.25±0.35 ^{Aa}	7.50±0.71 ^{Aa}
	%6	9.00±0.00 ^{Ac}	9.00±0.00 ^{Ab}	8.50±0.71 ^{Aa}
<i>S. Typhimurium</i>	K	7.00±0.00 ^{Aa}	7.25±0.35 ^{Aa}	8.75±0.35 ^{Ba}
	%0.5	7.25±0.35 ^{Aa}	7.75±0.35 ^{Aab}	7.50±0.71 ^{Aa}
	%1.5	8.75±0.35 ^{Abb}	9.50±0.00 ^{Ac}	8.25±0.35 ^{Ba}
	%3	7.00±0.00 ^{Aa}	8.00±0.00 ^{Abb}	8.50±0.71 ^{Ba}
	%6	8.00±0.00 ^{Ac}	8.00±0.00 ^{Ab}	8.50±0.71 ^{Aa}

*(n=4), (±standart sapma); Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt, büyük harfler sütunlar, küçük harfler satırlar arasında olmak üzere aynı harf ile gösterilen veriler istatistiki açıdan önemsizdir (P>0.05).

L. monocytogenes indikatör bakterisinin inokülasyon düzeyi 8.69-8.83 log kob/mL arasındadır. En fazla disk çapı bütün örnekler için 7. gününde tespit edilmiştir. 7. günde kontrol örneğinde 7.75 mm olan disk alanı arı poleni miktarı arttıkça artmış olup %3 ve %6 arı poleni içeren örnekte 9.50 mm olarak ölçülmüştür. *S. Typhimurium* indikatör bakterisinin inokülasyon düzeyi 8.55-8.88 log kob/mL arasındadır. Kontrol örneğinde disk çapı depolama ile artış göstermiştir. En büyük disk çapları %0.5 ve %1.5 arı poleni içeren örneklerde 7. günde 7.75 mm ve 9.50 mm, %3 ve %6 arı poleni içeren örneklerde ise 14. günde 8.50 mm olarak tespit edilmiştir. *E. coli* indikatör bakterisinin

inokülasyon düzeyi 8.82-8.87 log kob/mL arasındadır. En küçük disk çapı 7.00 mm ve en büyük ise 8.00 mm olarak bulunmuştur. Genel olarak örneklerin depolama boyunca disk çaplarının azaldığı görülmektedir. *E. coli* O157:H7 indikatör bakterisinin inokülasyon düzeyi 8.53-8.94 log kob/mL arasındadır. Disk çapları 7.00-8.75 mm arasında değişmektedir. En büyük değerler depolamanın 7. gününde bulunmuştur. *S. aureus* indikatör bakterisinin inokülasyon düzeyi 8.43-8.78 log kob/mL arasındadır. En büyük disk çapları 1. ve 7. günde %6 arı poleni içeren örnekte 9.00 mm olarak hesaplanmıştır.

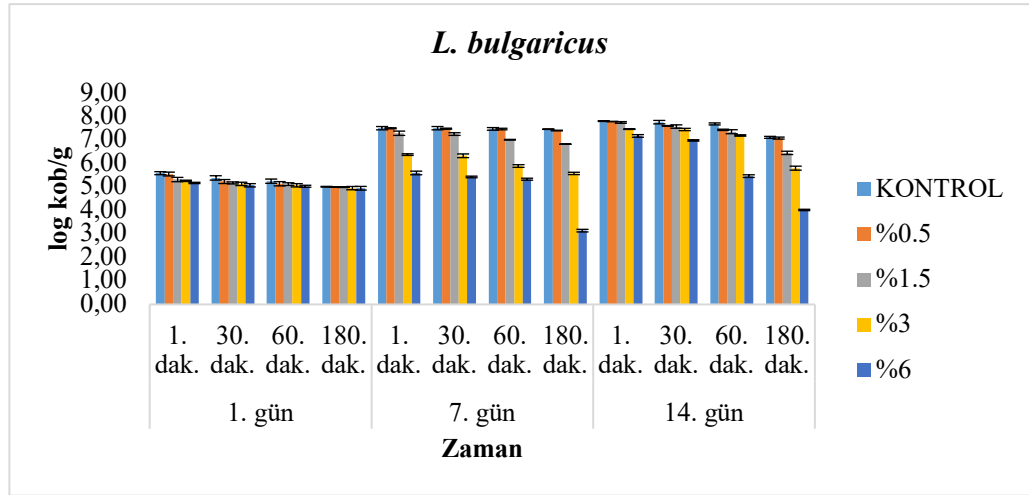
4.5. *In vitro* Gastrointestinal Sindirim Modelinde Mikroorganizmaların Canlılığı

Farklı oranlarda arı poleni içeren yoğurt örnekleri depolamanın belirli günlerinde (1., 7. ve 14. gün) simüle edilmiş mide ve ince bağırsak suları kullanılarak *in vitro* statik modelde analiz edilmiştir.

4.5.1. Probiyotik Yoğurt Starter Kültürlerinin Mide Öz Suyunda Canlılıkları

Simüle edilmiş mide suları pH 2, pH 3 ve pH 4 koşullarına ayarlanmış ve her bir pH değerinde inkübasyonun 1., 30., 60. ve 180. dakikalarında *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. sayımları gerçekleştirilmiştir (EK 3.14, 3.15 ve 3.16).

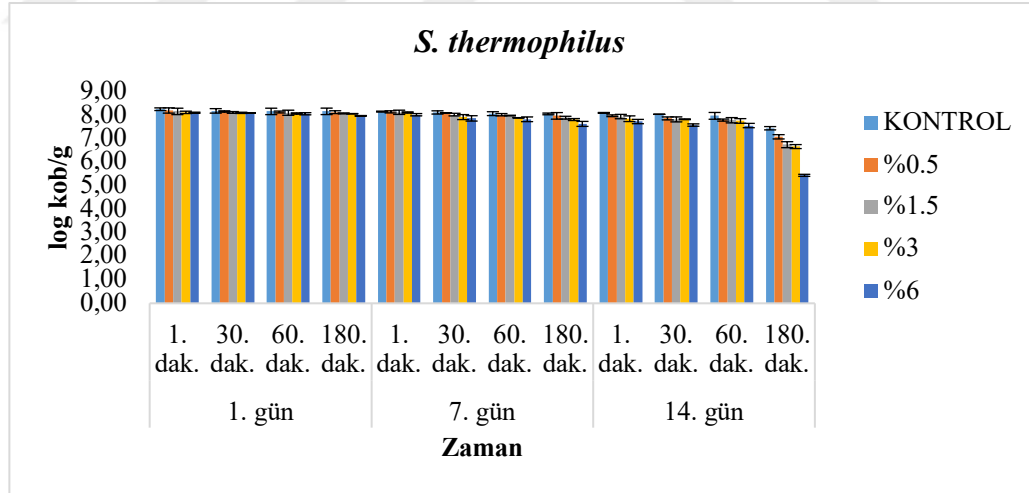
pH 2'ye ayarlanmış simüle mide suyunda canlı bakteri sayıları Şekil 4.11-4.14'te sunulmuştur. *L. bulgaricus* değerleri bütün örneklerde sürenin uzamasıyla birlikte azalmaktadır. Depolama günlerinde en düşük canlı bakteri sayımları 180. Dakikada elde edilmiştir (Şekil 4.11).



n=4, ($\pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.11. pH 2'ye ayarlanmış simüle mide suyunda *L. bulgaricus* değerleri (log kob/g)

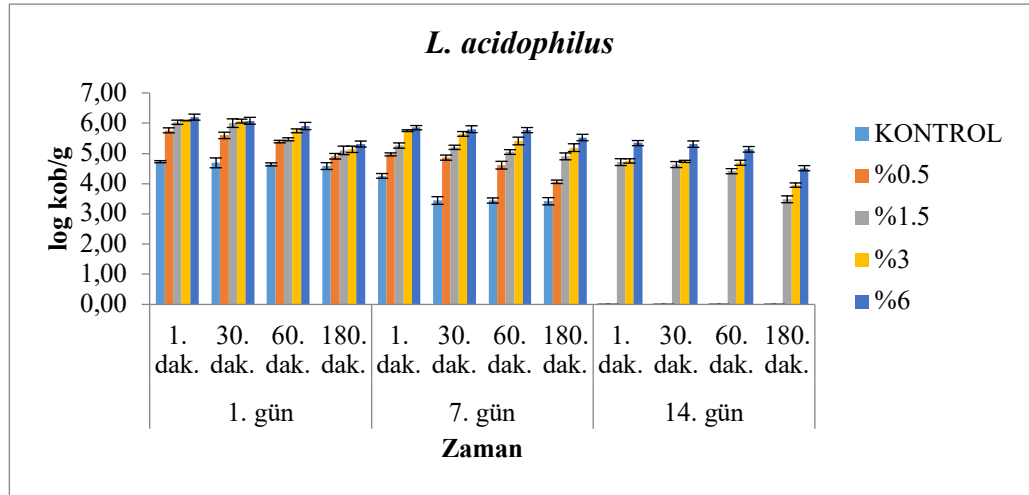
S. thermophilus değerleri uygulama süresi ve arı poleni miktarıyla azalma göstermektedir. Depolamanın başlangıcında 1. Dakikada 8.11-8.26 log kob/g arasında iken depolama sonunda aynı uygulama süresinde 7.74-8.10 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.12).



n=4, ($\pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.12. pH 2'ye ayarlanmış simüle mide suyunda *S. thermophilus* değerleri (log kob/g)

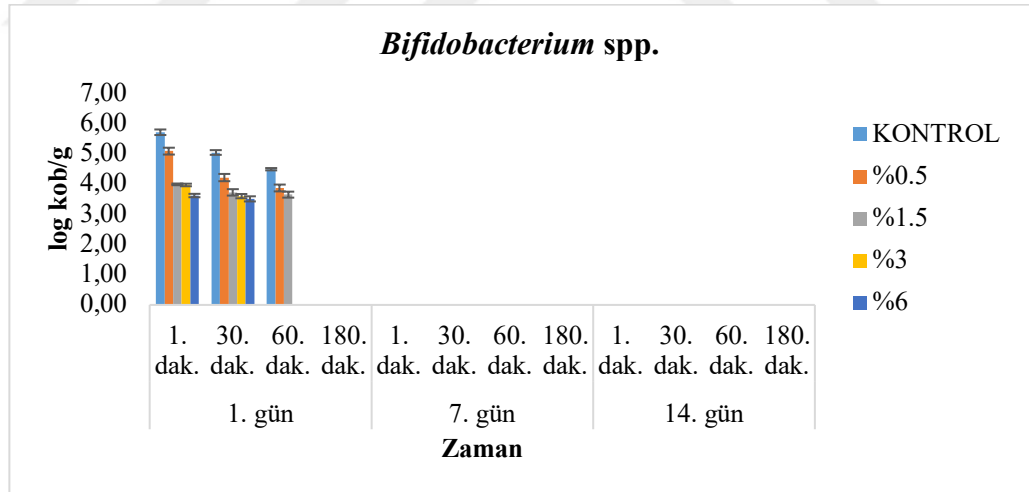
L. acidophilus değerlerinin arı poleni oranıyla doğru, uygulama süresiyle ters orantılı olduğu gözlenmiştir. Depolamanın son günü kontrol ve %0.5 arı poleni içeren örneklerde *L. acidophilus* tespit edilebilir limitin altındadır (Şekil 4.13).



n=4, ($\pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.13. pH 2'ye ayarlanmış simüle mide suyunda *L. acidophilus* değerleri (log kob/g)

Bifidobacterium spp. değerleri 7. ve 14. günde bütün uygulama sürelerinde bütün örneklerde tespit edilebilen değer altındadır. Depolamanın başlangıcında 1. Dakikada 3.62 ile 5.72 log kob/g arasında sayım yapılmış, 180. dak. ise <1 log kob/g tespit edilmiştir (Şekil 4.14).

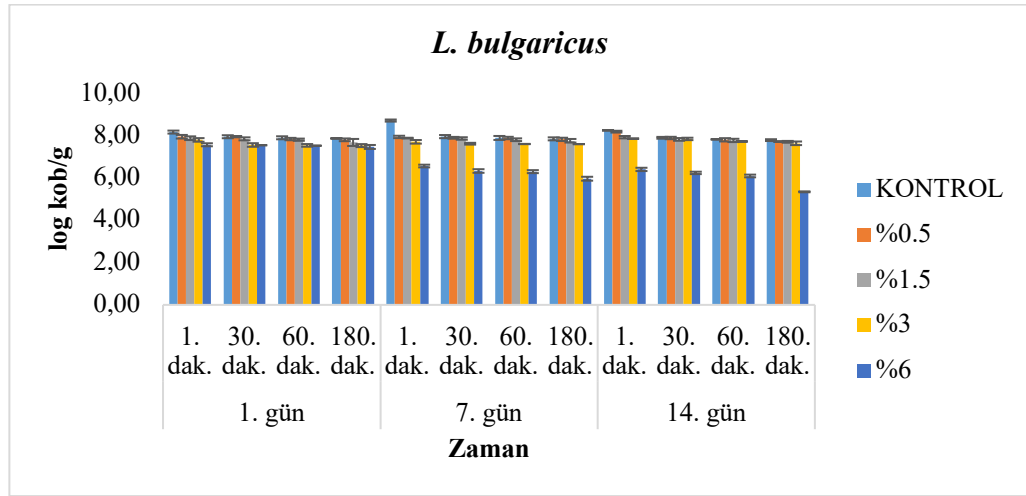


n=4, ($\pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.14. pH 2'ye ayarlanmış simüle mide suyunda *Bifidobacterium* spp. değerleri (log kob/g)

pH 3'e ayarlanmış simüle mide suyunda canlı bakteri sayıları EK 3.15'te sunulmuştur. *L. bulgaricus* değerleri, arı poleni miktarı ve uygulama süresiyle ters orantılı olarak azalmıştır. Depolamanın 1. günü en yüksek değer kontrol örneğinde 8.17

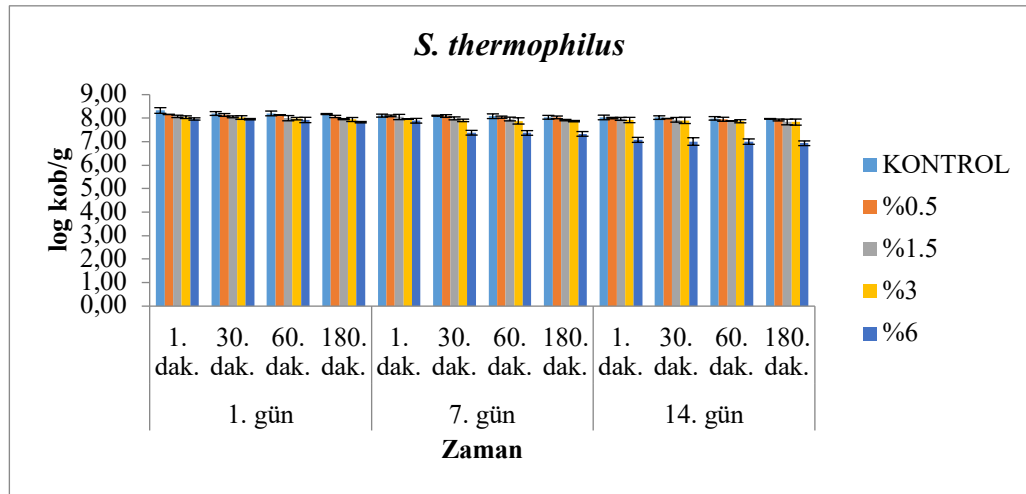
log kob/g en düşük değer ise %6 arı poleni içeren yoğurt örneğinde 7.57 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.15).



n=4, ($\bar{x} \pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.15. pH 3'e ayarlanmış simüle mide suyunda *L. bulgaricus* değerleri (log kob/g)

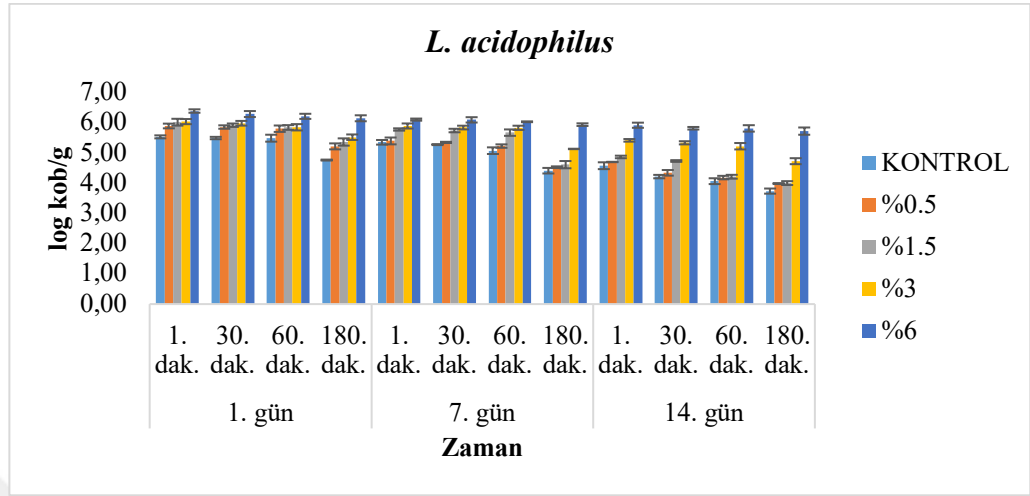
S. thermophilus değerlerinde en düşük sayım sonuçları 1., 7. ve 14. analiz gününde %6 arı poleni içeren yoğurt örneklerinde bulunmuştur. Bununla birlikte en düşük sayım 14. gün 180. dak. 6.93 log kob/g şeklindedir (Şekil 4.16).



n=4, ($\bar{x} \pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.16. pH 3'e ayarlanmış simüle mide suyunda *S. thermophilus* değerleri (log kob/g)

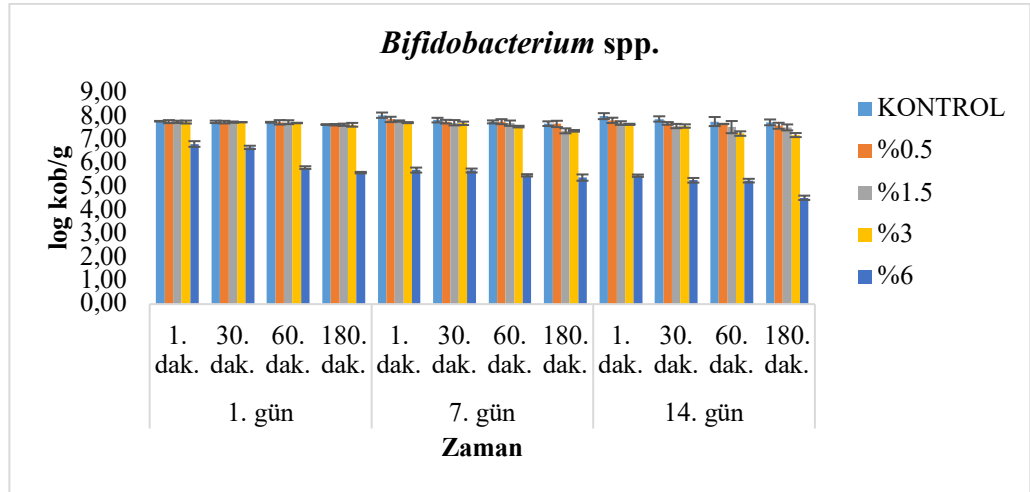
L. acidophilus en yüksek sayım sonucu depolamanın başlangıcında 1. dak. uygulamada %6 arı poleni içeren örnekte sayılmıştır (6.39 log kob/g). Mide suyunda kalma süresi uzadıkça canlı bakteri sayısı azalmaktadır (Şekil 4.17).



n=4, ($\bar{x} \pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.17. pH 3'e ayarlanmış simüle mide suyunda *L. acidophilus* değerleri (log kob/g)

Bifidobacterium spp. sayıları arı poleni miktarı arttıkça ve uygulama süresi arttıkça azalmıştır (Şekil 4.18).

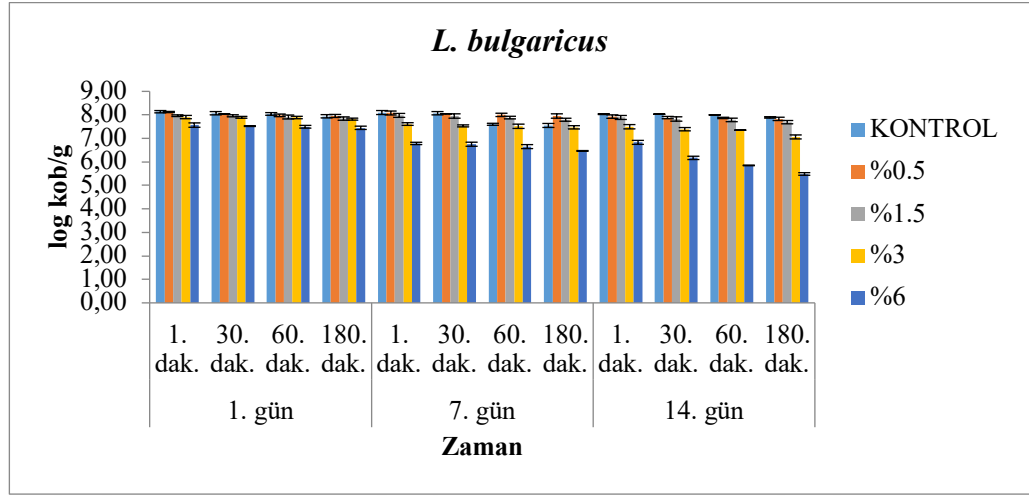


n=4, ($\bar{x} \pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.18. pH 3'e ayarlanmış simüle mide suyunda *Bifidobacterium* spp. değerleri (log kob/g)

pH 4'e ayarlanmış simüle mide suyunda canlı bakteri sayıları EK 3.16'da sunulmuştur. *L. bulgaricus* değerleri depolamanın başlangıcında 180 dakika uygulama

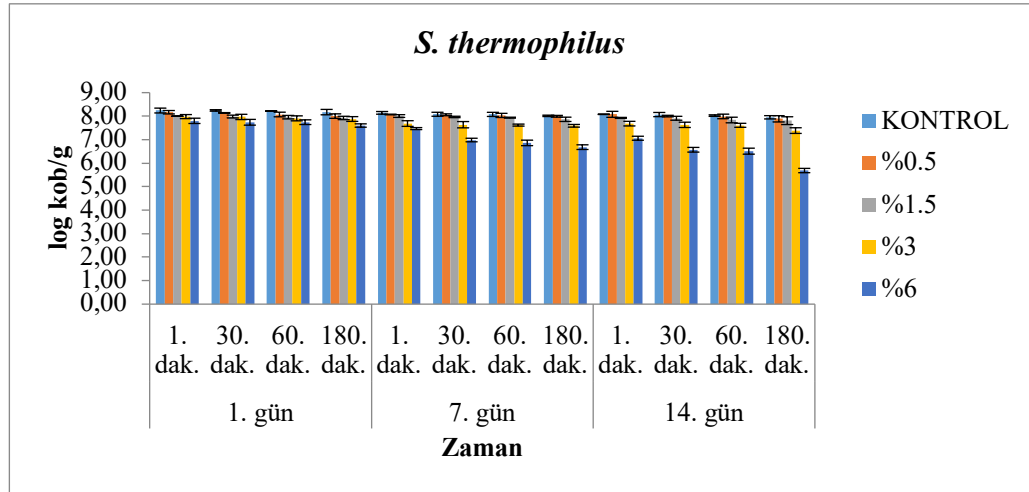
süresi sonunda 6.79-8.10 log kob/g arasında, depolamanın sonunda aynı uygulama süresinde ise 5.49-7.89 log kob/g bulunmuştur (Şekil 4.19).



n=4, ($\bar{x} \pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.19. pH 4'e ayarlanmış simüle mide suyunda *L. bulgaricus* değerleri (log kob/g)

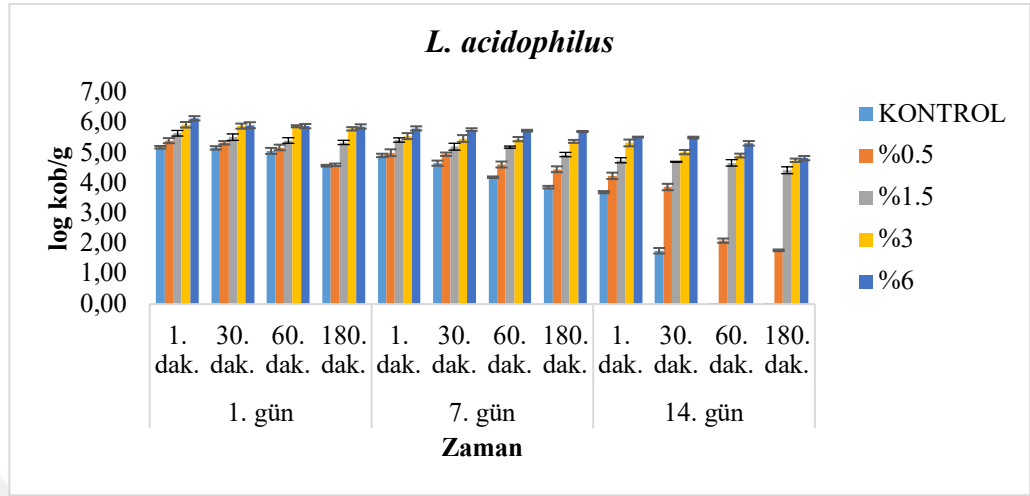
S. thermophilus değerleri kontrol örneğinde 1. günde 1. Dakikada 8.24 log kob/g, 180. dak. ise 8.17 log kob/g, aynı gün en fazla arı poleni içeren örnekte 1. dak. 7.80 log kob/g, 180. dakikada 7.60 log kob/g hesaplanmıştır (Şekil 4.20).



n=4, ($\bar{x} \pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.20. pH 4'e ayarlanmış simüle mide suyunda *S. thermophilus* değerleri (log kob/g)

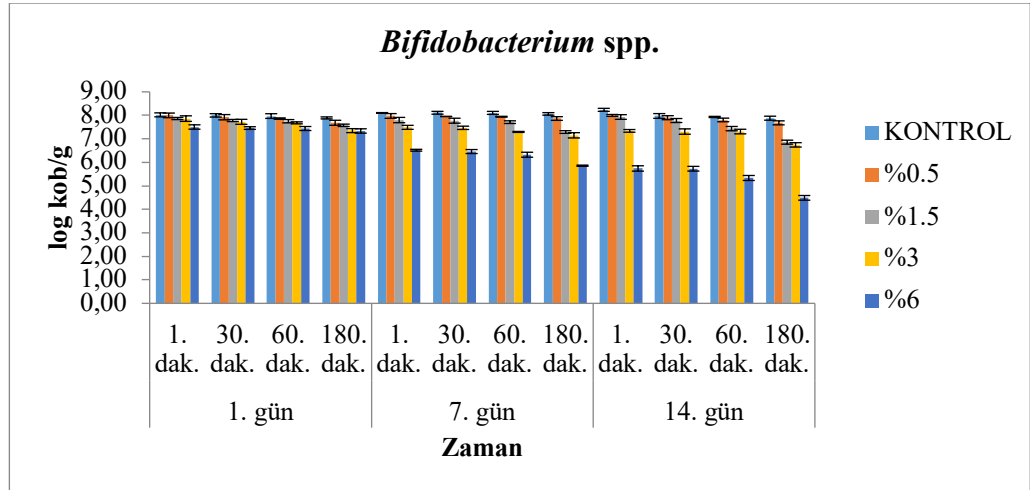
L. acidophilus sayısı depolamanın 14. gününde uygulamanın 60 ve 180 dakikasında kontrol örneğinde tespit edilebilir seviyenin altında iken, %6 arı poleni içeren örnekte sırasıyla 5.32 log kob/g ve 4.83 log kob/g düzeyindedir (Şekil 4.21).



n=4, ($\bar{x} \pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.21. pH 4'e ayarlanmış simüle mide suyunda *L. acidophilus* değerleri (log kob/g)

Bifidobacterium spp. sayıları en düşük depolama sonunda 180 dakika uygulama süresi sonunda en fazla arı poleni içeren örnekte 4.49 log kob/g tespit edilmiştir (Şekil 4.22).



n=4, ($\bar{x} \pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

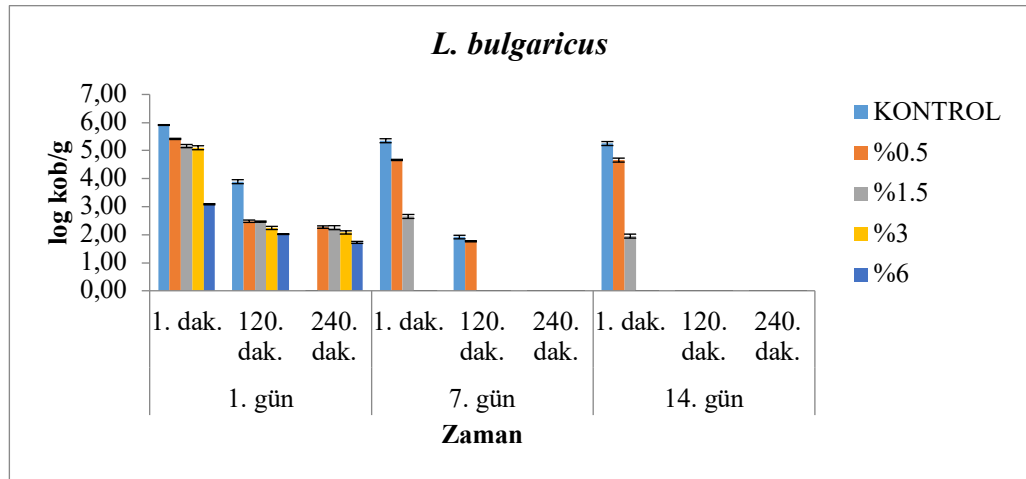
Şekil 4.22. pH 4'e ayarlanmış simüle mide suyunda *Bifidobacterium* spp. değerleri (log kob/g)

Simüle mide sıvılarında pH değeri azaldıkça canlı bakteri sayısı azalmıştır (*L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp.). Aynı pH değerinde arı poleni oranı arttıkça *L. bulgaricus*, *S. thermophilus* ve *Bifidobacterium* spp. sayıları azalmış, *L. acidophilus* sayısı ise artmıştır. Aynı pH değerinde, aynı örnekte uygulama süresi uzadıkça test edilen bütün bakterilerin canlı sayım sonuçları azalmıştır.

4.5.2. Probiyotik Yoğurt Starter Kültürlerinin İnce Bağırsak Sıvısında Canlılıkları

pH değeri 8'e ayarlanmış, safra tuzu içeren ve içermeyen simüle edilmiş ince bağırsak sularında inkübasyonun 1., 120. ve 240. dakikalarında *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. sayımları gerçekleştirilmiştir (EK 3.17 ve 3.18).

pH değeri 8'e ayarlanmış, safra tuzu içeren simüle edilmiş ince bağırsak sularında canlı bakteri sayıları EK 3.17'de sunulmuştur. *L. bulgaricus* değerleri depolamanın 7. gününde kontrol ve %0.5 arı poleni içeren örnekte 240. Dakikadan, %1.5 arı poleni içeren örnekte 120. dakikadan %3 ve %6 arı poleni içeren örneklerde 1. Dakikadan sonra depolamanın 14. gününde ise kontrol, %0.5 ve %1.5 arı poleni içeren yoğurt örneklerinde 1. Dakika hariç <1.00 log kob/g bulunmuştur (Şekil 4.23).

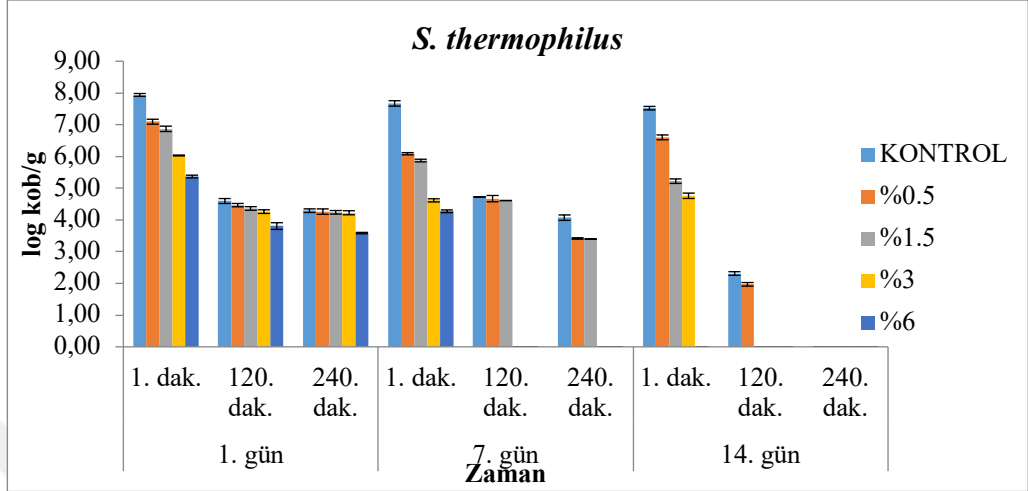


n=4, ($\pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.23. pH 8'e ayarlanmış, safra tuzu içeren simüle ince bağırsak suyunda *L. bulgaricus* değerleri (log kob/g)

S. thermophilus sayısı depolamanın başlangıcında kontrol örneğinde 1. dak. 7.94 log kob/g, 180. dakikada ise 4.29 log kob/g olarak bulunmuştur. Arı poleni içeren

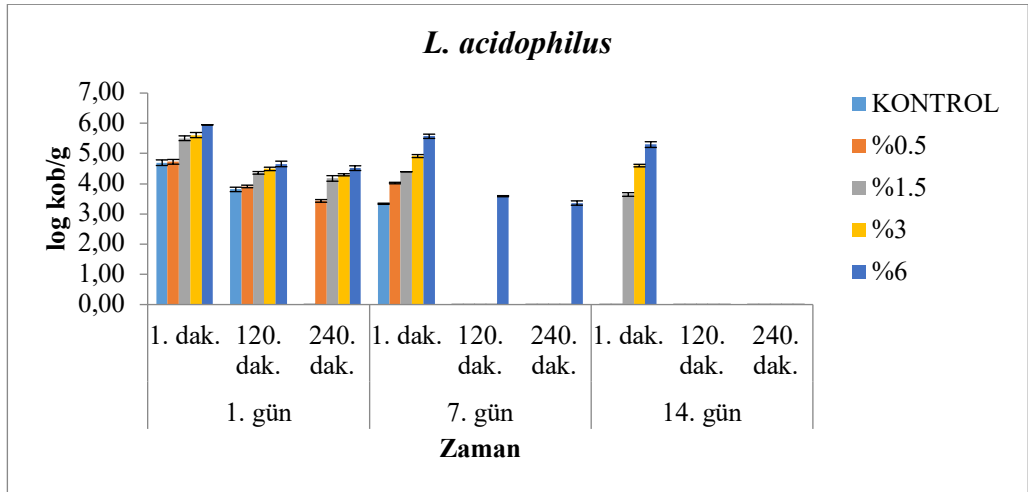
yoğurt örneklerinde aynı gün canlı bakteri sayıları 3.58 log kob/g ile 7.10 log kob/g arasında değişirken 7. günde %3 ve %6 arı poleni içeren örneklerde 120. ve 240 dakikalarda depolamanın sonunda ise 240. dak. bütün yoğurt örneklerinde <1.00 log kob/g belirlenmiştir (Şekil 4.23).



n=4, ($\bar{x} \pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.24. pH 8'e ayarlanmış, safra tuzu içeren simüle ince bağırsak suyunda *S. thermophilus* değerleri (log kob/g)

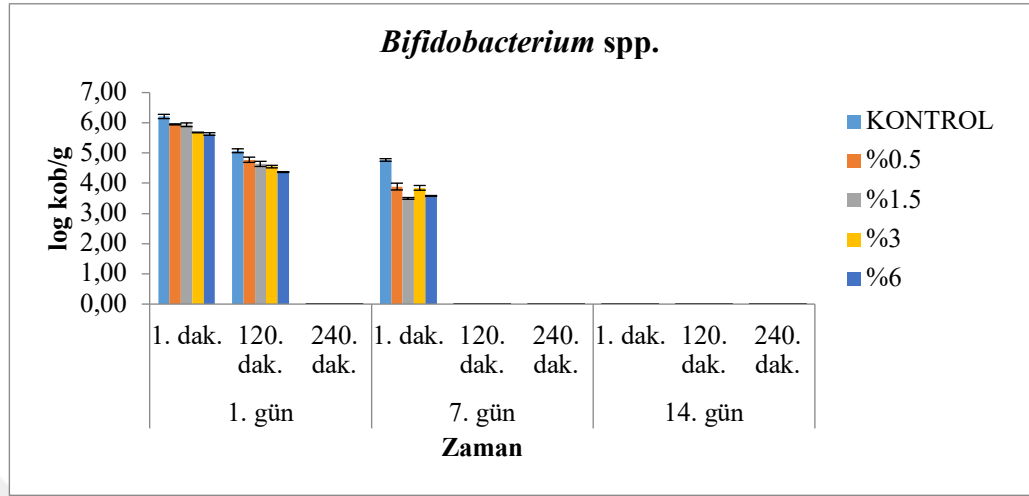
L. acidophilus sayısı 1. günde kontrol dahil yoğurt örneklerinde <1.00 log kob/g–5.95 log kob/g arasında iken 14 gün sonunda %1.5, %3 ve %6 arı poleni içeren yoğurtların 1. Dakikaları hariç tespit edilebilir limitin altında çıkmıştır (Şekil 4.24).



n=4, ($\bar{x} \pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.25. pH 8'e ayarlanmış, safra tuzu içeren simüle ince bağırsak suyunda *L. acidophilus* değerleri (log kob/g)

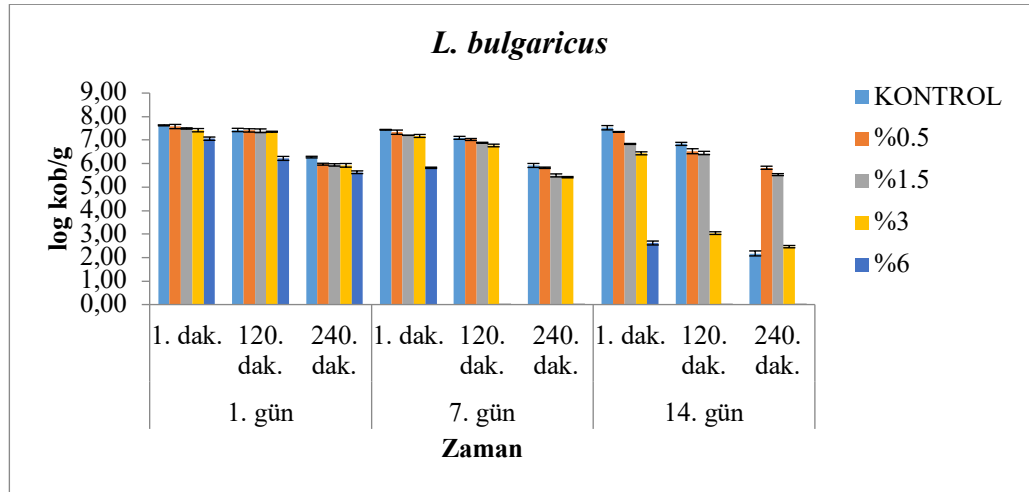
Bifidobacterium spp. hücreleri depolamanın 1. gününde 240. Dakikada, 7. gününde 120. İle 240. Dakikada ve 14. gününde bütün uygulamalarda inhibe olmuştur (Şekil 4.25).



n=4, ($\bar{x} \pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.26. pH 8'e ayarlanmış, safra tuzu içeren simüle ince bağırsak suyunda *Bifidobacterium* spp. değerleri (log kob/g)

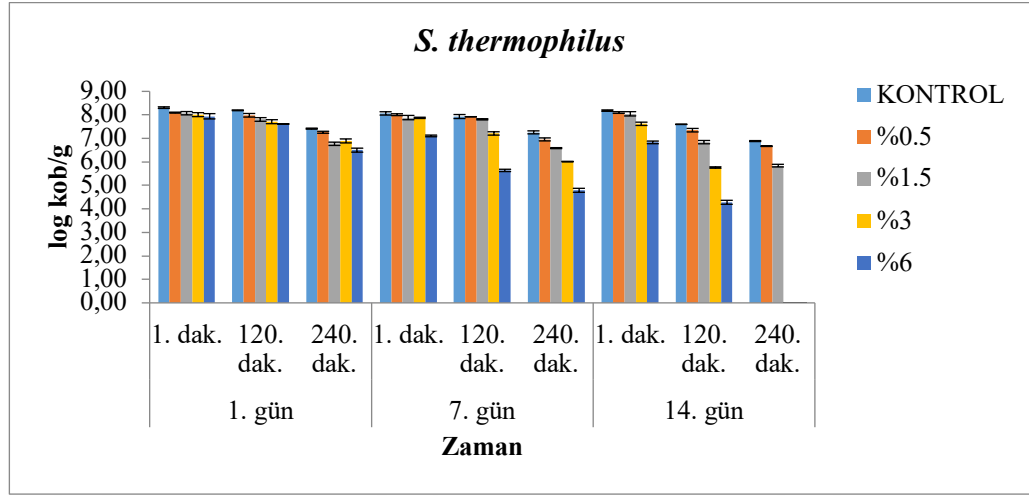
pH değeri 8'e ayarlanmış, safra tuzu içermeyen simüle edilmiş ince bağırsak sularında canlı bakteri sayıları Şekil 4.27-4.30'da sunulmuştur. *L. bulgaricus* değerleri depolamanın 7 ve 14 gününde %6 arı poleni içeren örneklerde tespit edilebilir seviyenin altında belirlenmiştir (Şekil 4.27).



n=4, ($\bar{x} \pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.27. pH 8'e ayarlanmış, safra tuzu içermeyen simüle ince bağırsak suyunda *L. bulgaricus* değerleri (log kob/g)

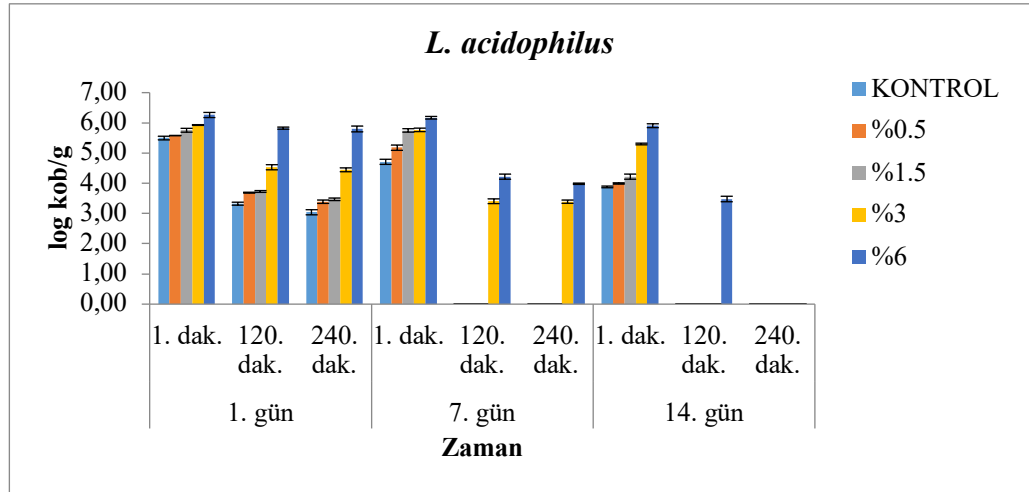
S. thermophilus sayısı ilave edilen arı poleni miktarı ve uygulanma süresiyle azalma göstermiştir (Şekil 4.28).



n=4, ($\bar{x} \pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.28. pH 8'e ayarlanmış, safra tuzu içermeyen simüle ince bağırsak suyunda *S. thermophilus* değerleri (log kob/g)

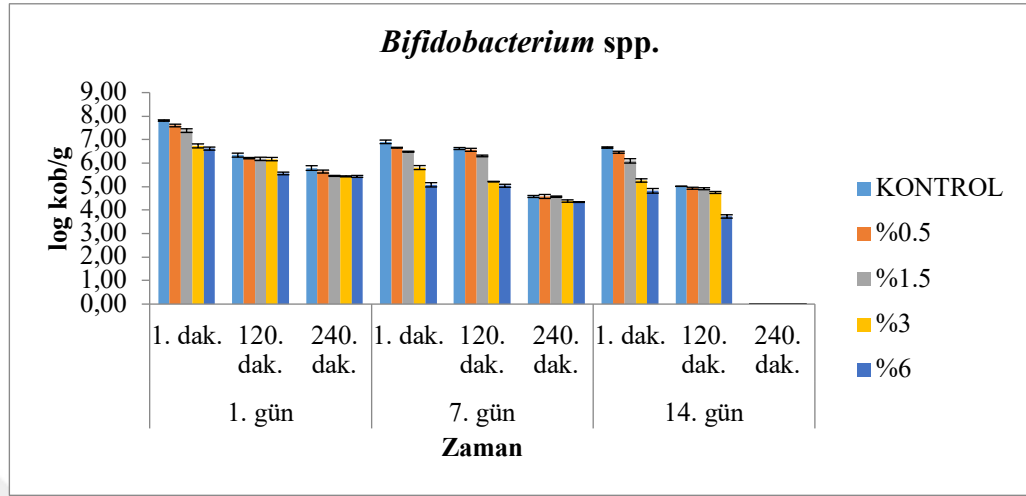
L. acidophilus sayısı arı poleni oranıyla artmıştır. Depolama sonunda %6 arı poleni içeren örnekte 120 dakikalık uygulamanın ardından 3.48 log kob/g sayılmıştır (Şekil 4.29).



n=4, ($\bar{x} \pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.29. pH 8'e ayarlanmış, safra tuzu içermeyen simüle ince bağırsak suyunda *L. acidophilus* değerleri (log kob/g)

Bifidobacterium spp. hücreleri depolama sonunda ilk uygulama süresi sonunda kontrolde 6.66 log kob/g arı poleni içeren yoğurtlarda ise 4.82-6.46 log kob/g, 240 dakikalık uygulamadan sonra ise <1.00 log kob/g bulunmuştur (Şekil 4.30).



n=4, ($\bar{x} \pm$ standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt.

Şekil 4.30. pH 8'e ayarlanmış, safra tuzu içermeyen simüle ince bağırsak suyunda *Bifidobacterium* spp. değerleri (log kob/g)

Safra tuzu içeren simüle ince bağırsak sıvılarında canlı bakteri sayısı azalmıştır (*L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp.). Yoğurtlarda arı poleni miktarı arttıkça hem safra tuzu içermeyen hem de safra tuzu içeren simüle bağırsak sıvılarında *L. bulgaricus*, *S. thermophilus* ve *Bifidobacterium* spp. sayıları azalmış, *L. acidophilus* sayısı ise artmıştır. Her iki simüle ince bağırsak sıvısında, aynı örnekte uygulama süresi uzadıkça test edilen bütün bakterilerin canlı kalma oranları azalmıştır.

5. TARTIŞMA

5.1. Arı Poleninin Fermantasyon Sırasında Probiyotik Yoğurt Starter Kültürlerinin Gelişimine Etkisi

Starter kültürde yer alan mikroorganizmaların arı poleni varlığında sütü fermente ederek arı polenli set tipi probiyotik yoğurt üretilmesi hedeflenmiştir. Fermantasyonun başlangıcından itibaren belirli aralıklarla örnekler alınıp sayım ve pH ölçümleri yapılmıştır. Kontrol ve arı polenli yoğurtların 6. saatin sonunda pH değeri 4.60 civarında tespit edilmiştir. Test edilen farklı oranlarda arı poleni ilavesinin fermantasyondan önce yapılması starter kültürde yer alan bakterilerin gelişmesini engellemiştir. Bütün örneklerde analizin 0., 1. ve 2. saatlerinde pH değerleri arasında önemli bir değişim görülmemiştir ($P>0.05$). Fermantasyonun başlangıcında (0. saat) arı poleni miktarı arttıkça pH değeri düşmüş olup bu istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Arı polenin pH değeri 4.51'dir, bu nedenle arı poleni miktarı arttıkça pH değerinin azaldığı düşünülmektedir. Özcan vd. (2020), %0.5, %1, %1.5, %2, %2.5 ve %3 arı polenini süte ilave etmişler ve 43 °C'de 3 saat inkübasyonun ardından set tipi yoğurt örnekleri 4 °C'de 1 gün depolanmış ve analizler yapılmıştır. Arı poleni ilavesi pH değerini düşürmüş ve en yüksek pH değeri kontrol örneğinde tespit edilmiştir (pH 4.465).

%0.5 ve %1.5 arı poleni içeren yoğurt örneklerinin *L. bulgaricus* sayıları en yüksek fermantasyonun 4. saatinde bulunmuş olup istatistiki açıdan kontrol örneğiyle benzerdir ($P>0.05$). En fazla arı poleni içeren örnekte en yüksek sayı 12. saatte 8.24 log kob/g olarak sayılmış ve kontrol ile aynı olduğu görülmüştür ($P>0.05$). *L. bulgaricus* sayısının polen oranı yüksek olan (%3 ve %6) yoğurtlarda en yüksek değere ulaşmaları için daha fazla zamana gerek duyulmuştur.

S. thermophilus sayıları %0.5 arı poleni içeren yoğurtta 4. saatte, %1.5, %3 ve %6 arı poleni içeren yoğurtlarda ise 6. saatte en yüksek canlı hücre sayısına ulaşmıştır. Kontrolle kıyaslandığında %0.5 arı poleni ilavesi *S. thermophilus* canlı hücre sayısını etkilemezken ($P>0.05$) oranın arttığı yoğurtlarda (%1.5, %3 ve %6) azalma görülmüştür ($P<0.05$).

Arı poleni oranının artması yoğurtlarda fermantasyonun 12. saatinde *L. acidophilus* sayısı üzerinde önemli bulunmazken ($P>0.05$), kontrol örneğiyle kıyaslandığında arı poleni ilavesinin önemli olduğu görülmektedir ($P<0.05$).

Bifidobacterium spp. sayısı, bütün yoğurtlardan en fazla 12. saatte bulunmuştur ($P<0.05$). *Bifidobacterium* spp. sayısı %0.5 ve %1.5 arı poleni içeren yoğurtlar kontrolle benzer ($P>0.05$), %3 ve %6 arı poleni içeren yoğurtlarda ise kontrolden farklı bulunmuştur ($P<0.05$).

Araştırmanın bir diğer aşamasında arı poleni ilavesinin yoğurt üretimi sırasında starter kültürde yer alan bakterilerin gelişmesini engellemediği, bakteri tipine ve arı poleni miktarına bağlı olarak canlı hücre sayılarının değiştiği görülmüştür. Yoğurt üretiminin pH takibi ile izlendiği bu çalışmada fermantasyon süresinin 4-6 saat arasında tamamlandığı göz önüne alındığında kültürde yer alan bakterilerin canlılık sayılarının yüksek olduğu 6. saatin sonunda kontrol dahil bütün örnekler ve tüm bakteriler için en düşük ve en yüksek aralığın 7.09-9.38 log kob/g olduğu bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada chia tohumunun su ve etanol ekstraktları %0.05 ve %0.1 oranında süte ilave edilmiş ve 42 °C’de pH 4.6 olana kadar fermantasyona devam edilmiştir. Bu süreçte starter kültürde yer alan *L. acidophilus*, *S. thermophilus* ve *B. longum* sayıları inkübasyon boyunca sayılmış ve kontrolden yüksek çıkmıştır. Chia tohumları polifenoller açısından zengin olup laktik asit bakterileri için prebiyotik özellik göstermiş olabilmektedir (Kwon vd., 2019). Ancak; bu çalışmada arı poleni miktarı %0.5 olan yoğurtların bakteri sayıları kontrolle benzer olup miktarı arttıkça bakteri sayılarında azalma tespit edilmiştir.

Stevia ve inülin ilavesiyle üretilen probiyotik yoğurtların fermantasyonu 48 saat takip edilmiş ve başlangıcında, ortasında ve sonunda mikrobiyolojik sayımlar gerçekleştirilmiştir. *B. lactis* sayısı 6.60 log kob/ml ile 8.23 log kob/ml arasında değişim göstermiş; en yüksek bakteri sayısı fermantasyonun 24. saatinde, en düşük bakteri sayısı ise 48. saatte saptanmıştır. 0., 24. ve 48. saatler için ortalama sonuçlar sırasıyla 7.28, 7.69 ve 7.43 log kob/ml olarak tespit edilmiştir. *L. acidophilus* sonucu 6.48 log kob/ml ile 8.45 log kob/ml arasında değişim göstermiş, en yüksek bakteri sayısı 24. saatte, en düşük bakteri sayısı ise fermantasyonun 48. saatinde ölçülmüştür. 0., 24. ve 48. saatler

için ortalama sonuçlar sırasıyla 7.28, 8.07 ve 7.27 log kob/ml olarak tespit edilmiştir. *B. lactis* ve *L. acidophilus* bakterilerinin gelişimi ve sayısının fermantasyonun 24. saatine kadar arttığı, 24 ve 48. saatler arasında azaldığı gözlenmiştir (Eroğlu, 2019). Bu tez çalışmasında; kontrol dahil arı poleni ilavesi ile üretilen yoğurtlarda *Bifidobacterium* spp. sayısı, fermantasyonun 12. saatinde en yüksek değere ulaşmış (7.44-8.60 log kob/g) ve 24. saatinde ise azalmıştır. *L. acidophilus* sayım sonuçları da *Bifidobacterium* spp. sayım sonuçlarına benzemekte olup (kontrol hariç) en yüksek sayım değerleri 12. saatte 7.63-7.80 log kob/g arasındadır.

Gürcan (2019) yaptığı çalışmada pastörize ve UHT süten yoğurt üretiminde fermantasyonun 6. saatinde *L. bulgaricus* sayısını 6.9-7.3 log kob/g, 24. saatte ise 7.2-7.4 log kob/g arasında tespit etmiştir. Örneklere ait *S. thermophilus* sayıları, 6. ve 24. saatlerde 8.1-8.6 log kob/g ve 8.3-8.7 log kob/g arasında değişiklik göstermiştir. Bu çalışmada; üretilen yoğurt örneklerinin 6. ve 24. fermantasyon sürelerinde *L. bulgaricus* (6. saat; 7.88-8.48 log kob/g ve 24. saat; 8.11-8.30 log kob/g) ve *S. thermophilus* (6. saat; 8.96-9.38 log kob/g ve 24. saat; 7.99-8.93 log kob/g) sayıları daha fazladır. Karpuz ve kavun çekirdeği ilavesi ile üretilen yoğurtların 48 saatlik fermantasyon süreleri boyunca *L. acidophilus* 4.00-8.95 log kob/ml arasında değişim göstermiş, en yüksek bakteri sayısı 24. saatte, en düşük ise fermantasyonun 48. saatinde ölçülmüştür. 0., 24. ve 48. saatler için ortalama sonuçlar sırasıyla 6.28, 8.19 ve 7.43 log kob/ml arasındadır. *B. Bifidum* sonuçları 7.03-9.67 log kob/ml arasında tespit edilmiş olup en düşük bakteri sayısı ise 0. saatte ve en yüksek bakteri sayısı 48. saatte saptanmıştır. 0., 24. ve 48. saatler için ortalama sonuçlar sırasıyla 7.31, 8.45 ve 8.60 log kob/ml olarak rapor edilmiştir (Teksoy, 2020). Bütün örnekler ve fermantasyon boyunca *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. Değerleri 5.11-7.85 log kob/g ve 4.93-8.60 log kob/g arasında olup arı poleni ilavesi ile hazırlanan yoğurtlar, karpuz ve kavun çekirdeği ilavesi üretilen yoğurtlara benzer değerlere sahiptir.

Fermantasyon süresinin sonunda (24 saat) en düşük değer *Bifidobacterium* spp. Hesaplanmış olup sırasıyla *L. acidophilus*, *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* şeklinde devam etmektedir. Fermente gıdaların düşük pH değerine sahip olmaları probiyotiklerin belirgin canlılık kaybına neden olan en önemli faktörlerden biri olup aynı zamanda pH'daki düşüş hızı da canlılığı etkileyebilmektedir (Sarvari vd., 2014). Düşük pH değerlerine starter mikroorganizmaların (*L. bulgaricus* ve *S. thermophilus*)

probiyotiklerden (*Bifidobacterium* spp. ve *L. acidophilus*) daha toleranslı olduğu da görülmektedir.

5.2. Arı Poleninin Depolama Boyunca Probiyotik Yoğurt Starter Kültürlerinin Gelişimine Etkisi

Depolamanın bütün günlerinde (1., 7. ve 14. gün) *L. bulgaricus* sayıları arı poleni içeren yoğurtlarda kontrole göre daha düşük bulunmuştur ($P<0.05$). *L. bulgaricus* sayılarında depolama boyunca meydana gelen değişiklik %0.5, %1.5 ve %3 arı poleni içeren yoğurtlarda istatistiki açıdan önemli değildir ($P>0.05$). Kalyas ve Ürkek (2020) yaptıkları çalışmada, kontrol numunesi ve farklı oranlarda (%0.5 ve %1) siyah üzüm çekirdeği tozu ilave ederek ürettikleri yoğurtlar için *L. bulgaricus* sayılarının depolama boyunca 5.65-6.39 log kob/g arasında değişiklik gösterdiğini belirtmiştir. Tüm örneklerin *L. bulgaricus* sayıları depolama süresince artış ve azalışlar göstermiş, fakat bu farkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirtilmiştir. Pop vd. (2015) yoğurtlarda arı poleni, chia tohumu ve yaban mersininin probiyotik bakterilerin canlılığı üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Depolama sırasında *L. bulgaricus*'un ortalama canlı hücre sayısı 0. günde 2.36×10^7 kob/g'den 21. günde 1.22×10^7 kob/g'a düştüğünü belirtmişlerdir. Çelik vd. (2009) yaptığı çalışmada; %2, %4, %6 veya %8 oranında andız pekmezi (AP) ilavesi ile ürettikleri set tipi pekmezli yoğurtta *L. bulgaricus* sayısı depolama periyodunun başlangıcında hızla artarak 7. günde en yüksek değerlerine ulaşmıştır. Kontrol yoğurdunda 8.9 log kob/g olmak üzere %2, %4, %6 ve %8 AP'li yoğurtlarda ise sonuçlar sırasıyla 9.1, 9.1, 9.3 ve 9.3 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Bu değerler depolamanın 14. gününden itibaren hızla azalarak 28. günde en düşük değerlere ulaşmıştır. Sonuçlar kontrol yoğurdu için 6.8 log kob/g ve pekmezli yoğurtlarda ise yine sırasıyla 7.3, 7.5, 7.5 ve 7.6 log kob/g olarak belirtilmiştir. Sert vd. (2011) ürettikleri yoğurda %0 (kontrol), %2, %4 ve %6 oranlarında ayçiçeği balı ilave ederek yoğurdun mikrobiyal florasının canlı kalmasını incelemişlerdir. *L. bulgaricus* sayısı, yüksek konsantrasyonlarda bal eklenmesiyle artış göstermiştir. Yoğurt sütüne bal eklenmesi hem inkübasyon hem de depolama boyunca, *L. bulgaricus*'un gelişimini ve canlılığını etkilemiştir. *L. bulgaricus* aktivitesi, %4 ve %6 bal eklenen gruplarda depolamanın hem başında hem de sonunda maksimum seviyede tespit edilmiştir. 4 haftalık depolama süresi sonunda *L. bulgaricus*'un canlılığı %60.81-68.71 arasında değişiklik göstermiştir. Yani ballı yoğurtlardaki sonuçların kontrol grubu örneklerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu tez

çalışması kapsamında üretilen yoğurt örneklerinin, depolama süresince en düşük 6.83 log kob/g, en yüksek ise 8.50 log kob/g *L. bulgaricus* değerlerine sahip olduğu ortaya konmuştur. Bu değerler (*L. bulgaricus*); Kalyas ve Ürkek (2020)'in bildirdiği sonuçlardan fazla, Pop vd. (2015) ve Çelik vd. (2009)'nin tespit ettikleriyle benzer bulunmuştur.

Yoğurt üretiminde kültür olarak kullanılan iki bakteriden biri olan *S. thermophilus* sayısı yoğurdun nitelikli olup olmadığını belirlemek için önemli bir faktördür (Alnaqeline, 2022). *S. thermophilus* sayısı arı poleninden %1.5, %3 ve %6 içeren yoğurtlarda etkilenirken ($P<0.05$) %0.5 arı poleni içeren yoğurtta depolama boyunca önemli bir azalmaya neden olmamıştır ($P>0.05$). Tekyiğit (2022)'in bakla, börülce, kereviz ve enginar püreleri ekleyerek ürettikleri yoğurdun *S. thermophilus* değerleri 8.72 ile 9.19 log kob/g arasında değiştiğini bildirmiştir. Hem örnekler arasındaki farkların hem de depolamaya bağlı görülen değişimlerin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı bildirilmiştir. Alnaqeline (2022) farklı oranda (%3, %6, %9, %12) hünnap meyvesi pulpu ilave ederek ürettiği yoğurtların *S. thermophilus* sayısını 9 ile 9.52 log kob/ml arasında tespit etmiştir. Kontrol örneğine oranla hünnap meyve pulpu ilaveli yoğurtların bakteri sayılarının daha yüksek olması, hünnap meyve pulpu ilavesinin *S. thermophilus*'u olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Depolama boyunca bütün yoğurtlarda *S. thermophilus* sayılarının düşüş göstermesine rağmen bu azalışın sadece kontrol yoğurdunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu belirtilmiştir. Pop vd. (2015) yoğurtlarda arı poleni, chia tohumu ve yaban mersininin probiyotik bakterilerin canlılığı üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. *S. thermophilus* sayısının depolama boyunca düşüş göstererek 0. günde 3.396×10^7 kob/g ve 21. günde 1.606×10^7 kob/g olduğunu saptamışlardır. Palabıçak vd. (2019) farklı oranlarda (%0.5 ve %1) bezelye unu ve probiyotik kültür kullanarak ürettikleri yoğurtlardaki *S. thermophilus* sayısını 8.16-9.75 log kob/g arasında bulmuşlardır. Bütün örnekler için depolamanın 10. gününe kadar *S. thermophilus* sayısının arttığı, 20. günde ise düştüğü görülmüştür. 20. gün sonuçlarının 1. gün değerlerine oranla daha düşük olduğu belirtilmiştir. Çevik (2013) yaptığı çalışmada farklı oranlarda turunç ekstresi (%0.05, %0.1, %0.15, %0.2) ve peynir altı suyu tozunu (PAST) (%0.25, %0.5, %0.75, %1) tek başına veya karışım halinde ilave ederek altı farklı probiyotik yoğurt üretmiştir. Yoğurtların *S. thermophilus* sayıları 6.62 ile 8.74 log kob/g arasında değişiklik göstermiştir. Hem turunç ekstresi hem de PAST oranı arttıkça örneklerin *S.*

thermophilus sayısında azalma olduğu belirtilmiştir. Yoğurtların *S. thermophilus* sayılarının depolama boyunca azaldığı bildirilmiştir. Bakr vd. (2015); *L. acidophilus*, *B. bifidum* ve *S. thermophilus* kültürleri kullanarak %5, %10 ve %15 oranlarında rezene balı ilave ederek bioyoğurt üretmişlerdir. Saklama süresinin sonuna kadar tüm gruplarda *S. thermophilus* sayıları artmış, rezene balı oranı arttıkça azalış göstermiştir. *S. thermophilus* miktarı kontrol grubunda 16×10^6 ile 47×10^6 kob/g arasında değişiklik göstermiştir. Rezene balı ilaveli yoğurtlarda 20×10^6 ile 45×10^6 kob/g arasında değişiklik göstermiştir. Başka bir çalışmada; inülin (%2), frukto-oligosakkarit (%2) ve *L. acidophilus* ilavesi ile üretilen probiyotik yoğurtlar 39 gün 4 °C’de depolanmış ve *L. bulgaricus*, *S. thermophilus* yoğurt bakterileriyle birlikte *L. acidophilus* sayımları gerçekleştirilmiştir. 14 günlük depolama süresi sonunda *L. bulgaricus*, *S. thermophilus* ve *L. acidophilus*’un canlı hücre sayıları azalmıştır (Hussien vd. 2022). Bu tez çalışmasındaki arı poleni ilaveli yoğurt örneklerinde ise Hussien vd. (2022)’nin çalışmasıyla uyumlu olarak *S. thermophilus* ve *L. acidophilus* sayıları azalmış, ancak *L. bulgaricus* sayıları artmıştır.

L. acidophilus’un, probiyotik ürün geliştirmek için kullanılan mikroorganizmalar içinde en güvenilir olanlarından biri olduğu belirtilmektedir. Bu bakteri kullanılarak üretilen fermente süt ürünlerindeki besin maddelerine bir ön fermentasyon işlemi uygulandığı için ürünlerin besleyici değeri artmakla birlikte sindirilebilirliği de süte göre daha kolay olmaktadır (Kaya, 2015).

Farklı oranlarda arı poleni içeren yoğurtlarda depolamanın 1. ve 7. günleri arasında *L. acidophilus* açısından önemli bir fark bulunmazken ($P > 0.05$) 14. günde canlı hücre sayılarında görülen azalma önemlidir ($P < 0.05$). *L. acidophilus* hücre sayısı, arı poleni miktarı arttıkça artmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği’ne göre bir ürünün probiyotik olarak değerlendirilmesi için en az 10^6 (6 log) kob/g düzeyinde probiyotik mikroorganizma içermesi gerekmektedir. Yoğurt için de bu durum geçerli olmakla beraber tanıtımda bahsedilen starter kültürleri (*S. thermophilus* ve *L. bulgaricus*) ilave olarak eklenen diğer starter ve/veya yan kültürler en az 10^6 kob/g düzeyinde olmalıdır (TGK, 2009). Çalışma sonuçlarına bakıldığında depolamanın 14. gününde kontrol (5.83 log kob/g) ve %0.5 arı poleni ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin (5.98 log kob/g) *L. acidophilus* açısından Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt

Ürünleri Tebliği'ne uygunluk göstermediği, kalan örneklerin kodekse uygun olduğu görülmektedir.

Yerlikaya (2014) yaptığı çalışmada; 2.5, 5, 7.5, 10 ve 20 mg/ml oranında arı polenleri ekleyerek fermente sütü içecek üretmiş ve *L. acidophilus* sayısının depolama boyunca 7.19 log kob/ml ile 9.40 log kob/ml arasında değiştiğini belirtmiştir. Çalışkan (2021) %1 ve %3 oranında iğde unu kullanarak ürettiği probiyotik yoğurtların *L. acidophilus* sayılarını en yüksek 8.54 log kob/g ve en düşük 5.91 log kob/g olarak saptamıştır. *L. acidophilus* sayısında sadece %1 iğde unu ilaveli yoğurtta 7. günde artış görüldüğü, diğer tüm örneklerde depolama süresince azalış görüldüğü belirtilmiştir. Yılmaz (2006)'ın ürettiği yoğurt benzeri fermente süt ürünü örneklerinin *L. acidophilus* sayısı 4.42-8.51 log kob/g arasında değişiklik göstermiştir. Depolama boyunca *L. acidophilus* değerlerinde azalma görüldüğü belirtilmiştir. Özdemir (2021) %10 kırmızı pancar, %8 şeker/sakkaroz ve %0.025 stevia ile 8 çeşit probiyotik yoğurt üretimi gerçekleştirmiştir. Örneklerin *L. acidophilus* sonuçları 8.34 ile 9.67 log kob/g arasında değişmiştir. Ortalama *L. acidophilus* değerleri incelendiğinde en düşük değerin 8.89 log kob/g ile depolamanın 28. gününde, en yüksek değerin ise 9.51 log kob/g ile depolamanın 1. gününde saptandığı belirtilmiştir. Karakuş (2013), süte farklı oranlarda stevia, şeker ve stevia+şeker ekleyerek 8 adet yoğurt üretimi gerçekleştirmiştir. Yoğurtların *L. acidophilus* değeri depolamanın 1. gününde en yüksek değer olan 8.7 log kob/g olarak saptanmıştır. Bir grup örnek dışındaki tüm örneklerde *L. acidophilus* sayısı depolama boyunca azalma göstermiştir. Düzenli azalma göstermeyen bu yoğurt örneğinde ise depolamanın ilk haftasında azalma görülmüş olup 14. günde değerler sabit kalmış ve depolamanın son günü olan 21. günde ise azalma görüldüğü rapor edilmiştir. Pirinç kepeği ilavesiyle (%0.3-%1.2) üretilen yoğurt örneklerinde *L. acidophilus* sayısı depolama süresince (28 gün) takip edilmiştir. Pirinç kepeği miktarının artmasının *L. acidophilus*'un canlılığını olumlu yönde etkilediği, en düşük *L. acidophilus* sayısının (6.32 log kob/g) pirinç kepeği içermeyen yoğurt örneğinde depolama sonunda hesaplandığı bildirilmiştir (Hasani vd. 2016).

Probiyotik ürün üretimi için birçok bakteri türü kullanılmakla beraber fermente süt ürünlerinde en yaygın kullanılan mikroorganizmalar *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türlerine ait mikroorganizmalardır (Yılmaz, 2006). %0.5 arı poleni içeren yoğurtta kontrolde olduğu gibi depolama ile *Bifidobacterium* spp. canlı hücre

sayısı değişimi önemli değildir ($P>0.05$). Depolamanın başlangıcında *Bifidobacterium* spp. sayısı arı poleni varlığından (%6 hariç) etkilenmezken, depolama sonunda sadece %0.5 düzeyinde tolere edebildiği görülmüştür.

Yılmaz-Ersan ve Kural (2014) *S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* spp., *L. lactis* ve *L. casei*'nin farklı probiyotik kombinasyonlarını kullanarak ürettikleri yoğurt ve biyo-yoğurtların *Bifidobacterium* spp. sayısı 6.13-7.90 log kob/g arasında değişiklik göstermiştir. Şimşek (2022) yaptığı çalışmada dana kemiği suyu, ıspanak, sarı soğan kabuğu suyu ve ayva çekirdeği jeli kullanarak probiyotik süzme yoğurt üretmiştir. Yoğurt örneklerinin probiyotik bakteri sayıları (*L. acidophilus* ve *B. bifidum*) 7.67-7.77 log kob/g arasında tespit edilmiştir. Depolama süresince örneklerdeki probiyotik bakteri sayısında azalma gözlemlendiği bildirilmiştir. Ayaz (2021) yaptığı çalışmada yoğurt starter kültürleri (*S. thermophilus* ve *L. bulgaricus*) ve probiyotik kültürlerin (*L. acidophilus* ve *B. lactis*) farklı kombinasyonlarını kullanıp %5 ve %7 oranında bal ilave ederek 9 farklı yoğurt örneği üretmiştir. *B. lactis* değerleri 8.122-9.303 log kob/g arasında tespit edilmiştir. Yılmaz (2006) ürettiği yoğurt benzeri fermente süt ürünü örneklerinde *Bifidobacterium* spp. sayısının minimum 4.99 log kob/g ve maksimum 8.57 log kob/g olarak tespit etmiş ve depolama boyunca azaldığını bildirmiştir. Bu tez kapsamında depolama boyunca yapılan analiz sonuçları; kullanılan mikroorganizmalar, eklenen ürünler ve işleme prosedürlerinin çeşitliliği göz önünde bulundurularak genel olarak diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Farklı oranlarda arı poleni içeren yoğurtlarda depolama boyunca pH değerinin azaldığı bu durumun arı poleni içeriğinden etkilendiği gözlenmiştir. Genel olarak starter kültürde yer alan bakteriler depolama boyunca azalmış ve arı poleni varlığından etkilenmiştir. *L. acidophilus* diğer bakterilerle ters orantılı olarak arı poleni miktarı arttıkça daha fazla canlı kalmıştır. TKG, 2009'a göre 14. günde dahi *L. acidophilus* açısından %1.5, %3 ve %6 arı poleni içeren, *Bifidobacterium* spp. açısından ise kontrol ve %0.5 arı poleni içeren yoğurtlar tebliğe uygunluk göstermektedir. Toplam probiyotik bakteri olarak değerlendirildiğinde ise sonuçların 10^6 kob/g düzeyinden yüksek olduğu ve de kodeksle uyumlu olduğu görülmektedir.

5.3. Arı Poleni ile Üretilmiş Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik Değerleri

Arı poleni doğası gereği mikrobiyal flora açısından zengin bir üründür. Bu çalışmada kullanılan arı poleni başlangıç mikrobiyal yükünün azaltılması için kullanılmadan önce UV ışık altında bekletilmiş ve ardından ısıl işleme tabii tutulmuştur. Diğer hammadde olan pastörize süt ticari olarak elde edilmiştir. Üretim aseptik koşullarda gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle, depolama boyunca toplam koliform, toplam maya, toplam küf sayımı ve *E. coli* varlığı tespit edilebilir değerin altında bulunmuştur. Bu nedenle istatistiksel analiz uygulanmamıştır.

İki farklı oranda propolis ve çilek püresi içeren yoğurtlarda 28 gün boyunca depolama yapılmış ve örneklerde maya, küf, toplam koliform ve *E. coli* varlığına rastlanmamıştır (Santos vd., 2020). Atallah (2016) yaptığı çalışmada; %0.6 arı sütü ve %0.8 arı poleni taneleri ekleyerek ürettiği probiyotik yoğurtların hiçbirinde maya ve küf tespit etmemiştir. Kalyas ve Ürkek (2020) kontrol numunesi ve farklı oranlarda (%0.5 ve %1) siyah üzüm çekirdeği tozu ile ürettikleri bütün yoğurt örneklerinin maya küf sayılarını depolama süresince <2 log kob/g olarak saptamışlardır. Sevim (2021) yaptığı çalışmada ürettiği sarımsak tozlu ve sarımsak pürelili yoğurtlarda depolama süresince küf ve maya gelişimine rastlamamıştır. Tepe (2021) geleneksel ekşi mayalı yoğurt ve ticari starter kültürlü yoğurt üreterek yaptığı maya-küf analizi sonucunda; ticari starter kültürlü yoğurtlarda maya küfe rastlamamış ve geleneksel ekşi mayalı yoğurt sonuçlarını ise 1.30-4.16 log kob/ml arasında tespit etmiştir. Bu sonuçlar bizim çalışmamız ile benzerlik göstermekle birlikte çeşitli bileşenler ile üretilen probiyotik yoğurtlarda farklı tespitlere rastlamak da mümkündür. İnülin ve frukto-oligosakkarit *L. acidophilus* kombinasyonları ile üretilen probiyotik yoğurtlarda depolama boyunca (39 gün) toplam maya ve küf sonuçları bütün örnekler için (0. gün hariç) 1.00-3.65 log kob/g arasında görülmüştür (Hussien vd. 2022). %0.2, %0.4 ve %0.6 inülin ilavesi ile ürettikleri probiyotik yoğurtlar için; 18 günlük depolamanın 8. gününe kadar kontrol örneğinde mayaya rastlanılmamış ve 8. günden sonra 3.75 log kob/g olarak saptanmıştır. İnülin katkılı yoğurtlarda ise depolamanın 16. gününe kadar maya saptanmamış olup 16. günden sonra %0.2, %0.4 ve %0.6 inülin ilaveli yoğurtlarda sonuçlar sırasıyla 6.17 log kob/g, 3.3 log kob/g ve 2.39 log kob/g olarak tespit edilmiştir. İnülin, probiyotik yoğurtlarda mayanın büyümesini azaltmıştır. Kontrol grubunda depolamanın 8. gününden sonra küf tespit edilirken, inülin katkılı yoğurtlarda

küfe rastlanılmamıştır (Kamel vd. 2021a). %0.02, %0.04 ve %0.06 nanotoz yumurta kabuğu ilavesi ile probiyotik yoğurtlar üretilmiş ve 18 gün depolanmıştır. Depolamanın 8. gününe kadar kontrol örneğinde maya tespit edilmemiş, 8. günden sonra 3.45 log kob/g olarak saptanmıştır. Nanotoz yumurta kabuğu ilaveli yoğurtlarda ise depolamanın 16. gününe kadar mayaya rastlanılmamış olup 16. günden sonra %0.2, %0.4 ve %0.6 nanotoz yumurta kabuğu katkılı yoğurtlarda sonuçlar sırasıyla 7.99 log kob/g, 6.70 log kob/g ve 5.06 log kob/g olarak rapor edilmiştir. Maya sayısı nanotoz yumurta kabuğu miktarının artması ile önemli ölçüde azalmıştır. Kontrol grubunda depolamanın 8. gününden sonra küf tespit edilirken, nanotoz yumurta kabuğu ilaveli yoğurtlarda küf tespit edilmemiştir (Kamel vd. 2021b).

Okur vd. (2019); %2.5, %5, %10 ve %15 oranında çörek otu balı ilave ederek ürettikleri set tipi yoğurtlarda depolama süresince, Çalışkan (2021) %1 ve %3 oranında iğde unu kullanarak ürettiği probiyotik yoğurtlarda depolama periyodu boyunca, Yadav vd. (2018) aloe vera ilavesiyle üretilen probiyotik yoğurtlarda, Zhang vd. (2015) yaptığı çalışmada farklı oranlarda sadece peynir altı suyu proteini konsantresi ve pektin ilavesinin çeşitli kombinasyonlarıyla yağsız keçi sütünden üretilen probiyotik yoğurtlarda (10 hafta boyunca), Okur vd. (2019) çörek otu balı ilave ederek (%0-%15) ürettikleri set tipi yoğurtlarda depolama süresince koliform grubu bakteri sayısının tespit edilebilir düzeyin altında olduğunu belirtmiştir.

Bu araştırmadan elde edilen verilere göre çeşitli oranlarda arı poleni ile zenginleştirilerek üretilen yoğurt örnekleri depolama boyunca Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne uygundur.

5.4. Arı Poleni ile Üretilmiş Probiyotik Yoğurtların Antimikrobiyal Özellikleri

Kontrol de dahil olmak üzere arı poleni içeren yoğurt örnekleri test bakterileri olarak *L. monocytogenes*, *S. Typhimurium*, *E. coli*, *E. coli* O157:H7 ve *S. aureus* karşı antimikrobiyal etki göstermiştir. *E. coli* için en büyük disk alanı %3 arı poleni içeren yoğurtta 7. günde ölçülmüş olup yoğurtlar arasında zon boyutları açısından önemli bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$). *E. coli* O157:H7 için yoğurt örnekleri en fazla antimikrobiyal etkiyi depolamanın 7. gününde göstermiş olup 8.75 mm ölçülmüştür. Bu değer aynı günde diğer sonuçlarla (%6 arı polenli yoğurt hariç) benzerdir ($P>0.05$). *E. coli* ve *E. coli* O157:H7'de olduğu gibi en yüksek inhibitör etki, depolamanın 7.

gününde *L. monocytogenes*, *S. aureus* ve *S. Typhimurium* için sırasıyla 9.50 mm, 9.00 mm ve 9.50 mm bulunmuştur. *E. coli* için 7., *E. coli* O157:H7 ve *L. monocytogenes* için 1., *S. aureus* ve *S. Typhimurium* için 14. günde polen ilavesi test patojenleri üzerinde etki göstermemiştir ($P>0.05$).

2.5-20 mg/ml arı poleni içeren fermente süt içeceklerinin antimikrobiyal etkinlikleri 9 farklı mikroorganizma (*L. monocytogenes*, *E. coli*, *B. cereus*, *S. aureus*, *S. Typhimurium*, *Pseudomonas fluorescens*, *P. aeruginosa*, *Aeromonas hydrophilia* ve *Campylobacter jejuni*) üzerinde test edilmiştir. *C. Jejuni* ve *B. cereus* karşı inhibitif etki bulunmazken, polen konsantrasyon oranının artması sonucu *S. Typhimurium* ve *E. coli* için 8-14 mm arasında zon ölçülmüştür (Yerlikaya, 2014). Carpes vd. (2007) yaptıkları çalışmada, iki farklı polen örneğinin (Parana ve Alagoas poleni) etanol ekstraktlarını (%40, %50, %60, %70, %80 ve %90) disk difüzyon yöntemi kullanarak *S. aureus*, *B. cereus*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa* ve *Klebsiella* spp. patojen bakterilerine karşı test etmişlerdir. Parana poleni *S. aureus* ve *B. cereus* patojenlerine karşı antimikrobiyal aktivite göstermemiştir (0 mm). Alagoas poleni incelendiğinde ise %40 ve %90 polen ekstraksiyonu içeren grupların *S. aureus* patojen bakterisine karşı antimikrobiyal aktivite göstermediği (0 mm) kalan örnek gruplarının ise 1.0-3.0 mm arasında antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir. Bayrak (2005) yaptığı çalışmada; bal, arı sütü, polen ve propolis örneklerinin 10, 50 ve 100 µl'lik çözeltilerini agar kuyucuk difüzyon yöntemi kullanarak analiz etmiştir. İki polen örneği (50 µl) sadece *Proteus vulgaris* bakterisine karşı etki gösterirken, diğer örneklerin 10 ve 50 µl'lik çözeltileri test edilen bakterilere karşı antimikrobiyal etkinliğe sahip değildir. *B. subtilis* bakterisi, test edilen bütün örnekler ve konsantrasyonlara karşı dirençli bulunmuştur. Örneklerin 100 µl'lik çözeltileri; *E. coli* (11.66-13.66 mm), *S. Typhimurium* (11.00- 14.00 mm) ve *S. aureus* (11.66-13.00 mm) üzerinde antimikrobiyal aktivite göstermiştir.

Daoud vd. (2019) yaptıkları çalışmada, Tunus'taki iki bölgeden (Tozeur ve Kerkennah) elde ettikleri hurma polenlerinin agar kuyucuk yöntemi ile *B. subtilis*, *B. cereus*, *S. aureus*, *E. faecalis*, *Micrococcus luteus*, *L. monocytogenes*, *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*, *E. coli* ve *Klebsiella pneumoniae* mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal etkinliğini ölçmüşlerdir. Polenler; hekzan, kloroform, etil asetat, aseton, etanol ve su ile ekstrakte edilmiştir. Tozeur bölgesindeki polenin; hekzan, etanol ve su ile hazırlanmış ekstraksiyonları, *L. monocytogenes*'e karşı etki göstermemekle beraber

kloroform, etil asetat ve aseton ile hazırlanmış ekstraksiyonların 9-13 mm arasında inhibisyon zonu oluşturduğu tespit edilmiştir. Bütün ekstraksiyonlara karşı en duyarlı bakteri *S. aureus*'tur (9-15.5 mm). *E. coli* kloroform ile hazırlanmış ekstraksiyona dirençli olup diğer ekstraksiyonlara duyarlıdır (8-13.5 mm). *S. Typhimurium*, hekzan, aseton ve etanol ile hazırlanmış ekstraksiyonlarına karşı dirençlidir, diğerleri ise patojen üzerinde 8-12.5 mm arasında inhibisyon zonu oluşturmuştur. Kerkennah bölgesindeki polenin ekstraksiyonları (su hariç) *L. monocytogenes*'e karşı 8.5-17 mm arasında değişen zonlar oluşturmuştur. *S. aureus* üzerinde bütün ekstraksiyonlar 8-20 mm arasında değişen inhibisyon zonu oluşturmuştur. Hekzan ve kloroform ile hazırlanmış ekstraksiyonlar *E. coli* ve *S. Typhimurium* patojen bakterisine karşı etki göstermeyip kalan ekstraksiyonlar için sonuçlar sırasıyla 8-16 mm ve 8-15.5 mm arasında tespit edilmiştir.

Günce Alimoğlu (2020) yaptığı çalışmada, Samsun ve Rize'den toplanan 11 farklı arı polenin antimikrobiyal aktivite analizi için disk difüzyon metodunu kullanarak *S. aureus*, *E. coli* ve *P. aeruginosa*'ya karşı inhibisyon zonlarını ölçmüştür. Bütün polen örnekleri, 3 test patojenine karşı 10-15 mm arasında değişen zon oluşturmuştur. Morais vd. (2011) yaptığı çalışmada, Portekiz Tabiat Parkı'ndan topladıkları 5 çeşit poleni metanol ile ekstrakte ettikten sonra analiz etmişlerdir. Bakteri olarak; *B. cereus*, *S. aureus*, *S. Typhimurium* ve *E. coli*, maya olarak; *Zygosaccharomyces bailii*, *Z. rouxii*, *Z. mellis* ve *C. Magnoliae* mikroorganizmaları kullanılmıştır. Metanol ile ekstrakte edilen 5 çeşit polen; en düşük antimikrobiyal aktiviteyi *B. cereus* (%0.17) ve *S. aureus* (%0.21) bakterilerine karşı sergilemiştir. Polen ekstraksiyonlarının mayalara karşı gösterdiği antimikrobiyal aktivite (%5-%30) bakterilere karşı olandan (<%5) daha yüksek olmuştur. Fatrcová-Šramková vd. (2013) yaptıkları çalışmada, kolza, haşhaş ve ayçiçeği arısından elde edilen polen örneklerini analiz etmişlerdir. Polen örnekleri; %99.9 ve %70 sulu metanol ve %96 ve %70 sulu etanol çözücülerini ile ekstrakte edilerek 4 farklı grup oluşturulmuştur. Antimikrobiyal aktivite için *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *S. enterica* ve *E. coli* mikroorganizmaları test bakterisi olarak değerlendirilmiştir. Haşhaş poleni ekstraktlarının en iyi antibakteriyel etkisi *L. monocytogenes*, *S. enterica* ve *E. coli*'ye karşı %70 oranında metanolik ekstraktlarda (üç mikroorganizma için de 2.67 mm inhibisyon çapı) görülmüştür. %70 etanolik ekstraktın *S. aureus*'un üzerinde çok iyi bir inhibitör etkisi (3.67 mm) olduğu tespit edilmiştir. Tüm ekstraktların *P. aeruginosa*'ya

karşı inhibitör etkinliği benzerdir. Kolza poleni ekstraktlarının en iyi inhibitör etkisi, *L. monocytogenes* ve *P. aeruginosa*'ya karşı %70 etanolik ekstraktlarda bulunmuştur (3.67 mm). Ayçiçeği polenin en iyi inhibitör etkisi, %70 oranındaki etanolik ekstraktlarda *S. enterica*'ya karşı (3.67 mm) bildirilmiştir. Erkmen ve Özcan (2008) yaptıkları çalışmada; propolis, polen ve defne yapraklarının antimikrobiyal aktivitesini *E. coli*, *S. Typhimurium*, *S. aureus*, *B. subtilis*, *L. monocytogenes*, *E. faecalis*, *S. cerevisiae*, *Candida rugosa*, *Aspergillus niger* ve *Rhizopus oryzae* mikroorganizmalarına karşı incelemişlerdir. Test edilen polenin, indikatör mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal etkisi bulunmamıştır.

Bu tez kapsamında üretilen yoğurt örnekleri; sınırlı bir antimikrobiyal aktiviteye sahiptir. Elde edilen sonuçlar; literatürdeki bazı araştırmalarla benzer bulunurken (Bayrak, 2005; Carpes vd., 2007; Erkmen ve Özcan, 2008; Fatrcová-Šramková vd., 2013; Morais vd., 2011;) bazılarında farklıdır (Daoud vd., 2015; Günce Alimoğlu, 2020; Yerlikaya, 2014). Bu durum; kullanılan starter kültürler, süt çeşidi, polen türü, analiz metodu, test edilen mikroorganizmalar, ekstraksiyon çözeltisi ile ekstraksiyon yöntemi ve üretim proseslerinden kaynaklanabilmektedir.

5.5. *In vitro* Gastrointestinal Sindirim Modelinde Mikroorganizmaların Canlılığı

Farklı pH ve safra tuzu gibi gastrointestinal sistemin farklı koşullarının arı poleni ile zenginleştirilmiş yoğurtlarda bulunan bakterilerin canlılıkları üzerine etkilerinin test edilebildiği bu kısımda genel olarak mide suyunu simüle eden sıvıda pH değeri düştükçe, ince bağırsak suyunda ise safra varlığında bakteri canlılığı olumsuz etkilenmiştir. Her iki ortamda da uygulama süresi uzadıkça bakteri canlılığı; arı poleni içeriği ve bakteri çeşidine göre farklılık gösterse de azalmıştır. Sığır ve inek sütünden elde edilen fermente içeceklerde *S. thermophilus*, *L. bulgaricus* ve *L. acidophilus* hücre canlılıkları mide, ince bağırsak ve kalın bağırsak olmak üzere üç fazda analiz edilmiştir. Başlangıçta 8-9 log kob/ml olan bakteri canlılıkları mide fazında bu çalışmanın sonuçlarında da görüldüğü gibi büyük oranda azalmıştır (da Silva vd., 2020). Simüle mide suyunda üç farklı pH koşulunda canlı sayısı en yüksek olan *S. thermophilus* bakterisidir (P<0.05). Safra içeren simüle ince bağırsak suyunda safra, tüm bakterilerin bütün örneklerde canlı hücre sayısının azalmasına neden olmuştur. Safra, bakteriyel hücre zarlarının fosfolipidlerini ve proteinlerini etkileyerek hücrel homeostazı bozmaktadır (Bedani vd., 2013). *S. thermophilus* safra varlığında diğer bakterilerden

daha fazla canlı hücreye sahip olup bu sonuç Ziar vd. (2013)'nin çalışmasıyla uyumlu bulunmuştur.

Elma, muz ve üzüm unları %1 oranında fermente süt içeceğine ilave edilmiş ve 28 gün boyunca depolanmıştır. Simüle mide (pH 2.0-2.2) ve bağırsak suyunda (pH 4.3-5.2 ve 7.0-7.3) probiyotik bakterilerin canlılığı analiz edilmiştir. *In vitro* gastrointestinal sistemde bütün probiyotik bakterilerin azalma gösterdiği bulunmuştur. Bununla birlikte; ilave edilen unların *L. acidophilus* bakterisinin gastrointestinal koşullara dayanıklılığını artırdığı gözlenmiştir (Casarotti ve Penna, 2015). Benzer bir ilişki bu çalışmada da tespit edilmiştir. Arı poleni ilavesi *L. acidophilus* probiyotik bakterisinin toleransını artırmıştır.

Keçi sütünden dondurma, sade ve meyveli yoğurt üretimi gerçekleştirilmiş ve probiyotik bakterilerin canlılığı (*L. acidophilus* LA-5, *B. lactis* BB-12 ve *Propionibacterium jensenii* 702) test edilmiştir. Simüle mide sıvılarından pH 2, probiyotik bakterilerin canlılığı üzerine pH 3 ve pH 4'e göre belirgin bir azalma sağlamıştır (Ranadheera vd., 2012). Bu çalışmanın sonuçlarıyla da benzer olan bu durum, probiyotik bakterilerin iç özelliklerinin yanı sıra simüle mide sıvısında bulunan pepsin enziminin optimum aktivitesinin pH 1.5 ile 2.0 arasında olup probiyotik hücrelerin canlılığını etkilemesinden de kaynaklanabilir (Vinderola vd., 2011). Sade yoğurt ve meyveli yoğurtta (%10 meyve suyu içeren) *B. lactis* sayısı pH 2'de 1. Dakikasıyla 7.58 log kob/g ve 7.78 log kob/g iken uygulamanın 30. Dakikasında sade, 60 dak. ise meyveli yoğurtta tespit edilebilir limitin altına düşmüştür (Ranadheera vd., 2012). Bu çalışmada aynı pH değerinde *Bifidobacterium* spp. sayısı kontrol, %0.5 ve %1.5 arı poleni içeren yoğurtta uygulamanın 180. Dakikasında, %3 ve %6 arı poleni içeren yoğurtlarda ise 60. Dakikasında <1.00 log kob/g bulunmuştur. Simüle bağırsak suyunda *L. acidophilus* safra tuzu yokken uygulamanın 1. Dakikasında sade ve meyveli yoğurtta 7.67 log kob/g ve 7.58 log kob/g, 240. Dakikasında 6.80 log kob/g ve 7.34 log kob/g, safra tuzu varken 1. dak. sade ve meyveli yoğurtta 6.28 log kob/g ve 7.14 log kob/g, 240 dak. ise 3.80 log kob/g ve 3.07 log kob/g bulunmuştur (Ranadheera vd., 2012). Safra tuzları diyetin hidrofobik bileşenlerinin sindirimini ve emilimini kolaylaştıran doğal deterjanlardır. Antimikrobiyal etkileri de bu özelliklerine dayanmaktadır. Amfililik yapısı ile birlikte bakterilerin hücre zarlarına zarar vermekte ve gastrointestinal sistemde canlı kalmalarını engellemektedir (Madureira vd., 2011).

Propiyonik asit bakterilerine ait 13 türün canlılıkları gastrointestinal sistemde farklı pH değerlerine sahip simüle mide suyu (pH 2, pH 3 ve pH 4) ile safra tuzu içeren (%0.3) ve içermeyen ince bağırsak suyunda (pH 8.0) test edilmiştir. pH 2 koşulları analiz edilen her bakteri türü üzerinde pH 3 ve pH 4 koşullarına göre daha güçlü bir inhibitif etki göstermiştir. pH değeri yükselip asitlik azaldıkça bakterilerin canlı hücre sayılarında artış gözlenmiştir. Safra tuzu içermeyen simüle ince bağırsak suyunda test edilen bakteri türü 240 dakika uygulama süresinin ardından benzer sayılarda canlı kalmıştır. Safra tuzu içeren simüle sıvıda ise iki tür hariç azalma görülmemiştir (Huang ve Adams, 2004).

Probiyotik yoğurtlara (*L. acidophilus* LA-5 ve *Bifidobacterium* BB-12) nohut unu katılmış (%0-%5) ve 5 hafta boyunca 4 °C’de depolanmıştır. pH 2 değerinde simüle mide suyunda her iki probiyotik bakterinin canlı hücre sayısı uygulama süresi uzadıkça azalmıştır. *L. acidophilus* LA-5’in bütün yoğurt örneklerinde *Bifidobacterium* BB-12’ye göre simüle mide suyunu daha iyi tolere ettiği bildirilmiştir. Nohut unu içermeyen kontrol örneği bu araştırmanın sonuçlarında da olduğu gibi probiyotik bakteriler için koruma göstermiştir. Simüle ince bağırsak suyunda yine bu araştırmanın sonuçlarıyla benzer şekilde bütün yoğurtlarda *L. acidophilus*’un canlı hücre sayısı daha yüksektir. Bu, *L. acidophilus*’un asidik koşulları daha iyi tolere edebilmesiyle açıklanabilir olup bu suşa spesifik bir durumdur (Kaur Sidhu vd., 2020).

Dondurma, yoğurt, beyaz salamura peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde *L. acidophilus* DSM 20.079 ve *L. acidophilus* NCFM bakterileri dinamik gastrointestinal modelde stres koşullarına karşı test edilmiştir. Gastrointestinal sistemde en fazla canlı hücre sayısı yoğurt örneğinde bulunmuştur. Bütün örneklerde canlı *L. acidophilus* sayısı bu çalışmanın sonuçlarıyla da uyumlu olarak süre uzadıkça azalmıştır. Sistemde ağız, mide ve ince bağırsak modellenmiş olup yoğurt örneğinde *L. acidophilus* NCFM sistemden geçerken ağızda 8.66 log kob ml/g, midede 1 saatte 8.60 log kob ml/g, 2 saat sonunda 7.17 log kob ml/g, ince bağırsakta 1 saatte 6.61 log kob ml/g, 2 saat sonunda ise 6.44 log kob ml/g; aynı şekilde *L. acidophilus* DSM 20.079 ise sırayla 8.64 log kob ml/g, 8.59 log kob ml/g, 7.26 log kob ml/g, 6.71 log kob ml/g ve 6.53 log kob ml/g düzeyinde bulunmuştur. Bakteri türü veya suşu probiyotiklerin canlı kalmaları üzerinde etkili olduğu gibi bulundukları gıda türü de önemlidir. Yoğurt, depolama sırasında

oluşan asitlik nedeniyle ve bunun neden olduğu düşük pH değerleri sonucunda probiyotik bakterilerin canlılığını olumsuz yönde etkileyen bir özelliğe sahiptir (Göçer vd., 2021).

Hökelekli (2021) yaptığı çalışmada, ürettiği yoğurt örneklerini depolamanın 2., 15. ve 30. günlerinde dinamik *in vitro* gastrointestinal sistem kullanarak analiz etmiştir. Örnekler, sistemden geçerken ağız (2 dak.), mide (2 sa.) ve ince bağırsak (2 sa.) bölgesinde bekletilmiştir. Yoğurt örneklerindeki *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* sayılarının belirlenmesi için, ağız bölgesinin çıkışında, mide ve ince bağırsak bölgesinin 1. ve 2. saatinde örnekler alınarak analiz yapılmıştır. Gastrointestinal sistemdeki koşullara maruz kalmadan önce *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* sayısını tespit etmek için başlangıç değerleri de belirlenmiştir. 0. dakikada 4 farklı yoğurt örneğindeki *S. thermophilus* sayısı 7.55-8.86 log kob/g olarak tespit edilmiş olup bütün örneklerde depolama boyunca mikroorganizma sayısında düşüş gözlenmiştir. Dolaylı olarak yapılan bütün gastrointestinal analizlerinde de depolama boyunca *S. thermophilus* sayısı düşüş göstermiştir. Midede 60. dak. sonuçları 6.63-8.69 log kob/g aralığında, 120. dak. sonuçları ise <1.00-7.25 log kob/g aralığında tespit edilmiştir. İnce bağırsak analizinde ise 180. ve 240. dak. sonuçları <1.00-7.22 log kob/g arasında saptanmıştır. *L. bulgaricus* sonuçları; 0. dakikada 7.05-8.28 log kob/g arasında olup depolama boyunca azalmıştır. Bu nedenle, gastrointestinal analizlerde de depolama boyunca azalma gözlenmiştir. Mide 60. dak. sonuçları, 6.10-8.15 log kob/g, 120. dak. <1.00-7.10 log kob/g arasındadır. İnce bağırsak analizinde ise 180. dak. <1.00-7.08 log kob/g ve 240. dak. sonuçları <1.00-7.10 log kob/g arasında değişiklik göstermiştir. Bu tez çalışmasında; *L. bulgaricus* mide sıvılarında depolamanın başlangıcında bütün pH değerlerinde (pH 2, pH 3 ve pH 4) 1. dak. için 5.17-8.17 log kob/g, 60. dak. için 5.03-8.04 log kob/g; ince bağırsak sıvılarında (safralı ve safrsız) 240. dak. için <1.00-6.28 log kob/g arasında bulunmuş olup bu değerler Hökelekli (2021) sonuçlarıyla benzerdir. Bu tez çalışmasında; *S. thermophilus* sayısı mide sıvılarında bütün pH değerlerinde 60. dak. (7.74-8.21 log kob/g), ince bağırsak sıvılarında 240. dak. için (3.58-7.42 log kob/g) Hökelekli (2021)'nin sonuçlarından yüksektir.

Koçer (2017) yaptığı çalışmada, ürettiği fermente sütleri 28 gün boyunca depolamış ve probiyotik bakterilerin (*L. acidophilus* ve *B. lactis*) *in vitro* gastrointestinal sindirim koşullarındaki canlılıklarını belirlemek için depolamanın 1.,

14. ve 28. günlerinde analizleri gerçekleştirmiştir. Örnekler; *in vitro* gastrointestinal sindirim analizleri için öncelikle gastrointestinal sindirimin öncesinde, gastrik fazın 2. saatinde, enterik faz I'in 4. saatinde ve enterik faz II'nin 6. saatinin sonunda analiz edilmiştir. Bütün örneklerde ve bütün fazlarda depolama boyunca *L. acidophilus* sonuçlarında düşüş gözlenmiştir. Gastrik faz sonuçları 5.64-3.00 log kob/g arasında değişiklik göstermiştir. Enterik faz I ve II'nin sonuçları ise 2.08-4.44 log kob/g ve 2.00-4.31 log kob/g arasında saptanmıştır. Depolama boyunca *B. lactis* gastrik faz sonuçları 4.00-8.29 log kob/g arasında değişmiştir. *B. lactis* miktarının depolama sonunda 1. güne kıyasla önemli derecede azaldığı görülmüştür. Enterik faz I ve II'de ise 2.34-5.38 log kob/g ve 2.00-4.27 log kob/g arasında tespit edilmiştir. Enterik faz I için gastik faza benzer şekilde 28. günün sonunda depolamanın 1. gününe kıyasla azaldığı gözlenmiştir. Enterik faz II için depolama süresince bütün örneklerde *B. lactis* miktarının azaldığı saptanmıştır. Bu araştırmada üretilen arı polenli yoğurt örneklerinde *L. acidophilus* sayısı da hem mide hem de ince bağırsak sıvılarında depolama boyunca azalma göstermiş, depolamanın son günü bütün uygulama süreleri için <1.00-5.92 log kob/g arasında tespit edilmiştir.

Simüle mide sıvılarında pH değeri düştükçe mikroorganizmaların canlılıklarının azaldığı görülmüştür. Asidik mide sıvıları, mikroorganizmaların canlılığını olumsuz olarak etkilemektedir. Ayrıca; uygulama süresinin uzaması da test edilen mikroorganizmaların canlılığını olumsuz etkilemiş, dolayısıyla genel olarak mikroorganizmalar başlangıç değerlerine göre daha düşük sayılarda tespit edilmiştir. Bağırsak özsuyunda ise safranin antibakteriyel doğası gereği safraya maruz kalan bakterilerin canlılıklarında ciddi azalmalar olmuştur. Metodoloji, ürün bileşenleri ve mikroorganizma kültürlerindeki çeşitlilik elde edilen sonuçlar üzerinde etkili olabilmektedir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Fonksiyonel süt ürünlerinin; sağlık üzerine olumlu etkilerinin bilimsel olarak desteklenmesi, tüketicilerin ve üreticilerin bu ürünlere olan ilgisini artırmış, gıda sektöründe ürünler ile ilgili Ar-ge çalışmaları ve üretim hız kazanmıştır. Son yıllarda probiyotik bakteri ve/veya biyoaktif bileşenlerle takviye edilmiş çeşitli fonksiyonel gıdalar tüketicilere sunulmakta, sağlık üzerine yararlı etkilerinden dolayı özellikle yoğurt ürünlerine karşı artan ilgi, yeni ürünlerin geliştirilmesine neden olmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında, arı poleni ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt ürünlerinin iyi bir alternatif oluşturma potansiyeline sahip olduğu görülmüştür. Bu çalışma, arı polenin, 24 saatlik fermentasyon ve 14 günlük depolama süresince canlı bakteri gelişimlerine etkisi analiz edilmiş olup ürünlerin mikrobiyolojik özellikleri, antimikrobiyal aktivitesi ve starter kültürlerin GIS'teki canlılıklarının belirlenmesi şeklinde beş ana başlık altında dizayn edilmiştir. Çalışmanın birinci aşamasında farklı oranlarda arı poleni içeren sütlerde probiyotik yoğurt kültürleri inkübasyon boyunca gelişmiş ve set tipi yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Arı polenlerinin fermentasyon sırasında kültürde yer alan bakterilerin gelişmesini ve çoğalmasını engellemediği ancak oranı arttıkça en yüksek bakteri sayısına ulaşma süresinin uzadığı tespit edilmiştir.

İkinci aşamada, ürünlerin depolama boyunca özellikleri incelenmiştir. Buzdolabında depolama sırasında bütün yoğurt örneklerinde pH değeri azalmıştır. 14 gün sonunda canlı hücre sayıları bakterilere ve arı poleni içeriklerine göre değişiklik göstermekle birlikte yüksek bulunmuştur.

Üçüncü aşamada, üretilen yoğurtların mikrobiyal özellikleri tespit edilmiştir. Bu çalışmada; 14 günlük depolama süresi boyunca örneklerin hiçbirinde maya, küf ve koliform gelişimine rastlanmamıştır. Elde edilen bu verilere göre üretilen yoğurt örnekleri Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne uygundur.

Dördüncü aşamada, antimikrobiyal etkinlik tespit edilmiştir. Kontrol örneği de dahil arı poleni içeren yoğurtların test edilen patojen bakterilere karşı inhibitif etkinliği

mevcut olup genel olarak üretilen yoğurt örnekleri; sınırlı bir antimikrobiyal aktiviteye sahiptir.

Son olarak, gastrointestinal sistemde bakteriler, pepsin, pankreatin gibi enzimlerle farklı asitlik koşulları ve safraya karşı *in vitro* statik modelde test edilmiştir. Asitliğin artması ve safra varlığında bakterilerin canlılıkları etkilenmiştir. Arı poleni oranı, uygulama süresi ve depolama zamanı canlı hücre sayıları üzerine etkili olan diğer faktörlerdir. Dolayısıyla genel olarak mikroorganizmalar başlangıç değerlerine göre daha düşük sayılarda tespit edilmiştir. Bütün simüle mide sıvılarında pH değeri düştükçe mikroorganizmaların canlılıklarının azaldığı gözlenmiştir. Bağırsak özsuyunda safraya maruz kalan bakterilerin canlılıklarında ciddi azalma olduğu görülmektedir. Mide suyunu simüle eden sıvıda pH değeri düştükçe, ince bağırsak suyunda ise safra varlığında bakteri canlılığı olumsuz etkilenmiştir. Genel olarak incelendiğinde %0.5 arı poleni içeren örneğin istatistiksel olarak kontrol örneğine en yakın değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Elde edilen olumlu sonuçlar doğrultusunda ülkemizin beslenme alışkanlıkları da göz önünde bulundurularak, ülkemizde yerel olarak üretilen arı poleni ve sağlık üzerindeki olumlu etkileri kanıtlanmış olan probiyotik yoğurt kombine edilerek tüketicilere alternatif fonksiyonel bir ürün sunulmuştur. Geliştirilen fonksiyonel ürün sağlığın geliştirilmesi, iyileştirilmesi ve hastalık risklerinin önlenmesine katkıda bulunabilir. Sonuç olarak fonksiyonel özellikleriyle apiterapide kullanılan arı poleni probiyotik yoğurt üretiminde çeşni olarak kullanılabilir.

6.2. Öneriler

Sağlığa verilen değerin arttığı günümüzde besinsel ve fonksiyonel özellikleri yüksek arı poleni ilavesi ile probiyotik yoğurt geliştirilmesinin fonksiyonel gıda pazarına yenilikçi bir anlayış getireceği düşünülmektedir. Bu tez çalışması, üretilen fonksiyonel ürünlerin tüketime kazandırılması, sağlıklı gıda üretimine katkı sağlaması, yeni gıda formlarının pazara sürülmesine yardımcı olması ve bu konu ile ilgili yapılacak olan çalışmalar için önemlidir.

Arı polenli probiyotik yoğurtlar hakkında daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Zengin fenolik bileşenler ve yüksek antioksidan kapasitesi ile ön plana çıkan arı poleni ilavesiyle üretilen yoğurtların antioksidan kapasitesi ve fenolik bileşik

içeriklerinin araştırılması önerilmektedir. Bu açıdan; organoleptik özelliklerin araştırılması da ileri ki çalışmalarda konu olabilir.



KAYNAKLAR

- Abbas KA, Othman FA, Deghedie MA ve Abd Elmontaleb HS (2023). The impact of Bee pollen addition on the quality characteristics of probiotic UF-soft cheese. *Egyptian Journal of Food Science*, 51(1): 33-45. DOI: 10.21608/EJFS.2023.174240.1146
- Abd Elhamid AM ve Elbayoumi MM (2017). Influence of bee pollen on the bioactive behavior, sensory and physicochemical properties of white cheese made from camel and cow milk mixture. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 8(11): 419-424. DOI: 10.21608/jfds.2017.38933
- Abdel-Hamid M, Romeih E, Huang Z, Enomoto T, Huang L ve Li L (2020). Bioactive properties of probiotic set-yogurt supplemented with *Siraitia grosvenorii* fruit extract. *Food chemistry*, 303(2020)125400:1-7. DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.125400
- Abdelnour SA, Abd El-Hack ME, Alagawany M, Farag MR ve Elnesr SS (2019). Beneficial impacts of bee pollen in animal production, reproduction and health. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 103(2): 477-484. DOI: 10.1111/jpn.13049
- Açıkgöz Z ve Soycan Önenç S (2006). Fonksiyonel yumurta üretimi. *Hayvansal Üretim*, 47(1): 36-46. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/85114>
- Adefegha SA (2018). Functional foods and nutraceuticals as dietary intervention in chronic diseases; novel perspectives for health promotion and disease prevention. *Journal of dietary supplements*, 15(6): 977-1009. DOI: 10.1080/19390211.2017.1401573
- Adolfsson O, Meydani SN ve Russell RM (2004). Yogurt and gut function. *The American journal of clinical nutrition*, 80(2): 245-256. DOI: 10.1093/ajcn/80.2.245
- Aksu BM ve Özbey F (2021). D Vitamini ile Zenginleştirilmiş Yoğurt Tüketimi ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Gıda*, 46(5): 1171-1182. DOI: 10.15237/gida.GD21089
- Algethami JS, El-Wahed AAA, Elashal MH, Ahmed HR, Elshafiey EH, Omar EM, ... El-Seedi HR (2022). Bee pollen: Clinical trials and patent applications. *Nutrients*, 14(14)2858: 1-26. DOI: 10.3390/nu14142858
- Alnaqeline MAAA (2022). *Hünnap (zizyphus jujuba mull.) ilavesinin set tipi yoğurtların kalite özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.
- Alok A, Singh ID, Singh S, Kishore M, Jha PC ve Iqbal MA (2017). Probiotics: A new era of biotherapy. *Adv Biomed Res*, 6(31): 1-5. DOI: 10.4103/2277-9175.192625

- Altunatmaz SS ve Aksu FY (2016). Arı polenin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 13(3): 182-187. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/ercivet/issue/26676/280371>
- Anjum N, Maqsood S, Masud T, Ahmad A, Sohail A ve Momin A (2013). *Lactobacillus acidophilus*: Characterization of the species and application in food production. *Critical reviews in food science and nutrition*, 54(9): 1241-1251. DOI: 10.1080/10408398.2011.621169
- Anonim, (2011). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Arıcılık Yönetmeliği. Erişim adresi: <https://kms.kaysis.gov.tr/Home/Goster/40730> Resmi Gazete Tarih-Sayı: 30.11.2011-28128.
- Anonim (2021). Nutrasötik Pazarı 2022 Yılında 302,3 Milyar Dolara Ulaşacak <http://www.cleanroomnews.org/nutrasotik-pazari-2022-yilinda-3023-milyar-dolara-ulasacak> Erişim Tarihi: 13.07.2023
- AOAC (1995). pH of acidified foods method, method no. 981.12. In: Cunniff P (ed.), Official Methods of AOAC International Analyses (16th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C, 2.
- Ares AM, Valverde S, Bernal JL, Nozal MJ ve Bernal J (2018). Extraction and determination of bioactive compounds from bee pollen. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 147: 110-124. DOI: 10.1016/j.jpba.2017.08.009
- Astrup A (2014). Yogurt and dairy product consumption to prevent cardiometabolic diseases: epidemiologic and experimental studies. *The American journal of clinical nutrition*, 99(5): 1235-1242. DOI: 10.3945/ajcn.113.073015
- Atallah AA (2016). The production of bio-yoghurt with probiotic bacteria, royal jelly and bee pollen grains. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 6(3)510: 2-7. DOI: 10.4172/2155-9600.1000510
- Attia Y, El-Hanoun AM, Bovera F, Monastra G, El-Tahawy WS ve Habiba HI (2013). Growth performance, carcass quality, biochemical and haematological traits and immune response of growing rabbits as affected by different growth promoters. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 98(1): 128–139. DOI: 10.1111/jpn.12056
- Aylanc V, Falcão SI, Ertosun S ve Vilas-Boas M (2021). From the hive to the table: Nutrition value, digestibility and bioavailability of the dietary phytochemicals present in the bee pollen and bee bread. *Trends in Food Science & Technology*, 109: 464-481. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.01.042

- Ayaz RM (2021). *Çam balının probiyotik bakteri canlılığı ve probiyotik yoğurtların bazı özellikleri üzerine etkisi* (Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye.
- Bakkaloğlu Z (2021). Arı poleni proteinleri ve fonksiyonel özellikleri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 21(2): 247-256. DOI: 10.31467/uluaricilik.984837
- Bakr I, Mohamed T, Tammam A ve El-Gazzar F (2015). Characteristics of bioyoghurt fortified with fennel honey. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(3): 959-970. http://www.aun.edu.eg/uploaded_full_txt/16172_full_txt.pdf
- Basim E, Basim H ve Özcan M (2006). Antibacterial activities of Turkish pollen and propolis extracts against plant bacterial pathogens. *Journal of food engineering*, 77(4): 992-996. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2005.08.027
- Başdoğan G, Sağdıç O, Daştan T, Acar S ve Düz G (2019). Farklı bölgelerden toplanan arı polenlerinin fizikokimyasal özellikleri ve şeker profillerinin belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (15): 627-631. DOI: 10.31590/ejosat.535054
- Bayat A, Azizi-Soleiman F, Heidari-Beni M, Feizi A, Iraj B, Ghiasvand R ve Askari G (2016). Effect of Cucurbita ficifolia and probiotic yogurt consumption on blood glucose, lipid profile, and inflammatory marker in type 2 diabetes. *International journal of preventive medicine*, 7:30. DOI: 10.4103/2008-7802.175455.
- Bayrak N (2005). *Arı ürünlerinin (bal, arı sütü, polen ve propolis) mikrofloralarının ve antimikrobiyal aktivitelerinin incelenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Fırat Üniversitesi, Elâzığ. Türkiye.
- Bedani R, Rossi EA ve Saad SMI (2013). Impact of inulin and okara on *Lactobacillus acidophilus* La-5 and *Bifidobacterium animalis* Bb-12 viability in a fermented soy product and probiotic survival under *in vitro* simulated gastrointestinal conditions. *Food Microbiology*, 34(2): 382-389. DOI: 10.1016/j.fm.2013.01.012
- Birch CS ve Bonwick GA (2018). Ensuring the future of functional foods. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(5): 1467-1485. DOI: 10.1111/ijfs.14060
- Buendia JR, Li Y, Hu FB, Cabral HJ, Bradlee ML, Quatromoni PA, ... Moore LL (2018). Regular yogurt intake and risk of cardiovascular disease among hypertensive adults. *American Journal of Hypertension*, 31(5): 557-565. DOI: 10.1093/ajh/hpx220
- Campos MG, Bogdanov S, de Almeida-Muradian LB, Szczesna T, Mancebo Y, Frigerio C ve Ferreira F (2008). Pollen composition and standardisation of analytical methods. *Journal of Apicultural Research*, 47(2): 154-161. DOI: 10.1080/00218839.2008.11101443.

- Cannon JP, Lee TA, Bolanos JT ve Danziger LH (2005). Pathogenic relevance of *Lactobacillus*: a retrospective review of over 200 cases. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 24: 31-40. DOI 10.1007/s10096-004-1253-y
- Carpes ST, Begnini R, Alencar SMD ve Masson ML (2007). Study of preparations of bee pollen extracts, antioxidant and antibacterial activity. *Ciência e agrotecnologia*, 31(6): 1818-1825. DOI: 10.1590/S1413-70542007000600032
- Casarotti SN ve Penna ALB (2015). Acidification profile, probiotic *in vitro* gastrointestinal tolerance and viability in fermented milk with fruit flours. *International Dairy Journal*, 41: 1-6. DOI: 10.1016/j.idairyj.2014.08.021
- Chandan RC, Gandhi A ve Shah NP (2017). Yogurt: Historical background, health benefits, and global trade. N.P. Shah (Eds.), *Yogurt in health and disease prevention* (pp. 3-29). Academic Press.
- Chapelot D ve Payen F (2010). Comparison of the effects of a liquid yogurt and chocolate bars on satiety: A multidimensional approach. *British journal of nutrition*, 103(5): 760-767. DOI: 10.1017/S000711450999225X
- Charteris WP, Kelly PM, Morelli L ve Collins JK (1998). "Development and application of an *in vitro* methodology to determine the transit tolerance of potentially probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* species in the upper human gastrointestinal tract. *Journal of applied microbiology*, 84(5): 759-768. DOI: 10.1046/j.1365-2672.1998.00407.x PMID: 9674129
- Cheng N, Chen S, Liu X, Zhao H ve Cao W (2019). Impact of schisandrachinensis bee pollen on nonalcoholic fatty liver disease and gut microbiota in highfat diet induced obese mice. *Nutrients*, 11(346): 1-16. DOI: 10.3390/nul1020346
- Chen X, Jiang X, Huang X, Honggu HE ve Zheng J (2019). Association between probiotic yogurt intake and gestational diabetes mellitus: a case-control study. *Iranian Journal of Public Health*, 48(7): 1248-1256. Erişim adresi: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6708537/>
- Choi JH, Jang YS, Oh JW, Kim CH ve Hyun IG (2015). Bee pollen-induced anaphylaxis: a case report and literature review. *Allergy, asthma & immunology research*, 7(5): 513-517. DOI: 10.4168/aaair.2015.7.5.513
- CLSI M07-A8 (2009). Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically (8th edn, Vol. 26, No. 2); Clinical and Laboratory Standards Institute. Wayne, PA, USA: ISBN 0273-3099.

- CLSI M02, M02-A12 (2015). Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests (12th edn, Vol. 35, Chapt. 1). Wayne, PA, USA: Clinical and Laboratory Standards Institute. ISBN 1-56238-986-6.
- CLSI M45 (2016). Methods for antimicrobial dilution and disk susceptibility testing of infrequently isolated or fastidious bacteria (3rd edn, Vol. 35, Chapt. 17). Clinical and Laboratory Standards Institute. Wayne, PA, USA: ISBN2162-2914.
- Corrieu G ve Béal C (2016). Yogurt: the product and its manufacture. B. Caballero, P.M. Finglas and F. Toldra (Eds.), Encyclopedia of food and health (pp 617-624). Academic Press. DOI: 10.1016/B978-0-12-384947-2.00766-2
- Çalışkan H (2021). *Probiyotik bakteri (Lactobacillus acidophilus) ve iğde (Elaeagnus angustifolia L.) unu ile üretilen yoğurtların probiyotik raf ömrü ve kalite özellikleri* (Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye.
- Çelik Ş, Durmaz H ve Şenocak G (2009). Andız pekmezi içeren set tipi yoğurtların bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *GIDA*, 34(4): 213-218. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/78149>
- Çevik GB (2013). *Peynir altı suyu tozu ve turunç ekstresi ilavesinin probiyotik yoğurtların bazı özelliklerine etkilerinin araştırılması* (Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi). Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye.
- Dan T, Jin R, Ren W, Li T, Chen H ve Sun T (2018). Characteristics of milk fermented by *Streptococcus thermophilus* MGA45-4 and the profiles of associated volatile compounds during fermentation and storage. *Molecules*, 23(4)878: 1-14 DOI: 10.3390/molecules23040878
- Daoud A, Malika D, Bakari S, Hfaiedh N, Mnafigui K, Kadri A ve Gharsallah N (2019). Assessment of polyphenol composition, antioxidant and antimicrobial properties of various extracts of Date Palm Pollen (DPP) from two Tunisian cultivars. *Arabian Journal of Chemistry*, 12(8), 3075-3086. DOI: 10.1016/j.arabjc.2015.07.014
- Darwish AMG, Abd El-Wahed AA, Shehata MG, El-Seedi HR, Masry SHD, Khalifa SAM, ... El-Sohaimy SA (2022). Chemical profiling and nutritional evaluation of bee pollen, bee bread, and royal jelly and their role in functional fermented dairy products. *Molecules*, 28(227): 1-27. DOI: 10.3390/molecules28010227
- Da Silva TMS, Piazzentin ACM, Mendonça CMN, Converti A, Bogsan CSB, Mora D ve de Souza Oliveira RP (2020). Buffalo milk increases viability and resistance of probiotic bacteria in dairy beverages under *in vitro* simulated gastrointestinal conditions. *Journal of Dairy Science*, 103(9): 7890-7897. DOI: 10.3168/jds.2019-18078

- Das K, Choudhary R ve Thompson-Witrick KA (2019). Effects of new technology on the current manufacturing process of yogurt-to increase the overall marketability of yogurt. *Lwt*, 108: 69-80. DOI: 10.1016/j.lwt.2019.03.058
- Daudu OM (2019). Bee pollen extracts as potential antioxidants and inhibitors of α -amylase and α -glucosidase enzymes assessment. *Journal of Apicultural Science*, 63(2): 315-325. DOI: 10.2478/jas-2019-0020
- De-Melo AAM ve de Almeida-Muradian LB (2017). Health benefits and uses in medicine of bee pollen. J.M. Alvarez-Suarez (Eds.), *Bee products-chemical and biological properties* (pp 261–276). Springer Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-59689-1_12
- Demirdöven A, Karabıyıklı Ş, Tokatlı K ve Öncül N (2015). Inhibitory effects of red cabbage and sour cherry pomace anthocyanin extracts on food borne pathogens and their antioxidant properties. *LWT - Food Science and Technology*, (2015): 1-6. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.03.101
- Demirgöl F ve Sağdıç O (2018). Fermente süt ürünlerinin insan sağlığına etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (13): 45-53. DOI: 10.31590/ejosat.377798
- Denisow B ve Denisow-Pietrzyk M (2016). Biological and therapeutic properties of bee pollen: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(13): 4303-4309. DOI 10.1002/jsfa.7729
- De Oliveira MC, Da Silva DM, Loch FC, Martins PC, Dias DMB ve Simon GA (2013). Effect of bee pollen on the immunity and tibia characteristics in broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 15: 323-327. DOI: 10.1590/S1516-635X2013000400006
- Didaras NA, Karatasou K, Dimitriou TG, Amoutzias GD ve Mossialos D (2020). Antimicrobial activity of bee-collected pollen and beebread: State of the art and future perspectives. *Antibiotics*, 9(11) 811: 1-29. DOI: 10.3390/antibiotics9110811
- Doron S ve Snyderman DR (2015). Risk and safety of probiotics. *Clinical Infectious Diseases*, 60(S2): S129-S134. DOI: 10.1093/cid/civ085
- Doyon M ve Labrecque J (2008). Functional foods: a conceptual definition. *British Food Journal*, 110(11): 1133-1149. DOI 10.1108/00070700810918036
- El-Abbadi NH, Dao MC ve Meydani SN (2014). Yogurt: role in healthy and active aging. *The American journal of clinical nutrition*, 99(5): 1263-1270. DOI: 10.3945/ajcn.113.073957.
- Elist J (2006). Effects of pollen extract preparation Prostat/Poltit on lower urinary tract symptoms in patients with chronic nonbacterial prostatitis/chronic pelvic pain

syndrome: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Urology*, 67(1): 60-63. DOI: 10.1016/j.urology.2005.07.035

Erdoğan Y ve Dodoloğlu A (2005). Balarısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerin yaşamında polenin önemi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 5(2): 79-84. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/uluaricilik/issue/53636/162521>

Erkmen O ve Özcan MM (2008). Antimicrobial effects of turkish propolis, pollen, and laurel on spoilage and pathogenic food-related microorganisms. *Journal of Medicinal Food* 11(3): 587-592. DOI: 10.1089/jmf.2007.0038

Eroğlu E (2019). *Stevia katkılı probiyotik yoğurtlarda bakteri canlılığının ve ürün özelliklerinin belirlenmesi* (Yayınlanmamış Doktora tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa. Türkiye.

Estevinho LM, Rodrigues S, Pereira AP ve Feás X (2012). Portuguese bee pollen: palynological study, nutritional and microbiological evaluation. *International Journal of Food Science & Technology*, 47(2): 429-435. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2011.02859.x

Fabian E ve Elmadfa I (2006). Influence of daily consumption of probiotic and conventional yoghurt on the plasma lipid profile in young healthy women. *Ann. Nutr. Metab.* 50(4): 387-393. DOI: 10.1159/000094304

FAO/WHO (2006). Probiotics in food. Health and nutritional properties and guidelines for evaluation. ISBN 92-5-105513-0 s.49. Erişim adresi: <https://www.fao.org/3/a0512e/a0512e.pdf> Erişim tarihi: 01.07.2023

Farag SA ve El-Rayes T (2016). Research article effect of bee-pollen supplementation on performance, carcass traits and blood parameters of broiler chickens. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11(3): 168-77. DOI: 10.3923/ajava.2016.168.177

Fatrcová-Šramková K, Nôžková J, Kačániová M, Máriássyová M, Rovná K ve Stričík M (2013). Antioxidant and antimicrobial properties of monofloral bee pollen. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 48(2): 133-138. DOI: 10.1080/03601234.2013.727664

Fazayeli-Rad AR, Afzali N, Farhangfar H ve Asghari MR (2015). Effect of bee pollen on growth performance, intestinal morphometry and immune status of broiler chicks. *European Poultry Science*, 79(86): 1-9. DOI: 10.1399/eps.2015.86

Fazilah NF, Ariff AB, Khayat ME, Rios-Solis L ve Halim M (2018). Influence of probiotics, prebiotics, synbiotics and bioactive phytochemicals on the formulation of functional yogurt. *Journal of Functional foods*, 48: 387-399. DOI: 10.1016/j.jff.2018.07.039

- Feás X, Vázquez-Tato MP, Estevinho L, Seijas JA ve Iglesias A (2012). Organic bee pollen: botanical origin, nutritional value, bioactive compounds, antioxidant activity and microbiological quality. *Molecules*, 17(7): 8359-8377. DOI: 10.3390/molecules17078359
- Fernandez MA, Panahi S, Daniel N, Tremblay A ve Marette A (2017). Yogurt and cardiometabolic diseases: a critical review of potential mechanisms. *Advances in Nutrition*, 8(6): 812-829. DOI: 10.3945/an.116.013946.
- Ferro Y, Mazza E, Salvati M, Santariga E, Giampà S, Spagnuolo R, ... Montalcini T (2020). Effects of a portfolio-mediterranean diet and a mediterranean diet with or without a sterol-enriched yogurt in individuals with hypercholesterolemia. *Endocrinology and Metabolism*, 35(2): 298-307. DOI: 10.3803/EnM.2020.35.2.298
- FDA-BAM online (2001). Yeasts, Molds and Mycotoxins. In “FDA’s Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 18, Erişim adresi: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm071435.htm> Erişim tarihi: 10.08.2013
- FDA-BAM online, (2011). *Salmonella*. In “FDA’s Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 5, <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/> Erişim tarihi: 10.08.2013
- FDA-BAM online (2013). Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. In “FDA’s Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 4. Erişim adresi: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm> Erişim tarihi: 10.08.2013
- Fisberg M ve Machado R (2015). History of yogurt and current patterns of consumption. *Nutrition reviews*, 73(S1): 4-7. DOI: 10.1093/nutrit/nuv020
- Gahruie HH, Eskandari MH, Mesbahi G ve Hanifpour MA (2015). Scientific and technical aspects of yogurt fortification: A review. *Food Science and Human Wellness*, 4(1): 1-8. DOI: 10.1016/j.fshw.2015.03.002
- Glušac JR, Stijepić MJ, Milanović SD ve Đurđević-Milošević DM (2015). Physicochemical properties of honeybee pollen enriched acidophilus milk and probiotic yoghurt. *Acta Periodica Technologica*, (46): 45-54. DOI: 10.2298/APT1546045G
- Gomes AM ve Malcata FX (1999). *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus acidophilus*: biological, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics. *Trends in food science & technology*, 10(1999): 139-157. DOI: 10.1016/S0924-2244(99)00033-3

- González G, Hinojo MJ, Mateo R, Medina A ve Jiménez M (2005). Occurrence of mycotoxin producing fungi in bee pollen. *International Journal of Food Microbiology*, 105(1): 1-9. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2005.05.001
- Göçer EMC, Ergin F, Küçükçetin IO ve Küçükçetin A. (2021). *In vitro* gastrointestinal resistance of *Lactobacillus acidophilus* in some dairy products. *Brazilian Journal of Microbiology*, 52(4): 2319-2334. DOI: 10.1007/s42770-021-00590-4
- Graikou K, Kapeta S, Aligiannis N, Sotiroudis G, Chondrogianni N, Gonos E ve Chinou I (2011). Chemical analysis of Greek pollen-Antioxidant, antimicrobial and proteasome activation properties. *Chemistry Central Journal*, 5: 1-9. DOI: 10.1186/1752-153X-5-33.
- Gültaş M (2016). Effects of royal jelly and bee pollen on the growth of selected probiotic bacteria (*Bf. animalis* spp. *lactis*, *L. acidophilus* and *L. casei*). *Journal of Apicultural Science*, 60(2): 129-140. DOI: 10.1515/JAS-2016-0023
- Günce Alimoğlu BP (2020). *Chemical characterization of the bee pollen samples collected from Samsun and Rize (Black Sea Region/Turkey) and investigation of their antimicrobial and antioxidant activities* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yeditepe Üniversitesi, İstanbul. Türkiye.
- Güneş R, Palabıyık İ ve Kurultay Ş (2018). Şekerleme teknolojisinde fonksiyonel ürün üretimi. *Gıda*, 43(6): 984-1001. DOI: 10.15237/gida.GD18088
- Gürçan O (2019). *Pastörize ve uht süttten starter kültür kullanılarak üretilen yoğurtların fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özelliklerinin belirlenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi). Sabahattin Zaim Üniversitesi, İstanbul. Türkiye.
- Hacıoğlu G ve Kurt G (2012). Tüketicilerin fonksiyonel gıdalara yönelik farkındalığı, kabulü ve tutumları: İzmir ili örneği. *Business and Economics Research Journal*, 3(1): 161-171. Erişim adresi: <https://www.proquest.com/openview/30cafc50fb69e8103b0e3f12a324ba92/1?pq-origsite=gscholar&cbl=216138>
- Hani B, Dalila B, Saliha D, Daoud H, Mouloud G ve Seddik K (2012). Microbiological sanitary aspects of pollen. *Advances in Environmental Biology*, 6(4): 1415-1420. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/profile/Ghadbane-Mouloud/publication/286758280_Microbiological_sanitary_aspects_of_pollen/links/56dd2fd608aebabdb415abc7/Microbiological-sanitary-aspects-of-pollen.pdf
- Harrigan WF ve McCance EM (1976). Laboratory methods in food and dairy microbiology (p 452). New York, USA: Academic Press.

- Hasani S, Khodadadi I ve Heshmati A (2016). Viability of *Lactobacillus acidophilus* in rice bran-enriched stirred yoghurt and the physicochemical and sensory characteristics of product during refrigerated storage. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(11): 2485-2492. DOI: 10.1111/ijfs.13230
- Hattingh A (2000). *Evaluation of the growth and survival of probiotic microorganisms in commercial bio-yogurt (Doctoral dissertation)*. University of the Orange Free State, Bloemfontein.
- He T, Priebe MG, Zhong Y, Huang C, Harmsen HJM, Raangs GC, ... Vonk RJ (2007). Effects of yogurt and bifidobacteria supplementation on the colonic microbiota in lactose-intolerant subjects. *Journal of Applied Microbiology*, 104(2): 595-604. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2007.03579.x
- Hegazi AG (2012). Medical importance of bee products. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 12(4): 136-146. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/uluaricilik/issue/51940/162302>
- Henry CJ (2010). Functional foods. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64(7): 657-659. DOI: 10.1038/ejcn.2010.101
- Herdem A (2006). *Farklı yörelerden toplanan geleneksel yöntemle üretilen yoğurt örneklerinin bazı niteliklerinin belirlenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya. Türkiye.
- Hosseini SM, Vakili Azghandi M, Ahani S ve Nourmohammadi R (2016). Effect of bee pollen and propolis (bee glue) on growth performance and biomarkers of heat stress in broiler chickens reared under high ambient temperature. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 25(1): 45-51. DOI: 10.22358/jafs/65586/2016
- Hökelekli Ç (2021). *Yoğurt bakterilerinin elektropüskürtme yöntemi ile kapsülasyonunun optimizasyonu ve kapsüle yoğurt bakterilerinin yoğurt üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması* (Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi). Akdeniz Üniversitesi, Antalya. Türkiye.
- Huang Y ve Adams MC (2004). "In vitro assessment of the upper gastrointestinal tolerance of potential probiotic dairy propionibacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 91(3): 253-260. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2003.07.001
- Hussien H, Abd-Rabou HS ve Saad MA (2022). The impact of incorporating *Lactobacillus acidophilus* bacteriocin with inulin and FOS on yogurt quality. *Scientific Reports*, 12(1): 13401. DOI: 10.1038/s41598-022-17633-x
- Ilie CI, Oprea E, Geana EI, Spoiala A, Buleandra M, Gradisteanu Pircalabioru G, ... F Ditu LM (2022). Bee pollen extracts: Chemical composition, antioxidant properties, and effect on

the growth of selected probiotic and pathogenic bacteria. *Antioxidants*, 11(5) 959: 1-29. DOI: 10.3390/antiox11050959

Irvine SL, Hummelen R, Hekmat S, Looman CW, Habbema JDF ve Reid G (2010). Probiotic yogurt consumption is associated with an increase of CD4 count among people living with HIV/AIDS. *Journal of clinical gastroenterology*, 44(9): 201-205. DOI: 10.1097/MCG.0b013e3181d8fba8

Ishikawa Y, Tokura T, Nakano N, Hara M, Niyonsaba F, Ushio H, ... Ogawa H, (2008). Inhibitory effect of honeybee-collected pollen on mast cell degradation *in vivo* and *in vitro*. *Journal of medicinal food*, 11(1): 14-20. DOI: 10.1089/jmf.2006.163

ISO 6887-1 (2017). International Organization for Standardization, Microbiology of the food chain-Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination-Part 1: General rules for the preparation of the initial suspension and decimal dilutions, ISO 6887-1, İsviçre.

Ivey KL, Lewis JR, Hodgson JM, Zhu K, Dhaliwal SS, Thompson PL ve Prince RL (2011). Association between yogurt, milk, and cheese consumption and common carotid artery intima-media thickness and cardiovascular disease risk factors in elderly women. *The American journal of clinical nutrition*, 94(1): 234-239. Erişim adresi: <https://academic.oup.com/ajcn/article/94/1/234/4597853>

Jannesar M, Shoushtari, MS, Majd A ve Pourpak Z (2017). Bee pollen flavonoids as a therapeutic agent in allergic and immunological disorders. *Iranian Journal of Allergy, Asthma and Immunology*, 16(3): 171-182. Erişim adresi: <http://ijaai.tums.ac.ir>

Kačániová M, Juráček M, Chlebo R, Kňazovická V, Kadasi-Horáková M, Kunová S, ... Šimko M (2011). Mycobiota and mycotoxins in bee pollen collected from different areas of Slovakia. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 46(7): 623-629. DOI: 10.1080/03601234.2011.589322

Kalyas A ve Ürkek B (2020). Siyah üzüm çekirdeği tozunun yoğurtların bazı fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(2): 353-362. DOI: 10.29278/azd.706569

Kamel DG, Hammam AR, Alsaleem KA ve Osman DM (2021a). Addition of inulin to probiotic yogurt: Viability of probiotic bacteria (*Bifidobacterium bifidum*) and sensory characteristics. *Food Science & Nutrition*, 9(3): 1743-1749. DOI: 10.1002/fsn3.2154

Kamel DG, Othman AA, Osman DM ve Hammam AR (2021b). Probiotic yogurt supplemented with nanopowdered eggshell: Shelf-life stability, physicochemical, and sensory characteristics. *Food Science & Nutrition*, 9(3): 1736-1742. DOI: 10.1002/fsn3.2152

- Karabagias IK, Karabagias VK, Gatzias I ve Riganakos KA (2018). Bio-functional properties of bee pollen: The case of “bee pollen yoghurt”. *Journal of Coatings Technology and Research*, 8(12) 423:1-15. DOI: 10.3390/coatings8120423
- Karakuş MŞ (2013). *Prebiyotik lif içeren stevia özü ilavesinin çilek aromalı acidophilus-bifidus yoğurtlarının bazı kalite özellikleri üzerine etkileri* (Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi). Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye.
- Kaškonienė V, Adaškevičiūtė V, Kaškonas P, Mickienė R ve Maruška A (2020). Antimicrobial and antioxidant activities of natural and fermented bee pollen. *Food Bioscience*, (34)100532: 1-9. DOI: 10.1016/j.fbio.2020.100532
- Kaur S ve Das M (2011). Functional foods: An overview. *Food Science and Biotechnology*, 20(4): 861-875. DOI 10.1007/s10068-011-0121-7
- Kaur Sidhu M, Lyu F, Sharkie TP, Ajlouni S ve Ranadheera CS (2020). Probiotic yogurt fortified with chickpea flour: physico-chemical properties and probiotic survival during storage and simulated gastrointestinal transit. *Foods*, 9(9): 1144. DOI: 10.3390/foods9091144
- Kaya M (2015). *Sinbiyotik yoğurt üretimi ve reolojik, fonksiyonel ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Khalifa SA, Elashal MH, Yosri N, Du M, Musharraf SG, Nahar L, ... El-Seedi HR (2021). Bee pollen: Current status and therapeutic potential. *Nutrients*, 13(6)1876: 1-15. DOI: 10.3390/nu13061876
- Kırma İ (2016). *Gıda kaynaklı laktik asit bakterileri kullanılarak ekzopolisakkarit üretimi*. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Kieliszek M, Piwowarek K, Kot AM, Błażej S, Chlebowska-Śmigiel A ve Wolska I (2017). Pollen and bee bread as new health-oriented products: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 71: 170-180. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.10.021.
- Kocot J, Kielczykowska M, Luchowska-Kocot D, Kurzepa J ve Musik I (2018). Antioxidant potential of propolis, bee pollen, and royal jelly: Possible medical application. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2018: 1-29. DOI: 10.1155/2018/7074209
- Koçer E (2017). *Prebiyotik ilave edilen fermente sütlerde bakteri canlılığının ve probiyotik bakterilerin in vitro gastrointestinal sindirim koşullarına toleranslarının belirlenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi). Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye.

- Kok CR ve Hutkins R (2018). Yogurt and other fermented foods as sources of health-promoting bacteria. *Nutrition reviews*, 76(Supplement_1): 4-15. DOI: 10.1093/nutrit/nuy056
- Komosinska-Vassev K, Olczyk P, Kaźmierczak J, Mencner L ve Olczyk K (2015). Bee pollen: chemical composition and therapeutic application. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015: 1-6. DOI: 10.1155/2015/297425
- Konar V, Özdemir FA ve Karataş F (2010). Ticari arı polenlerinde B vitamini miktarlarının araştırılması. *Firat University Journal of Science*, 22(1): 61-64.
- Kurek-Górecka A, Górecki M, Rzepecka-Stojko A, Balwierz R ve Stojko J (2020). Bee products in dermatology and skin care. *Molecules*, 25(556): 1-17. DOI: 10.3390/molecules25030556
- Kwon HC, Bae H, Seo HG ve Han SG (2019). Chia seed extract enhances physiochemical and antioxidant properties of yogurt. *Journal of dairy science*, 102(6): 4870-4876. DOI: 10.3168/jds.2018-16129
- Laird E, Molloy AM, McNulty H, Ward M, McCarroll K, Hoey L, ... Casey MC (2017). Greater yogurt consumption is associated with increased bone mineral density and physical function in older adults. *Osteoporosis International*, 28: 2409-2419. DOI: 10.1007/s00198-017-4049-5
- Lapierre L, Undeland P ve Cox LJ (1992). Lithium chloride-sodium propionate agar for the enumeration of bifidobacteria in fermented dairy products. *Journal of Dairy Science*, 75(5): 1192-1196. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(92)77866-7
- Larsson SC, Andersson SO, Johansson JE ve Wolk A (2008). Cultured milk, yogurt, and dairy intake in relation to bladder cancer risk in a prospective study of Swedish women and men. *Am. J. Clin. Nutr.*, 88(4): 1083–1087. DOI: 10.1093/ajcn/88.4.1083
- LeBlanc BW, Davis OK, Boue S, DeLucca A ve Deeby T (2009). Antioxidant activity of Sonoran Desert bee pollen. *Food chemistry*, 115(4): 1299-1305. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.01.055
- Lee WJ ve Lucey JA (2010). Formation and physical properties of yogurt. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(9): 1127-1136. DOI: 10.5713/ajas.2010.r.05
- Leja M, Mareczek A, Wyżgolik G, Klepacz-Baniak J ve Czekońska K (2007). Antioxidative properties of bee pollen in selected plant species. *Food chemistry*, 100(1): 237-240. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.09.047

- Li F, Yuan Q ve Rashid F (2009). Isolation, purification and immunobiological activity of a new water-soluble bee pollen polysaccharide from *Crataegus pinnatifida* Bge. *Carbohydrate polymers*, 78(1): 80-88. DOI: 10.1016/j.carbpol.2009.04.005
- Li S, Ye A ve Singh H (2020). Effects of seasonal variations on the quality of set yogurt, stirred yogurt, and Greek-style yogurt. *Journal of Dairy Science*, 104(2): 1424-1432. DOI: 10.3168/jds.2020-19071
- Li Q, Ren C, Yan S, Wang K, Hrynets Y, Xiang L, ... Wu L (2021). Extract of Unifloral *Camellia sinensis* L. pollen collected by *Apis mellifera* L. honeybees exerted inhibitory effects on glucose uptake and transport by interacting with glucose transporters in human intestinal cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(6): 1877-1887. DOI: 10.1021/acs.jafc.0c07160
- Li QQ, Wang K, Marcucci MC, Sawaya ACHF, Hu L, Xue XF, ... Hu FL (2018). Nutrient-rich bee pollen: A treasure trove of active natural metabolites. *Journal of Functional Foods*, 49: 472-484. DOI: 10.1016/j.jff.2018.09.008
- Li X, Gong H, Yang S, Yang L, Fan Y ve Zhou Y (2017). Pectic bee pollen polysaccharide from *Rosa rugosa* alleviates diet-induced hepatic steatosis and insulin resistance via induction of AMPK/mTOR-mediated autophagy. *Molecules*, 22(5)699: 1-13. DOI: 10.3390/molecules22050699
- Lomova N, Snizhko O ve Narizhniy S (2014). Yoghurt enrichment with natural bee farming products. *Ukrainian Food Journal*, 3(3): 405-411. Erişim adresi: http://193.138.93.8/bitstream/BNAU/905/1/Yoghurt_enrichm.pdf
- Madureira AR, Amorim M, Gomes AM, Pintado ME ve Malcata FX (2011). Protective effect of whey cheese matrix on probiotic strains exposed to simulated gastrointestinal conditions. *Food Research International*, 44(1): 465-470. DOI: 10.1016/j.foodres.2010.09.010
- Makino S, Ikegami S, Kano H, Sashihara T, Sugano H, Horiuchi H, ... Oda M (2006). Immunomodulatory effects of polysaccharides produced by *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* OLL1073R-1. *Journal of Dairy Science*, 89(8): 2873-2881. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72560-7
- Makino S, Ikegami S, Kume A, Horiuchi H, Sasaki H ve Orii N (2010). Reducing the risk of infection in the elderly by dietary intake of yoghurt fermented with *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* OLL1073R-1. *British Journal of Nutrition*, 104(7): 998-1006. DOI: 10.1017/S000711451000173X
- Mărgăoan R, Stranț M, Varadi A, Topal E, Yücel B, Cornea-Cipcigan M, ... Vodnar DC (2019). Bee collected pollen and bee bread: Bioactive constituents and health benefits. *Antioxidants*, 8(12) 568:1-33. DOI: 10.3390/antiox8120568

- Maroof H, Hassan ZM, Mobarez AM ve Mohamadabadi MA (2012). *Lactobacillus acidophilus* could modulate the immune response against breast cancer in murine model. *Journal of clinical immunology*. 32: 1353– 1359. DOI: 10.1007/s10875-012-9708-x
- Martinez-Gonzalez MA, Sayon-Orea C, Ruiz-Canela M, De la Fuente C, Gea A ve Bes-Rastrollo M (2014). Yogurt consumption, weight change and risk of overweight/obesity: the SUN cohort study. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 24(11): 1189-1196. DOI: 10.1016/j.numecd.2014.05.015
- Masoumi SJ, Mehrabani D, Saberifiroozi M, Fattahi MR, Moradi F ve Najafi M (2021). The effect of yogurt fortified with *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* sp. Probiotic in patients with lactose intolerance. *Food Science & Nutrition*, 9(3): 1704-1711. DOI: 10.1002/fsn3.2145
- Meybodi NM, Mortazavian AM, Arab M ve Nematollahi A (2020). Probiotic viability in yoghurt: A review of influential factors. *International Dairy Journal*, 109(104793): 1-40. DOI: 10.1016/j.idairyj.2020.104793
- Meydani SN ve Ha WK (2000). Immunologic effects of yogurt. *The American journal of clinical nutrition*, 71(4): 861-872. DOI: 10.1093/ajcn/71.4.861
- Michels KB, Willett WC, Vaidya R, Zhang X ve Giovannucci E (2020). Yogurt consumption and colorectal cancer incidence and mortality in the Nurses' Health Study and the Health Professionals Follow-Up Study. *The American journal of clinical nutrition*, 112(6): 1566-1575. DOI: 10.1093/ajcn/nqaa244
- Milner JA (1999). Functional foods and health promotion. *The Journal of nutrition*, 129(7): 1395S-1397S. Erişim adresi: <https://academic.oup.com/jn/article-abstract/129/7/1395S/4722575>
- Mirzaei EZ, Lashani E ve Davoodabadi A (2018). Antimicrobial properties of lactic acid bacteria isolated from traditional yogurt and milk against *Shigella* strains. *GMS hygiene and infection control*, 13: 1-5. DOI: 10.3205/dgkh000307
- Mizock BA (2015). Probiotics. *Disease-a-month: DM*, 61(7): 259-290. DOI: 10.1016/j.disamonth.2015.03.011
- Mohamadshahi M, Veissi M, Haidari F, Shahbazian H, Kaydani GA ve Mohammadi F (2014). Effects of probiotic yogurt consumption on inflammatory biomarkers in patients with type 2 diabetes. *BioImpacts: BI*, 4(2): 83-88. DOI: 10.5681/bi.2014.007
- Morais M, Moreira L, Feás X ve Estevinho LM (2011). Honeybee-collected pollen from five Portuguese Natural Parks: Palynological origin, phenolic content, antioxidant properties and antimicrobial activity. *Food and Chemical Toxicology*, 49(5): 1096-1101. DOI: 10.1016/j.fct.2011.01.020

- Moreno LA, Bel-Serrat S, Santaliestra-Pasías A ve Bueno G (2015). Dairy products, yogurt consumption, and cardiometabolic risk in children and adolescents. *Nutrition reviews*, 73(1): 8-14. DOI: 10.1093/nutrit/nuv014
- Moreno Y, Collado MC, Ferrus MA, Cobo JM, Hernandez E ve Hernandez M (2006). Viability assessment of lactic acid bacteria in commercial dairy products stored at 4 °C using LIVE/DEAD® BacLight™ staining and conventional plate counts. *International Journal of Food Science and Technology*, 41(3): 275-280. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2005.01060.x
- Mustafa RA (2020). Role medicinal plant extracts *Glossostemonbruguieria* (Moghat) on bio-yogurt quality during storage. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(11): 3341-3352.
- Nagaoka S (2019). Yogurt production. M. Kanauchi (Eds.), *Lactic acid bacteria: Methods in molecular biology* (pp 45-54). New York, NY: Humana Press. DOI: 10.1007/978-1-4939-8907-2_5
- Nascimento AMCB ve Luz Jr GE (2018). Bee pollen properties: uses and potential pharmacological applications-a review. *Journal of Analytical & Pharmaceutical Research*, 7(5): 513-515. DOI: 10.15406/japlr.2018.07.00276
- Oberg TS, McMahon DJ, Culumber MD, McAuliffe O ve Oberg CJ (2022). Invited review: Review of taxonomic changes in dairy-related lactobacilli. *Journal of Dairy Science*, 105(4): 2750-2770. DOI: 10.3168/jds.2021-21138
- Oğuz Ş ve Andiç S (2019). Peynir üretiminde kullanılan starter kültürler. *Gıda*, 44(6): 1174-1196. DOI: 10.15237/gida.GD19121
- Okur ÖD, Dayıoğlu FN, Duman M ve Köten P (2019). Çörek otu balı kullanımı ile fonksiyonel set tipi yoğurt üretimi. *GIDA*, 44(1): 104-117. DOI: 10.15237/gida.GD18116
- Omar WAW, Azhar NA, Fadzilah NH ve Kamal NNSNM (2016). Bee pollen extract of Malaysian stingless bee enhances the effect of cisplatin on breast cancer cell lines. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(3): 265-269. DOI: 10.1016/j.apjtb.2015.12.011
- O'sullivan AM, O'grady MN, O'callaghan YC, Smyth TJ, O'brien NM ve Kerry JP (2016). Seaweed extracts as potential functional ingredients in yogurt. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 37: 293-299. DOI: 10.1016/j.ifset.2016.07.031
- Öncül N, Yıldırım Z ve Yıldırım M (2015). Laktokoksin BZ ve enterosin KP'nin yoğurt kültürlerinin aktivitesi üzerine etkisi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(5): 342-345. DOI: 10.24925/turjaf.v3i5.342-345.276

- Özcan M, Fındık S, Uylaşer V ve Çoban Dİ (2020). Investigation of the physical and chemical properties of traditional homemade yogurt with different rates of pollen additions. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (20): 516-521. DOI: 10.31590/ejosat.736476
- Özçiçek Dölekoğlu C, Giray FH ve Şahin A (2012). Raflardaki Yeni Ürün Fonksiyonel Gıdalar ve Getirdikleri. 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, Konya, Türkiye.
- Özdemir T (2021). *Kırmızı pancarlı probiyotik yoğurt üretiminde şeker ikamesi olarak stevia kullanımı* (Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye.
- Pala V, Sieri S, Berrino F, Vineis P, Sacerdote C, Palli D, ... Krogh V (2011). Yogurt consumption and risk of colorectal cancer in the Italian European prospective investigation into cancer and nutrition cohort. *International journal of cancer*, 129(11): 2712-2719. DOI: 10.1002/ijc.26193
- Palabıçak B, Akın MB ve Akın MS (2019). Probiyotik Yoğurtta Bezelye Ununun *Lactobacillus casei* İçin Prebiyotik Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması. O. Erkmen ve N. Akhmetov (Editörler), Uluslararası Gıda, Tarım ve Hayvancılık Kongresi (ss. 53-61). Gaziantep, Türkiye: İksad yayınevi.
- Pa'rraga-Martı'nez I, Lopez-Torres-Hidalgo JD, Del Campo-Del Campo JM, Galdón-Blesa MP, Precioso-Ya'nez JC, Rabanales-Sotos J, ... Lloret-Callejo A (2014). Long-term effects of plant stanols on the lipid profile of patients with hypercholesterolemia. A randomized clinical trial. *Revista Española de Cardiología*, 68(8): 665-671. DOI: 10.1016/j.rec.2014.07.035
- Patterson MJ (1996). *Streptococcus*. S. Baron (Ed.), Medical Microbiology. Chapter 13. Galveston (TX): University of Texas Medical Branch at Galveston. Erişim adresi: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/108nsu/NBK7611/>
- Pei R, Martin DA, DiMarco DM ve Bolling BW (2017). Evidence for the effects of yogurt on gut health and obesity. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57(8): 1569-1583. DOI: 10.1080/10408398.2014.883356
- Pinto B, Caciagli F, Riccio E, Reali D, Šarić A, Balog T, ... Scarpato R (2010) Antiestrogenic and antigenotoxic activity of bee pollen from *Cystus incanus* and *Salix alba* as evaluated by the yeast estrogen screen and the micronucleus assay in human lymphocytes. *European journal of medicinal chemistry*, 45(9): 4122-4128. DOI: 10.1016/j.ejmech.2010.06.001
- Pop C, Vlaic R, Farcas A, Salanta L, Ghicasan D, Semeniuc C ve Rotar AM (2015). Influence of pollen, chia seeds and cranberries addition on the physical and probiotics characteristics of yogurt. *Bulletin UASVM Food Science and Technology*, 72(1): 141-142. DOI: 10.15835/buasvmcn-fst:11090

- Pot B, Felis GE, De Bruyne K, Tsakalidou E, Papadimitriou K, Leisner J ve Vandamme P (2014). The genus *Lactobacillus*. W.H. Holzapfel ve B.J.B. Wood. (Eds.), Lactic Acid Bacteria: Biodiversity and Taxonomy. Chapter 19. DOI: 10.1002/9781118655252.ch19
- Ranadheera CS, Evans CA, Adams MC ve Baines SK (2012). *In vitro* analysis of gastrointestinal tolerance and intestinal cell adhesion of probiotics in goat's milk ice cream and yogurt. *Food research international*, 49(2): 619-625. DOI: 10.1016/j.foodres.2012.09.007
- Rashid A ve Thakur SN (2012). Studies on quality parameters of set yoghurt prepared by the addition of honey. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 2(9): 1-10. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/profile/Sahja-Thakur/publication/268381791_Studies_on_Quality_Parameters_of_Set_Yoghurt_Prepared_By_the_Addition_of_Honey/links/5469c97b0cf2f5eb18051985/Studies-on-Quality-Parameters-of-Set-Yoghurt-Prepared-By-the-Addition-of-Honey.pdf
- Ribeiro MCE, Chaves KS, Gebara C, Infante FN, Grosso CR ve Gigante ML (2014). Effect of microencapsulation of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 on physicochemical, sensory and microbiological characteristics of stirred probiotic yoghurt. *Food Research International*, 66: 424-431. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.10.019
- Rizzoli R ve Biver E (2017). Yogurt consumption and impact on bone health. N.P. Shah (Eds.), Yogurt in health and disease prevention (pp. 507-524). Academic Press.
- Ruas-Madiedo P ve Rodríguez A (2017). Non-starter bacteria 'functional' cultures. B. Speranza, A. Bevilacqua, M.R. Corbo ve M. Sinigaglia (Eds.), Starter cultures in food production, (ss. 64-78). Starter Cultures in Food Production. DOI: 10.1002/9781118933794.ch4
- Rzepecka-Stojko A, Stojko J, Jasik K ve Buszman E (2017). Anti-atherogenic activity of polyphenol-rich extract from bee pollen. *Nutrients*, 9 (12)1369: 1-17. DOI: 10.3390/nu9121369
- Rzepecka-Stojko A, Stojko J, Kurek-Górecka A, Górecki M, Kabala-Dzik A, Kubina R, ... Buszman E (2015). Polyphenols from bee pollen: structure, absorption, metabolism and biological activity. *Molecules*, 20(12): 21732-21749. DOI: 10.3390/molecules201219800
- Sadrzadeh-Yeganeh, H, Elmadfa I, Djazayery A, Jalali M, Heshmat R ve Chamary M (2010). The effects of probiotic and conventional yoghurt on lipid profile in women. *British Journal of Nutrition*, 103(12): 1778–1783. DOI: 10.1017/S0007114509993801
- Salas-Salvadó J, Guasch-Ferre M, Díaz-López A ve Babio N (2017). Yogurt and diabetes: overview of recent observational studies. *The Journal of nutrition*, 147(7): 1452S-1461S. DOI: 10.3945/jn.117.248229

- Sanders ME, Merenstein D, Merrifield CA ve Hutkins R (2018). Probiotics for human use. *Nutrition bulletin*, 43(3): 212-225. DOI: 10.1111/nbu.12334
- Santos MS, Estevinho LM, de Carvalho CAL, da Silva Conceição AL ve de Castro Almeida RC (2020). Rheological and sensorial evaluation of yogurt incorporated with red propolis. *Journal of food science and technology*, 57(3): 1080-1089. DOI: 10.1007/s13197-019-04142-5
- Sarvari F, Mortazavian AM ve Fazeli MR (2014). Biochemical characteristics and viability of probiotic and yogurt bacteria in yogurt during the fermentation and refrigerated storage. *Applied Food Biotechnology*, 1(1): 55-61.
- Savaiano DA (2014). Lactose digestion from yogurt: mechanism and relevance. *The American journal of clinical nutrition*, 99(5): 1251S-1255S. DOI: 10.3945/ajcn.113.073023
- Say D, Soltani M ve Güzeler N (2015). Kurutulmuş yoğurtlar: kurut ve kashk. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(9): 428-432. DOI: 10.5505/pajes.2015.47048
- Sengupta S, Koley H, Dutta S ve Bhowal J (2018). Hypocholesterolemic effect of *Spirulina platensis* (SP) fortified functional soy yogurts on diet-induced hypercholesterolemia. *Journal of Functional Foods*, 48: 54-64. DOI: 10.1016/j.jff.2018.07.007
- Sert D, Akın N ve Dertli E (2011). “Effects of sunflower honey on the physicochemical, microbiological and sensory characteristics in set type yoghurt during refrigerated storage”. *International journal of dairy technology*, 64(1): 99-107. DOI: 10.1111/j.1471-0307.2010.00635.x
- Sevim MA (2021). *Değişik sarımsak formatlarının yoğurt üretiminde laktik asit bakterileri ile küf ve maya gelişimi üzerine etkisinin belirlenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Shen Z, Geng Q, Huang H, Yao H, Du T, Chen L, ... Shi P (2019). Antioxidative and cardioprotective effects of *Schisandra chinensis* bee pollen extract on isoprenaline-induced myocardial infarction in rats. *Molecules*, 24(6)1090: 1-12. DOI: 10.3390/molecules24061090
- Silici S (2019). Honeybee products and apitherapy. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(9): 1249-1262. DOI: 10.24925/turjaf.v7i9.1249-1262.2141
- Slover CM ve Danziger L (2008). *Lactobacillus*: a review. *Clinical Microbiology Newsletter*, 30(4): 23-27. DOI: 10.1016/j.clinmicnews.2008.01.006

- Soomro AH, Masud T ve Anwaar K (2002). Role of lactic acid bacteria (LAB) in food preservation and human health-a review. *Pakistan Journal of Nutrition*, 1(1): 20-24. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/profile/Aijaz-Hussain-Soomro/publication/46032342_Role_of_Lactic_Acid_Bacteria_LAB_in_Food_Preservation_and_Human_Health_-_A_Review/links/54449eb00cf2a6a049ab157a/Role-of-Lactic-Acid-Bacteria-LAB-in-Food-Preservation-and-Human-Health-A-Review.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail
- Söküt C, Başyigit Kılıç G, Barın S ve Albayrak A (2021). Aloe vera jel içeceği ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt üretimi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(2): 287-296. DOI: 10.29048/makufebd.941230
- Sömer VF (2013). *Dayanıklı yoğurtların mikrobiyolojik, fizikokimyasal özelliklerinin ve biyojen amin içeriklerinin belirlenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi). Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, Türkiye.
- Stavropoulou E ve Bezirtzoglou E (2020). Probiotics in medicine: a long debate. *Frontiers in immunology*, 11(2192): 1-20. DOI: 10.3389/fimmu.2020.02192
- Sumarmono J ve Sulistyowati M (2015). Fatty acids profiles of fresh milk, yogurt and concentrated yogurt from peranakan etawah goat milk. *Procedia Food Science*, 3(2015): 216-222. DOI: 10.1016/j.profoo.2015.01.024
- Şimşek H (2022). *Doğal katkılı süzme probiyotik yoğurt üretimi ve depolama sürecinde bazı fizikokimyasal özellikleriyle mikrobiyal kalitesinin araştırılması* (Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi). Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Karaman. Türkiye.
- Teksoy Ş (2020). *Karpuz ve kavun çekirdeklerinin bazı probiyotik bakterilerin gelişmesi üzerine etkisinin in vitro incelenmesi* (Yayınlanmamış Doktora tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa. Türkiye.
- Tekyigit A (2022). *Kimi sebzelerle üretilen set yoğurtların bazı özellikleri üzerine bir araştırma* (Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi). Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye.
- Tepe M (2021). *Starter kültür ve geleneksel ev yapımı yoğurt kullanılarak inek sütünden yapılan yoğurtların çeşitli özelliklerinin belirlenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi). Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye.
- TGK (2009). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği. Yayımlandığı Resmî Gazete Tarih-Sayı: 16.02.2009-27143, Tebliğ No: 2009/25, Ankara.
- TGK (2011a). Türk Gıda Kodeksi Etiketleme Yönetmeliği. Yayımlandığı Resmî Gazete Tarih-Sayı: 29.12.2011- 28157 (3. Mükerrer), Ankara.

- TGK (2011b). Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği. Yayımlandığı Resmî Gazete Tarih-Sayı: 29.12.2011-28157 (3. Mükerrer), Ankara.
- TGK (2022). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği. Yayımlandığı Resmî Gazete Tarih-Sayı: 30.11.2022-32029, Tebliğ No: 2022/44, Ankara.
- Thakur M ve Nanda V (2020). Composition and functionality of bee pollen: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 98: 82-106. DOI: 10.1016/j.tifs.2020.02.001
- TS ISO 7889 (2004). -Yoğurt. Karakteristik mikroorganizmaların sayımı. 37 °C’de koloni sayım tekniği. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- Tsuchiya A, Almiron-Roig E, Lluch A, Guyonnet D ve Drewnowski A (2006). Higher satiety ratings following yogurt consumption relative to fruit drink or dairy fruit drink. *Journal of the American Dietetic Association*, 106(4): 550-557. DOI: 10.1016/j.jada.2006.01.004
- TÜRKOMP, (2023). Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı. Erişim adresi: <https://turkomp.tarimorman.gov.tr> Erişim tarihi: 20.11.2023
- USDA, (2023). National Nutrient Database for Standard Reference, Dairy and Egg Products. Erişim adresi: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/> Erişim tarihi: 20.11.2023
- Uțoiu E, Matei F, Toma A, Diguță CF, Ștefan LM, Mănoiu S, ... Oancea F (2018). Bee collected pollen with enhanced health benefits, produced by fermentation with a Kombucha Consortium. *Nutrients*, 10(1365): 1-24. DOI: 10.3390/nu10101365
- Qin F ve Sun HX (2005). Immunosuppressive activity of Pollen Typhae ethanol extract on the immune responses in mice. *Journal of ethnopharmacology*, 102(3): 424-429. DOI: 10.1016/j.jep.2005.06.027
- Van De Guchte M, Penaud S, Grimaldi C, Barbe V, Bryson K, Nicolas P, ... Maguin E (2006). The complete genome sequence of *Lactobacillus bulgaricus* reveals extensive and ongoing reductive evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(24): 9274-9279. DOI: 10.1073/pnas.0603024103
- Varga L (2006). Effect of acacia (*Robinia pseudo-acacia* L.) honey on the characteristic microflora of yogurt during refrigerated storage. *International journal of food microbiology*, 108(2): 272-275. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2005.11.014
- Végh R, Csóka M, Sörös C ve Sipos L (2021). Food safety hazards of bee pollen—A review. *Trends in Food Science & Technology*, 114: 490-509. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.06.016

- Vinderola CG ve Reinheimer JA (1999). Culture media for the enumeration of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* in the presence of yoghurt bacteria. *International Dairy Journal*, 9(8): 497-505. DOI: 10.1016/S0958-6946(99)00120-X
- Vinderola G, Cespedes M, Mateolli D, Cardenas P, Lescano M, Aimaretti N ve Reinheimer J (2011). Changes in gastric resistance of *Lactobacillus casei* in flavoured commercial fermented milks during refrigerated storage. *International Journal of Dairy Technology*, 64(2): 269-275. DOI: 10.1111/j.1471-0307.2010.00659.x
- Wang J, Li S, Wang Q, Xin B ve Wang H (2007). Trophic effect of bee pollen on small intestine in broiler chickens. *Journal of Medicinal Food*, 10(2): 276-280. DOI: 10.1089/jmf.2006.215
- Weststrate JA, Van Poppel G ve Verschuren PM (2002). Functional foods, trends and future. *British Journal of Nutrition*, 88(S2): S233-S235. DOI: 10.1079/BJN2002688
- Wu T, Guo S, Liu K, Yang Y, Wang J ve Zhang H (2023). Comparison of volatile metabolic profiles in fermented milk of *Streptococcus thermophilus* during the postripening period at different incubation temperatures. *Journal of Dairy Science*, 106(4): 2303-2313. DOI: 10.3168/jds.2022-22331
- Wu YD ve Lou YJ (2007). A steroid fraction of chloroform extract from bee pollen of *Brassica campestris* induces apoptosis in human prostate cancer PC-3 cells. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 21(11): 1087-1091. DOI: 10.1002/ptr.2235
- Yadav AK, Singh A ve Yadav KC (2018). Efficacy of flavored Aloe vera cubes in probiotic yogurt. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(4): 1609-1614. Erişim adresi: <https://www.phytojournal.com/archives?year=2018&vol=7&issue=4&ArticleId=5160&si=false>
- Yang JJ, Yu D, Xiang YB, Blot W, White E, Robien K, ... Shu XO (2019). Association of dietary fiber and yogurt consumption with lung cancer risk: a pooled analysis. *JAMA oncology*, 6(2): e194107-e194107. DOI: 10.1001/jamaoncol.2019.4107
- Yang S, Qu Y, Chen J, Chen S, Sun L, Zhou Y ve Fan Y (2021). Bee pollen polysaccharide From *Rosa rugosa* Thunb. (Rosaceae) promotes pancreatic β -cell proliferation and insulin secretion. *Frontiers in pharmacology* 12: 688073–688081. DOI: 10.3389/fphar.2021.688073
- Yan S, Wang K, Wang X, Ou A, Wang F, Wu L ve Xue X (2021). Effect of fermented bee pollen on metabolic syndrome in high-fat diet-induced mice. *Food Science and Human Wellness*, 10(3): 345-355. DOI: 10.1016/j.fshw.2021.02.026

- Yerlikaya O (2014). Effect of bee pollen supplement on antimicrobial, chemical, rheological, sensorial properties and probiotic viability of fermented milk beverages. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, 64(4): 268-279. DOI: 10.15567/mljekarstvo.2014.0406
- Yıldız O, Can Z, Saral O, Yuluğ E, Öztürk F, Aliyazıcıoğlu R, ... Kolaylı S (2013). Hepatoprotective potential of chestnut bee pollen on carbon tetrachloride-induced hepatic damages in rats. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013: 1-9. DOI: 10.1155/2013/461478
- Yılmaz-Ersan L ve Kurdal E (2014). The production of set-type-bio-yoghurt with commercial probiotic culture. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 5(5): 402-408. DOI: 10.7763/IJCEA.2014V5.418
- Yılmaz E, Tekinay AA ve Çevik N (2006). Deniz ürünleri kaynaklı fonksiyonel gıda maddeleri. *Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/1): 523-527.
- Yılmaz L (2006). *Yoğurt benzeri fermente süt ürünleri üretiminde farklı probiyotik kültür kombinasyonlarının kullanımı* (Yayınlanmamış Doktora tezi). Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye.
- Yılmaz R ve Temiz A, (2003). *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un Klasik ve Moleküler Yöntemler Kullanılarak Tanımlanması ve Karakterizasyonu. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 1(3): 19-42. www.mikrobiyoloji.org/pdf/702030303.pdf
- Zhang T, McCarthy J, Wang G, Liu Y ve Guo M (2015). Physiochemical properties, microstructure, and probiotic survivability of nonfat goats' milk yogurt using heat-treated whey protein concentrate as fat replacer. *Journal of Food Science*, 80(4): M788-M794. DOI: 10.1111/1750-3841.12834
- Ziar H, Gérard P ve Riazi A (2014). Effect of prebiotic carbohydrates on growth, bile survival and cholesterol uptake abilities of dairy-related bacteria. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(6): 1184-1190. DOI: 10.1002/jsfa.6395
- Zuluaga C, Martínez A, Fernández J, López-Baldó J, Quiles A ve Rodrigo D (2016). Effect of high pressure processing on carotenoid and phenolic compounds, antioxidant capacity, and microbial counts of bee-pollen paste and bee-pollen-based beverage. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 37: 10-17. DOI: 10.1016/j.ifset.2016.07.023
- Zuluaga-Dominguez CM ve Quicazan M (2019). Effect of fermentation on structural characteristics and bioactive compounds of bee-pollen based food. *Journal of Apicultural Science*, 63(2): 209-222. DOI 10.2478/JAS-2019-0016

EKLER

Ek 1: ETİK KURUL ONAYI

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ETİK KURUL KARARI

Protokol No : 210152

Karar No : 166

Araştırma Yürütücüsü	Yüksek Lisans Öğrencisi MEHTAP ÇİFTÇİ
Kurumu / Birimi	MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ / BESLENME VE DİYETETİK
Araştırmanın Başlığı	Fonksiyonel Gıda Olarak Arı Polenli Probiyotik Yoğurt Üretimi
Başvuru Formunun Etik Kurula Geldiği Tarih	22.06.2021
Başvuru Formunun Etik Kurulda İncelendiği Tarih	14.07.2021
Karar Tarihi	04.08.2021

KARAR : **UYGUN DEĞİLDİR**

AÇIKLAMA : Çalışmada insan çalışması olmadığı için, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Etik Kuruluna tabi değildir.

Prof.Dr. Haşim OLGUN
Başkan

Prof.Dr. Kılıçhan BAYAR
Üye

Prof.Dr. Nevin AKDOLUN BALKAYA
Üye

Prof.Dr. Özcan SAYGIN
Üye

Doç.Dr. Ahmet Salih SÖNMEZDAĞ
Üye

Doç.Dr. Cem ŞAHİN
Üye

Prof.Dr. Süleyman Cüneyt KARAKUŞ
Üye



Ek 2: KURUM İZİN ONAYI

T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Fethiye Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-71696498-302.08-555290
Konu : İzin İşleri

15.12.2022

Sayın, Mehtap ÇİFTÇİ
MSKÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Beslenme ve Diyetetik Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi

İlgi : MEHTAP ÇİFTÇİ 'in 14.12.2022 tarihli dilekçeniz

"Fonksiyonel Gıda Olarak Arı Polenli Probiyotik Yoğurt Üretimi" başlıklı yüksek lisans tez çalışmanızın deneysel kısmı, 2021 Ekim-2022 Aralık tarihleri arasında, Fakültemiz Beslenme ve Diyetetik Bölümü Araştırma ve Uygulama Laboratuvarında, Dekanlığımız izni ile Dr. Öğr. Üyesi Nilgün ÖNCÜL danışmanlığında tarafınızdan gerçekleştirilmiştir.
Bilgilerini rica ederim.

Prof. Dr. Fatmagül YUR
Dekan

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu: 567VAD-FWL5GC

Belge Doğrulama Adresi: <https://ebds.mu.edu.tr>

Çalıcı Mevkii Karaçulha 48300 Fethiye/MUĞLA
Telefon No: (0252) 211 1326 Faks No: (0252) 211 1352
e-Posta: fethiyes@mu.edu.tr İnternet Adresi: <http://www.fsyu.mu.edu.tr/>
Kep Adresi: muglaskuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Bengü ÖZEL
Telefon No: 02522115536



Ek 3: FORMLAR**Ek 3.1: %20 Gliserol İçeren BHI Sıvı Besiyerinin Hazırlanması**

20 ml gliserol ve 80 ml saf su karıştırıldıktan sonra 3.7 g BHI besiyeri eklenerek özündürölmüştür.



Ek 3.2: %10 Tartarik Asit Çözeltisinin Hazırlanması

10 g tartarik asit tartılıp ve 100 ml'lik balonjojede saf suyla hazırlanmıştır.



Ek 3.3. EMS Çizelgesi EMS/g (ml)

Pozitif tüpler			Sayı ve kategori		%95 güvenlik sınırı		%99 güvenlik sınırı	
1 mL	0.1 mL	0.01 mL	EMS	Kategori	Alt	Üst	Alt	Üst
0	0	0	< 0.30	-	0.00	0.94	0.00	1.40
0	1	0	0.30	2	0.01	1.00	0.00	1.60
0	2	0	0.62	3	0.12	1.70	0.05	2.50
1	0	0	0.36	1	0.02	1.70	0.01	2.50
1	1	0	0.74	1	0.13	2.00	0.06	2.70
1	1	1	1.10	3	0.40	3.50	0.20	4.60
1	2	0	1.10	2	0.40	3.50	0.20	4.60
1	2	1	1.50	3	0.50	3.80	0.20	5.20
1	3	0	1.60	3	0.50	3.80	0.20	5.20
2	0	0	0.92	1	0.15	3.50	0.07	4.60
2	0	1	1.40	2	0.40	3.50	0.20	4.60
2	1	0	1.50	1	0.40	3.80	0.20	5.20
2	1	1	2.00	2	0.50	3.80	0.20	5.20
2	2	0	2.10	1	0.50	4.00	0.20	5.60
2	2	1	2.80	3	0.90	9.40	0.50	14.20
2	3	0	2.90	3	0.90	9.40	0.50	14.20
3	0	0	2.30	1	0.50	9.40	0.30	14.20
3	0	1	3.80	2	0.90	10.40	0.50	15.70
3	0	2	6.40	3	1.60	18.10	1.00	25.00
3	1	0	4.30	1	0.90	18.10	0.50	25.00
3	1	1	7.50	1	1.70	19.90	1.10	27.00
3	1	2	12.00	3	3.00	36.00	2.00	44.00
3	2	0	9.30	1	1.80	36.00	1.20	43.00
3	2	1	15.00	1	3.00	38.00	2.00	52.00
3	2	2	21.00	2	3.00	40.00	2.00	56.00
3	2	3	29.00	3	9.00	99.00	5.00	152.00
3	3	0	24.00	1	4.00	99.00	3.00	152.00
3	3	1	46.00	1	9.00	198.00	5.00	283.00
3	3	2	110.00	1	20.00	400.00	10.00	570.00
3	3	3	>110.00					

EK 3.4: Gram Boyama Çözeltilerinin Hazırlanması**3.4.1 Kristal Violet Çözeltilisinin Hazırlanması**

0.50 g kristal violet, 100 ml saf su içinde çözündürülmüştür.

3.4.2 Safranin Çözeltilisinin Hazırlanması

0.50 g safranin 10 ml %95'lik etil alkol içinde çözündürülmüş ve 100 ml saf suyla karıştırılmıştır.



Ek 3.5: Methly Red İndikatörünün Hazırlanması

0.20 g methly red, 50 ml %95'lik etil alkol içinde çözündürülmüş ve üzerine yavaş yavaş 50 ml damıtık su eklenmiştir.



Ek 3.6: Voges-Proskauer Testi İçin Çözeltilerinin Hazırlanması**3.6.1 %40'lık KOH Çözeltisinin Hazırlanması**

40 g potasyum hidroksit (KOH) yaklaşık 50 ml saf suyla çözündürülmüş ve 100 ml'lik balonjojeye aktarılıp tamamlanmıştır.

3.6.2 %5'lik α -Naftol Çözeltisinin Hazırlanması

5 g α -naftol, 100 ml %95'lik etil alkol içinde çözündürülmüştür. Çözelti kararlı değildir; ısı ve ışığa duyarlıdır. Bu nedenle, çözelti hazırlandıktan sonra koyu renkli şişelerde ve buzdolabında, en fazla bir hafta depolanarak kullanılmıştır.



Ek 3.7: %0.5 NaCl Çözeltisinin Hazırlanması

0.5 g sodyum klorür (NaCl) tartılıp 100 ml'lik balonjojede saf suyla hazırlanmıştır.



Ek 3.8: HCl Çözeltilerinin Hazırlanması (1 mol/L ve 0.1 mol/L)

İçerisine biraz steril saf su konulmuş 100 ml'lik balonjojeye 1 mol/L ve 0.1 mol/L HCl çözeltisinin hazırlanması için %37'lik HCl'den sırasıyla 8.291 ve 0.829 ml ilave edilmiş ve balonjojeler steril saf suyla tamamlanmıştır.



Ek 3.9: NaOH Çözeltilerinin Hazırlanması (1 mol/L, 0.1 mol/L, 0.05 mol/L ve 0.01 mol/L)

1 mol/L, 0.1 mol/L, 0.05 mol/L ve 0.01 mol/L NaOH için sırasıyla 4, 0.4, 0.2 ve 0.004 g NaOH tartılıp 100 ml'lik balonjojede saf suyla hazırlanmıştır.



Ek 3.10: Arı Polenli Probiyotik Yoğurtların Fermantasyon Boyunca pH Sonuçları*

ÖRNEK	Uygulama Süresi (Saat)						
	0.	1.	2.	4.	6.	12.	24.
K	6.74±0.06 ^{Aa}	6.69±0.01 ^{Aa}	6.58±0.07 ^{Aa}	5.01±0.23 ^{Ba}	4.45±0.01 ^{Ca}	4.15±0.08 ^{Dab}	4.00±0.06 ^{Da}
%0.5	6.68±0.11 ^{Aa}	6.65±0.03 ^{Aa}	6.56±0.03 ^{Aa}	4.78±0.23 ^{Ba}	4.27±0.01 ^{Ca}	4.06±0.04 ^{Cb}	3.82±0.04 ^{Db}
%1.5	6.53±0.03 ^{Ab}	6.54±0.07 ^{Aab}	6.47±0.03 ^{Aab}	5.25±0.71 ^{Ba}	4.33±0.02 ^{Ca}	4.10±0.04 ^{Cab}	3.79±0.04 ^{Cb}
%3	6.39±0.01 ^{Ab}	6.40±0.06 ^{Ab}	6.33±0.04 ^{Ab}	5.24±0.35 ^{Ba}	4.40±0.03 ^{Ca}	4.11±0.00 ^{Cdab}	3.79±0.04 ^{Db}
%6	6.16±0.02 ^{Ac}	6.17±0.09 ^{Ac}	6.16±0.09 ^{Ac}	5.75±0.30 ^{Ba}	4.69±0.16 ^{Cb}	4.19±0.00 ^{Da}	3.73±0.10 ^{Eb}

*(n=4), (±standart sapma). Kontrol; arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt, büyük harfler sütunlar, küçük harfler satırlar arasında olmak üzere aynı harf ile gösterilen veriler istatistiki açıdan önemsizdir (P>0.05).

Ek 3.11: Fermantasyon Sırasında Probiyotik Yoğurt Starter Kültürlerinin Gelişimi (log kob/g)*

Bakteri	Örnek	Uygulama Süresi (Saat)						
		0.	1.	2.	4.	6.	12.	24.
<i>L. bulgaricus</i>	K	6.09±0.08 ^{Aa}	6.64±0.06 ^{Ba}	6.91±0.08 ^{Ca}	8.67±0.08 ^{Da}	8.30±0.11 ^{Ea}	8.24±0.08 ^{Ea}	8.21±0.10 ^{Ea}
	%0.5	5.87±0.04 ^{Ab}	6.12±0.06 ^{Ab}	7.04±0.13 ^{Ba}	8.79±0.13 ^{Ca}	8.43±0.11 ^{Da}	8.37±0.12 ^{Da}	8.30±0.10 ^{Da}
	%1.5	5.51±0.08 ^{Ac}	5.91±0.00 ^{Bc}	7.05±0.03 ^{Ca}	8.58±0.06 ^{Da}	8.48±0.11 ^{Da}	8.49±0.04 ^{Dab}	8.20±0.12 ^{Ea}
	%3	5.54±0.01 ^{Ac}	5.77±0.04 ^{Bc}	6.52±0.11 ^{Cb}	7.64±0.08 ^{Db}	8.05±0.08 ^{Eb}	8.64±0.09 ^{Fb}	8.11±0.09 ^{Ea}
	%6	5.58±0.13 ^{Ac}	5.74±0.13 ^{Ac}	6.17±0.04 ^{Bc}	7.44±0.08 ^{Cb}	7.88±0.10 ^{Db}	8.24±0.13 ^{Ea}	8.16±0.08 ^{Ea}
<i>S. thermophilus</i>	K	6.44±0.10 ^{Aa}	6.93±0.12 ^{Ba}	7.84±0.07 ^{Ca}	9.43±0.07 ^{Da}	9.38±0.02 ^{Da}	9.37±0.05 ^{Da}	8.93±0.12 ^{Ea}
	%0.5	6.47±0.04 ^{Aa}	6.80±0.08 ^{Ba}	7.70±0.15 ^{Ca}	9.27±0.08 ^{Da}	9.24±0.00 ^{Da}	9.22±0.11 ^{Dab}	8.84±0.12 ^{Ea}
	%1.5	6.37±0.00 ^{Aab}	6.53±0.06 ^{Ab}	7.29±0.10 ^{Bb}	8.93±0.11 ^{Cb}	9.18±0.02 ^{Dab}	9.15±0.14 ^{Dab}	8.67±0.10 ^{Eab}
	%3	6.22±0.01 ^{Ab}	6.43±0.01 ^{Bb}	6.97±0.08 ^{Cc}	8.96±0.08 ^{Db}	9.05±0.11 ^{Dbc}	8.98±0.14 ^{Db}	7.99±0.11 ^{Ec}
	%6	6.19±0.11 ^{Ab}	6.35±0.01 ^{Ab}	6.88±0.10 ^{Bc}	8.77±0.03 ^{Cb}	8.96±0.15 ^{Cc}	8.92±0.05 ^{Cb}	8.44±0.07 ^{Db}
<i>L. acidophilus</i>	K	5.42±0.08 ^{Aa}	5.91±0.10 ^{Ba}	5.96±0.16 ^{Ca}	6.03±0.03 ^{Ca}	7.09±0.06 ^{Da}	7.15±0.07 ^{Da}	7.85±0.07 ^{Ea}
	%0.5	5.46±0.05 ^{Aa}	5.74±0.07 ^{Aa}	6.05±0.07 ^{Ba}	6.36±0.13 ^{Cc}	7.30±0.17 ^{Da}	7.80±0.13 ^{Eb}	7.79±0.02 ^{Ea}
	%1.5	5.13±0.07 ^{Ab}	5.54±0.07 ^{Bab}	6.02±0.14 ^{Ca}	6.10±0.07 ^{Cab}	7.30±0.04 ^{Da}	7.75±0.13 ^{Eb}	7.67±0.10 ^{Eab}
	%3	5.11±0.13 ^{Ab}	5.23±0.10 ^{Bb}	5.97±0.01 ^{Ca}	6.30±0.08 ^{Dbc}	7.17±0.10 ^{Ea}	7.63±0.18 ^{Fb}	7.39±0.13 ^{Efc}
	%6	5.13±0.15 ^{Ab}	5.15±0.07 ^{Ac}	5.53±0.04 ^{Bb}	6.11±0.11 ^{Cab}	7.15±0.07 ^{Da}	7.63±0.14 ^{Eb}	7.51±0.13 ^{Ebc}
<i>Bifidobacterium</i> spp.	K	5.21±0.10 ^{Aa}	5.65±0.07 ^{Ba}	6.98±0.06 ^{Ca}	8.13±0.10 ^{Da}	8.53±0.13 ^{Ea}	8.60±0.10 ^{Ea}	7.73±0.10 ^{Fa}
	%0.5	5.15±0.07 ^{Aab}	5.71±0.12 ^{Ba}	6.66±0.06 ^{Cb}	7.33±0.10 ^{Db}	8.21±0.10 ^{Eb}	8.54±0.03 ^{Fa}	7.43±0.10 ^{Db}
	%1.5	5.02±0.03 ^{Aab}	5.40±0.05 ^{Bb}	6.49±0.05 ^{Cb}	7.40±0.05 ^{Db}	8.06±0.11 ^{Eb}	8.38±0.08 ^{Fab}	7.26±0.08 ^{Db}
	%3	4.93±0.11 ^{Ab}	5.23±0.11 ^{Bbc}	5.96±0.13 ^{Cc}	6.88±0.13 ^{Dd}	8.08±0.12 ^{Eb}	8.28±0.12 ^{Eb}	6.15±0.12 ^{Cc}
	%6	5.02±0.11 ^{Aab}	5.06±0.08 ^{Ac}	5.42±0.08 ^{Bd}	6.15±0.14 ^{Cc}	7.11±0.06 ^{Dc}	7.44±0.11 ^{Ec}	6.12±0.12 ^{Cc}

*(n=4), (±standart sapma); Kontrol, arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt, büyük harfler sütunlar, küçük harfler satırlar arasında olmak üzere aynı harf ile gösterilen veriler istatistiki açıdan önemsizdir (P>0.05).

Ek 3.12: Arı Polenli Probiyotik Yoğurtların Depolama Boyunca pH Sonuçları*

ÖRNEK	Uygulama Süresi (Gün)		
	1.	7.	14.
K	4.45±0.05 ^{Aab}	4.41±0.03 ^{Aac}	4.37±0.01 ^{Aa}
%0.5	4.34±0.01 ^{Aa}	4.23±0.01 ^{Bb}	4.16±0.02 ^{Cb}
%1.5	4.50±0.12 ^{Aab}	4.29±0.01 ^{ABab}	4.24±0.02 ^{Bab}
%3	4.44±0.06 ^{Aab}	4.32±0.04 ^{Aabc}	4.26±0.08 ^{Aab}
%6	4.54±0.05 ^{Ab}	4.45±0.10 ^{Ac}	4.40±0.14 ^{Aa}

*(n=4), (±standart sapma); Kontrol, arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt, büyük harfler sütunlar, küçük harfler satırlar arasında olmak üzere aynı harf ile gösterilen veriler istatistiki açıdan önemsizdir (P>0.05).

Ek 3.13: Depolama Boyunca Probiyotik Yoğurt Starter Kültürlerinin Gelişimi (log kob/g)*

Bakteri	Örnek	Uygulama Süresi (Gün)		
		1.	7.	14.
<i>L. bulgaricus</i>	K	8.13±0.11 ^{Aa}	8.40±0.02 ^{Ba}	8.50±0.02 ^{Ba}
	%0.5	7.72±0.10 ^{Ab}	7.78±0.11 ^{Ab}	7.82±0.05 ^{Ab}
	%1.5	7.54±0.12 ^{Abc}	7.63±0.02 ^{Abc}	7.69±0.12 ^{Abc}
	%3	7.34±0.12 ^{Ac}	7.49±0.09 ^{Ac}	7.50±0.08 ^{Ac}
	%6	6.83±0.04 ^{Ad}	7.07±0.13 ^{ABd}	7.29±0.05 ^{Bd}
<i>S. thermophilus</i>	K	9.26±0.01 ^{Aa}	9.16±0.07 ^{Aa}	9.12±0.08 ^{Aa}
	%0.5	9.19±0.10 ^{Aa}	9.12±0.11 ^{Aa}	8.99±0.12 ^{Aab}
	%1.5	9.18±0.01 ^{Aa}	8.98±0.07 ^{Ba}	8.85±0.00 ^{Cb}
	%3	9.04±0.14 ^{Aa}	8.74±0.04 ^{Bb}	8.45±0.07 ^{Bc}
	%6	8.73±0.12 ^{Ab}	8.06±0.08 ^{Bc}	7.66±0.03 ^{Cd}
<i>L. acidophilus</i>	K	6.53±0.02 ^{Aa}	6.43±0.06 ^{Aa}	5.83±0.10 ^{Ba}
	%0.5	6.76±0.05 ^{Ab}	6.53±0.07 ^{Aab}	5.98±0.11 ^{Bab}
	%1.5	6.79±0.07 ^{Ab}	6.58±0.06 ^{Aab}	6.17±0.09 ^{Bbc}
	%3	6.82±0.11 ^{Ab}	6.63±0.01 ^{Abc}	6.27±0.11 ^{Bcd}
	%6	6.97±0.11 ^{Ab}	6.78±0.11 ^{Ac}	6.41±0.01 ^{Bd}
<i>Bifidobacterium</i> spp.	K	7.49±0.15 ^{Aa}	7.37±0.11 ^{Aa}	7.34±0.08 ^{Aa}
	%0.5	7.45±0.05 ^{Aa}	7.35±0.07 ^{Aa}	7.23±0.11 ^{Aa}
	%1.5	7.36±0.10 ^{Aab}	7.15±0.07 ^{Aa}	5.72±0.08 ^{Bb}
	%3	7.24±0.08 ^{Aab}	6.77±0.11 ^{Bb}	5.35±0.12 ^{Cc}
	%6	7.11±0.14 ^{Ab}	6.20±0.11 ^{Bc}	5.27±0.01 ^{Cc}

*(n=4), (±standart sapma); Kontrol, arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt, büyük harfler sütunlar, küçük harfler satırlar arasında olmak üzere aynı harf ile gösterilen veriler istatistiki açıdan önemsizdir (P>0.05).

Ek 3.14: pH 2'ye Ayarlanmış, Simüle Mide Suyunda Yoğurt Starter Kültürlerinin Canlılığı (log kob/g)*

Bakteri	Örnek	Uygulama Süresi											
		1. gün				7. gün				14. gün			
		1. dak.	30. dak.	60. dak.	180. dak.	1. dak.	30. dak.	60. dak.	180. dak.	1. dak.	30. dak.	60. dak.	180. dak.
<i>L. bulgaricus</i>	K	5.59±0.06 ^{Aa}	5.39±0.09 ^{ABa}	5.25±0.09 ^{Ba}	5.01±0.01 ^{Ca}	7.50±0.07 ^{Aa}	7.50±0.07 ^{Aa}	7.47±0.06 ^{Aa}	7.46±0.01 ^{Aa}	7.80±0.01 ^{Aa}	7.76±0.07 ^{Aa}	7.68±0.04 ^{Aa}	7.11±0.04 ^{Ba}
	%0.5	5.55±0.08 ^{Aa}	5.23±0.08 ^{Bab}	5.14±0.09 ^{BCab}	5.00±0.01 ^{Ca}	7.50±0.02 ^{Aa}	7.48±0.02 ^{Aa}	7.46±0.03 ^{ABa}	7.40±0.01 ^{Ba}	7.78±0.01 ^{Aa}	7.60±0.01 ^{Bb}	7.43±0.03 ^{Cb}	7.08±0.04 ^{D_a}
	%1.5	5.32±0.09 ^{Ab}	5.17±0.04 ^{ABb}	5.12±0.06 ^{BCab}	4.99±0.01 ^{Ca}	7.29±0.09 ^{Ab}	7.25±0.06 ^{Ab}	7.01±0.01 ^{Bb}	6.82±0.00 ^{Cb}	7.75±0.04 ^{ab}	7.57±0.07 ^{Ab_c}	7.35±0.08 ^{Bb}	6.45±0.07 ^{C_b}
	%3	5.26±0.03 ^{Ab}	5.13±0.07 ^{ABb}	5.07±0.07 ^{BCab}	4.95±0.07 ^{Ca}	6.38±0.04 ^{Ac}	6.33±0.08 ^{Ac}	5.89±0.06 ^{Bc}	5.58±0.05 ^{Cc}	7.46±0.01 ^{Ac}	7.45±0.05 ^{Ac}	7.19±0.03 ^{Bc}	5.80±0.08 ^{Cc}
	%6	5.17±0.03 ^{Ab}	5.07±0.07 ^{ABb}	5.03±0.04 ^{ABb}	4.95±0.08 ^{Ba}	5.60±0.08 ^{Ad}	5.43±0.04 ^{Bd}	5.33±0.04 ^{Bd}	3.14±0.06 ^{Cd}	7.17±0.06 ^{Ac}	6.98±0.03 ^{Bd}	5.46±0.06 ^{Cd}	4.02±0.03 ^{D_d}
<i>S. thermophilus</i>	K	8.26±0.06 ^{Aa}	8.19±0.09 ^{Aa}	8.17±0.14 ^{Aa}	8.17±0.14 ^{Aa}	8.16±0.02 ^{Aa}	8.12±0.07 ^{Aa}	8.07±0.08 ^{Aa}	8.06±0.04 ^{Aa}	8.10±0.02 ^{Aa}	8.04±0.00 ^{Aa}	7.98±0.14 ^{Aa}	7.45±0.07 ^{Ba}
	%0.5	8.21±0.11 ^{Aa}	8.16±0.03 ^{Aa}	8.14±0.04 ^{Aa}	8.13±0.06 ^{A_b}	8.15±0.05 ^{Aa}	8.10±0.00 ^{Aa}	8.03±0.05 ^{Aab}	7.98±0.14 ^{Aa_b}	7.98±0.04 ^{Aab}	7.87±0.06 ^{Ab}	7.80±0.04 ^{Aa_b}	7.09±0.09 ^{B_b}
	%1.5	8.17±0.14 ^{Aa}	8.12±0.04 ^{Aa}	8.11±0.11 ^{Aa}	8.08±0.02 ^{A_b}	8.13±0.09 ^{Aa}	8.03±0.06 ^{ABab}	7.99±0.01 ^{ABabc}	7.90±0.06 ^{Ba_b}	7.95±0.09 ^{Aabc}	7.83±0.11 ^{Ab}	7.79±0.11 ^{Aa_b}	6.75±0.13 ^{Bc}
	%3	8.13±0.05 ^{Aa}	8.11±0.03 ^{Aa}	8.08±0.03 ^{Aa}	8.07±0.01 ^{A_b}	8.12±0.02 ^{Aa}	7.93±0.11 ^{Bab}	7.90±0.01 ^{Bbc}	7.82±0.04 ^{Bb_c}	7.86±0.12 ^{Abc}	7.83±0.02 ^{Ab}	7.76±0.10 ^{Aa_b}	6.67±0.08 ^{Bc}
	%6	8.11±0.03 ^{Aa}	8.09±0.01 ^{Aa}	8.07±0.05 ^{Aa}	7.98±0.01 ^{Bb}	8.03±0.05 ^{Aa}	7.87±0.11 ^{ABb}	7.83±0.10 ^{ABc}	7.64±0.11 ^{Bc}	7.74±0.09 ^{Ac}	7.59±0.05 ^{Ac}	7.57±0.09 ^{Ab}	5.45±0.04 ^{B_d}
<i>L. acidophilus</i>	K	4.73±0.04 ^{Aa}	4.69±0.16 ^{Aa}	4.64±0.05 ^{Aa}	4.58±0.11 ^{Aa}	4.26±0.08 ^{Aa}	3.44±0.13 ^{Ba}	3.44±0.08 ^{Ba}	3.42±0.12 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{A_a}
	%0.5	5.76±0.08 ^{Ab}	5.60±0.11 ^{ABb}	5.39±0.04 ^{Bb}	4.91±0.09 ^{Cb}	4.97±0.05 ^{Ab}	4.86±0.08 ^{Ab}	4.61±0.13 ^{Bb}	4.06±0.06 ^{Cb}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{A_a}
	%1.5	6.03±0.07 ^{Ac}	6.00±0.14 ^{Ac}	5.47±0.05 ^{Bb}	5.10±0.14 ^{Cb_c}	5.26±0.08 ^{Ac}	5.20±0.07 ^{Ac}	5.05±0.08 ^{ABc}	4.90±0.11 ^{Bc}	4.71±0.11 ^{Ab}	4.63±0.10 ^{AB_b}	4.41±0.08 ^{Bb}	3.48±0.11 ^{C_b}
	%3	6.09±0.01 ^{Ac}	6.07±0.06 ^{Ac}	5.75±0.06 ^{Bc}	5.14±0.11 ^{Cb_c}	5.75±0.03 ^{Ad}	5.65±0.08 ^{ABd}	5.41±0.13 ^{BCd}	5.19±0.13 ^{Cd}	4.75±0.07 ^{Ac}	4.74±0.04 ^{Ab}	4.69±0.08 ^{Ac}	3.95±0.07 ^{Bc}
	%6	6.20±0.10 ^{Ac}	6.08±0.11 ^{Ac}	5.91±0.12 ^{Ac}	5.31±0.10 ^{Bc}	5.85±0.07 ^{Ad}	5.80±0.11 ^{Ad}	5.77±0.08 ^{ABc}	5.53±0.11 ^{Bc}	5.34±0.08 ^{Ad}	5.31±0.11 ^{Ac}	5.14±0.09 ^{Ad}	4.51±0.08 ^{B_d}
<i>Bifidoba cterium spp.</i>	K	5.72±0.09 ^{Aa}	5.05±0.08 ^{Ba}	4.49±0.04 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Da}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{A_a}
	%0.5	5.09±0.11 ^{Ab}	4.22±0.12 ^{Bb}	3.87±0.11 ^{Cb}	0.00±0.00 ^{Da}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{A_a}

Ek 3.14: (Devam) pH 2'ye Ayarlanmış, Simüle Mide Suyunda Yoğurt Starter Kültürlerinin Canlılığı (log kob/g)*

Bakteri	Örnek	Uygulama Süresi											
		1. gün				7. gün				14. gün			
		1. dak.	30. dak.	60. dak.	180. dak.	1. dak.	30. dak.	60. dak.	180. dak.	1. dak.	30. dak.	60. dak.	180. dak.
<i>Bifidobacterium</i> spp.	%1.5	3.99±0.03 ^{Ac}	3.73±0.11 ^{Bc}	3.65±0.10 ^{Bc}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}
	%3	3.97±0.04 ^{Ac}	3.60±0.07 ^{Bc}	0.00±0.00 ^{Cd}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}
	%6	3.62±0.06 ^{Ad}	3.51±0.08 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{Bd}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}

*(n=4), (±standart sapma); Kontrol, arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt, büyük harfler sütunlar, küçük harfler satırlar arasında olmak üzere aynı harf ile gösterilen veriler istatistiki açıdan önemsizdir (P>0.05).

Ek 3.15: pH 3'e Ayarlanmış, Simüle Mide Suyunda Yoğurt Starter Kültürlerinin Canlılığı (log kob/g)*

Bakteri	Örnek	Uygulama Süresi (Gün)											
		1. gün				7. gün				14. gün			
		1. dak.	30. dak.	60. dak.	180. dak.	1. dak.	30. dak.	60. dak.	180. dak.	1. dak.	30. dak.	60. dak.	180. dak.
<i>L. bulgaricus</i>	K	8.17±0.07 ^{Aa}	7.95±0.07 ^{Ba}	7.90±0.07 ^{Ba}	7.87±0.02 ^{Ba}	8.72±0.05 ^{Aa}	7.96±0.07 ^{Ba}	7.89±0.09 ^{Ba}	7.85±0.07 ^{Ba}	8.25±0.00 ^{Aa}	7.90±0.04 ^{Ba}	7.83±0.01 ^{BCa}	7.79±0.04 ^{Ca}
	%0.5	7.95±0.08 ^{Ab}	7.95±0.03 ^{Aa}	7.84±0.0 ^{6Aa}	7.80±0.06 ^{Aa}	7.94±0.06 ^{Ab}	7.90±0.04 ^{Aa}	7.89±0.06 ^{Aa}	7.83±0.08 ^{Aa}	8.19±0.04 ^{Aa}	7.89±0.06 ^{Ba}	7.81±0.08 ^{BCa}	7.72±0.02 ^{Cab}
	%1.5	7.88±0.09 ^{Ab}	7.85±0.07 ^{Aa}	7.81±0.05 ^{Aa}	7.68±0.17 ^{Aab}	7.89±0.02 ^{Ab}	7.87±0.06 ^{Aa}	7.81±0.06 ^{Aa}	7.76±0.08 ^{Aab}	7.93±0.06 ^{Ab}	7.82±0.06 ^{Aa}	7.78±0.08 ^{ABa}	7.71±0.04 ^{Bab}
	%3	7.80±0.08 ^{Ab}	7.56±0.08 ^{Bb}	7.54±0.06 ^{Bb}	7.53±0.07 ^{Bb}	7.71±0.08 ^{Ac}	7.62±0.04 ^{Ab}	7.61±0.01 ^{Ab}	7.60±0.00 ^{Ab}	7.86±0.01 ^{Ab}	7.85±0.06 ^{Aa}	7.73±0.02 ^{ABa}	7.64±0.08 ^{Bb}
	%6	7.57±0.07 ^{Ac}	7.55±0.00 ^{Ab}	7.53±0.00 ^{Ab}	7.47±0.09 ^{Ab}	6.57±0.06 ^{Ad}	6.33±0.08 ^{Bc}	6.30±0.07 ^{Bc}	5.97±0.09 ^{Cc}	6.41±0.08 ^{Ac}	6.24±0.06 ^{Bb}	6.10±0.06 ^{Bb}	5.35±0.02 ^{Cc}
<i>S. thermophilus</i>	K	8.33±0.12 ^{Aa}	8.20±0.08 ^{Aa}	8.20±0.10 ^{Aa}	8.17±0.02 ^{Aa}	8.11±0.06 ^{Aa}	8.10±0.02 ^{Aa}	8.08±0.10 ^{Aa}	8.04±0.08 ^{Aa}	8.03±0.10 ^{Aa}	8.02±0.08 ^{Aa}	7.99±0.07 ^{Aa}	7.97±0.01 ^{Aa}
	%0.5	8.16±0.01 ^{Aab}	8.14±0.06 ^{Aab}	8.14±0.01 ^{Aab}	8.07±0.05 ^{Aab}	8.10±0.04 ^{Aa}	8.09±0.06 ^{Aa}	8.04±0.05 ^{Aa}	8.03±0.06 ^{Aa}	8.00±0.03 ^{Aa}	7.98±0.01 ^{Aa}	7.95±0.09 ^{Aa}	7.92±0.04 ^{Aa}
	%1.5	8.08±0.05 ^{Abc}	8.06±0.04 ^{Aabc}	8.00±0.11 ^{Aab}	7.96±0.02 ^{Abc}	8.05±0.11 ^{Aab}	7.99±0.06 ^{Aa}	7.96±0.08 ^{Aa}	7.92±0.03 ^{Aa}	7.97±0.06 ^{Aa}	7.93±0.10 ^{Aa}	7.89±0.00 ^{Aa}	7.84±0.12 ^{Aa}
	%3	8.04±0.06 ^{Abc}	8.03±0.08 ^{Abc}	7.98±0.05 ^{Aab}	7.94±0.09 ^{Ac}	7.96±0.01 ^{Aab}	7.90±0.05 ^{Ab}	7.88±0.13 ^{Aa}	7.87±0.03 ^{Aa}	7.92±0.11 ^{Aa}	7.91±0.13 ^{Aa}	7.87±0.07 ^{Aa}	7.83±0.13 ^{Aa}
	%6	7.96±0.05 ^{Ac}	7.95±0.03 ^{Ac}	7.92±0.11 ^{Ab}	7.83±0.03 ^{Ac}	7.89±0.10 ^{Ab}	7.38±0.10 ^{Bc}	7.37±0.10 ^{Bb}	7.33±0.10 ^{Bb}	7.08±0.11 ^{Ab}	7.01±0.16 ^{Ab}	7.00±0.11 ^{Ab}	6.93±0.10 ^{Ab}
<i>L. acidophilus</i>	K	5.54±0.05 ^{Aa}	5.50±0.04 ^{Aa}	5.49±0.11 ^{Aa}	4.77±0.02 ^{Ba}	5.36±0.08 ^{Aa}	5.28±0.02 ^{AB}	5.08±0.11 ^{Ba}	4.42±0.09 ^{Ca}	4.58±0.11 ^{Aa}	4.22±0.06 ^{Ba}	4.07±0.10 ^{Ba}	3.74±0.08 ^{Ca}
	%0.5	5.90±0.08 ^{Ab}	5.86±0.06 ^{Ab}	5.81±0.11 ^{Ab}	5.22±0.10 ^{Bb}	5.40±0.11 ^{Aa}	5.35±0.02 ^{Aa}	5.23±0.06 ^{Aa}	4.53±0.03 ^{Bab}	4.70±0.01 ^{Aab}	4.34±0.09 ^{Ba}	4.19±0.06 ^{Ca}	3.99±0.02 ^{Db}
	%1.5	6.02±0.11 ^{Ab}	5.92±0.06 ^{Ab}	5.85±0.08 ^{Ab}	5.37±0.12 ^{Bbc}	5.78±0.04 ^{Ab}	5.74±0.06 ^{Ab}	5.68±0.11 ^{Ab}	4.62±0.12 ^{Bb}	4.87±0.04 ^{Ab}	4.74±0.03 ^{Ab}	4.22±0.06 ^{Ba}	4.01±0.06 ^{Cb}
	%3	6.04±0.08 ^{Ab}	5.99±0.08 ^{Ab}	5.85±0.10 ^{Ab}	5.52±0.09 ^{Bc}	5.89±0.08 ^{Ab}	5.84±0.06 ^{Ab}	5.83±0.07 ^{Abc}	5.14±0.01 ^{Bc}	5.42±0.04 ^{Ac}	5.34±0.05 ^{Ac}	5.23±0.11 ^{Ab}	4.73±0.10 ^{Bc}
	%6	6.39±0.06 ^{Ac}	6.29±0.10 ^{Ac}	6.21±0.08 ^{Ac}	6.15±0.10 ^{Ad}	6.11±0.03 ^{Ac}	6.10±0.09 ^{Ac}	6.03±0.01 ^{ABc}	5.94±0.04 ^{Bd}	5.92±0.08 ^{Ad}	5.82±0.04 ^{Ad}	5.82±0.11 ^{Ac}	5.73±0.12 ^{Ad}
<i>Bifidobacterium</i> spp.	K	7.78±0.01 ^{Aa}	7.76±0.05 ^{Aa}	7.74±0.02 ^{Aa}	7.64±0.01 ^{Ba}	8.04±0.11 ^{Aa}	7.83±0.10 ^{AB}	7.76±0.06 ^{Ba}	7.68±0.10 ^{Ba}	8.00±0.13 ^{Aa}	7.88±0.11 ^{Aa}	7.77±0.19 ^{Aa}	7.74±0.12 ^{Aa}
	%0.5	7.77±0.06 ^{Aa}	7.75±0.06 ^{Aa}	7.74±0.09 ^{Aa}	7.63±0.03 ^{Aa}	7.86±0.11 ^{Aab}	7.77±0.08 ^{Aa}	7.77±0.11 ^{Aa}	7.67±0.13 ^{Aa}	7.82±0.11 ^{Aab}	7.69±0.06 ^{Aab}	7.67±0.01 ^{Aab}	7.59±0.13 ^{Aa}
	%1.5	7.76±0.05 ^{Aa}	7.74±0.03 ^{Aa}	7.74±0.08 ^{Aa}	7.63±0.05 ^{Aa}	7.79±0.03 ^{Ab}	7.72±0.11 ^{Aa}	7.70±0.11 ^{Aa}	7.38±0.11 ^{Bb}	7.71±0.08 ^{Ab}	7.58±0.09 ^{Ab}	7.53±0.26 ^{Aab}	7.52±0.13 ^{Aa}
	%3	7.75±0.06 ^{Aa}	7.74±0.01 ^{Aa}	7.71±0.01 ^{Aa}	7.63±0.08 ^{Aa}	7.72±0.02 ^{Ab}	7.69±0.07 ^{Aa}	7.55±0.04 ^{Ba}	7.38±0.04 ^{Cb}	7.65±0.02 ^{Ab}	7.58±0.07 ^{Ab}	7.26±0.10 ^{Bb}	7.19±0.09 ^{Bb}
	%6	6.82±0.12 ^{Ab}	6.67±0.07 ^{Ab}	5.81±0.06 ^{Bb}	5.60±0.03 ^{Cb}	5.71±0.11 ^{Ac}	5.69±0.08 ^{Ab}	5.48±0.05 ^{ABb}	5.39±0.13 ^{Bc}	5.47±0.05 ^{Ac}	5.27±0.10 ^{Ac}	5.26±0.08 ^{Ac}	4.53±0.09 ^{Bc}

*(n=4), (±standart sapma); Kontrol, arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt, büyük harfler sütunlar, küçük harfler satırlar arasında olmak üzere aynı harf ile gösterilen veriler istatistiki açıdan önemsizdir (P>0.05).

Ek 3.16: pH 4'e Ayarlanmış, Simüle Mide Suyunda Yoğurt Starter Kültürlerinin Canlılığı (log kob/g)*

Bakteri	Örnek	Uygulama Süresi (Gün)											
		1. gün				7. gün				14. gün			
		1. dak.	30. dak.	60. dak.	180. dak.	1. dak.	30. dak.	60. dak.	180. dak.	1. dak.	30. dak.	60. dak.	180. dak.
<i>L. bulgaricus</i>	K	8.14±0.05 ^{Aa}	8.07±0.07 ^{ABa}	8.04±0.06 ^{ABa}	7.94±0.07 ^{Ba}	8.10±0.08 ^{Aa}	8.07±0.07 ^{Aa}	7.60±0.04 ^{Ba}	7.55±0.08 ^{qBa}	8.03±0.02 ^{Aa}	8.03±0.00 ^{Aa}	8.00±0.00 ^{Aa}	7.89±0.03 ^{Ba}
	%0.5	8.12±0.03 ^{Aa}	8.03±0.00 ^{ABab}	7.98±0.06 ^{Ba}	7.95±0.06 ^{Ba}	8.08±0.08 ^{Aa}	8.05±0.00 ^{Aa}	8.00±0.07 ^{Ab}	7.95±0.09 ^{Ab}	7.93±0.07 ^{Aa}	7.89±0.05 ^{Aab}	7.87±0.03 ^{Ab}	7.83±0.07 ^{Aab}
	%1.5	7.97±0.04 ^{Ab}	7.96±0.04 ^{Abc}	7.91±0.08 ^{Aa}	7.84±0.07 ^{Aa}	7.98±0.08 ^{Aa}	7.95±0.09 ^{Aa}	7.88±0.06 ^{Ab}	7.79±0.06 ^{Ab}	7.89±0.08 ^{Aa}	7.83±0.09 ^{Ab}	7.79±0.08 ^{Ab}	7.69±0.07 ^{Ab}
	%3	7.91±0.07 ^{Ab}	7.90±0.04 ^{Ac}	7.89±0.05 ^{Aa}	7.82±0.04 ^{Aa}	7.61±0.06 ^{Ab}	7.53±0.04 ^{Ab}	7.52±0.09 ^{Aa}	7.47±0.07 ^{Aa}	7.50±0.09 ^{Ab}	7.39±0.07 ^{Ac}	7.35±0.00 ^{Ac}	7.06±0.08 ^{Bc}
	%6	7.57±0.09 ^{Ac}	7.52±0.01 ^{Ad}	7.50±0.06 ^{Ab}	7.45±0.07 ^{Ab}	6.79±0.05 ^{Ac}	6.75±0.09 ^{Ac}	6.65±0.08 ^{Ac}	6.47±0.02 ^{Bc}	6.83±0.08 ^{Ac}	6.17±0.07 ^{Bd}	5.85±0.01 ^{Cd}	5.49±0.06 ^{Dd}
<i>S. thermophilus</i>	K	8.24±0.10 ^{Aa}	8.24±0.03 ^{Aa}	8.21±0.00 ^{Aa}	8.17±0.12 ^{Aa}	8.14±0.06 ^{Aa}	8.08±0.08 ^{Aa}	8.07±0.09 ^{Aa}	8.01±0.03 ^{Aa}	8.08±0.01 ^{Aa}	8.07±0.09 ^{Aa}	8.02±0.03 ^{Aa}	7.95±0.07 ^{Aa}
	%0.5	8.17±0.07 ^{Aab}	8.14±0.01 ^{Aab}	8.07±0.10 ^{Aab}	8.00±0.09 ^{Aab}	8.07±0.01 ^{Aa}	8.06±0.04 ^{Aa}	8.03±0.09 ^{Aa}	7.99±0.04 ^{Aa}	8.08±0.13 ^{Aa}	8.00±0.03 ^{Aa}	7.99±0.10 ^{Aa}	7.89±0.13 ^{Aa}
	%1.5	8.00±0.00 ^{Abc}	7.98±0.06 ^{Ab}	7.96±0.07 ^{Abc}	7.92±0.07 ^{Ab}	8.00±0.06 ^{Aa}	7.97±0.03 ^{Aa}	7.94±0.02 ^{Aa}	7.87±0.09 ^{Aa}	7.93±0.02 ^{Aa}	7.91±0.08 ^{Aa}	7.84±0.12 ^{Aab}	7.81±0.17 ^{Aa}
	%3	7.98±0.09 ^{Abc}	7.97±0.11 ^{Ab}	7.91±0.11 ^{Abc}	7.88±0.10 ^{Ab}	7.69±0.12 ^{Ab}	7.64±0.13 ^{Ab}	7.62±0.04 ^{Ab}	7.59±0.06 ^{Ab}	7.68±0.10 ^{Ab}	7.63±0.11 ^{Ab}	7.61±0.08 ^{Ab}	7.39±0.12 ^{Ab}
	%6	7.80±0.11 ^{Ac}	7.74±0.12 ^{Ac}	7.74±0.10 ^{Ac}	7.60±0.07 ^{Ac}	7.47±0.04 ^{Ac}	6.98±0.08 ^{Bc}	6.86±0.12 ^{BCc}	6.68±0.10 ^{Cc}	7.06±0.08 ^{Ac}	6.57±0.10 ^{Bc}	6.51±0.13 ^{Bc}	5.69±0.09 ^{Cc}
<i>L. acidophilus</i>	K	5.19±0.04 ^{Aa}	5.17±0.06 ^{Aa}	5.07±0.10 ^{Aa}	4.58±0.03 ^{Ba}	4.92±0.06 ^{Aa}	4.66±0.09 ^{Ba}	4.20±0.03 ^{Ca}	3.87±0.04 ^{Ba}	3.71±0.04 ^{Aa}	1.77±0.09 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ca}	0.00±0.00 ^{Ca}
	%0.5	5.41±0.08 ^{Ab}	5.34±0.06 ^{ABab}	5.19±0.09 ^{Ba}	4.61±0.04 ^{Ca}	5.01±0.11 ^{Aa}	4.96±0.06 ^{Ab}	4.62±0.10 ^{Bb}	4.46±0.10 ^{Bb}	4.25±0.11 ^{Ab}	3.88±0.11 ^{Bb}	2.10±0.07 ^{Cb}	1.78±0.03 ^{Db}
	%1.5	5.66±0.09 ^{Ac}	5.53±0.11 ^{ABb}	5.42±0.09 ^{ABb}	5.35±0.07 ^{Bb}	5.43±0.07 ^{Ab}	5.21±0.11 ^{Bc}	5.20±0.04 ^{Bc}	4.95±0.07 ^{Cc}	4.76±0.08 ^{Ac}	4.71±0.01 ^{Ac}	4.68±0.11 ^{ABc}	4.43±0.11 ^{Bc}
	%3	5.94±0.09 ^{Ad}	5.89±0.08 ^{Ac}	5.89±0.04 ^{Ac}	5.80±0.06 ^{Ac}	5.56±0.10 ^{Ab}	5.48±0.11 ^{Ad}	5.46±0.07 ^{Ad}	5.39±0.05 ^{Ad}	5.33±0.11 ^{Ad}	5.03±0.07 ^{Bd}	4.92±0.06 ^{BCd}	4.76±0.06 ^{Cd}
	%6	6.15±0.07 ^{Ac}	5.92±0.10 ^{Bc}	5.89±0.07 ^{Bc}	5.88±0.07 ^{Bc}	5.82±0.07 ^{Ac}	5.77±0.05 ^{Ac}	5.74±0.03 ^{Ac}	5.71±0.02 ^{Ac}	5.53±0.01 ^{Ad}	5.51±0.03 ^{Ac}	5.32±0.08 ^{Bc}	4.83±0.07 ^{Cd}
<i>Bifidobacterium</i> spp.	K	8.02±0.08 ^{Aa}	8.00±0.07 ^{Aa}	7.97±0.10 ^{Aa}	7.89±0.04 ^{Aa}	8.11±0.01 ^{Aa}	8.11±0.06 ^{Aa}	8.11±0.06 ^{Aa}	8.06±0.05 ^{Aa}	8.24±0.06 ^{Aa}	7.97±0.10 ^{Ba}	7.93±0.03 ^{Ba}	7.88±0.08 ^{Ba}
	%0.5	8.00±0.10 ^{Aa}	7.92±0.11 ^{ABab}	7.86±0.03 ^{ABab}	7.69±0.11 ^{Bb}	7.97±0.10 ^{Aab}	7.95±0.00 ^{Aab}	7.94±0.02 ^{Ab}	7.87±0.08 ^{Ab}	8.00±0.04 ^{Ab}	7.90±0.08 ^{Aa}	7.81±0.08 ^{ABa}	7.68±0.08 ^{Ba}
	%1.5	7.87±0.05 ^{Aa}	7.78±0.05 ^{Ab}	7.75±0.07 ^{Ab}	7.58±0.05 ^{Bb}	7.80±0.11 ^{Ab}	7.77±0.11 ^{Ab}	7.71±0.06 ^{Ac}	7.29±0.06 ^{Bc}	7.93±0.10 ^{Ab}	7.78±0.08 ^{Aa}	7.44±0.09 ^{Bb}	6.86±0.08 ^{Cb}
	%3	7.86±0.12 ^{Aa}	7.73±0.11 ^{Ab}	7.68±0.04 ^{Ab}	7.35±0.08 ^{Bc}	7.49±0.08 ^{Ac}	7.47±0.07 ^{Ac}	7.30±0.02 ^{ABd}	7.15±0.11 ^{Bc}	7.34±0.06 ^{Ac}	7.31±0.11 ^{Ab}	7.31±0.10 ^{Ab}	6.75±0.09 ^{Bb}
	%6	7.51±0.09 ^{Ab}	7.46±0.06 ^{Ac}	7.44±0.08 ^{Ac}	7.34±0.09 ^{Ac}	6.52±0.04 ^{Ad}	6.46±0.08 ^{Ad}	6.33±0.11 ^{Ac}	5.86±0.03 ^{Bd}	5.74±0.11 ^{Ad}	5.73±0.10 ^{Ac}	5.34±0.11 ^{Bc}	4.49±0.10 ^{Cc}

*(n=4), (±standart sapma); Kontrol, arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt, büyük harfler sütunlar, küçük harfler satırlar arasında olmak üzere aynı harf ile gösterilen veriler istatistiki açıdan önemsizdir (P>0.05).

Ek 3.17: pH 8'e Ayarlanmış, Safra Tuzu İçeren Simüle İnce Bağırsak Suyunda Yoğurt Starter Kültürlerinin Canlılığı (log kob/g)*

Bakteri	Örnek	Uygulama Süresi (Gün)								
		1. gün			7. gün			14. gün		
		1. dak.	120. dak.	240. dak.	1. dak.	120. dak.	240. dak.	1. dak.	120. dak.	240. dak.
<i>L. bulgaricus</i>	K	5.91±0.01 ^{Aa}	3.89±0.07 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ca}	5.35±0.07 ^{Aa}	1.92±0.06 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ca}	5.25±0.07 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
	%0.5	5.42±0.02 ^{Ab}	2.48±0.04 ^{Bb}	2.27±0.04 ^{Cb}	4.67±0.02 ^{Ab}	1.77±0.02 ^{Bb}	0.00±0.00 ^{Ca}	4.66±0.07 ^{Ab}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
	%1.5	5.16±0.06 ^{Ac}	2.47±0.02 ^{Bb}	2.25±0.07 ^{Cb}	2.65±0.07 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{Bc}	0.00±0.00 ^{Ba}	1.95±0.07 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
	%3	5.10±0.07 ^{Ac}	2.24±0.06 ^{Bc}	2.08±0.06 ^{Bc}	0.00±0.00 ^{Ad}	0.00±0.00 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Ad}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}
	%6	3.09±0.02 ^{Ad}	2.02±0.01 ^{Bd}	1.73±0.04 ^{Cd}	0.00±0.00 ^{Ad}	0.00±0.00 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Ad}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}
<i>S. thermophilus</i>	K	7.94±0.04 ^{Aa}	4.60±0.08 ^{Ba}	4.29±0.06 ^{Ca}	7.67±0.08 ^{Aa}	4.73±0.01 ^{Ba}	4.07±0.08 ^{Ca}	7.52±0.06 ^{Aa}	2.31±0.06 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ca}
	%0.5	7.10±0.08 ^{Ab}	4.47±0.05 ^{Bab}	4.26±0.08 ^{Ba}	6.09±0.04 ^{Ab}	4.67±0.10 ^{Ba}	3.42±0.02 ^{Cb}	6.60±0.08 ^{Ab}	1.97±0.06 ^{Bb}	0.00±0.00 ^{Ca}
	%1.5	6.87±0.08 ^{Ac}	4.36±0.06 ^{Bbc}	4.24±0.06 ^{Ba}	5.87±0.04 ^{Ac}	4.61±0.00 ^{Ba}	3.40±0.01 ^{Cb}	5.22±0.07 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{Bc}	0.00±0.00 ^{Ba}
	%3	6.03±0.01 ^{Ad}	4.26±0.06 ^{Bc}	4.23±0.06 ^{Ba}	4.62±0.05 ^{Ad}	0.00±0.00 ^{Bb}	0.00±0.00 ^{Bc}	4.76±0.08 ^{Ad}	0.00±0.00 ^{Bc}	0.00±0.00 ^{Ba}
	%6	5.37±0.04 ^{Ac}	3.81±0.11 ^{Bd}	3.58±0.02 ^{Cb}	4.27±0.04 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{Bb}	0.00±0.00 ^{Bc}	0.00±0.00 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{Aa}
<i>L. acidophilus</i>	K	4.70±0.09 ^{Aa}	3.81±0.07 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ca}	3.34±0.02 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}
	%0.5	4.73±0.08 ^{Aa}	3.91±0.04 ^{Ba}	3.43±0.04 ^{Cb}	4.02±0.02 ^{Ab}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ab}	0.00±0.00 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Aa}
	%1.5	5.51±0.08 ^{Ab}	4.36±0.04 ^{Bb}	4.18±0.09 ^{Bc}	4.40±0.00 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	3.64±0.06 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
	%3	5.61±0.08 ^{Ab}	4.49±0.06 ^{Bb}	4.30±0.04 ^{Bc}	4.92±0.05 ^{Ad}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	4.60±0.04 ^{Ad}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
	%6	5.95±0.00 ^{Ac}	4.66±0.09 ^{Bc}	4.52±0.08 ^{Bd}	5.57±0.07 ^{Ac}	3.59±0.02 ^{Bb}	3.36±0.07 ^{Cb}	5.29±0.09 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
<i>Bifidobacterium</i> spp.	K	6.21±0.07 ^{Aa}	5.08±0.06 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ca}	4.77±0.04 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
	%0.5	5.95±0.02 ^{Ab}	4.78±0.09 ^{Bb}	0.00±0.00 ^{Ca}	3.89±0.11 ^{Ab}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
	%1.5	5.93±0.06 ^{Ab}	4.64±0.08 ^{Bbc}	0.00±0.00 ^{Ca}	3.50±0.03 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
	%3	5.68±0.01 ^{Ac}	4.55±0.04 ^{Bc}	0.00±0.00 ^{Ca}	3.85±0.08 ^{Ab}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
	%6	5.63±0.04 ^{Ac}	4.37±0.01 ^{Bd}	0.00±0.00 ^{Ca}	3.58±0.01 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}

*(n=4), (±standart sapma); Kontrol, arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt, büyük harfler sütunlar, küçük harfler satırlar arasında olmak üzere aynı harf ile gösterilen veriler istatistiki açıdan önemsizdir (P>0.05).

Ek 3.18: pH 8'e Ayarlanmış, Safra Tuzu İçermeyen Simüle İnce Bağırsak Suyunda Yoğurt Starter Kültürlerinin Canlılığı (log kob/g)*

Bakteri	Örnek	Uygulama Süresi (Gün)								
		1. gün			7. gün			14. gün		
		1. dak.	120. dak.	240. dak.	1. dak.	120. dak.	240. dak.	1. dak.	120. dak.	240. dak.
<i>L. bulgaricus</i>	K	7.63±0.02 ^{Aa}	7.43±0.07 ^{Ba}	6.28±0.04 ^{Ca}	7.44±0.01 ^{Aa}	7.10±0.06 ^{Ba}	5.92±0.08 ^{Ca}	7.53±0.09 ^{Aa}	6.84±0.07 ^{Ba}	2.18±0.11 ^{Ca}
	%0.5	7.58±0.09 ^{Aab}	7.41±0.07 ^{Aa}	5.97±0.04 ^{Bb}	7.34±0.09 ^{Aa}	7.03±0.04 ^{Ba}	5.82±0.03 ^{Ca}	7.35±0.01 ^{Ab}	6.53±0.11 ^{Bb}	5.82±0.07 ^{Cb}
	%1.5	7.49±0.03 ^{Aab}	7.40±0.08 ^{Aa}	5.95±0.05 ^{Bb}	7.20±0.00 ^{Ab}	6.89±0.02 ^{Bb}	5.50±0.06 ^{Cb}	6.84±0.02 ^{Ac}	6.45±0.07 ^{Bb}	5.53±0.04 ^{Cc}
	%3	7.42±0.07 ^{Ab}	7.36±0.02 ^{Aa}	5.93±0.08 ^{Bb}	7.18±0.06 ^{Ab}	6.77±0.06 ^{Bc}	5.42±0.03 ^{Cb}	6.44±0.06 ^{Ad}	3.04±0.06 ^{Bc}	2.47±0.05 ^{Cd}
	%6	7.06±0.07 ^{Ac}	6.22±0.08 ^{Bb}	5.63±0.06 ^{Cc}	5.82±0.03 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{Bd}	0.00±0.00 ^{Bc}	2.62±0.08 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{Bd}	0.00±0.00 ^{Bc}
<i>S. thermophilus</i>	K	8.31±0.03 ^{Aa}	8.19±0.02 ^{Ba}	7.42±0.02 ^{Ca}	8.06±0.07 ^{Aa}	7.93±0.08 ^{Aa}	7.26±0.06 ^{Ba}	8.18±0.03 ^{Aa}	7.60±0.01 ^{Ba}	6.89±0.02 ^{Ca}
	%0.5	8.10±0.02 ^{Ab}	7.98±0.08 ^{Ab}	7.26±0.04 ^{Ba}	8.01±0.04 ^{Aab}	7.92±0.00 ^{Aa}	6.96±0.06 ^{Bb}	8.10±0.04 ^{Aa}	7.35±0.08 ^{Bb}	6.67±0.01 ^{Cb}
	%1.5	8.07±0.07 ^{Ab}	7.81±0.08 ^{Bc}	6.77±0.07 ^{Cb}	7.89±0.09 ^{Ab}	7.81±0.03 ^{Aa}	6.59±0.02 ^{Bc}	8.05±0.09 ^{Aa}	6.84±0.07 ^{Bc}	5.84±0.06 ^{Cc}
	%3	8.01±0.08 ^{Ab}	7.71±0.08 ^{Bcd}	6.89±0.08 ^{Cb}	7.87±0.03 ^{Ab}	7.21±0.07 ^{Bb}	6.01±0.01 ^{Cd}	7.62±0.07 ^{Ab}	5.76±0.03 ^{Bd}	0.00±0.00 ^{Cd}
	%6	7.94±0.11 ^{Ab}	7.61±0.00 ^{Bd}	6.50±0.08 ^{Cc}	7.10±0.04 ^{Ac}	5.64±0.05 ^{Bc}	4.79±0.08 ^{Cc}	6.83±0.06 ^{Ac}	4.28±0.08 ^{Bc}	0.00±0.00 ^{Cd}
<i>L. acidophilus</i>	K	5.50±0.06 ^{Aa}	3.33±0.05 ^{Ba}	3.04±0.08 ^{Ca}	4.71±0.08 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	3.88±0.03 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
	%0.5	5.58±0.00 ^{Aa}	3.69±0.01 ^{Bb}	3.39±0.06 ^{Cb}	5.18±0.09 ^{Ab}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	3.99±0.02 ^{Aa}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
	%1.5	5.76±0.06 ^{Ab}	3.73±0.03 ^{Bb}	3.47±0.04 ^{Cb}	5.75±0.06 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}	4.22±0.08 ^{Ab}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
	%3	5.93±0.01 ^{Ac}	4.53±0.08 ^{Bc}	4.45±0.06 ^{Bc}	5.77±0.06 ^{Ac}	3.41±0.08 ^{Bb}	3.39±0.06 ^{Bb}	5.30±0.03 ^{Ac}	0.00±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ba}
	%6	6.26±0.08 ^{Ad}	5.83±0.03 ^{Bd}	5.80±0.10 ^{Bd}	6.17±0.04 ^{Ad}	4.22±0.08 ^{Bc}	3.98±0.02 ^{Cc}	5.91±0.06 ^{Ad}	3.48±0.09 ^{Bb}	0.00±0.00 ^{Ca}
<i>Bifidobacterium</i> spp.	K	7.81±0.03 ^{Aa}	6.34±0.08 ^{Ba}	5.79±0.10 ^{Ca}	6.91±0.08 ^{Aa}	6.62±0.04 ^{Ba}	4.58±0.04 ^{Ca}	6.66±0.03 ^{Aa}	5.01±0.00 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ca}
	%0.5	7.60±0.06 ^{Ab}	6.21±0.03 ^{Ba}	5.64±0.06 ^{Ca}	6.66±0.02 ^{Ab}	6.57±0.06 ^{Aa}	4.58±0.08 ^{Ba}	6.46±0.04 ^{Ab}	4.93±0.04 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ca}
	%1.5	7.38±0.08 ^{Ac}	6.18±0.07 ^{Ba}	5.46±0.02 ^{Cb}	6.49±0.02 ^{Ab}	6.31±0.04 ^{Bb}	4.57±0.03 ^{Ca}	6.10±0.09 ^{Ac}	4.91±0.04 ^{Ba}	0.00±0.00 ^{Ca}
	%3	6.73±0.08 ^{Ad}	6.17±0.07 ^{Ba}	5.44±0.02 ^{Cb}	5.81±0.08 ^{Ac}	5.21±0.01 ^{Bc}	4.39±0.05 ^{Cb}	5.26±0.07 ^{Ad}	4.75±0.04 ^{Bb}	0.00±0.00 ^{Ca}
	%6	6.62±0.06 ^{Ad}	5.56±0.06 ^{Bb}	5.43±0.04 ^{Bb}	5.08±0.09 ^{Ad}	5.04±0.06 ^{Ad}	4.34±0.01 ^{Bb}	4.82±0.10 ^{Ac}	3.73±0.07 ^{Bc}	0.00±0.00 ^{Ca}

*(n=4), (±standart sapma); Kontrol, arı poleni içermeyen yoğurt, %0.5; %0.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %1.5; %1.5 oranında arı poleni içeren yoğurt, %3; %3 oranında arı poleni içeren yoğurt, %6; %6 oranında arı poleni içeren yoğurt, büyük harfler sütunlar, küçük harfler satırlar arasında olmak üzere aynı harf ile gösterilen veriler istatistiki açıdan önemsizdir (P>0.05).

Ek 4: ÖZ GEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehtap ÇİFTÇİ

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Siverek Karacadağ Anadolu Lisesi (2009-2013)

Lisans : Sanko Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü (2016-2019)

Yüksek Lisans : Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans (2020-Devam Ediyor)

Çalıştığı Kurum / Kurumlar ve Yıl : İstihdamı zorunlu personel-İdris CAN-Özel İşyeri-19/07/2022-10/01/2023
Halk Eğitim Merkezi Müdürlüğü-Usta Öğretici-06/02/2023-27/06/2023

Yayımları (SCI ve diğer) : **Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:**
Çiftçi, M., Öncül, N., 2021. Starter Kültürler. *Journal of New Results in Engineering and Natural Sciences*, 1, 1-16.
Çiftçi, M., Öncül, N., 2021. Süt Ürünlerinde Starter Kültür Kullanımı. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 10(3), 62-76.
Çiftçi, M., Öncül, N., 2021. Fethiye Bölgesinde Açıkta Satılan Tüketime Hazır Bazı Gıdalarda Koliform Bakteri Sayısının Belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(sp), 2552-2559.
Çiftçi, M., Öncül, N., 2022. Ticari Probiyotik İçeceklerin Bazı Mikrobiyolojik

Özellikleri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 11(1), 165-178. DOI: 10.29278/azd.1002242

Öncül, N., Çiftçi, M. 2023. Microbiological quality of some wild edible mushrooms. *Food and Health*, 9(4), 323-330. DOI: 10.3153/FH23029

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

Özet Olarak Basılan Sözlü Bildiriler

Çiftçi, M., Öncül, N., 2021. Muğla Yöresinde Satılan Yabani Yenilebilir *Lactarius* Türlerinin Bazı Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. 4th International Congress on Agriculture, Environment and Health, 20-22 May, Online.

Çiftçi, M., Öncül, N., 2021. Probiyotik Fermente Süt İçeceklerinin Mikrobiyolojik Özellikleri. 11th International Scientific Research Congress, Science and Engineering, 20-21 August, Online.

Çiftçi, M., Öncül, N., 2021. The Presence of Coliform Bacteria in Some Ready-to-Eat Food. II. International Congress of the Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 25-29 October, Online.

Çiftçi, M., Öncül, N. 2023. Determination of viability of microorganisms during fermentation and storage in probiotic yogurt with bee pollen. 11. Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi, 15-16 Aralık, Kocaeli.

Özet Olarak Basılan Poster Bildiriler:

Çiftçi, M., Öncül, N., 2020. Starter Kültür ve Gıdalarda Kullanımı. 3rd International Congress on Agriculture, Environment and Health, 12-14 November, Online.

Çiftçi, M., Öncül, N., 2020. Fermente Süt Ürünlerinde Starter Kültür Kullanımı. 3rd International Congress on Agriculture, Environment and Health, 12-14 November, Online.

Çiftçi, M., Öncül, N., 2021. Fonksiyonel Bir Ürün Olan Probiyotik Yoğurt Üretiminde Kullanılan Bakterilerin Özellikleri. 4th International Congress on Agriculture, Environment and Health, 20-22 May, Online.

Çiftçi, M., Öncül, N., 2021. The Composition and Health Benefit of Flaxseed (*Linum usitatissimum*). II. International Congress of the Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 25-29 October, Online.

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

Toçkin T., **Çiftçi, M., Öncül, N., 2022.** Mahlep Meyve Püresi ve Stevia İlaveli Set Tipi Probiyotik Yoğurt Üretimi. MSKÜ Ulusal Disiplinlerarası Öğrenci Kongresi, 12-14 Mayıs, Muğla.

Aslan G., **Çiftçi, M., Öncül, N., 2022.** Bazı Gıdalarda Koliform Grubu Bakterilerin Belirlenmesi. MSKÜ Ulusal Disiplinlerarası Öğrenci Kongresi, 12-14 Mayıs, Muğla

Diğer Konular

: Projeler

Fonksiyonel Gıda Olarak Arı Polenli

Probiyotik Yoğurt Üretimi, Araştırmacı, Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi, (Proje No: 22/134/02/3/5). 2022-2023

Muğla İlinin Biyolojik Çeşitliliğe Dayalı Geleneksel Bilginin Kayıt Altına Alınması Projesi, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Araştırmacı, 2021-2022.

