



**PROBİYOTİK VE STARTER ÖZELLİKTEKİ
YOĞURT BAKTERİLERİNİN İZOLASYONU VE
SEÇİLEN SUŞLARLA ÜRETİLEN YOĞURTLARIN
MİKROBİYOLOJİK, FİZİKOKİMYASAL VE
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Haktan AKTAŞ

Danışman: Prof. Dr. Bülent ÇETİN

Doktora Tezi

Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

2023

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**PROBİYOTİK VE STARTER ÖZELLİKTEKİ YOĞURT BAKTERİLERİNİN
İZOLASYONU VE SEÇİLEN SUŞLARLA ÜRETİLEN YOĞURTLARIN
MİKROBİYOLOJİK, FİZİKOKİMYASAL VE TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

(Isolation of Probiotic and Starter Yoghurt Bacteria and Determination of Microbiological, Physicochemical and Technological Properties of Yoghurts Produced with Selected Strains)

DOKTORA TEZİ

Haktan AKTAŞ

Danışman: Prof. Dr. Bülent ÇETİN

Erzurum

Temmuz, 2023

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Haktan AKTAŞ tarafından hazırlanan ‘‘Probiyotik ve Starter zellikteki Yoğurt Bakterilerinin İzolasyonu ve SeÇilen Suşlarla retilen Yoğurtların Mikrobiyolojik, Fizikokimyasal ve Teknolojik zelliklerinin Belirlenmesi’’ başlıklı çalıŐması 25/07/2023 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda baŐarılı bulunarak jürimiz tarafından Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gıda Mühendisliği Bilim Dalında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri BaŐkanı:	Prof. Dr. Zeliha YILDIRIM <i>Niğde Ömer Halisdemir niversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır
Danışman:	Prof. Dr. Blent ÇETİN <i>Atatürk niversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır
Jüri yesi:	Prof. Dr. Mustafa GRSES <i>Atatürk niversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır
Jüri yesi:	Prof. Dr. MemiŐ ÖZDEMİR <i>Atatürk niversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır
Jüri yesi:	Doğ. Dr. Őebnem BUDAK <i>Ankara niversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü EĞitim ve Ğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddelerinde belirtilen Őartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Saltuk Buğrahan CEYHUN

Enstitü Müdürü

Aslı Islak İmzalıdır

Bu alıŐma BAP projeleri kapsamında desteklenmiŐtir.

Proje No: FDK-2021-9013

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriŐ, izelge, Şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Doktora Tezi olarak Prof. Dr. Bülent ÇETİN danışmanlığında sunulan “Probiyotik ve Starter Özellikteki Yoğurt Bakterilerinin İzolasyonu ve Seçilen Suşlarla Üretilen Yoğurtların Mikrobiyolojik, Fizikokimyasal ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	3	30
Kuramsal Temeller	3	30
Materyal ve Metot	13	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	8	20
Sonuçlar	1	20
Tezin Geneli	9	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Haktan AKTAŞ	Prof. Dr. Bülent ÇETİN
25.7.2023	25.7.2023
İmza: Aslı Islak İmzalıdır	İmza: Aslı Islak İmzalıdır

* Tez ile ilgili YÖKTEZ'de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun .../.../... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

Enstitü Yönetim Kurulunun .../.../... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŐEKKÖR

Doktora çalıőmamın her aşamasında bilgi ve tecröbesinden yararlandığım ve akademik hayatımda desteğini hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Bölent ÇETİN'e,

Doktora Tez İzleme Komitemde bulunan ve bilgi birikimlerinden yararlandığım hocalarım Sayın Prof. Dr. Mustafa GÖRSES ve Sayın Prof. Dr. Memiő ÖZDEMİR'e,

Tez çalıőmamı maddi olarak destekleyen Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (Proje No: FDK-2021-9013),

Yoğun çalıőmalarım sırasında desteğini hiç esirgemeyen başta sevgili eőim Arő. Gör. Hacer MERAL AKTAş olmak üzere tüm aileme,

En içten teőekkürlerimi sunarım.

Haktan AKTAş

ÖZET

DOTORA TEZİ

PROBİYOTİK VE STARTER ÖZELLİKTEKİ YOĞURT BAKTERİLERİNİN İZOLASYONU VE SEÇİLEN SUŞLARLA ÜRETİLEN YOĞURTLARIN MİKROBİYOLOJİK, FİZİKOKİMYASAL VE TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Haktan AKTAŞ

Danışman: Prof. Dr. Bülent ÇETİN

Amaç: Bu çalışmada, Türkiye'nin 20 farklı ilinden elde edilen 82 geleneksel ve 37 endüstriyel yoğurt örneğinden izole edilen laktik asit bakterilerinin probiyotik ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Probiyotik ve teknolojik özelliklerine göre seçilen izolatlar probiyotik, geleneksel ve EPS-yoğurt üretimi için starter kültür olarak kullanılarak üretimler gerçekleştirilmiş ve bu örneklerin depolama boyunca bazı özellikleri incelenmiştir. Ek olarak, üretim şeklinin (geleneksel ve endüstriyel) yoğurtların mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri üzerindeki etkisinin belirlenmesi de çalışmanın amaçları arasında yer almaktadır.

Yöntem: Geleneksel ve endüstriyel yoğurt örneklerinden izole edilen laktik asit bakterilerinin probiyotik (safra ve simüle mide ortamına tolerans, antagonistik aktivite, antibiyotik direnci, virülans faktör, oto/ko-aggregasyon, hidrofobisite, kolesterol asimilasyonu, safra tuzlarını hidrolize etme yeteneği, hemolitik ve DNase aktivitesi) ve teknolojik (asit üretimi, farklı sıcaklık, pH ve NaCl konsantrasyonlarında gelişim, arjinin hidrolizi, glikozdan gaz oluşumu, ekzopolisakkarit üretimi, proteolitik ve lipolitik aktivite, hidrojen peroksit ve L-(+) laktik asit üretim yeteneği) özellikleri incelenmiştir. Analizler sonucunda izolatlar arasından uygun olan suşlarla 3 farklı özellikte (probiyotik, geleneksel ve EPS-yoğurt) yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Starter kültür farklılıklarının, üretilen yoğurtların bazı özellikleri üzerine etkisi 28 günlük depolama boyunca incelenmiştir.

Bulgular: Geleneksel ve endüstriyel olarak üretilen yoğurtların maya içeriği, pH ve asitlik değerleri arasında önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Çalışmada izole edilen 599 muhtemel yoğurt bakterisinden 9 tanesinin safra tuzlarına direnç gösterdiği, bu izolatların ise 4 tanesinin mide ortamında canlılıklarını koruyabildikleri saptanmıştır. Probiyotik ve teknolojik özelliklerine göre, 4 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve 6 *Streptococcus thermophilus* izolatının yoğurt üretimi için uygun oldukları tespit edilmiştir. Üretilen yoğurtların bazı özelliklerinin starter kültür çeşidi ve depolama boyunca farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Ek olarak, yapılan duyu analizi sonucunda, probiyotik yoğurt örneklerinin, panelistler tarafından en fazla beğenilen örnek olduğu görülmüştür.

Sonuç: Mevcut çalışmada, yoğurdun oluşumunda yer alan mikroorganizmaların probiyotik karakteristiklerinin zayıf olduğu görülmüştür. Bu durum, özellikle geleneksel kökenli özgün ve nitelikli suşların korunması konusundaki gerekliliği hatırlatmaktadır. Öte yandan, mevcut üretilen yoğurtların, kontrol numunesi ile rekabet edebilecek düzeyde beğenildiği saptanmış ve bu izolatların ülkemiz adına endüstriye kazandırılabilirliği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: yoğurt, yoğurt bakterisi, izolasyon, identifikasyon, probiyotik, starter kültür, üretim

Temmuz 2023, 222 sayfa

ABSTRACT

DOCTORAL DISSERTATION

ISOLATION OF PROBIOTIC AND STARTER YOGHURT BACTERIA AND DETERMINATION OF MICROBIOLOGICAL, PHYSICO-CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF YOGHURTS PRODUCED WITH SELECTED STRAINS

Haktan AKTAŞ

Supervisor: Prof. Dr. Bülent ÇETİN

Purpose: In this study, it was aimed to determine probiotic and technological properties of lactic acid bacteria isolated from 82 traditional and 37 industrial yoghurt samples obtained from 20 different provinces in Türkiye. The selected isolates according to their probiotic and technological properties were used as starter cultures for probiotic, traditional and EPS-yoghurt production and some properties of these yoghurts were examined during storage. In addition, determining effect of production method (traditional and industrial) on the microbiological and physicochemical properties of the yoghurt samples was among the aims of this study.

Method: Probiotic (tolerance to bile salts and simulated gastric juice, antagonistic activity, antibiotic resistance, virulence factor, auto/co-aggregation, hydrophobicity, cholesterol assimilation, bile salts hydrolysis, hemolytic and DNase activity) and technological (acid production, growth at different temperatures, pH and NaCl concentrations, arginine hydrolysis, gas formation from glucose, exopolysaccharide production, proteolytic and lipolytic activity, hydrogen peroxide and L-(+) lactic acid production) properties of the lactic acid bacteria isolated from traditional and industrial yoghurt samples were investigated. As a result of the analyzes, suitable strains were selected and 3 different types of yoghurt (probiotic, traditional and EPS-yoghurt) were produced. The effect of the starter culture differences on some properties of the yoghurts was investigated during 28 days of storage.

Findings: It was determined that there were significant differences between yeast count, pH and acidity of traditional and industrial yoghurts. It was found that 9 of 599 possible yoghurt isolates were resistant to bile salts and 4 of these isolates were able to maintain their viability in the simulated gastric juice. According to probiotic and technological properties of the isolates, 4 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and 6 *Streptococcus thermophilus* were found to be suitable for yoghurt production. Some properties of the yoghurts varied with starter culture differences and storage. In addition, as a result of the sensory analyzes, it was seen that the probiotic yoghurt samples were the most favored by the panelists.

Results: In the present study, it was observed that the probiotic properties of the yoghurt bacteria were weak. This situation reminds the necessity of preserving the original and qualified strains obtained from traditional yoghurts. On the other hand, it was determined that the yoghurts produced by using the original and qualified strains were favored at a level that could compete with the control sample, and it is thought that these isolates can be brought to the industry for our country.

Keywords: yoghurt, yoghurt bacteria, isolation, identification, probiotic, starter culture, production

July 2023, 222 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	xvii
GİRİŞ.....	1
KURAMSAL TEMELLER.....	4
Fermente Gıdalar ve Laktik Asit Bakterileri.....	4
Yoğurt	7
Laktik Asit Bakterilerinin Teknolojik Özellikleri.....	9
Laktik Asit Bakterilerinin Probiyotik Özellikleri	12
MATERYAL VE METOT.....	21
Materyal	21
Metot	22
Mikrobiyolojik analizler.....	23
Fizikokimyasal analizler	23
Muhtemel laktik asit bakterilerinin izolasyonu.....	24
İzole edilen muhtemel laktik asit bakterilerinin ön değerlendirilmesi.....	24
Laktik asit bakterilerinin moleküler tanısı	25
Laktik asit bakterilerinin probiyotik özelliklerinin belirlenmesi	29
Laktik asit bakterilerinin teknolojik özelliklerinin belirlenmesi.....	34
Probiyotik, geleneksel ve EPS-yoğurt özellikte yoğurtların üretimi ve bazı özelliklerinin incelenmesi	37
İstatistiksel analiz.....	42
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	44
Yoğurt Örneklerinin Mikrobiyolojik Özellikleri	44
Yoğurt Örneklerinin Fizikokimyasal Özellikleri	49
Muhtemel Laktik Asit Bakterilerinin İzolasyonu	53
İzole Edilen Muhtemel Laktik Asit Bakterilerinin Ön Değerlendirilmesi.....	57

Gram boyama	64
Katalaz testi	64
Muhtemel laktik asit bakterilerinin mikroskopik özellikleri.....	65
Laktik Asit Bakterilerinin Moleküler Tanısı	66
Laktik asit bakterilerinin (GTG) ₅ -Rep-PCR ile gruplandırılması.....	66
Laktik asit bakterilerinin 16S-rRNA PCR ile tanınması.....	67
Laktik asit bakterilerinin türe spesifik primerlerle tanınması	70
Laktik Asit Bakterilerinin Probiyotik Özelliklerinin Belirlenmesi	71
Safra tuzları ve simüle mide ortamına tolerans	71
Bazı patojenlere karşı antagonistik aktivite ve kaynağının belirlenmesi	80
Antibiyotiklere karşı direnç.....	84
Virülans faktör genlerin tespiti	87
Oto ve ko-aggregasyon	89
Hidrofobisite	92
Kolesterol asimilasyonu	92
Safra tuzlarını hidrolize etme yeteneği	95
Hemolitik aktivite.....	96
DNase aktivitesi	98
Laktik Asit Bakterilerinin Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi	99
Asit üretim yeteneği	99
Farklı sıcaklıklarda gelişim	109
Farklı pH değerlerinde gelişim.....	112
Farklı NaCl konsantrasyonlarında gelişim.....	116
Arjinin hidrolizi.....	119
Glikozdan gaz oluşumu.....	121
EPS üretim yeteneği.....	122
Proteolitik aktivite.....	125
Lipolitik aktivite.....	127
H ₂ O ₂ üretim yeteneği	128
L-(+) laktik asit üretme yeteneği.....	130
Probiyotik, geleneksel ve EPS-yoğurt özellikte yoğurtların üretimi ve bazı özelliklerinin incelenmesi.....	132
Fermentasyon boyunca yoğurtların pH değişimi	133
Yoğurtların mikrobiyolojik özellikleri.....	134
Yoğurtların fizikokimyasal özellikleri	140

Yoğurtların organik asit profilleri	155
Yoğurtların benzoik asit içeriklerinin belirlenmesi.....	161
Duyusal analiz.....	164
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	174
KAYNAKLAR.....	180
EKLER	198
EK-1. Duyusal Analiz için Etik Kurul Onay Belgesi	198
EK-2. Çalışma Kapsamında Üretilen Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Bazı Analiz Özellikleri Arasındaki Korelasyon	199
EK-3. Çalışmada Üretilen Yoğurtların Organik Asit Profillerinin Belirlenmesi Analizinden Elde Edilen Kromotogramlar*	200
EK-4. Çalışmada Üretilen Yoğurtların Benzoik Asit İçeriklerinin Belirlenmesi Analizinden Elde Edilen Kromotogramlar*	201
ÖZGEÇMİŞ.....	202

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Dünya Genelinde Önemli Bazı Fermente Ürünler	6
Tablo 2. Dünya Üzerinde Üretilen Bazı Probiyotik Ürünlerin Listesi	13
Tablo 3. Çalışma Kapsamında Kullanılan Geleneksel Yoğurt Örnekleri, Üretim Yerleri ve Üretim Şekilleri.....	21
Tablo 4. Çalışma Kapsamında Kullanılan Endüstriyel Yoğurt Örnekleri, Üretim Yerleri ve Üretim Şekilleri	22
Tablo 5. Çalışmada Kullanılan Primerler ve Bazı Özellikleri	28
Tablo 6. Çalışmada Kullanılan Duyusal Analiz Form Örneği.....	42
Tablo 7. Geleneksel Yoğurt Örneklerinin Mikrobiyolojik Özellikleri	46
Tablo 8. Endüstriyel Yoğurt Örneklerinin Mikrobiyolojik Özellikleri	48
Tablo 9. Geleneksel ve Endüstriyel Yoğurt Örneklerinin Mikrobiyolojik Özelliklerinin İstatistiksel Olarak Karşılaştırılması.....	49
Tablo 10. Geleneksel Yoğurt Örneklerinin Fizikokimyasal Özellikleri.....	50
Tablo 11. Endüstriyel Yoğurt Örneklerinin Fizikokimyasal Özellikleri	52
Tablo 12. Geleneksel ve Endüstriyel Yoğurt Örneklerinin Fizikokimyasal Özelliklerinin İstatistiksel Olarak Karşılaştırılması.....	53
Tablo 13. Geleneksel Örneklerinden İzole Edilen Muhtemel Yoğurt Bakterileri.....	54
Tablo 14. Endüstriyel Örneklerinden İzole Edilen Muhtemel Yoğurt Bakterileri	56
Tablo 15. Geleneksel Yoğurt Örneklerinden Elde Edilen MRS İzolatlarının Gram, Katalaz ve Mikroskopik Özellikleri.....	58
Tablo 16. Geleneksel Yoğurt Örneklerinden Elde Edilen M17 İzolatlarının Gram, Katalaz ve Mikroskopik Özellikleri.....	60
Tablo 17. Endüstriyel Yoğurt Örneklerinden Elde Edilen MRS İzolatlarının Gram, Katalaz ve Mikroskopik Özellikleri.....	62
Tablo 18. Endüstriyel Yoğurt Örneklerinden Elde Edilen M17 İzolatlarının Gram, Katalaz ve Mikroskopik Özellikleri.....	63
Tablo 19. Çalışmada İzole Edilen Suşların 16S-rRNA PCR Metodu ile Gerçekleştirilen Tanı Sonuçları.....	68
Tablo 20. Geleneksel Yoğurt Örneklerinden İzole Edilen Laktik Basil İzolatlarının Safra Tuzlarına Toleransı (gelişme görülen örneklerde absorbans değerleri verilmiştir)	72

Tablo 21. Endüstriyel Yoğurt Örneklerinden İzole Edilen Laktik Basil İzolatlarının Safra Tuzlarına Toleransı (gelişme görülen örneklerde absorbands değerleri verilmiştir)	74
Tablo 22. Geleneksel Yoğurt Örneklerinden İzole Edilen Laktik Kok İzolatlarının Safra Tuzlarına Toleransı (gelişme görülen örneklerde absorbands değerleri verilmiştir)	75
Tablo 23. Endüstriyel Yoğurt Örneklerinden İzole Edilen Laktik Kok İzolatlarının Safra Tuzlarına Toleransı (gelişme görülen örneklerde absorbands değerleri verilmiştir)	77
Tablo 24. Muhtemel Probiyotik İzolatların Mide Ortamına Toleransları.....	78
Tablo 25. Muhtemel Probiyotik İzolatların Bazı Patojenlere Karşı Antagonistik Aktivitesi ..	82
Table 26. İzolatların Bazı Antibiyotik Karşı Durumları.....	85
Tablo 27. İzolatların Antibiyotik Direnç Profil ve MAR İndeksleri	87
Tablo 28. İzolatların Sahip Oldukları Virülans Faktör Genleri	89
Tablo 29. Muhtemel Probiyotik İzolatların Oto/Ko-aggregasyon ve Hidrofobisite Yetenekleri (%)......	91
Tablo 30. İzolatların Kolesterol Asimilasyon Yetenekleri	94
Tablo 31. İzolatların Safra Tuzlarını Hizrolize Etme Yetenekleri.....	96
Tablo 32. İzolatların Hemolitik ve DNase aktiviteleri	97
Tablo 33. Geleneksel Kaynaklı <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> İzolatlarının RSM İçerisinde Asit Oluşturma Yetenekleri	100
Tablo 34. Geleneksel Kaynaklı <i>S. thermophilus</i> İzolatlarının RSM İçerisinde Asit Oluşturma Yetenekleri.....	102
Tablo 35. Endüstriyel Kaynaklı <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> İzolatlarının RSM İçerisinde Asit Oluşturma Yetenekleri	104
Tablo 36. Endüstriyel Kaynaklı <i>S. thermophilus</i> İzolatlarının RSM İçerisinde Asit Oluşturma Yetenekleri.....	105
Tablo 37. Yoğurt İzolatlarının RSM İçerisinde Asit Üretim Hızlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları	106
Tablo 38. Yoğurt İzolatlarına Ait Asit Üretim Hızı Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	106
Tablo 39. İzolatların İnkübasyon Süresi Boyunca pH Sonuçlarının Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	107
Tablo 40. Yoğurt İzolatlarının RSM içerisinde Asit Üretim Hızlarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	107

Tablo 41. İzolatların Farklı Sıcaklık Değerlerinde Gelişim Yetenekleri (gelişme görülen örneklerde absorbens değerleri verilmiştir).....	110
Tablo 42. İzolatların Farklı pH Değerlerinde Gelişim Yetenekleri (gelişme görülen örneklerde absorbens değerleri verilmiştir).....	114
Tablo 43. İzolatların Farklı NaCl Konsantrasyonlarında Gelişim Yetenekleri (gelişme görülen örneklerde absorbens değerleri verilmiştir).....	117
Tablo 44. İzolatların Arjinin Hidrolizi ve Glikozdan Gaz Oluşturma Yetenekleri	120
Tablo 45. İzolatların EPS Üretim Yetenekleri	123
Tablo 46. İzolatların Proteolitik ve Lipolitik Aktiviteleri.....	126
Tablo 47. Yoğurt İzolatlarının H ₂ O ₂ Üretim Yetenekleri.....	129
Tablo 48. İzolatların L-(+) Laktik Asit Üretim Yeteneklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	131
Tablo 49. İzolatların L-(+) Laktik Asit Üretim Yetenekleri.....	131
Tablo 50. Çalışmada Üretilen Yoğurt Çeşitleri ve Üretimlerinde Kullanılan İzolatlar	133
Tablo 51. Yoğurt Üretiminde Kullanılan Çiğ Sütün Bazı Özellikleri	133
Tablo 52. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Mikrobiyolojik Özellikleri	135
Tablo 53. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Mikrobiyolojik Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	136
Tablo 54. Yoğurt Örneklerine Ait Laktik Basil Sayım Sonuçları Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	137
Tablo 55. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Laktik Basil Sayım Sonuçları Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	137
Tablo 56. Yoğurt Örneklerine Ait Laktik Kok Sayım Sonuçları Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	138
Tablo 57. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Laktik Kok Sayım Sonuçları Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	139
Tablo 58. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca pH, Asitlik ve Su Tutma Kapasiteleri .	141
Tablo 59. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Mikrobiyolojik Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	142
Tablo 60. Yoğurt Örneklerine Ait pH Değerlerinin Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	142
Tablo 61. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca pH Değerlerinin Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	143
Tablo 62. Yoğurt Örneklerine Ait Asitlik Değerlerinin Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	145

Tablo 63. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Asitlik Değerlerinin Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	145
Tablo 64. Yoğurt Örneklerine Ait Su Tutma Kapasitesi Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	147
Tablo 65. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Su Tutma Kapasitesi Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	147
Tablo 66. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Viskozite Değerleri (Ort±Ss)	149
Tablo 67. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Viskozite Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	150
Tablo 68. Yoğurt Örneklerine Ait Viskozite Değerlerinin Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	150
Tablo 69. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Viskozite Değerlerinin Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	151
Tablo 70. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Kıvam Katsayıları ve Akış Davranış İndeksleri	152
Tablo 71. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Kıvam Katsayısı Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	153
Tablo 72. Yoğurt Örneklerine Ait Kıvam Katsayısı Değerlerinin Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	153
Tablo 73. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Kıvam Katsayısı Değerlerinin Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	154
Tablo 74. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Organik Asit İçerikleri	157
Tablo 75. Yoğurt Örneklerinin Organik Asit İçeriklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	158
Tablo 76. Yoğurt Örneklerine Ait Organik Asit Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	159
Tablo 77. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Organik Asit Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	160
Tablo 78. Yoğurtların Benzoik Asit İçeriklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Metodun Validasyon Parametreleri	161
Tablo 79. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Benzoik Asit İçerikleri	162
Tablo 80. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Benzoik Asit İçeriklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	163
Tablo 81. Yoğurt Örneklerine Ait Benzoik Asit Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	163

Tablo 82. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Benzoik Asit Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	164
Tablo 83. Yoğurt Örnekleri Üzerinde Gerçekleştirilen Duyusal Analiz Sonuçları	166
Tablo 84. Yoğurt Örnekleri Üzerinde Gerçekleştirilen Duyusal Analiz Sonuçlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları	168
Tablo 85. Yoğurt Örneklerine Ait Duyusal Analiz Sonuçlarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	171
Tablo 86. Yoğurt Örneklerine Ait Duyusal Analiz Sonuçlarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	171



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Fonksiyonel gıdaların sınıflandırılması	2
Şekil 2. Çalışmanın grafiksel özeti.....	3
Şekil 3. Homofermantatif ve heterofermantatif glikoliz	5
Şekil 4. Yoğurt üretim şeması	8
Şekil 5. Mikroorganizmaların probiyotik özelliklerinin belirlenmesinde bazı önemli kriterler	14
Şekil 6. Çalışma kapsamında toplanan yoğurt örneklerinin Türkiye haritası üzerinde dağılımları.....	22
Şekil 7. DNA fragmentlerini boyutlandırmak amacıyla kullanılan Hydra 100 bp DNA Ladder.....	26
Şekil 8. Yoğurt üretim şeması	39
Şekil 9. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen yoğurt üretiminin fermantasyon aşaması	40
Şekil 10. <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> (A) ve <i>S. thermophilus</i> (B) izolatlarının Gram boyama işlemi sonunda mikroskopik görüntüleri	64
Şekil 11. 102S kodlu izolatın katalaz pozitif test sonucu.....	65
Şekil 12. Ön değerlendirilmesi aşamasında <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> (A-B) ve <i>S. thermophilus</i> (C-D) izolatlarının mikroskopik ve basit boyama görüntüleri	65
Şekil 13. Yoğurt örneklerinden izole edilen laktik basil ve laktik kok suşlarının (GTG)5-Rep-PCR ile oluşturulan gruplara ait DNA parmak izi görüntüleri	66
Şekil 14. Grupların 27F/1541R primerleri kullanılarak elde edilen 16S-rRNA ampikonlarının jel görüntüsü.....	67
Şekil 15. İzolat grup temsilcileri arasındaki genetik ilişkiyi gösteren filogenetik ağaç.....	70
Şekil 16. İzolat grupları üzerinde delF188/delR1042 ve P1/P2 primerleri ile gerçekleştirilen PCR jel görüntüsü	71
Şekil 17. Yoğurt izolatlarının safra tuzlarına toleransı.....	78
Şekil 18. Safra tuzlarına direnç gösteren izolatların simüle mide ortamında canlılık yüzdeleri	80
Şekil 19. 207M izolatının <i>L. monocytogenes</i> ATCC 7644 patojeni üzerine antagonistik aktivitesi.....	83
Şekil 20. 212S izolatının farklı antibiyotiklere karşı direnç durumu	84
Şekil 21. İzolatların virülans faktör genleri analizi sonucunda elde edilen jel görüntüsü.....	88
Şekil 22. İzolatların kolesterol asimilasyon yüzdelerinin hesaplanmasında kullanılan absorbans eğrisi	93

Şekil 23. Kolesterol asimilasyon deneyinde absorbans eğrisi hazırlanmasında kullanılan 96-kuyulu plaka	93
Şekil 24. İzolatların kolesterol asimilasyon yetenekleri.....	95
Şekil 25. <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 suşunun Bile Esculine Agar'daki gelişimi	96
Şekil 26. Hemolitik aktiviteye sahip <i>S. aureus</i> ATCC 29213 (A) ve hemolitik aktiviteye sahip olmayan bazı izolatların (B) kanlı agar üzerindeki görüntüsü	98
Şekil 27. <i>S. aureus</i> ATCC 29213 suşunun DNase agar üzerindeki gelişimi.....	98
Şekil 28. İzolatların RSM içerisinde asit oluşturma yeteneklerinin belirlenmesi deneyine ait görsel	99
Şekil 29. <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> (A) ve <i>S. thermophilus</i> (B) izolatlarının RSM içerisinde asit oluşturma yetenekleri	108
Şekil 30. İzolatların farklı sıcaklık, pH ve NaCl konsantrasyonlarında gelişim deneylerinde kullanılan 96-kuyulu plaka	109
Şekil 31. Arjinini hidrolize eden (sağda, <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212) ve edemeyen izolatlar (solda).....	119
Şekil 32. Glikozdan gaz oluşumu deneyinde pozitif kontrol olarak kullanılan <i>Lb. brevis</i> T19 suşu.....	122
Şekil 33. EPS üretiminden sorumlu genlerin jel elektroforezinde elde edilen bant görüntüleri	125
Şekil 34. Tripsin enzimi (A) ve bazı izolatların (B) % 10 yağsız süt tozu içeren besiyeri üzerindeki gelişimi	127
Şekil 35. <i>S. aureus</i> ATCC 29213 suşunun (A) ve bazı yoğurt izolatlarının (B) tributyrin agar üzerindeki gelişimi.....	128
Şekil 36. Yoğurt izolatlarının ABTS agar üzerinde H ₂ O ₂ üretme yetenekleri.....	130
Şekil 37. Yoğurt izolatlarının L-(+) laktik asit üretme yetenekleri.....	132
Şekil 38. Yoğurt üretimi sırasında farklı özellikteki yoğurt örneklerinin fermantasyon boyunca pH değişimleri.....	134
Şekil 39. Yoğurt örneklerinin laktik basil değerleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama süresi interaksiyonunun etkisi	138
Şekil 40. Yoğurt örneklerinin laktik kok değerleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama süresi interaksiyonunun etkisi.....	140
Şekil 41. Yoğurt örneklerinin pH değerleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama süresi interaksiyonunun etkisi.....	144
Şekil 42. Yoğurt örneklerinin asitlik değerleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama süresi interaksiyonunun etkisi.....	146

Şekil 43. Yoğurt örneklerinin.....	148
Şekil 44. Yoğurt örneklerinin 20 (A) ve 50 rpm (B)'de viskozite değerleri üzerine yoğurt çeşidi.....	151
Şekil 45. Yoğurt örneklerinin kıvam katsayısı değerleri üzerine yoğurt çeşidi	154
Şekil 46. Yoğurt örneklerinin laktik (A) ve sitrik asit (B) içerikleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama süresi interaksyonunun.....	160
Şekil 47. Yoğurt örneklerinin benzoik asit içerikleri üzerine yoğurt çeşidi.....	164
Şekil 48. Yoğurt örneklerinin depolama boyunca ortalama duyusal skorları	165
Şekil 49. Yoğurt örneklerinin duyusal analiz özellikleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama süresi interaksyonunun etkisi	172



KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

Kısaltmalar

ATCC	: American Type Culture Collection
BHI	: Brain Heart Infusion
BSH	: Safra Tuzlarını Hizrolize Etme
CFS	: Hücre İçermeyen Süpernatant
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
DRBC	: Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar
EFSA	: Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (European Food Safety Authority)
EPS	: Ekzopolisakkarit
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
GRAS	: Generally Recognized as Safe
HPLC	: Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi
LAB	: Laktik Asit Bakterisi
LOD	: Tespit Limiti (Limit of Detection)
LOQ	: Ölçüm Limiti (Limit of Quantitation)
MAR	: Çoklu Antibiyotik Direnç İndeksi (Multiple Antibiotic Resistance Index)
MRS	: De Man, Rogosa and Sharpe Agar
NCBI	: Nation Center for Biotechnology Information
PBS	: Fosfat Tamponlu Tuz
PCR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
Rep-PCR	: Repetitive Element Sequence-based PCR
RNA	: Ribonükleik Asit
Rpm	: Dakikadaki Devir Sayısı
rRNA	: Ribozomal Ribonükleik Asit
RSHMB	: Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı
RSM	: Rekonstitüe Yağsız Süt
SDS	: Sodyum Dodesil Sülfat
UV	: Ultraviole
VRBA	: Violet Red Bile Agar
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

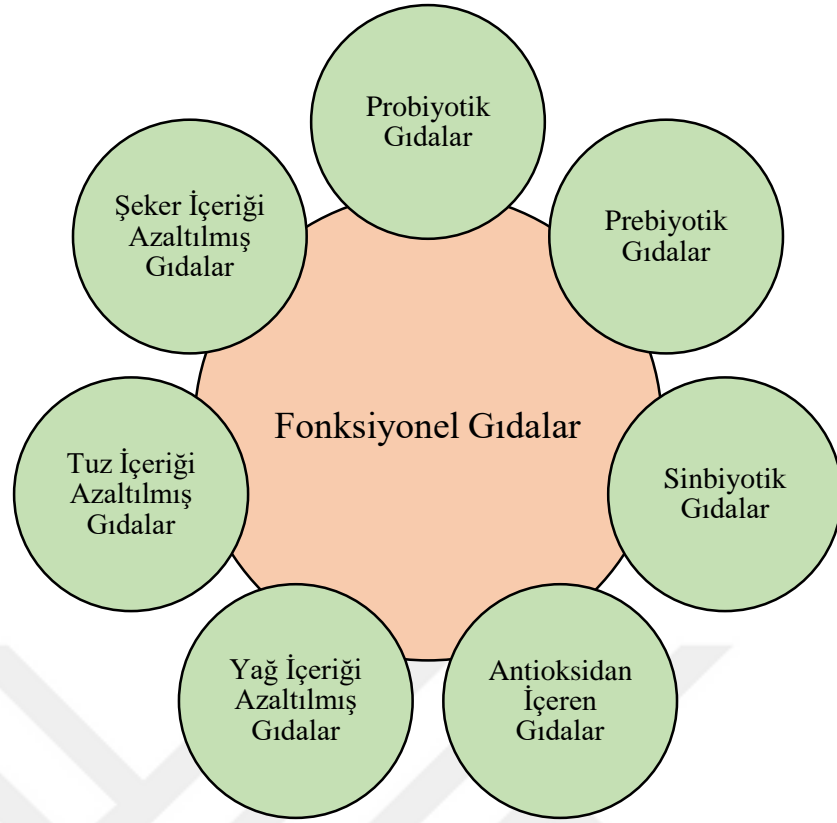
Simgeler

%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece
µg	: Mikrogram
µL	: Mikrolitre
µm	: Mikrometre
bp	: Baz Çifti
CO₂	: Karbondioksit
cP	: Centipoise
dk	: Dakika
EtBr	: Etidyum Bromür
g	: Gram
H₂O	: Su
H₂O₂	: Hidrojen Peroksit
H₂SO₄	: Sülfürik Asit
HCl	: Hidroklorik Asit
kob	: Koloni Oluşturan Birim
log	: Logaritma
M	: Molarite
MeOH	: Metanol
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
mM	: Milimolar
MPa	: Mega Paskal
N	: Normalite
NaCl	: Sodyum Klorür
NaOH	: Sodyum Hidroksit
nm	: Nanometre
O₂	: Oksijen
Pa.s	: Paskal Saniye
pH	: Asitlik Bazlık Birimi
ppm	: Parts Per Million
R²	: Regresyon katsayısı
sn	: Saniye
V	: Volt

GİRİŞ

Beslenme, bireylerin yaşamlarının devam etmesi ve sağlık durumlarının geliştirilmesi ve/veya korunmasında oldukça büyük öneme sahiptir. Vücut tarafından ihtiyaç duyulan besin öğelerinin yeterli ve dengeli bir biçimde sağlanması bireylerin yaşam konforlarını doğrudan etkilediği bilinen bir gerçektir. İnsanların yeterli ve dengeli beslenmesi için gerekli olan gıdalar süt, et, tahıl ve ürünleri, sebze ve meyveler olmak üzere dört grup altında sınıflandırılmaktadır. Bu gıda kaynaklarının en önemlilerinden olan ve insan yaşamının her anında tüketilen süt ve ürünleri en önemli kalsiyum kaynaklarından bir tanesidir. Bunun yanında, bileşiminde bulunan makro (protein, mineral ve vitamin) ve mikro (immüoglobulinler, hormonlar, büyüme faktörleri, sitokinler, nükleotidler, enzimler ve peptidler) besin elementlerinden dolayı, süt ve ürünleri kan basıncının dengelenmesi, kardiyovasküler hastalıkların önlenmesi ve bağışıklığın artırılması gibi sağlık üzerine olumlu etkilere sahiptirler (Kaur and Das 2011; Ünal ve Besler 2012).

Tüketicilerin gıdalardan beklentilerinin son yıllarda değiştiği gözlemlenmektedir. Diğer bir ifade ile gıdalardan beslenme ihtiyacının yanında, sağlık üzerine olumlu etkiler de beklenmektedir. Tüketiciler tarafından son yıllarda oluşturulan bu istek/ihtiyaç fonksiyonel gıda tanımını oluşturmuştur (Roosen *et al.* 2008). Fonksiyonel gıdalar, tüketildiklerinde vücut tarafından ihtiyaç duyulan besin öğelerinin yanında, insan sağlığı üzerinde olumlu etkilere de sahip gıdalar olarak tanımlanmaktadır (Berner and O'Donnell 1998; Martirosyan *et al.* 2021). Tüketiciler tarafından tercih edilme ve sağlık üzerine olumlu etkileri düşünüldüğünde, fermente süt ürünlerinin önemli bir fonksiyonel gıda grubunu oluşturduğu görülmektedir. Fermente süt ürünleri, içerisinde buldukları fonksiyonel bileşiklerden dolayı sağlık üzerine olumlu etkilere sahiptirler. Diğer taraftan, bu ürünlerin fonksiyonel gıda olarak tanımlanmasında en önemli etken içerdikleri probiyotik mikroorganizmalardan kaynaklanmaktadır (Şekil 1) (Kaur and Das 2011; Soni and Dey 2014). Probiyotikler, yeterli miktarda vücuda alındıklarında konakçı üzerinde olumlu etkilere sahip canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır (Anonymous 2002). Fermente ürünlerin fonksiyonel özelliklerinin artırılması amacı ile yeni probiyotik özellikte starter kültürlerin geliştirilmesi ve ürüne kazandırılması başta olmak üzere birçok araştırma söz konusudur (Donkor *et al.* 2007a; Yerlikaya *et al.* 2013; Başıyigit Kılıç and Akpınar Kankaya 2016; Kayacan Çakmakoğlu *et al.* 2022).

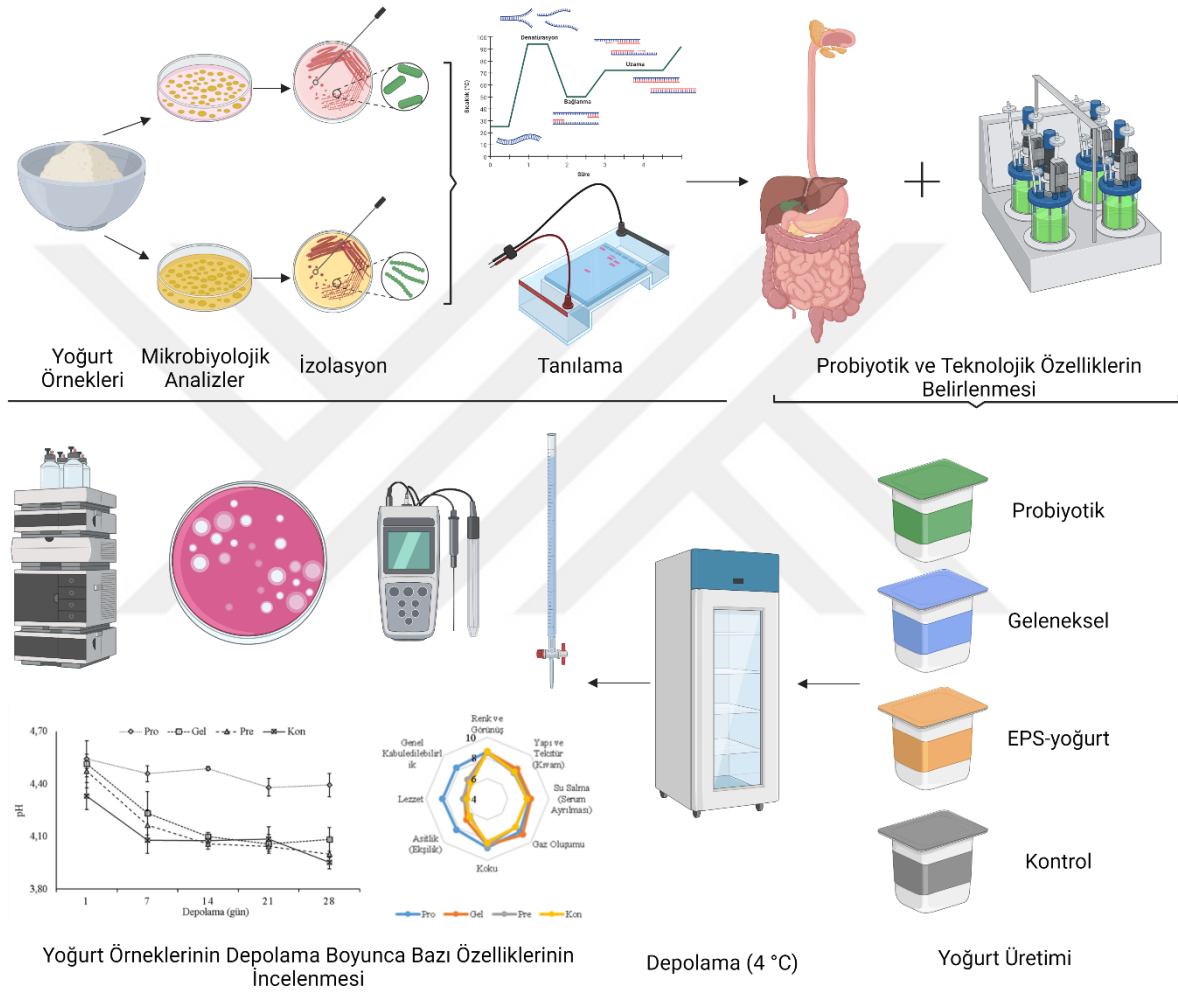


Şekil 1. Fonksiyonel gıdaların sınıflandırılması (Gasmalla *et al.* 2017)

Yoğurt, fermantasyonunda laktik asit bakterilerinin (LAB) kullanıldığı ve dünya üzerinde sıklıkla tüketilen fermente bir süt ürünüdür. Ancak son zamanlarda gerçekleştirilen çalışmalarda, özellikle ev tipi (geleneksel) üretimlerde starter kültür olarak endüstriyel yoğurtların kullanılması, aseptik koşullara yeterli düzeyde dikkat edilmemesi gibi sebeplerden dolayı yoğurt bakterilerinin çeşitliliğinde azalmalar/kaybolmalar olduğuna dikkat çekilmektedir (Pourahmad and Mazaheri Assadi 2007; Popovic *et al.* 2020; Aktaş *et al.* 2022; Kayacan Çakmakoğlu *et al.* 2022). Bu sebeplerden dolayı, dünya mirası olarak kabul edilen yoğurt bakterilerinin korunması ve saklanması oldukça büyük öneme sahip olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada, Türkiye'nin farklı illerinden temin edilen 119 yoğurt örneğinden izole edilen 599 suştan 439 tanesinin muhtemel yoğurt bakterisi olabileceği belirlenmiş ve bu izolatların probiyotik (safra ve simüle mide ortamına tolerans, antagonistik aktivite, antibiyotik direnci, virülans faktör, oto/ko-aggregasyon, hidrofobisite, kolesterol asimilasyonu, safra tuzlarını hidrolize etme yeteneği, hemolitik ve DNase aktivitesi) ve teknolojik (asit üretimi, farklı sıcaklık, pH ve NaCl konsantrasyonlarında gelişim, arjinin hidrolizi, glikozdan gaz oluşumu, ekzopolisakkarit üretimi, proteolitik ve lipolitik aktivite, hidrojen peroksit (H₂O₂) ve L-(+) laktik asit üretim yeteneği) özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Söz konusu analizler sonucunda yoğurt üretiminde kullanılacak izolatlar belirlenerek probiyotik,

geleneksel ve EPS-yoğurt örnekleri üretilmiş ve bu örneklerin 28 günlük depolama süresi boyunca bazı mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Böylece, starter kültür farklılıklarının yoğurtların bu özellikleri üzerindeki etkisinin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Ayrıca, çalışma kapsamında toplanan geleneksel ve endüstriyel yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri karşılaştırılarak, üretim şeklinin bu özellikler üzerindeki etkisinin anlaşılması da çalışmanın amaçları arasında yer almaktadır (Şekil 2).



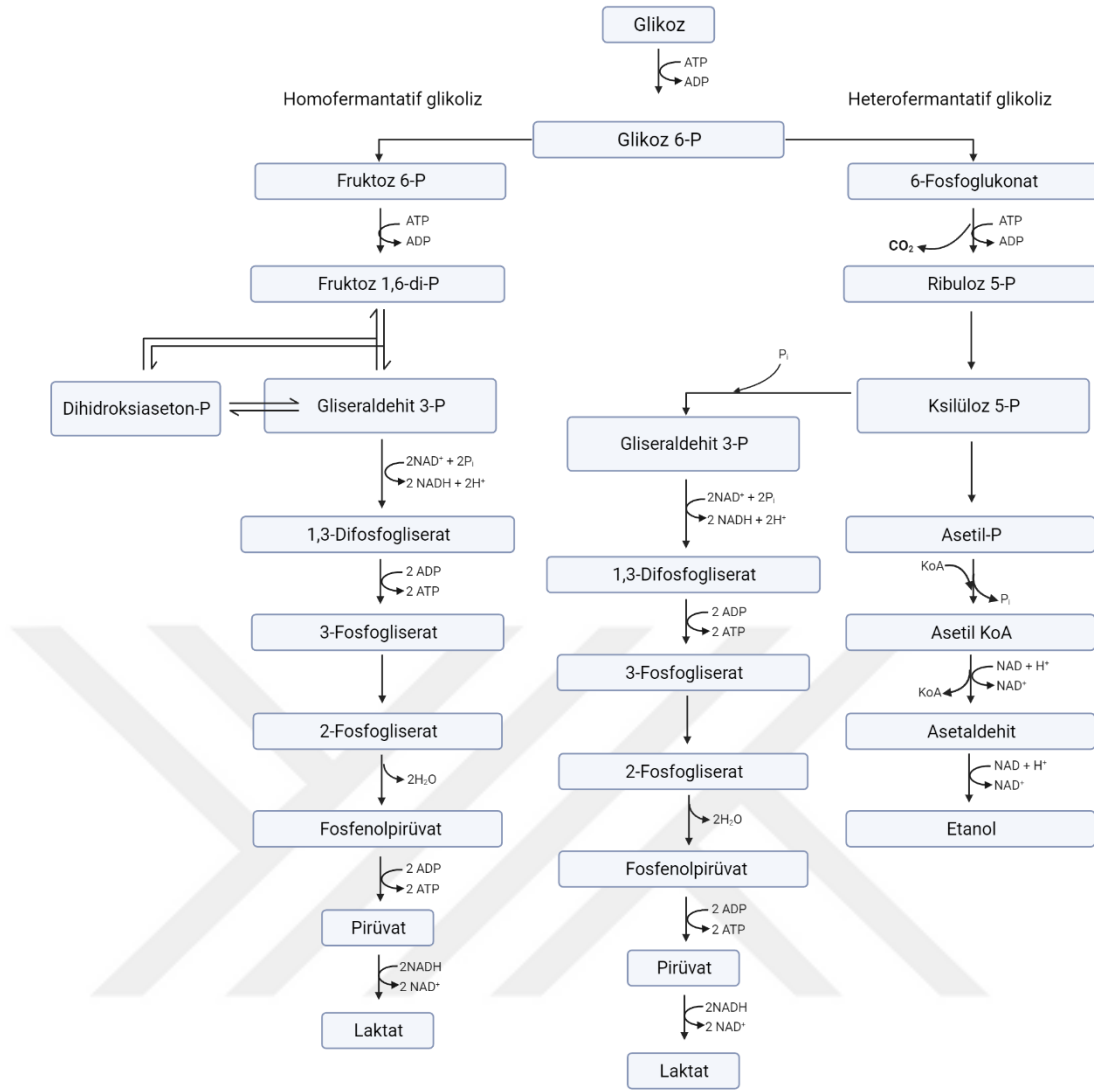
Şekil 2. Çalışmanın grafiksel özeti (Created with Biorender.com)

KURAMSAL TEMELLER

Fermente Gıdalar ve Laktik Asit Bakterileri

Gıdaların muhafaza edilmesinde fermantasyon, tuzlama, dondurma, soğukta muhafaza, kurutma gibi birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında en eskilerinden bir tanesi olan fermantasyonun kullanımı milattan önce 6000 yıllarına kadar dayanmaktadır. Fermantasyon, raf ömürleri kısıtlı olan çiğ materyallerin mikrobiyal aktivasyon ile daha uzun raf ömürlerine sahip gıdalara dönüştürülmesi işlemidir. Özellikle düşük pH'lara sahip fermente gıdaların daha uzun raf ömürlerine sahip olmalarının yanında, mikrobiyal aktivite sonucunda oluşan bileşiklerin hem ürünün tat/aroması hem de besleyiciliği üzerinde olumlu etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Günümüzde de, fermente gıdalar bu avantajlarından dolayı dünya genelinde insan diyetinin çok önemli bir kısmını oluşturmaktadırlar. Fermente ürünlerin üretiminde bakteri, maya ve küf gibi çok çeşitli mikroorganizmalar starter kültür olarak kullanılabilirler. Bu starter kültürlerden en önemlileri olan LAB'lar çok yaygın kullanıldıkları için fermente ürünlerin üretiminde önemli bir rol oynamaktadırlar (Stiles 1996; Babu *et al.* 2009; Ahmed *et al.* 2013; Azam *et al.* 2017; Zapasnik *et al.* 2022).

LAB'lar, genel olarak güvenli kabul edilen (GRAS, Generally Recognized as Safe), Gram pozitif, katalaz negatif, hareketsiz, spor oluşturmeyen, çubuk (basil) veya yuvarlak (kok) ve son ürün olarak önemli ölçüde laktik asit üreten bir mikroorganizma grubudur. *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* ve *Weissella* gibi cinslerden oluşan LAB'lar, yoğurt, ayran, kefir, peynir, turşu, sucuk gibi birçok fermente gıdanın üretiminde starter kültür olarak kullanılmalarından dolayı beslenme ve gıda endüstrisi için oldukça büyük öneme sahiptirler (Carr *et al.* 2002; Azam *et al.* 2017; König and Fröhlich 2017). LAB'lar, içerisinde birçok bakteri cinsi bulundurmakta ve bu grupta bulunan mikroorganizmalar homofermantatif veya heterofermantatif özellik göstermektedirler. Homofermantatif LAB'lar glikozun parçalanması sonucu yüksek miktarda laktik asit oluştururlarken, heterofermantatifler laktik asidin yanında karbondioksit, asetik asit ve etanol de oluştururlar (Şekil 3) (Carr *et al.* 2002). Homofermantatif veya heterofermantatif starter kültürler kullanılarak üretilen önemli bazı fermente ürünler Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 3. Homofermantatif ve heterofermantatif glikoliz (Created with Biorender.com)

Tablo 1. Dünya Geneline Önemli Bazı Fermente Ürünler

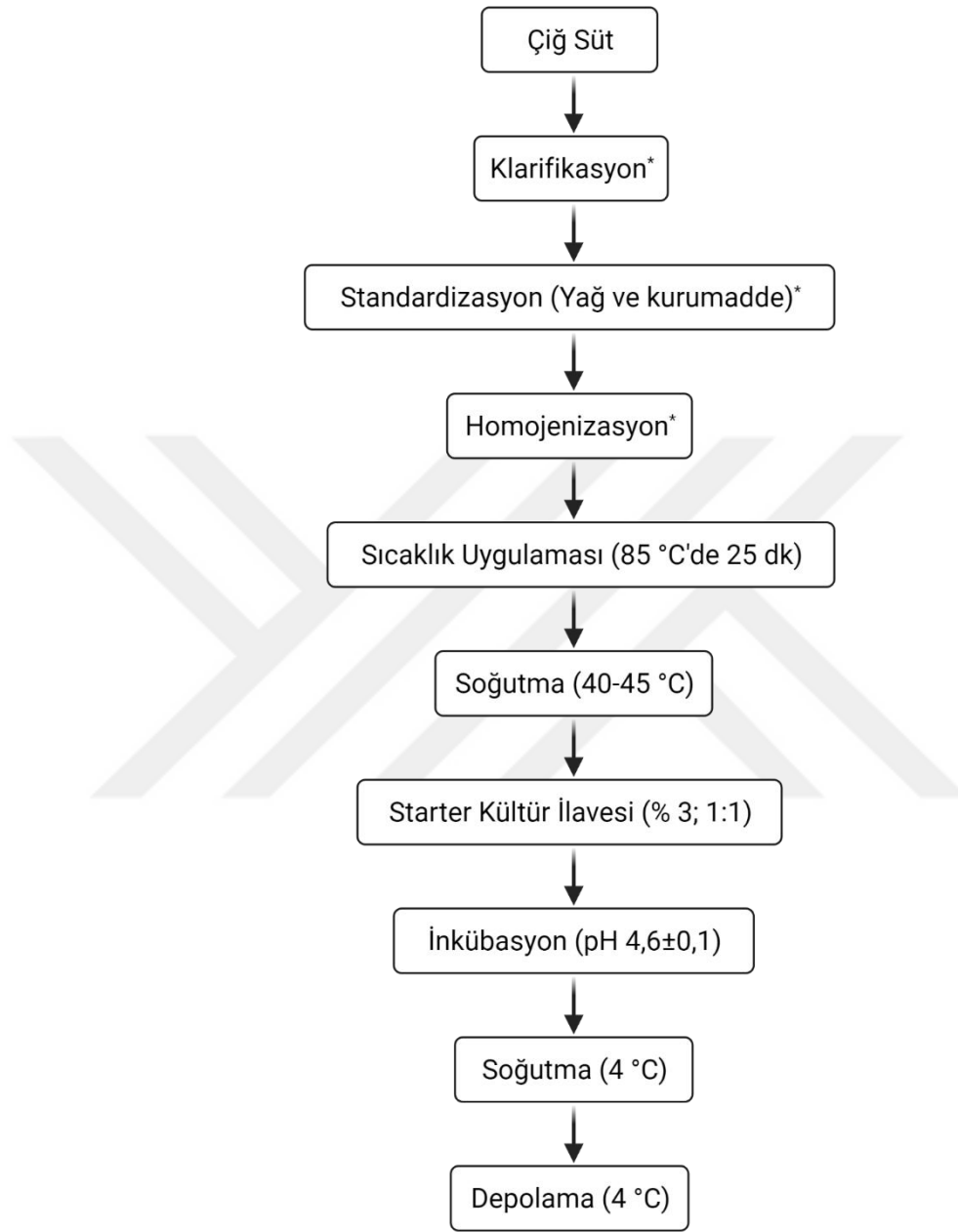
Fermente Ürün	Hammadde	Starter Kültür	Orjin	Kaynak
Yoğurt	Süt	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i>	Uluslararası	Aktaş <i>et al.</i> (2022)
Kefir	Süt	<i>Lactobacillus</i> spp., <i>Leuconostoc</i> spp., <i>Streptococcus</i> spp., <i>Lactococcus</i> spp., <i>Acetobacter</i> spp., <i>Saccharomyces</i> spp., <i>Kazachstania</i> spp., <i>Kluyveromyces</i> spp., <i>Pichia</i> spp.	Uluslararası	Purutoğlu <i>et al.</i> (2019)
Peynir	Süt	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lacticaseibacillus casei</i> subsp. <i>casei</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> var. <i>liquefaciens</i> , <i>Weissella paramesenteroides</i> , <i>Leuconostoc</i> spp., <i>Pediococcus</i> spp.	Uluslararası	Meral Aktaş and Erdoğan (2022)
Kıymız	Süt (Kısrak)	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> , <i>Lacticaseibacillus casei</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactobacillus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactibacillus acidophilus</i> , <i>Kluyveromyces lactis</i> , <i>Pichia</i> spp., <i>Rhodotorula</i> spp., <i>Torula koumiss</i>	Orta Asya	Afzaal <i>et al.</i> (2021)
Turşu	Sebzeler	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> , <i>Levilactobacillus brevis</i> , <i>Pediococcus pentocaceus</i> , <i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	Türkiye	Çetin (2011)
Kimchi	Sebzeler	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> , <i>Leuconostoc kimchii</i> , <i>Leuconostoc miyukkimchii</i> , <i>Lactobacillus sakei</i> , <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> , <i>Levilactobacillus brevis</i> , <i>Lactobacillus curvatus</i> , <i>Weissella koreensis</i> , <i>Weissella cibaria</i> , <i>Weissella kimchii</i> , <i>Weissella soli</i>	Kore	Jung <i>et al.</i> (2014)
Sucuk	Çiğ Et	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus sakei</i> , <i>Lactobacillus pentosus</i> , <i>Lactobacillus curvatus</i> , <i>Limosilactobacillus fermentum</i> , <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> , <i>Lactobacillus rhamnosus</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	Türkiye	Kaban (2013)

Yoğurt

Önemli bir fermente süt ürünü olan yoğurdun tam olarak ne zaman ortaya çıktığı bilinmemekle birlikte kullanımının çok eski zamanlara dayandığı düşünülmektedir (Tamime and Robinson 2007). Yoğurt; alerjilerin azalması, vücutta antimikrobiyal etki gösteren proteinlerin sentezinin artırılması, kilo yönetimi, kan basıncının düzenlenmesi ve tip II diyabetin önlenmesi gibi sağlık üzerine olumlu etkilere sahiptir. Bunların yanında içerdiği yararlı mikroorganizmalar sayesinde bağırsak sağlığının korunmasında da önemli rol oynamaktadır (Soni and Dey 2014; Fernandez *et al.* 2017).

Yoğurt, inek başta olmak üzere, keçi, koyun ve manda gibi farklı hayvanların sütlerinden üretilebilmektedir. Şekil 4'te yoğurt üretim şeması verilmiştir. Yoğurt üretimi için kullanılacak çiğ süt, içerisinde bulunması muhtemel yabancı maddelerden arındırılması amacıyla ilk olarak temizleme (klarifikasyon) işlemine tabii tutulmaktadır. Ardından, çiğ sütün yağ ve kurumadde içeriklerinde ayarlamalar yapılmaktadır (standardizasyon). Bu standardizasyon işlemi yoğurdun kalitesi ve tüzüğe uygunluğu açısından büyük önem taşımaktadır. Yoğurt üretiminde diğer bir basamak olan homojenizasyon işlemi ile süt içerisinde bulunan yağ moleküllerinin sıcaklık ve basınç yardımıyla daha küçük parçalara ayrılması sağlanmaktadır. Böylece süt yağının ürün içerisinde homojen bir şekilde dağılması mümkün kılınmaktadır. Geleneksel olarak üretilen yoğurtlarda klarifikasyon, standardizasyon ve homojenizasyon işlemleri gerçekleştirilmemektedir. Hem geleneksel hem de endüstriyel yoğurt üretiminde, sütün pastörizasyonu serum proteinlerini denatüre ederek yoğurdun kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Endüstriyel üretimlerde 85 °C'de 25 dk sıcaklık uygulaması kullanılırken, geleneksel üretimlerde sütün pastörizasyonu genellikle kontrolsüz bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Pastörize edilen sütün inkübasyon sıcaklığı olan 40-45 °C aralığına soğuması ve ardından % 2-3 oranında starter kültürün ilave edilmesi gerekmektedir. Starter kültürün pastörize süte ilave edilme sıcaklığı yoğurt kalitesini doğrudan etkileyen faktörlerdendir. İnkübasyon sıcaklığının altında veya üzerindeki sıcaklıklarda starter kültür ilave edilmesi, yoğurdun kalitesi ve inkübasyon süresini olumsuz etkileyebilir. Yoğurt üretiminde starter kültür olarak *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (*L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*) ve *Streptococcus thermophilus* (*S. thermophilus*) bakterileri 1:1 oranında kullanılmaktadırlar. Endüstriyel üretimlerde ticari kültürler kullanılırken, geleneksel üretimlerde genellikle bir önceki yoğurt veya endüstriyel yoğurtlar starter kültür olarak kullanılmaktadır. Starter kültür ilavesinin ardından, sütün 40-45 °C aralığında inkübe edilmesi gerekmektedir. İnkübasyon boyunca, starter kültürler tarafından Şekil 3'te gösterilen metabolik yolak aracılığı ile süt şekeri parçalanarak laktik asit oluşumu gerçekleşir. Oluşan laktik asit ile

sütün pH değeri $4,6\pm 0,1$ seviyesine ulaştığında yoğurt üretimi sonlandırılır. Daha sonra yoğurtlar buzdolabı sıcaklığına ($4\text{ }^{\circ}\text{C}$) soğutulur ve tüketime kadar bu sıcaklıkta muhafaza edilir (Suroño and Hosono 2003; Tamime and Robinson 2007).



Şekil 4. Yoğurt üretim şeması (*Sadece endüstriyel üretimde gerçekleştirilen uygulamalar) (Created with Biorender.com) (Tamime and Robinson 2007)

Starter kültür olarak kullanılan *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* simbiyotik bir ilişki içerisinde yoğurt üretiminde rol oynamaktadırlar. Bu mikroorganizmaların süte ilavelerinden sonra, *S. thermophilus* süt içerisinde çözünmüş oksijen (O_2) sayesinde fermantasyonun ilk anlarında daha fazla aktivite göstermektedir. Bu aktivite sonucunda, süt içerisinde laktik asit, CO_2 ve formik asit birikmeye başlar. Yoğurt fermantasyonunun ilk aşamalarında oluşan bu maddeler sayesinde *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un daha iyi

gelişebileceği bir ortam oluşmuş olur. Bu iki bakterinin simbiyotik ilişkisinin sonucu olarak yoğurt fermentasyonu 3-6 saat içerisinde tamamlanmış olur (Robinson 2003; Surono and Hosono 2003). *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* bakterileri arasındaki simbiyotik ilişki yoğurt kalitesi üzerinde çok büyük etkiye sahiptir. Bu sebeple, yoğurt içerisine katılan farklı materyaller veya üretimde kullanılan bazı farklılıkların fermentasyon ve depolama sürecinde yoğurt bakterilerinin canlılıklarını nasıl etkiledikleri üzerine gerçekleştirilen birçok çalışma mevcuttur (Çon *et al.* 1996; Dave and Shah 1997; Aly *et al.* 2004; Cakmakci *et al.* 2012; O'Sullivan *et al.* 2016; Szajnar *et al.* 2018; Lopes *et al.* 2019; Kalyas and Ürkek 2022; Şengül *et al.* 2022; Dogan *et al.* 2022).

Laktik Asit Bakterilerinin Teknolojik Özellikleri

Fermente ürünler, içerisinde bulundukları LAB'lar sayesinde bağırsak mikrobiyotasının korunması başta olmak üzere sağlık üzerine olumlu etkilere sahiptirler (Soni and Dey 2014; Şanlıer *et al.* 2017). Bu olumlu etkilerin sağlanabilmesi için mikroorganizmaların fermente gıdaların üretiminden tüketimine kadar üründe canlılıklarını sürdürmeleri gereklidir (Kavitake *et al.* 2018). Öte yandan, fermente ürünlerde starter kültür olarak kullanılan LAB'lar, üründe tüketici beğenisini olumsuz etkileyebilecek durumlara sebep olmamalıdır. Bu sebeplerden dolayı, starter kültürlerin teknolojik özelliklerinin araştırılması büyük önem taşımaktadır.

Dünya üzerinde, fermente ürün çeşitliliği oldukça fazladır. Bu ürünlerin içerdikleri mikroorganizma çeşitliliği de çok geniştir (Karaçıl and Acar 2013). Ancak, son zamanlarda fermente ürünlerde mikrobiyota çeşitliliğinin azaldığını/kaybolduğunu vurgulayan çalışmalar mevcuttur (Pourahmad and Mazaheri Assadi 2007; Aktaş *et al.* 2022). Benzer şekilde, fermente ürünlerin içerdiği mikroorganizmaların izole edilerek, araştırılıp koruma altına alınması gerektiğini ve böylece bu otokton starter kültürlerin çeşitliliğindeki azalmalar/kaybolmaların önüne geçilebileceğini belirten birçok çalışma mevcuttur (Topisirovic *et al.* 2006; Pourahmad and Mazaheri Assadi 2007; Popovic *et al.* 2020; Kayacan Çakmakoğlu *et al.* 2022; Meral Aktaş and Erdoğan 2022).

Xanthopoulos *et al.* (2001) tarafından yapılan çalışmada, yoğurt örneklerinden izole edilen 75 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve 74 *S. thermophilus* izolatının teknolojik özellikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, hiçbir izolatın 10 °C, % 2 ve 4 tuz konsantrasyonunda gelişmediği ve arjinini hidrolize etmediği tespit edilmiştir. Öte yandan, izolatların tamamı 45 °C'de gelişim göstermiştir.

Başka bir çalışmada ise, 4 farklı Cezayir keçi ırkından elde edilen çiğ sütlerden LAB'ların izolasyonu ve teknolojik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. İzole edilen 26 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* suşunun hiçbirisinin 15 °C, % 2 ve 4 tuz konsantrasyonunda gelişemediği, arjinini hidrolize etmediği ve glikozdan gaz oluşturmadığı tespit edilmiştir. Laktik basil izolatlarının tamamı 45 °C, 4,5 ve 6,5 pH değerlerinde gelişim göstermiştir. Öte yandan, söz konusu çalışmada izole edilen 46 *S. thermophilus* izolat için de, 4,5 pH değerinde gelişme ve % 2 tuz konsantrasyonunda değişen oranlarda gelişme dışında laktik basil izolatları ile benzer sonuçlar elde edilmiştir (Badis *et al.* 2004).

Ayhan *et al.* (2005) çiğ süt örneklerinden izole edilen 30 *S. thermophilus* suşunun yeni starter kültür geliştirilmesi amacı ile bazı teknolojik özelliklerini incelemiştir. % 6,5 tuz konsantrasyonunda izolatların hiçbirisi gelişmemiş, % 4 tuz konsantrasyonunda 2 izolat iyi, 3 izolat ise zayıf gelişim göstermiştir. Öte yandan, izolatların 9,6 pH değerinde gelişim yetenekleri incelenmiş ve hiçbirisinin bu pH değerinde gelişim göstermediği tespit edilmiştir. Ek olarak, 45 °C'de izolatların tamamı gelişmişken, 10 °C'de hiçbir izolat canlılığını devam ettirememiştir.

Beyatli *et al.* (2007) ise geleneksel yoğurt örneklerinden izole edilen 14 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve 10 *S. thermophilus* suşunun bazı teknolojik özelliklerini incelemiştir. *S. thermophilus* izolatları H₂O₂ üretmezken, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'ların tamamının güçlü H₂O₂ ürettikleri tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan izolatların tamamı ofloksasin antibiyotikine karşı direnç göstermişlerdir. Ek olarak, *S. thermophilus* izolatlarının aksine, tüm *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'ların *Aeromonas hydrophila* ve *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*) üzerine antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir.

Soomro and Masud (2008) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise, 15 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve 15 *S. thermophilus* izolatının asit üretim yetenekleri incelenmiş ve böylece yoğurt üretiminde kullanılabilecek starterlerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Yağsız süt içerisinde 37 °C'de 6 saatlik inkübasyon sonrasında izolatların % 0,28-0,71 laktik asit oluşturdukları tespit edilmiştir. Hızlı asit oluşturma yeteneğine sahip izolatlar (> % 0,60 laktik asit) yağsız süt içerisinde 43 °C'de 6 saatlik ikinci bir asit oluşturma analizine tabi tutulmuşlardır. Bu analiz sonuçları ise izolatların % 0,62-0,86 laktik asit (4,67-3,59 pH) oluşturma yeteneğine sahip olduklarını göstermiştir.

Yoğurt bakterilerinin teknolojik özelliklerinin belirlenmesi amacı ile gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise, ev yapımı yoğurtlardan izole edilen 38 *S. thermophilus* suşunun ekzopolisakkarit (EPS) üretim yetenekleri incelenmiş ve sadece 1 izolatın (*S. thermophilus* ST8.01) EPS ürettiği belirlenmiştir. Söz konusu çalışma kapsamında, EPS üretme yeteneğine

sahip bu izolatin asit üretim yeteneği ve proteolitik aktivitesi incelenmiştir. *S. thermophilus* ST8.01 izolatinın 42 °C’de 5 saatlik inkübasyon süresi sonunda yağsız sütün pH değerini 1,55±0,05 seviyesinde düşürerek iyi asit oluşturma yeteneğine sahip olduğu vurgulanmıştır. Ek olarak, söz konusu suşun proteolitik aktivitesi 0,15±0,01 mg/1 mL tirozin olarak belirlenmiştir (Tuncer and Tuncer 2011).

Okuklu (2014) tarafından yapılan çalışmada, Urla bölgesinden elde edilen 13 farklı yoğurt örneğinden izole edilen 31 LAB’ın (26 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve 5 *S. thermophilus*) teknolojik özellikleri incelenmiştir. Sonuçlar, 45 ve 50 °C’de tüm izolatların, 10 °C’de ise sadece 4 izolatin geliştiğini göstermiştir. Öte yandan, söz konusu çalışmada, izolatların tamamının % 2, 4, 6,5, 8 ve 10 tuz konsantrasyonlarında gelişim gösterdikleri belirlenmiştir. Ek olarak, izolatların hiçbirisinin glikozdan gaz oluşturmadıkları ve 9 izolatin ise proteolitik aktivite gösterdiği belirlenmiştir.

Yoğurt üretimi için yeni starter kültürlerin geliştirilmesinin amaçlandığı başka bir çalışmada, bitkisel kökenli 74 *S. thermophilus* izolatinın teknolojik özellikleri incelenmiştir. Sonuçlar izolatlarının tamamının proteolitik aktivite ve EPS üretim yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir. Öte yandan, izolatların 19 tanesinin hızlı, 45 tanesinin orta ve 10 tanesinin ise yavaş asit oluşturma yeteneğine sahip olduğu tespit edilmiştir (Umamaheswari *et al.* 2014).

Fırat (2019) tarafından yapılan çalışmada ise, Türkiye’nin farklı illerinden 55 geleneksel yoğurt örneği toplanarak izole edilen 43 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve 57 *S. thermophilus* suşunun teknolojik özellikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, 45 °C’de tüm izolatlar gelişim göstermişken, 10 °C’de hiçbir izolatin gelişmediği belirlenmiştir. İzolatların farklı pH değerlerinde gelişim yeteneklerinin incelendiğinde ise, 3,9 pH’da laktik basil izolatlarının çoğunun, 5,0 pH’da ise tamamının geliştiği tespit edilmiştir. Öte yandan, 3,9, 5,0 ve 8,5 pH değerlerinde laktik kok izolatlarının tamamı gelişim göstermiştir.

Konu ile alakalı gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise geleneksel ve endüstriyel yoğurt örneklerinden izole edilen LAB’ların teknolojik özellikleri araştırılmıştır. Söz konusu örneklerden izole edilen 198 LAB’dan 20 tanesinin arjinin hidrolizi, glikozdan gaz oluşumu, asit üretme yeteneği, EPS üretimi, farklı sıcaklık ve pH değerlerinde gelişim gibi teknolojik özellikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, izolatların hiçbirisinin arjinini hidrolize etmediğini ve glikozdan gaz oluşturmadığını göstermiştir. Analiz edilen diğer özellikler de düşünüldüğünde söz konusu izolatların yoğurt üretimi için uygun olabileceği belirtilmiştir (Aktaş *et al.* 2022).

Kayacan Çakmakoğlu *et al.* (2022) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, yoğurt üretiminde kullanılabilecek yeni starter kültürlerin geliştirilmesi amacı ile Türkiye’nin 10 farklı

ilinden elde edilen 60 geleneksel yoğurt örneğinden izole edilen 11 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve 19 *S. thermophilus* suşunun teknolojik özellikleri incelenmiştir. Asit oluşturma yetenekleri bakımından *S. thermophilus* izolatlarının *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'lara göre daha hızlı olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatlarının tamamı, *S. thermophilus*'ların ise 7 tanesinin proteolitik aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Ek olarak, izolatların bazı antibiyotiklere karşı direnç durumları incelenmiş ve sonuçlar 7 izolatın kanamisine, 3 izolatın ise siprofloksasine dirençli olduğunu göstermiştir.

Nikodinoska *et al.* (2023) tarafından yapılan çalışmada, İtalya'nın farklı bölgelerinden fermente sosisler toplanarak LAB'ların izolasyonu, karakterizasyonu ve yeni starter kültürlerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Örneklerden izole edilen LAB'ların gentamisin, kanamisin, streptomisin, tetrasiklin, eritromisin, klindamisin, kloromfenikol ve ampisilin antibiyotiklerine karşı dirençlilik durumları incelenmiştir. Bazı izolatların kanamisin, tetrasiklin, kloromfenikol ve ampisiline direnç gösterdikleri belirlenmiştir. İzolatlardan 18 tanesinin ise *Clostridium sporogenes*, *Listeria monocytogenes* (*L. monocytogenes*), *Salmonella* sp. ve *Escherichia coli* (*E. coli*) patojenlerinden en az bir tanesi üzerine antagonistik aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Söz konusu çalışmada, fermente et kaynaklı otokton LAB'lardan bazılarının sosislerde koruyucu starter kültür olarak kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır. Söz konusu çalışma incelendiğinde, gıda biliminin farklı disiplinleri için de starter kültür geliştirmede benzer stratejilerin kullanıldığı görülmektedir.

Laktik Asit Bakterilerinin Probiyotik Özellikleri

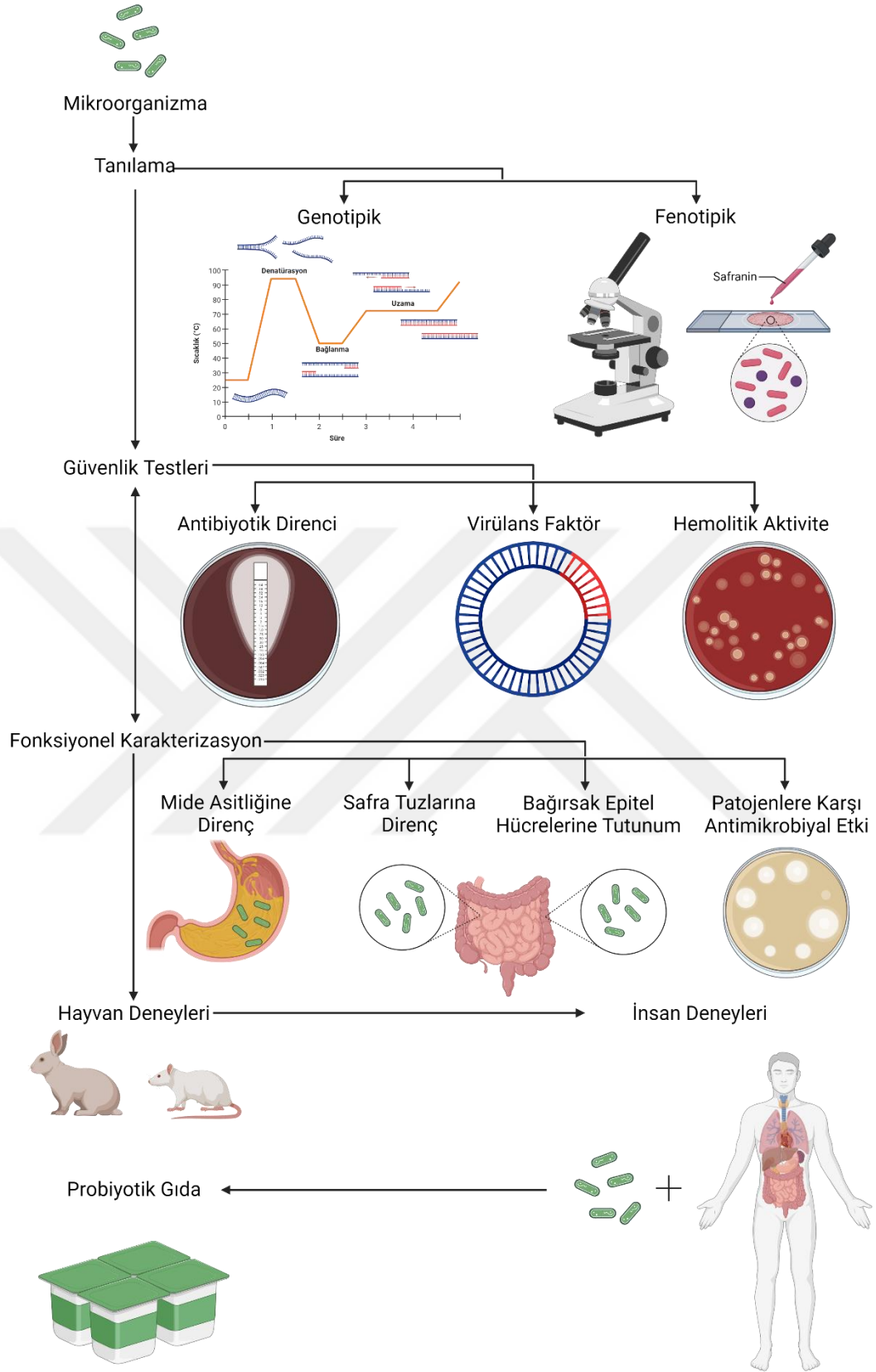
Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ile Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından hazırlanan ortak rapora göre, probiyotikler, yeterli miktarda vücuda alındıklarında konakçı organizma üzerinde sağlık yönünden yararlı etkilere sahip canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır (Anonymous 2002). Gıda takviyesi olarak birçok probiyotik ürün mevcuttur (Tablo 2). Öte yandan, çoğu probiyotik mikroorganizma geleneksel fermente gıdalar aracılığıyla da doğal olarak vücuda alınabilir. Probiyotik kaynağı fermente ürünler düşünüldüğünde ise süt ürünlerinin ön plana çıktığı görülmektedir. Fermente ürünlerin probiyotik kaynağı olmasının sebebi, üründe starter ve/veya yardımcı kültür olarak bulunan LAB'lardan kaynaklanmaktadır (Heller 2001; Parvez *et al.* 2006; Beena Divya *et al.* 2012).

Tablo 2. Dünya Üzerinde Üretilen Bazı Probiyotik Ürünlerin Listesi (Kaur and Das 2011)

Ürün İsmi	Ürün Çeşidi	Probiyotik Mikroorganizma	Üretici Firma/Ülke
Actimel	Yoğurt	<i>Lactocaseibacillus casei imunitass</i>	Danone/ Fransa
Activia	Kremalı Yoğurt	<i>Bifidus actiregularis</i>	Danone/ Fransa
Jovita probiotisch	Tahıllı ve Meyveli Yoğurt	Probiyotik kültür*	H&J Bruggen/Almanya
ProViva	Meyveli Yoğurt	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	Skånemejerier/İsveç
Rela	Yoğurt	<i>Limosilactobacillus reuteri</i>	Ingman Foods/Finlandiya
Revital active	Yoğurt	Probiyotik kültür*	Olma/Çek Cumhuriyeti
Yakult	Süt İçeceği	<i>Lactocaseibacillus casei Shirota</i>	Yakult/Japonya
Vitality	Yoğurt	Probiyotik kültür*	Müller/Almanya
Vifit	İçilebilir Yoğurt	<i>Lactobacillus sp.</i>	Campina/Hollanda
Snack fibra	Atıştırılmalık (Snacks)	Probiyotik Kültür*	Celigüets/İspanya

* Ürünlerde kullanılan probiyotik mikroorganizmalar belirtilmemiştir.

Herhangi bir mikroorganizmanın probiyotik olarak değerlendirilebilmesi için, FAO ve WHO tarafından hazırlanan ortak rapordaki kriterleri sağlaması hayati derecede önemlidir (Şekil 5). Bir mikroorganizmanın probiyotik olarak değerlendirilmesinde ilk kriter tanılamadır. Söz konusu rapora göre, probiyotiklik cins, tür ve suş çeşidi ile alakalı bir kavramdır. Fermente ürünlerde, her zaman olmamakla beraber, probiyotik olarak genellikle *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri kullanılmaktadır. Öte yandan, bunların dışındaki cinsler de probiyotik özellik gösterebilirler. Örneğin, *Enterococcus* türleri LAB'lar arasında yer almasına rağmen vankomisin başta olmak üzere bazı antibiyotiklere karşı dirençlilik durumlarından dolayı genel olarak probiyotik olarak değerlendirilmezler. Bunlara rağmen herhangi bir üründe *Enterococcus* türlerinden herhangi birisi probiyotik olarak kullanılacak ise, antibiyotik ve virülans faktör genleri bakımından test edilip, mikroorganizmanın güvenliği olduğu kanıtlanmalıdır. Bu sebeplerden dolayı probiyotik mikroorganizmalarda fenotipik ve genotipik tanılama oldukça önemli bir basamaktır.



Şekil 5. Mikroorganizmaların probiyotik özelliklerinin belirlenmesinde bazı önemli kriterler (Created with Biorender.com) (Anonymous 2002)

Mikroorganizmaların probiyotik özelliklerinin araştırılmasında güvenlik testleri ikinci kriter olarak belirlenmiştir. Aşağıda sıralanan güvenlik testleri *in vitro* olarak probiyotik

mikroorganizmalar üzerinde gerçekleştirilmeli ve tüketici üzerinde herhangi bir olumsuz etkiye sebep olmayacağı kanıtlanmalıdır:

- Antibiyotiklere karşı direnç
- Virülans faktör genlerinin varlığı
- Belirli metabolik aktivitelerin belirlenmesi (D-laktat üretimi, safra tuzu dekonjugasyonu vb.)
- İnsan sağlığı üzerinde oluşması muhtemel yan etkilerin değerlendirilmesi
- Hemolitik aktivite

Yukarıda bahsedilen güvenlik testleri ile paralel olarak probiyotik mikroorganizmaların fonksiyonel özelliklerinin de *in vitro* ve/veya hayvan deneyleri ile belirlenmesi gerekmektedir:

- Mide asitliğine tolerans
- Safra tuzlarına tolerans
- Bağırsak epitel hücrelerine bağlanma yeteneği
- Patojen mikroorganizmalara karşı antagonistik aktivite
- Patojenlerin yüzeylere bağlanma potansiyelini azaltma
- Safra tuzlarını hidrolize etme

Probiyotik mikroorganizmaların değerlendirilmesinde daha sonraki aşamalar, Faz 1, Faz 2 ve Faz 3 insan deneyleridir. Tüm bu aşamaların sonunda gerekli kriterleri sağlayan mikroorganizmalar probiyotik olarak değerlendirilip gıdalara eklenebilir (Anonymous 2002).

Fermente ürünler probiyotik mikroorganizmaların asıl kaynağı olmasından dolayı, bazı ürünlerdeki LAB'ların probiyotik özelliklerinin araştırılması üzerine birçok çalışma gerçekleştirilmiş ve bu çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Zhang *et al.* (2011) tarafından yapılan çalışmada, Çin bölgesinde geleneksel fermente bir ürün olan Yak sütünden izole edilen *Lactobacillus* türlerinin probiyotik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. 15 farklı Yak sütü örneğinden toplam 71 izolat (23 *L. plantarum*, 21 *L. acidophilus*, 12 *L. casei*, 7 *L. fermentum*, 3 *Lb. brevis*, 3 *Weissella minor* ve 2 *L. curvatus*) elde edilmiştir. Bu izolatlardan 14 tanesinin safra tuzları ve asidik ortama dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Öte yandan, izolatların hiçbirisinin biyojen amin oluşturmadığı ve hepsinin antimikrobiyal aktiviteye sahip oldukları tespit edilmiştir.

Wang *et al.* (2015) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise, Tibet kefir danesinden izole edilen *L. lactis* WH-C1 suşunun probiyotik özellikleri incelenmiştir. Söz konusu suş, 1, 2 ve 3 pH değerlerinde çok az, 4-12 pH değerlerine sahip ortamlarda ise çok iyi gelişim göstermiştir. WH-C1 suşunun % 0,05 ile 0,3 değerleri arasında değişen safra tuzlarına

da dirençli olduğu belirlenmiştir. Ek olarak, söz konusu izolataın kolesterolü % 31,23 oranında asimile ettiği tespit edilmiş ve gıdalarda potansiyel probiyotik olarak kullanılabilceği belirtilmiştir.

Konu ile ilgili başka bir çalışmada ise, fermente sütlerden izole edilen 181 *L. lactis* izolataından yüksek asit oluşturma yeteneğine sahip olan 39 tanesinin bazı probiyotik özellikleri incelenmiştir. Söz konusu izolataınlar üzerinde gerçekleştirilen antibiyotik direnci, enzimatik aktivite, hemolitik ve jelatinaz aktivitesi, asidik ortama ve safra tuzlarına direnç gibi probiyotik analizler sonucunda, 2 *L. lactis* suşunun potansiyel probiyotik adayı olabilecekleri tespit edilmiştir. Bu 2 izolataın düşük pH değerlerinde canlı kalma oranlarının % 51 ve 67, safra tuzlarına toleranslarının ise % 80'in üzerinde olduğu belirlenmiştir (Kondrotiene *et al.* 2020).

Oussaief *et al.* (2020), fermente deve sütünden izole edilen ve 16S-rRNA yöntemi ile *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*) (4), *E. faecium* (1), *L. lactis* (1), *Streptococcus pasteurianus* (4) ve *Streptococcus* sp. (2) şeklinde tanılanan 12 suşun probiyotik özelliklerini incelemişlerdir. Sonuçlar, simüle mide ortamına dayanım gösteren bu izolataınların; *E. coli*, *Salmonella* Typhi (*S. Typhi*), *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) ve *Bacillus cereus* patojenleri üzerine farklı oranlarda antimikrobiyal aktiviteye ve ko-aggregasyon yeteneğine sahip oldukları belirlenmiştir. Ek olarak, söz konusu izolataınların amoksisilin, ampisilin, rifampisin, tetrasiklin ve vankomisine karşı hassas, eritromisin ve kanamisine ise dirençli oldukları tespit edilmiştir.

Abudoleh *et al.* (2021) tarafından yapılan çalışmada, Ürdün bölgesine ait geleneksel fermente sebze ve süt ürünlerinden izole edilen 9 *Lactobacillus* türünün bazı probiyotik özellikleri incelenmiştir. *Lb. brevis* (5), *L. buchneri* (2) ve *L. fermentum* (2) olarak tanılanan izolataınların tamamının asidik ve alkali ortamlara direnç gösterdiği belirlenmiştir. Daha sonra uygulanan, % 0,3, 0,5, 1 ve 2 konsantrasyonlarda safra tuzlarına tolerans deneyinin sonuçları ise, 2 *Lb. brevis* ve 1 *L. buchneri* olmak üzere üç izolat haricindeki tüm suşların bu ortamlara dayanıklı olduğunu göstermiştir. Söz konusu çalışmada, izolataınların çoğunun probiyotik potansiyele sahip olduğu ve fermente ürünlerde kullanılabilceği kanısına varılmıştır.

Akmal *et al.* (2022) tarafından yapılan çalışmada ise, 50 farklı fermente turşu örneğinden elde edilen 36 izolattan morfolojik, biyokimyasal ve moleküler özelliklerine göre seçilen 9 suşun probiyotik özellikleri incelenmiştir. Mide ortamı ve safra tuzlarına farklı oranlarda dayanım gösteren bu izolataınların oto-aggregasyon ve hidrofobisite yüzdelerinin sırasıyla % 33,33-46,11 ve % 31,33-36,55 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, *L. paracasei* PCR 140 suşunun potansiyel probiyotik olabileceği, gıda ve tıp alanında kullanılabilceği vurgulanmıştır.

Ilyanie *et al.* (2022) tarafından yapılan çalışmada, Malezya bölgesine özgü “budu” ve “bosou” isimli fermente balık ürünlerinden izole edilen LAB’ların *in vitro* olarak probiyotik özellikleri incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, 42 izolattan 14 tanesinin 2,5 pH değerine sahip asidik ortamda % 90 oranında canlılığını sürdürdüğü belirlenmiştir. Asidik ortama direnç gösteren izolatlar daha sonraki analizlerde kullanılmış ve bu izolatların % 50’sinden fazlasının % 0,3 safra tuzu içeren ortamda canlılıklarını korudukları tespit edilmiştir. 16S-rRNA tanılama yöntemine göre *L. plantarum* ve *L. paracasei* olarak tanılanan 14 izolattın hemolitik aktiviteye sahip olmadıkları ve potansiyel probiyotikler olarak değerlendirilebilecekleri anlaşılmıştır.

Meena *et al.* (2022) ise Hindistan bölgesinde tüketilen geleneksel tahıl bazlı fermente ürünlerden (Makka ki Raab, Olia, Jalebi batter, Raabadi ve Kadhi) izole ettikleri LAB’ların probiyotik özelliklerini incelemiştir. İzole edilen toplam 70 izolattan Gram pozitif ve katalaz negatif özellik gösteren 50 tanesi üzerine gerçekleştirilen probiyotik testler (asidik ortam ve safra tuzları, fenol ve lizozim toleransı, antagonistik aktivite, yüzey tutunum özelliği) sonucunda, 6 izolattın potansiyel probiyotik olabileceği belirlenmiştir. Ek olarak, bu izolatlardan 2 tanesinin H₂O₂ ürettiği, 5 tanesinin ise safra tuzlarını hidrolize etme (BSH) yeteneğine sahip olduğu yazarlar tarafından ifade edilmiştir. Söz konusu çalışmada, izolatlar üzerinde gerçekleştirilen testler sonucunda, *Lactiplantibacillus plantarum* KMUDR7 suşunun en muhtemel probiyotik aday olabileceğine karar verilmiştir.

Fermente ürünlerde bulunan mikroorganizmaların probiyotik özelliklerinin incelendiği çalışmalardan bazıları yukarıda verilmiştir. Bunların dışında; geleneksel fermente kısrak sütü (Shi *et al.* 2012), Batı Afrika fermente darı hamuru (Owusu-Kwarteng *et al.* 2015), lor peyniri (Satapathy *et al.* 2016), fermente et ürünleri (Rzepkowska *et al.* 2017), Kıbrıs sofralık yeşil zeytini (Anagnostopoulos *et al.* 2018), fermente yulaf unu (Gupta and Bajaj 2018), Ezine peyniri (Tezel 2019), fermente sosis (Petrovic *et al.* 2020), bal (Lashani *et al.* 2020), Shidal (fermente balık ürünü) (Gupta *et al.* 2021), tulum peyniri (Ozkan *et al.* 2021), pineapple tepache (Meksika geleneksel fermente sebze ürünü) (Escobar-Ramirez *et al.* 2021) ve fermente ekşi pirinç (Nath *et al.* 2021) gibi gıdalardan izole edilen LAB’ların probiyotik özelliklerinin incelendiği ve bu ürünlerin potansiyel probiyotik LAB’ları içerdiğini belirten birçok çalışma mevcuttur.

Yoğurttan izole edilen LAB’ların probiyotik özelliklerinin incelendiği çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Issazadeh *et al.* (2013) tarafından yapılan çalışmada, İran bölgesinden elde edilen 50 geleneksel yoğurt örneğinden 17 muhtemel laktik basil izole edilmiştir. Bu izolatlardan 5

tanenin asidik ortama hassas, 8 tanenin orta, 4 tanenin ise dirençli olduğu belirlenmiştir. Asidik ortam ve safra tuzlarına tolerans deneyleri sonucunda, izolatlardan 4 tanenin muhtemel probiyotik adayı olabileceğine karar verilmiştir. Tanılama sonuçları söz konusu izolatların *L. acidophilus*, *L. plantarum*, *L. casei* ve *Lb. brevis* türlerine ait olduklarını göstermiştir.

Başka bir çalışmada ise, yoğurt örneklerinden izole edilen 170 LAB'ın probiyotik özellikleri incelenmiştir. Sonuçlar, izolatlardan 40 tanenin asidik ortama dirençli olduğunu göstermiştir. Öte yandan, söz konusu çalışmada, laktik basillerin laktik koklara oranla asidik ortama daha dirençli oldukları tespit edilmiştir. Ek olarak, asidik ortama dirençli izolatların 29 tanenin simüle mide ortamını tolere edebildiği belirlenmiştir (Okuklu 2014).

Mohamud *et al.* (2014) Bangladeş bölgesindeki yoğurt örneklerinden izole edilen *L. delbrueckii* ve *L. plantarum* türlerinin probiyotik özelliklerini incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre, izolatların % 3-6 tuz konsantrasyonlarında iyi geliştikleri, % 3 safra tuzu konsantrasyonunu tolere edebildikleri ve çalışmada kullanılan tüm patojenlere (*E. coli*, *Streptococcus* Group-B, *S. aureus*, *Haemophilus influenza* ve *Klebsiella pneumonia*) karşı antagonistik aktiviteye sahip olduklarını göstermiştir. Ek olarak, *L. delbrueckii* suşunun çalışmada kullanılan 21 antibiyotikten 17 tanesine, *L. plantarum*'un ise 4 tanesine dirençli olduğu tespit edilmiştir.

Foroutan *et al.* (2017) tarafından yapılan çalışmada, yoğurttan izole edilen *L. casei* PM01 suşunun probiyotik özellikleri incelenerek, aljinat kapsül ile kaplama uygulamasının bu özellikler üzerine etkileri incelenmiştir. Sonuçlar, söz konusu izolatın 2,5, 3 ve 4 pH, % 0,3 ve 0,7 safra içeren ortamlarda canlı kalabildiğini göstermiştir. Ek olarak, enkapsülasyon uygulamasının bu izolatın asidik ortam ve safra tuzlarına tolerans kabiliyetini artırdığı belirlenmiştir.

Kamal *et al.* (2017) yaptıkları çalışmada, yoğurt, peynir ve kümes hayvanlarının feçeslerinden izole ettikleri 33 LAB'ın *in vitro* olarak asidik ortam ve safra tuzlarına karşı toleranslarını incelemiştir. Yapılan analizler sonucunda, 13 izolatın muhtemel probiyotik olabileceğine karar verilmiştir. Ancak söz konusu muhtemel probiyotik izolatlar arasında yoğurt bakterilerinin olmadığı görülmektedir.

Zoumpopoulou *et al.* (2018) tarafından yapılan çalışmada, yoğurdun da aralarında bulunduğu geleneksel fermente süt ürünlerinden izole edilen 106 LAB'ın (7 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, 1 *L. delbrueckii* subsp. *delbrueckii*, 2 *L. delbrueckii* subsp. *lactis*, 4 *L. gasseri*, 9 *L. paracasei*, 30 *L. plantarum*, 24 *L. lactis* subsp. *lactis*, 4 *S. macedonicus* ve 25 *S. thermophilus*) probiyotik özellikleri incelenmiştir. İzolatlar üzerinde gerçekleştirilen mide ve safra ortamlarına tolerans deneylerinden elde edilen sonuçlar, laktik basillerin laktik koklara

göre mide ortamına daha dayanıklı olduğunu ve toplam 20 izolatın (2 *L. gasseri*, 4 *L. paracasei*, 9 *L. plantarum*, 2 *L. lactis* subsp. *lactis* ve 3 *S. thermophilus*) muhtemel probiyotik olarak değerlendirilebileceğini göstermiştir.

Fırat (2019) 55 geleneksel yoğurt örneğinden izole ettiği 43 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve 57 *S. thermophilus* suşunun simüle mide ortamı ve safra tuzlarına toleranslarını incelemiştir. Elde edilen sonuçlar, 17 izolatın (13 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve 4 *S. thermophilus*) mide ortamına, 39'unun (22 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve 17 *S. thermophilus* suşunun) ise safra tuzlarını tolere edebildiğini göstermiştir.

Konu ile ilgili yapılan başka bir çalışmada ise, geleneksel ve ticari yoğurt, bebek feçesi, sosis, turşu, inek sütü, ekşi süt ve anne sütü gibi materyallerden izole edilen 14 LAB'm probiyotik özellikleri incelenmiştir. Suşlar üzerine gerçekleştirilen asidik ortama ve safra tuzlarına direnç deneyleri sonucunda, bu ortamlara tolerans gösterebilen 5 izolat daha sonraki analizler için seçilmiştir. Söz konusu çalışma incelendiğinde, potansiyel probiyotik oldukları düşünülen izolatlar arasında yoğurt bakterilerinin olmadığı görülmektedir (Shaheen *et al.* 2019).

Wu *et al.* (2021) tarafından yapılan çalışmada ise, kimchi, yoğurt ve bebek feçesi gibi kaynaklardan izole edilen 18 LAB'm probiyotik özellikleri incelenmiştir. Söz konusu çalışma incelendiğinde, yoğurt kaynaklı sadece 2 izolatın (*L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *L. casei*) incelendiği görülmektedir. Sonuçlar, bu yoğurt izolatlarının 2, 3 ve 4 pH değerlerinde canlılıklarını koruyabilmişken, % 0,3 safra konsantrasyonunda canlı kalamadıklarını göstermiştir.

Aktaş *et al.* (2022) geleneksel ve endüstriyel yoğurt örneklerinden izole edilen 198 LAB'm probiyotik özelliklerini incelemiştir. İzolatlar üzerinde gerçekleştirilen, mide ortamına ve safra tuzlarına tolerans deneylerine göre 20 suşun potansiyel probiyotik aday olabileceği kanısına varılmıştır.

Yukarıda bahsedilen çalışmalar da göz önünde bulundurulduğunda, yoğurt üretiminde starter kültür olarak kullanılan *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* bakterileri probiyotik özellikleri bakımından çok fazla ön plana çıkmadıkları görülmektedir. Başka bir ifade ile yoğurt, probiyotik mikroorganizma bakımından zengin bir ürün değildir (Rosburg *et al.* 2010; Sarkar 2019). Bu sebeple, beslenme açısından oldukça büyük öneme sahip bir fermente süt ürünü olan yoğurda, sağlık üzerine etkilerinin artırılması amacı ile dışarıdan *L. acidophilus* (Shah *et al.* 1995; Vinderola *et al.* 2000; Talwalkar *et al.* 2004; Kailasapathy 2006; Donkor *et al.* 2007b), *B. bifidum* (Shah *et al.* 1995; Vinderola *et al.* 2000), *B. lactic* (Kailasapathy 2006), *B. infantis* (Talwalkar *et al.* 2004), *L. casei* (Donkor *et al.* 2007b; Heydari

et al. 2021) ve *L. paracasei* (Li *et al.* 2022) gibi probiyotikler ilave edilerek gerçekleştirilen birçok çalışma mevcuttur.



MATERYAL VE METOT

Materyal

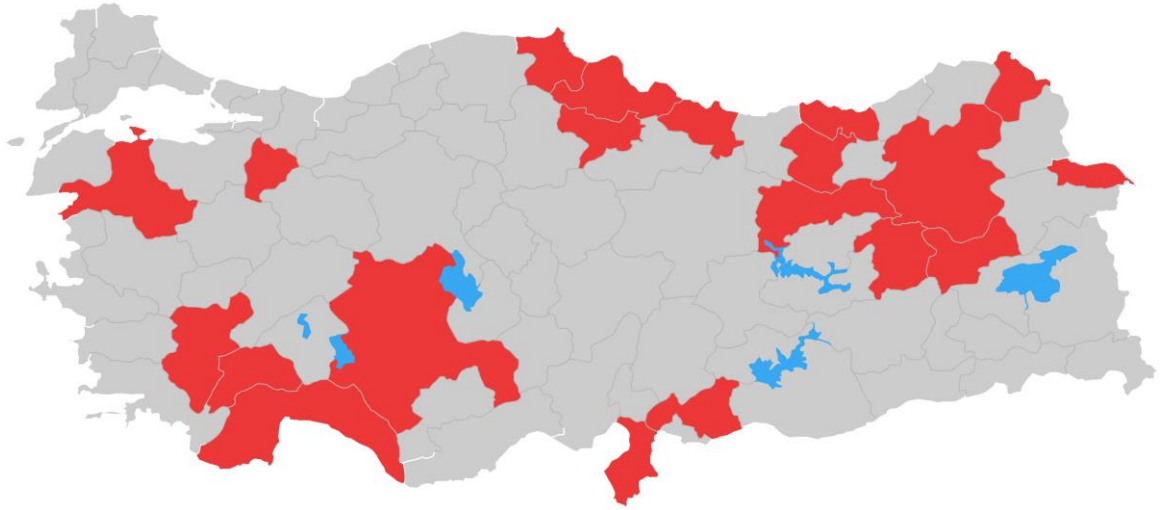
Bu çalışmada, Türkiye'nin 20 farklı ilinden (Amasya, Antalya, Ardahan, Balıkesir, Bilecik, Bingöl, Burdur, Denizli, Erzurum, Erzincan, Gaziantep, Gümüşhane, Hatay, Iğdır, Konya, Muş, Ordu, Samsun, Sinop ve Trabzon) 82 geleneksel ve 37 endüstriyel olmak üzere toplam 119 yoğurt örneği toplanmıştır. Yoğurt örneklerinin elde edildikleri kaynak ve üretim şekilleri Tablo 3 ve 4'te, örneklerin Türkiye haritasındaki dağılımı ise Şekil 6'de verilmiştir. Örnekler, elde edilme ve laboratuvara getirilme aşamalarında soğuk zincir şartlarında (4 °C) muhafaza edilmiştir. Laboratuvara getirilen örneklerin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal analizleri aynı gün içerisinde gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3. Çalışma Kapsamında Kullanılan Geleneksel Yoğurt Örnekleri, Üretim Yerleri ve Üretim Şekilleri

Örnek No	Üretim Yeri	Üretim Şekli	Örnek No	Üretim Yeri	Üretim Şekli	Örnek No	Üretim Yeri	Üretim Şekli
1	Erzurum	Geleneksel	29	Muş	Geleneksel	57	Balıkesir	Geleneksel
2	Erzurum	Geleneksel	30	Muş	Geleneksel	58	Balıkesir	Geleneksel
3	Erzurum	Geleneksel	31	Ardahan	Geleneksel	59	Hatay	Geleneksel
4	Erzurum	Geleneksel	32	Ardahan	Geleneksel	60	Hatay	Geleneksel
5	Erzurum	Geleneksel	33	Ardahan	Geleneksel	61	Hatay	Geleneksel
6	Erzurum	Geleneksel	34	Erzincan	Geleneksel	62	Hatay	Geleneksel
7	Gümüşhane	Geleneksel	35	Erzincan	Geleneksel	63	Burdur	Geleneksel
8	Gümüşhane	Geleneksel	36	Erzincan	Geleneksel	64	Burdur	Geleneksel
9	Gümüşhane	Geleneksel	37	Erzincan	Geleneksel	65	Burdur	Geleneksel
10	Gümüşhane	Geleneksel	38	Trabzon	Geleneksel	66	Antalya	Geleneksel
11	Gümüşhane	Geleneksel	39	Trabzon	Geleneksel	67	Antalya	Geleneksel
12	Gümüşhane	Geleneksel	40	Trabzon	Geleneksel	68	Antalya	Geleneksel
13	Gümüşhane	Geleneksel	41	Trabzon	Geleneksel	69	Antalya	Geleneksel
14	Samsun	Geleneksel	42	Amasya	Geleneksel	70	Antalya	Geleneksel
15	Samsun	Geleneksel	43	Amasya	Geleneksel	71	Sinop	Geleneksel
16	Samsun	Geleneksel	44	Amasya	Geleneksel	72	Sinop	Geleneksel
17	Samsun	Geleneksel	45	Amasya	Geleneksel	73	Sinop	Geleneksel
18	Samsun	Geleneksel	46	Ordu	Geleneksel	74	Sinop	Geleneksel
19	Iğdır	Geleneksel	47	Ordu	Geleneksel	75	Gaziantep	Geleneksel
20	Iğdır	Geleneksel	48	Ordu	Geleneksel	76	Gaziantep	Geleneksel
21	Iğdır	Geleneksel	49	Ordu	Geleneksel	77	Gaziantep	Geleneksel
22	Bingöl	Geleneksel	50	Ordu	Geleneksel	78	Denizli	Geleneksel
23	Bingöl	Geleneksel	51	Bilecik	Geleneksel	79	Denizli	Geleneksel
24	Bingöl	Geleneksel	52	Konya	Geleneksel	80	Denizli	Geleneksel
25	Bingöl	Geleneksel	53	Konya	Geleneksel	81	Denizli	Geleneksel
26	Bingöl	Geleneksel	54	Konya	Geleneksel	82	Erzurum	Geleneksel
27	Bingöl	Geleneksel	55	Balıkesir	Geleneksel			
28	Muş	Geleneksel	56	Balıkesir	Geleneksel			

Tablo 4. Çalışma Kapsamında Kullanılan Endüstriyel Yoğurt Örnekleri, Üretim Yerleri ve Üretim Şekilleri

Örnek No	Üretim Yeri	Üretim Şekli	Örnek No	Üretim Yeri	Üretim Şekli	Örnek No	Üretim Yeri	Üretim Şekli
101	Trabzon	Endüstriyel	114	Hatay	Endüstriyel	127	Ulusal	Endüstriyel
102	Iğdır	Endüstriyel	115	Hatay	Endüstriyel	128	Ulusal	Endüstriyel
103	Iğdır	Endüstriyel	116	Hatay	Endüstriyel	129	Ulusal	Endüstriyel
104	Bingöl	Endüstriyel	117	Burdur	Endüstriyel	130	Ulusal	Endüstriyel
105	Bingöl	Endüstriyel	118	Burdur	Endüstriyel	131	Ulusal	Endüstriyel
106	Muş	Endüstriyel	119	Gaziantep	Endüstriyel	132	Ulusal	Endüstriyel
107	Muş	Endüstriyel	120	Gaziantep	Endüstriyel	133	Erzurum	Endüstriyel
108	Trabzon	Endüstriyel	121	Gaziantep	Endüstriyel	134	Erzurum	Endüstriyel
109	Bilecik	Endüstriyel	122	Denizli	Endüstriyel	135	Ulusal	Endüstriyel
110	Konya	Endüstriyel	123	Erzurum	Endüstriyel	136	Ulusal	Endüstriyel
111	Konya	Endüstriyel	124	Erzurum	Endüstriyel	137	Ulusal	Endüstriyel
112	Hatay	Endüstriyel	125	Erzurum	Endüstriyel			
113	Hatay	Endüstriyel	126	Ulusal	Endüstriyel			



Şekil 6. Çalışma kapsamında toplanan yoğurt örneklerinin Türkiye haritası üzerinde dağılımları

Metot

Bu çalışmada, Türkiye'nin 20 farklı ilinden toplanan 119 yoğurt örneğinin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir. Bu örneklerden izole edilen yoğurt bakterilerinin moleküler tanımlanması gerçekleştirilmiş, probiyotik ve teknolojik özellikleri belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre belirlenen izolatlarla probiyotik, geleneksel ve EPS-yoğurt özelliklerde yoğurt üretimi gerçekleştirilmiş ve bu yoğurtların 28 günlük depolama boyunca bazı özellikleri araştırılmıştır.

Mikrobiyolojik analizler

119 yoğurt örneğinin mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi amacı ile laktik basil, laktik kok, maya-küf ve koliform grubu mikroorganizmaların sayımı gerçekleştirilmiştir. Mikrobiyolojik analizler için yoğurt numunelerinden 10 g tartılarak üzerine 90 mL steril Ringer solüsyonu (Merck) ilave edilmiş ve stomacher (Mayo) ile homojenize edilmiştir. Seri dilüsyon yöntemi kullanılarak mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir (Harrigan 1998).

Laktik basil sayımı

Yoğurt örneklerinin laktik basil sayılarının belirlenmesi amacı ile De Man, Rogosa and Sharpe Agar (MRS, Merck) kullanılmıştır. Yayma plak yönteminin kullanıldığı bu analizde, petri kutuları mikrobiyal gelişim için 37 °C'de 48-72 saat Anaerocult A (Merck) kullanılarak jar (Merck) içerisinde anaerobik şartlarda inkübe edilmiştir (Ashraf and Shah 2011).

Laktik kok sayımı

Örneklerin laktik kok içeriklerinin tespiti için M17 agar (Merck) ve yayma plak yöntemi kullanılmıştır. İnkübasyon için petri plakları 37 °C'de 24 saat aerobik ortamda bekletilmiştir (Ashraf and Shah 2011).

Maya-küf sayımı

Yoğurt numunelerinin maya-küf içerikleri Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar (DRBC, Merck) kullanılarak belirlenmiştir. Yayma plak yöntemi ile gerçekleştirilen ekim sonrasında mikrobiyal gelişim için petri plakları 25 °C'de 7 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda maya ve küf sayımları ayrı olarak gerçekleştirilmiştir (Anonymous 2008).

Koliform grubu mikroorganizmaların sayımı

Koliform grubu mikroorganizmaların tespiti için Violet Red Bile Agar (VRBA, Merck) kullanılmıştır. Dökme plak yöntemi ile petri plaklarına çift kat döküm yapıldıktan sonra inkübasyon 37 °C'de 24 saat olarak gerçekleştirilmiştir. İnkübasyon sonunda tipik üreme gösteren koloniler belirlenerek koliform grubu mikroorganizmaların sayımı gerçekleştirilmiştir (Anonymous 2006).

Fizikokimyasal analizler

pH

pH, yoğurtlarda mikrobiyal çeşitlilik ve raf ömrünü belirleyen en önemli faktörlerden bir tanesidir. Geleneksel ve endüstriyel yoğurt örneklerinin pH değerleri pH-metre (Hanna

pH-211) ile belirlenmiştir. Analizde kullanılan pH-metre her kullanımdan önce sırasıyla 4,00 ve 7,00 bufferları kullanılarak kalibre edilmiş ve daha sonra ölçümler gerçekleştirilmiştir (Savello *et al.* 1989).

% Asitlik tayini

Yoğurtlarda önemli bir diğer özellik ise % asitliktir. Bu çalışmada kullanılan yoğurt örneklerinin % asitlikleri titrasyon yöntemi ile belirlenmiştir. Bu amaçla, yoğurt örneklerinden yaklaşık 10 g tartılarak üzerine birkaç damla % 1'lik fenolftaleyn indikatörü damlatılmış ve 0,1 N NaOH (Merck) çözeltisi ile açık pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Arzu edilen renk dönüşümü sağlandığında analiz sonlandırılmış ve harcanan NaOH çözeltisi miktarı aşağıdaki formülde yerine yazılarak yoğurtların % asitlik değerleri hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2010).

$$\% \text{ Asitlik} = \left(\frac{V \times 0,009}{m} \right) \times 100$$

V: % asitlik tayininde harcanan 0,1 N NaOH miktarı (mL)

m: % asitlik tayininde kullanılan yoğurt miktarı (g)

Muhtemel laktik asit bakterilerinin izolasyonu

Yoğurt örneklerinden muhtemel LAB'ların izolasyonu için inkübasyon sonrasında MRS ve M17 agarlar üzerinde gelişim gösteren kolonilerden farklı dilüsyonlardan ve farklı morfolojik özellik gösteren koloniler seçilmiştir. İzole edilen muhtemel yoğurt bakterileri MRS veya M17 agarda tek koloni düşürme yöntemi kullanılarak saflaştırılmıştır. Saflaştırılan yoğurt bakterileri daha sonraki analizler için % 40 gliserol çözeltisi içerisinde -80 °C'de muhafaza edilmiştir.

İzole edilen muhtemel laktik asit bakterilerinin ön değerlendirilmesi

Yoğurt örneklerinden izole edilen muhtemel LAB'ların ön değerlendirilmesi için Gram boyama, katalaz testi ve mikroskopik özellikleri incelenmiştir.

Gram boyama

İzole edilen muhtemel LAB'ların Gram özellikleri boyama yöntemi ile belirlenmiştir (Sert 2000). MRS veya M17 agar üzerinde geliştirilen izolatlar ilk olarak lam üzerinde sabitlenmesi amacıyla fikse edilmişlerdir. Ardından, izolatlar sırasıyla kristal viyole, lugol çözeltisi, etil alkol, karbol fuksin çözeltileri ile Gram boyama setinde (Merck) belirtilen prosedüre göre muamele edilmişlerdir. İşlem sonunda mikroskop altında kırmızı renkte görülen

izolatlar Gram negatif, mavi renkte görülenler ise Gram pozitif olarak değerlendirilmiştir. Yoğurt bakterilerinin seçiminde Gram pozitif özellik gösteren izolatlar seçilmiştir.

Katalaz testi

Yoğurt örneklerinden izole edilen muhtemel LAB'ların katalaz özellikleri % 3'lük H₂O₂ çözeltisi ile belirlenmiştir. Lam üzerine plastik steril öze ile alınan kolonilerin üzerine birkaç damla H₂O₂ çözeltisi damlatılarak gaz oluşumu gözlemlenmiştir. Katalaz pozitif özellik gösteren izolatlar H₂O₂'yi H₂O ve O₂'ye parlayacağından dolayı, işlem sonunda gaz oluşturan izolatlar katalaz pozitif, oluşturmayanlar ise katalaz negatif olarak değerlendirilmiştir. Yoğurt bakterilerinin seçiminde katalaz negatif özellik gösteren izolatlar seçilmiştir (Harrigan 1998).

Muhtemel laktik asit bakterilerinin mikroskopik özelliklerinin incelenmesi

Örneklerden izole edilen muhtemel yoğurt bakterilerinin mikroskopik özellikleri incelenmiştir. % 40'luk gliserol çözeltisinde -80 °C'de muhafaza edilen izolatlar MRS veya M17 agar üzerine çizilmiştir. Uygun şartlarda gerçekleştirilen inkübasyon sonunda, izolatların mikroskopik özellikleri değerlendirilirken, laktik basiller için uzun çubuk (tipik basil), laktik koklar için zincir (streptokok) şeklindeki izolatlar seçilmiştir (Carr *et al.* 2002). Aynı işlem izolasyon aşamasında da gerçekleştirilmiştir.

Laktik asit bakterilerinin moleküler tanısı

Yoğurt örneklerinden izole edilen muhtemel LAB'lar moleküler olarak tanılanmıştır. İlk olarak (GTG)₅ primerleri kullanılarak izolatlar gruplandırılmıştır. Daha sonra her gruptan temsili bir izolatın 16S-rRNA bölgesi çoğaltılarak sekans işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlem sonucunda belirlenen sonuçların doğruluğunu teyit etmek için grup temsilcisi izolatlar üzerinde *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* türlerine spesifik primerlerle ayrı bir PCR işlemi daha gerçekleştirilmiştir.

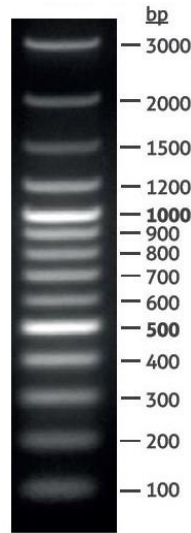
DNA izolasyonu

-80 °C'de % 40'luk gliserol çözeltisi içerisinde muhafaza edilen izolatlar MRS veya M17 agarda tekrar canlandırılmıştır. Tekrar canlandırılan izolatlar steril saf su içerisinde süspanse edilmiştir. Bu süspansiyondan 100 µL alınarak üzerine 500 µL steril saf su eklenmiştir. Karışım 5000 × g'de 3 dk santrifüj edildikten sonra fosfat tamponu ile yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, bakteri üzerine 0,5 mL 6 M üre ve 0,1 mL % 10 SDS ilave edilmiştir. Karışım 95 °C'de 5 dk bekletilmiş ve 8000 × g'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Pellet üzerine 0,1 mL 0,2 N NaOH eklenmiş ve 37°C'de 10 d bekletildikten sonra 3000 × g'de 3 dk santrifüj edilmiştir. Daha sonra, pellet üzerine absolute alkol ilave edilmiş ve -20 °C'de 2

saat bekletilmiştir. $13200 \times g$ 'de 15 dk santrifüj işleminden sonra elde edilen pellet oda sıcaklığında kurutulmuş ve üzerine 20 μ L Tris-EDTA ilave edilmiştir. İşlem sonunda template DNA, PCR işlemine hazır hale getirilmiştir (Singh and Ramesh 2009).

Laktik asit bakterilerinin (GTG)₅-Rep-PCR ile gruplandırılması

İzolatların moleküler olarak gruplandırılması için repetitive element sequence-based PCR (rep-PCR) metodu uygulanmıştır. Bu amaçla (GTG)₅ primeri kullanılmıştır (Tablo 5). İzolatların gruplandırılması için uygulanan bu analizde, PCR karışımının hacmi 50 μ L olarak hazırlanmıştır. Bu amaçla PCR tüpleri içerisine 25 μ L master mix (2 \times PCR Master Mix, EcoTaq), 1 μ L template DNA, 2 μ L primer ve 22 μ L PCR-grade H₂O eklenmiştir. PCR işleminde uygulanan süre ve sıcaklık döngüsü; 98 °C'de 30 sn'lik ilk denatürasyon, 35 siklus için; 94 °C'de 10 sn (denatürasyon), 54 °C'de 15 sn (bağlanma), 72 °C'de 90 sn (uzama) olarak uygulanmıştır. İşleminin sonunda son uzama olarak PCR ürünü 72 °C'de 1 dk süre ile bekletilmiştir. PCR işleminin ardından ürünler % 0,005 etidyum bromür (EtBr) içeren % 1,5'lik agaroz (Sigma Aldrich) jele 15 μ L hacminde yüklenmiştir. PCR ürünleri 8 saat boyunca 35 V akımda yürütülmüş ve yürütme sonunda UV ışık altında izolatların DNA parmak izleri kaydedilmiştir. Daha sonra aynı DNA parmak izine sahip izolatlar belirlenerek, yoğurt bakterileri gruplara ayrılmıştır (Dertli *et al.* 2016). PCR temelli moleküler analizlerin tümünde DNA fragmentlerini boyutlandırmak amacı ile 100-3000 bp uzunluğunda Hydra 100bp DNA Ladder kullanılmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. DNA fragmentlerini boyutlandırmak amacıyla kullanılan Hydra 100 bp DNA Ladder

Laktik asit bakterilerinin 16S-rRNA PCR ile tanınması

(GTG)₅-Rep-PCR ile oluşturulan her gruptan en az bir izolat kullanılarak moleküler tanılama gerçekleştirilmiştir. Grup temsilcisi izolatların genetik olarak tanınmasında 16S-rRNA PCR metodu ve 27F ile 1541R primerleri (Tablo 5) kullanılmıştır. İzolatlardan DNA

izolasyonu “DNA izolasyonu” başlığı altında belirtilen prosedüre göre gerçekleştirilmiştir. DNA izolasyonu sonrası 50 µL hacimde PCR karışımı hazırlanmıştır. PCR tüplerine 25 µL master mix (2× PCR Master Mix, EcoTaq), 1 µL template DNA, 2 µL 27F ve 2 µL 1541R primeri ve 20 µL PCR-grade H₂O eklenmiştir. PCR işleminde uygulanan süre ve sıcaklık döngüsü; 98 °C’de 30 sn’lik ilk denatürasyon, 35 siklus için; 94 °C’de 10 sn (denatürasyon), 57 °C’de 15 sn (bağlanma), 72 °C’de 90 sn (uzama) şeklinde uygulanmıştır. İşleminin sonunda son uzama olarak PCR ürünü 72 °C’de 1 dk süre ile bekletilmiştir. Ardından PCR ürünlerinin görüntülenmesi amacıyla ampikonlar % 0,005 EtBr içeren % 1,5’luk agaroz (Sigma Aldrich) jele 15 µL hacminde yüklenmiş ve 100 V akımda 3 saat yürütülmüştür. Yürütülen bu jel UV ışık altında görüntülenmiş ve 16S-rRNA geninin varlığı teyit edilmiştir. İzolatların moleküler tanımlanması için ABI 3130 XI genetic analyzer (Applied Biosystems, Foster City, CA) cihazında sekanslama işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen DNA sekans dizileri, Nation Center for Biotechnology Information (NCBI) veri tabanında bulunan BLAST programı ile değerlendirilmiştir (Kathleen *et al.* 2014).

Laktik asit bakterilerinin türe spesifik primerlerle tanınması

16S-rRNA PCR ile gerçekleştirilen tanılama işleminin doğruluğunun teyit edilmesi amacıyla (GTG)₅-Rep-PCR ile oluşturulan grupların temsilcileri üzerinde türe spesifik primerler ile ayrı bir PCR işlemi daha gerçekleştirilmiştir. Bu analizde, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatları için delF188 ve delR1042, *S. thermophilus* izolatları için ise P1 ve P2 primerleri kullanılmıştır (Tablo 5). DNA izolasyonu için “DNA izolasyonu” başlığı altında belirtilen metot kullanılmıştır. PCR karışımı “Laktik asit bakterilerinin 16S-rRNA PCR ile tanımlanması” başlığı altında belirtilen miktarlarda hazırlanmıştır. Söz konusu analizde delF188 ve delR1042 primerleri için 59, P1 ve P2 primerleri için ise 49 °C’lik bağlanma sıcaklığı uygulanmıştır. Ardından, PCR ürünleri % 0,005 EtBr içeren % 1,5’luk agaroz (Sigma Aldrich) jelde 100 V akımda 3 saat yürütülmüş ve UV ışık altında görüntülenmiştir (Kayacan Çakmakoglu *et al.* 2022).

Tablo 5. Çalışmada Kullanılan Primerler ve Bazı Özellikleri

Kullanım Amacı	Primer	Dizilim (5'-3')	Hedef Gen	Amplikon uzunluğu (bp)	Bağlanma Sıcaklığı (°C)	Kaynak
Rep-PCR	(GTG) ₅	GTGGTGGTGGTGGTG	-	Değişken	54	Dertli <i>et al.</i> (2016)
16S-rRNA PCR	27F	AGAGTTTGATCCTGGCTCAG	16S-rRNA	1514	57	Kathleen <i>et al.</i> (2014)
	1541R	AAGGAGGTGATCCAGCCGCA				
Türe spesifik primerler	delF188	CAACATGAGTCGCATGATTCAAG	16S-rRNA	854	59	Kayacan Çakmakoğlu <i>et al.</i> (2022)
	delR1042	GGAACCACCTCTCTCTAGCTGTAG				
	P1	CACTATGCTCAGAATACA	lacZ	967	49	
	P2	CGAACAGCATTGATGTTA				
EPS üretimi	epsA	F: TAGTGACAACGGTTGTACTG	epsA	800	52	Palomba <i>et al.</i> (2012); Dertli <i>et al.</i> (2016)
		R: GATCATTATGGACTGTCAC				
	epsB	F: CGTACGATTCGTACGACCAT	epsB	1150	57	
		R: TGACCAGTGACACTTGAAGC				
epsD/E	F: TCATTTTATTCGTAAAACCTCAATTGAYGARYTNCC	p-gtf	189	60		
	R: AATATTATTACGACCTSWNAYYTGCCA					
gtf	F: GAYAAWWSIAAYCCIRYIGTIC	gtf	660	54		
Virülans faktör genleri	cylA	F: TGGATGATAGTGATAGGAAGT	cylA	517	57	Padilla and Lobos (2013)
		R: TCTACAGTAAATCTTTCGTCA				
	HYLn	F: ACAGAAGAGCTGCAGGAAATG	hyl	276	56	Vankerckhoven <i>et al.</i> (2004)
		R: GACTGACGTCCAAGTTTCCAA				
ASA1	F: GCACGCTATTACGAACATGA	asa	375	56		
	R: AAGAAAGAACATCACCACGA					
ACE	F: GAATTGAGCAAAAAGTTCAATCG	ace	1008	55	Martín-Platero <i>et al.</i> (2009)	
		R: GTCTGTCTTTTCACTTGTTTC				

Laktik asit bakterilerinin probiyotik özelliklerinin belirlenmesi

Yoğurt örneklerinden izole edilen LAB'ların probiyotik özelliklerinin incelenmesi amacıyla, izolatların; safra tuzları ve simüle mide ortamına tolerans, bazı patojenlere karşı antagonistik aktivite, antibiyotik direnci, virülans faktör genlerin tespiti, oto ve ko-aggregasyon, hidrofobisite, kolesterol asimilasyonu, safra tuzlarını hidrolize etme, hemolitik ve DNase aktiviteleri gibi özellikleri incelenmiştir.

Safra tuzları ve simüle mide ortamına tolerans

Safra tuzlarına toleransın belirlenmesi amacı ile -80 °C'de muhafaza edilen izolatlar, MRS veya M17 agara çizilerek yeniden canlandırılmışlardır. Bu taze kültürler tamponlanmış fosfat tabletleri (Merck) kullanılarak hazırlanan fosfat tamponlu tuz çözeltisi (PBS, pH 7,2) içerisinde 10^8 kob/mL konsantrasyonda süspansiyon edilmişlerdir. İzolatların safra tuzlarına toleranslarının tespit edilmesi amacıyla % 0,3; 0,5 ve 1 oranlarında safra tuzu (Merck) içeren MRS veya M17 sıvı besiyerleri kullanılmıştır. Bakteri süspansiyonları sıvı besiyerlerine % 10 oranında inoküle edilerek 37 °C'de 24 saat inkübe edilmişlerdir. 96-kuyulu plaka içerisinde gerçekleştirilen bu analizde, inkübasyon sonrası mikrobiyal gelişim spektrofometrik olarak belirlenmiştir. Okumalar plate reader cihazı (Epoch, BioTek) ile 600 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Pozitif kontrol olarak safra tuzu içermeyen sıvı besiyerlerinde gelişen izolatın absorbanansı, negatif kontrol olarak ise içerisine herhangi bir bakteri inoküle edilmemiş sıvı besiyeri kullanılmıştır. Ayrıca çalışmada kullanılan izolatların safra tuzlarına toleranslarının karşılaştırılması amacı ile aynı işlemler *L. casei* ATCC 393 suşu üzerinde de gerçekleştirilmiştir. Okumalar sonucu elde edilen absorbanans değerleri aşağıdaki formül kullanılarak izolatların safra tuzlarına toleransları tespit edilmiştir (Salehizadeh *et al.* 2020).

$$C = \left[1 - \left(\frac{\Delta(T_{24}-T_0 \text{ Kontrol}) - \Delta(T_{24}-T_0 \text{ Uygulama})}{\Delta(T_{24}-T_0 \text{ Kontrol})} \right) \right] \times 100$$

C : Safra tuzlarına tolerans

$\Delta(T_{24}-T_0 \text{ Kontrol})$: İzolatın pozitif kontrolü ile negatif kontrolünden elde edilen absorbanans değerlerinin farkı

$\Delta(T_{24}-T_0 \text{ Uygulama})$: İzolatın safra içeren sıvı besiyerinden ve negatif kontrolünden elde edilen absorbanans değerlerinin farkı

Simüle mide ortamına tolerans analizinde, taze kültürler PBS içerisinde süspansiyon edilmişlerdir. Simüle mide ortamı için % 0,3 pepsin, % 0,5 NaCl içeren ve pH'sı 0,1 N HCl (Merck) ile 3'e ayarlanmış PBS kullanılmıştır. Bakteri süspansiyonlarından simüle mide ortamına % 10 oranında inoküle edilmiş ve 37 °C'de 3 saat bekletilmiştir. Bu bekleme sırasında simüle mide ortamından 2 ve 3. saatlerde seri dilüsyon yöntemi ile MRS veya M17 agara

mikrobiyolojik ekimler gerçekleştirilmiştir. Simüle mide ortamına tolerans deneyinde pozitif kontrol olarak *L. casei* ATCC 393 suşu kullanılmıştır. Elde edilen sayım sonuçları aşağıdaki formülde kullanılarak izolatların simüle mide ortamına toleransları belirlenmiştir (Fang *et al.* 2013; Talebi *et al.* 2018).

$$P = \left(\frac{\log NT}{\log N0} \right) \times 100$$

P : Simüle mide ortamında canlılık

NT : Simüle mide ortamında bekletilen izolatın 2 veya 3. saatteki canlılığı

N0 : Simüle mide ortamında bekletilen izolatın 0. saatteki canlılığı

Bazı patojenlere karşı antagonistik aktivite ve kaynağının belirlenmesi

Çalışmada, yoğurt izolatlarının *E. coli* BC12, *P. aeruginos* ATCC 9027, *S. Typhimurium* RSHMB 95091, *S. aureus* ATCC 29213 ve *L. monocytogenes* ATCC 7644 patojenlerine karşı antagonistik aktiviteleri kuyu difüzyon metodu kullanılarak incelenmiştir. Bu amaçla, izolatlar MRS veya M17 sıvı besiyeri içerisine inoküle edilerek 37 °C’de 24 saat inkübe edilmişlerdir. İnkübasyonun ardından, sıvı besiyerleri 10000 × g’de 5 dk santrifüjlenmiş ve izolatların hücre içermeyen süpernatantları (CFS) elde edilmiştir. İzolatların yukarıda bahsedilen patojenler üzerine antagonistik aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla CFS’ler üzerine üç farklı uygulama yapılmıştır. İlk uygulama olarak, bakteriyel gelişmeye bağlı olarak düşmüş olan sıvı besiyerlerinin pH değerlerinin nötralizasyonu amacıyla CFS’ler 0,1 N NaOH (Merck) kullanılarak nötralize edilmişlerdir. Böylece düşük pH’nın antagonistik aktivitesi ortadan kaldırılmıştır. İkinci uygulama olarak, protein, peptit ve bakteriyosin gibi moleküllerin antagonistik aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla CFS’lere 1 mg/mL konsantrasyonunda proteinase K, pepsin ve tripsin enzimleri ilave edilmiştir. Son uygulama olarak ise, H₂O₂ gibi ısıya hassas antimikrobiyal maddelerin elimine edilmesi amacıyla CFS’ler 80 °C’de 10 dk bekletilmişlerdir. Yukarıda bahsedilen üç uygulama, her izolattan elde edilen CFS’ler üzerinde ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. CFS’lerin elde edilmesinin ardından patojen mikroorganizmalar PBS içerisinde 10⁸ kob/mL konsantrasyonda süspanse edilmiş ve bu süspanسیونlar steril pamuklu çubuk ile Brain Heart Infusion Agar (BHI Agar, Merck) üzerine homojen bir şekilde yayılmıştır. Ardından, CFS’lerden 100 µL alınarak BHI Agar üzerinde açılan ve 6 mm çapa sahip kuyulara inoküle edilmiş ve petri kutuları 37 °C’de 18 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda kuyular etrafında oluşan zon çapları ölçülerek patojenler üzerine antagonistik aktiviteler belirlenmiştir (Balouiri *et al.* 2016; Gutiérrez-Cortés *et al.* 2018).

Antibiyotiklere karşı direnç

Antibiyotiklere karşı direnç günümüzde insan sağlığını olumsuz etkileyebilecek önemli bir sorun haline gelmiştir. Bu çalışmada izole edilen yoğurt bakterilerinin Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (European Food Safety Authority, EFSA) tarafından önerilen 9 farklı antibiyotiğe (ampisilin, vankomisin, gentamisin, kanamisin, streptomisin, eritromisin, klindamisin, tetrasiklin ve kloramfenikol) karşı dirençlilik durumları incelenmiştir. İzolatlar PBS içerisinde 10^8 kob/mL konsantrasyonda süspanse edilerek steril pamuklu çubuk ile MRS veya M17 agar üzerine çizilmişlerdir. Daha sonra antibiyotik diskler besiyeri üzerine yerleştirilmiş ve izolatlar 37 °C'de 24 saat inkübe edilmişlerdir. İnkübasyonun ardından antibiyotik disklerin çevresinde oluşan zon çapları ölçülmüştür. İzolatlar zon çaplarına göre dirençli (≤ 15 mm), orta seviye (16-20 mm) ve hassas (≥ 21 mm) olarak sınıflandırılmıştır (Sarkar *et al.* 2020). Bunun yanında, izolatların çoklu antibiyotik direnç indeksleri (multiple antibiotic resistance index, MAR) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Byakika *et al.* 2019).

$$MAR = \frac{a}{b}$$

MAR	: Çoklu antibiyotik direnç indeksi
a	: İzolatın dirençli olduğu antibiyotik sayısı
b	: Analizde kullanılan toplam antibiyotik sayısı

Virülans faktör genlerin tespiti

İzolatların virülans faktör genlerine sahip olup olmadıkları PCR işlemi ile belirlenmiştir. Bu amaçla, izolatlarda *cylA* (toksik sitolizin), *hyl* (patojenlerin dokularda yayılmasını in kolaylaştıran hiyalüronidaz), *asa* (bakteriler arasında agregasyona aracılık eden ve böylece plazmid transferini kolaylaştıran agregasyon maddesi) ve *ace* (doğrudan konakçı hücre duvarına bağlanma özelliğine sahip protein) virülans faktör genlerinin varlığı sırasıyla *cylA*, *HYLn*, *ASA1* ve *ACE* primerleri ile araştırılmıştır (Tablo 5). DNA izolasyonunun ("DNA izolasyonu" başlığı altında belirtilen prosedüre göre) ardından PCR tüpüne; 12,5 µL master mix (RealQ Plus 2× Master Mix Green, Ampliqon), 1 µL template DNA, 1 µL primer ve 10,5 µL PCR-grade H₂O olacak şekilde toplam 25 µL hacimde PCR karışımı hazırlanmıştır. PCR süre ve sıcaklık döngüsü ise; 95 °C'de 15 dk'lık ilk denatürasyon, 40 siklüs için; 95 °C'de 30 sn (denatürasyon), bağlanma sıcaklığında 30 sn, 72 °C'de 30 sn (uzama) şeklinde dizayn edilmiştir. PCR işleminin ardından ürünler % 0,005 EtBr içeren % 1,5'lik agaroz (Sigma Aldrich) jele 15 µL hacminde yüklenmiş ve jel 100 V akımda 3 saat yürütülmüştür. PCR

ürünleri UV ışık altında görüntülenmiştir (Vankerckhoven *et al.* 2004; Martín-Platero *et al.* 2009; Padilla and Lobos 2013).

Oto ve ko-aggregasyon

İzolatların oto-aggregasyon yetenekleri Seddik *et al.* (2017) tarafından belirtilen metoda göre belirlenmiştir. İzolatlar MRS veya M17 sıvı besiyeri içerisinde 37 °C’de 18 saat inkübe edilmişlerdir. İnkübasyonun ardından sıvı besiyerleri 8000 × g’de 10 dk santrifüj edilmiş ve süpernatant uzaklaştırılmıştır. Pellet PBS kullanılarak yaklaşık 10⁷-10⁸ kob/mL konsantrasyonunda süspansiyon edilmiştir. Süspansiyon vorteks yardımıyla homojenize edildikten sonra 37 °C’de bekletilmiştir. 2. ve 4. saatlerde süspansiyonun üst kısmından dikkatli bir şekilde 200 µL sıvı alınarak plate reader cihazı (Epoch, BioTek) ile 600 nm dalga boyunda okumalar gerçekleştirilmiştir. Okumalardan elde edilen absorbans değerleri aşağıdaki formül kullanılarak izolatların oto-aggregasyon yüzdeleri belirlenmiştir.

$$\text{Oto-aggregasyon (\%)} = \left[1 - \left(\frac{A_t}{A_0} \right) \right] \times 100$$

A_t : Süspansiyondan 2. ve 4. saate alınan sıvının absorbans değeri

A₀ : Süspansiyonun 0. saatteki absorbans değeri

İzolatların ko-aggregasyon yeteneklerinin belirlenmesi amacıyla *E. coli* BC12, *S. Typhimurium* RSHMB 95091, *S. aureus* ATCC 29213, *L. monocytogenes* ATCC 7644 patojenleri kullanılmıştır. İzolatlar ve patojen mikroorganizmalar yukarıda bahsedilen yöntem ile PBS içerisinde süspansiyon edilmişlerdir. LAB ve patojenlerden 2’şer mL alınarak deney tüpü içerisine aktarılmış ve vorteks ile 30 sn boyunca homojenize edilmişlerdir. Ayrıca, izolatların ve patojen mikroorganizmaların süspansiyonları da hesaplama için ayrı ayrı hazırlanmıştır. Hazırlanan süspansiyonlar 37 °C’de 2 saat bekletilmiştir. Ardından süspansiyonların üst kısmı dikkatli bir şekilde alınarak plate reader cihazı (Epoch, BioTek) ile 600 nm dalga boyunda absorbans değerleri tespit edilmiştir. Okumalardan elde edilen absorbans değerleri aşağıdaki formül kullanılarak izolatların ko-aggregasyon yüzdeleri belirlenmiştir (Talebi *et al.* 2018).

$$\text{Ko-aggregasyon (\%)} = \left[\frac{\left(\frac{A_x + A_y}{2} \right) - A(x+y)}{\left(\frac{A_x + A_y}{2} \right)} \right] \times 100$$

A_x ve A_y : İzolat ve patojen mikroorganizmaların ayrı ayrı absorbans değerleri

A(x+y) : İzolat ve patojen mikroorganizmaların karıştırılarak bekletilmesi sonrası elde edilen absorbans değeri

Hidrofobisite

İzolatların hidrofobisite yeteneklerinin belirlenmesi amacıyla taze kültürler oto ve ko-aggregasyon deneylerinde olduğu gibi PBS içerisinde süspansiyon edilmişlerdir. Bu süspansiyonun absorbans değeri plate reader cihazı (Epoch, BioTek) ile 600 nm dalga boyunda belirlenmiştir. Daha sonra bu süspansiyondan 3 mL alınarak üzerine 1 mL ksilen (Merck) eklenmiş ve vorteks yardımıyla 2 dk boyunca karıştırılmıştır. Karıştırma işleminin ardından, süspansiyon-ksilen karışımında faz ayrılmasının oluşması için oda sıcaklığında beklenmiştir. Faz ayrımı gerçekleşen karışımın sıvı fazından 200 µL alınarak 600 nm’de absorbans değeri belirlenmiştir. Elde edilen absorbans değerleri aşağıdaki formüle yazılarak izolatların hidrofobisite yüzdeleri hesaplanmıştır (Seddik *et al.* 2017).

$$\text{Hidrofobisite (\%)} = \left[1 - \left(\frac{A_1}{A_0} \right) \right] \times 100$$

A₁ : Bakteri süspansiyonuna ksilen ilave edilip karıştırıldıktan sonraki absorbans değeri

A₀ : Bakteri süspansiyonuna ksilen ilave edilmeden önceki absorbans değeri

Kolesterol asimilasyonu

İzolatların kolesterol asimilasyon yetenekleri kolorimetrik olarak belirlenmiştir. Taze kültürler PBS içerisinde 10⁸ kob/mL konsantrasyonda süspansiyon edilmiştir. Bu süspansiyondan % 0,2 safra tuzu ve 1 µg/µL kolesterol içeren MRS veya M17 sıvı besiyerlerine % 1 oranında inoküle edilmiştir. Ardından sıvı besiyerleri 37 °C’de 24 saat inkübe edilmişlerdir. İnkübasyonun sonunda, sıvı besiyerleri 10000 × g’de 10 dk santrifüj edilmiş ve elde edilen süpernatant kolesterol asimilasyon deneyinde kullanılmıştır. İzolatlar tarafından asimile edilen kolesterol miktarı kolesterol quantitation kit (Sigma Aldrich) kullanılarak ve yine aynı kit yardımıyla oluşturulan absorbans eğrisi kullanılarak tespit edilmiştir. Bu analizde, içerisine izolat inoküle edilmeyen MRS ve M17 sıvı besiyerleri negatif kontrol olarak kullanılmıştır (Awasti *et al.* 2016).

Safra tuzlarını hidrolize etme yeteneği

İzolatların BSH aktiviteleri Byakika *et al.* (2020) tarafından belirtilen yöntemle göre belirlenmiştir. Bu amaçla taze kültürler PBS içerisinde 10⁸ kob/mL konsantrasyonda süspansiyon edilmişlerdir. Bu süspansiyonlardan 10 µL alınarak Bile Esculine Agar (Condalab) üzerine damlatılmıştır. Petri plakları 37 °C’de 24 saat inkübe edildikten sonra besiyeri üzerinde oluşan koyu kahverengi renk BSH pozitif olarak değerlendirilmiş ve bu zonların çapları ölçülmüştür. İzolatlar, ölçülen bu zon çaplarına göre düşük (≤10 mm), orta (11-15 mm) ve yüksek (≥16 mm)

BSH aktiviteli şekilde sınıflandırılmışlardır. Analizde pozitif kontrol olarak *E. faecalis* ATCC 29212 suşu kullanılmıştır.

Hemolitik aktivite

İzolatların hemolitik aktivitelerinin belirlenmesinde % 5 (v/v) defibrine koyun kanı içeren MRS veya M17 agar (kanlı agar) kullanılmıştır. İzolatlar bu modifiye besiyerlerine çizilerek 37 °C’de 24 saat inkübe edilmişlerdir. İnkübasyonun sonunda berrak zon oluşturanlar β-hemolitik, parlak yeşil zon oluşturanlar α-hemolitik ve zon oluşturmeyenler γ-hemolitik olarak değerlendirilmiştir. Hemolitik aktivitenin belirlenmesinde pozitif kontrol olarak *S. aureus* ATCC 29213 suşu kullanılmıştır (Borah *et al.* 2016).

DNase aktivitesi

İzolatların DNase aktivitesi Domingos-Lopes *et al.* (2017) tarafından belirtilen yöntemle göre belirlenmiştir. Taze kültürler DNase agar (Merck) üzerine çizilerek 37 °C’de 48 saat inkübe edilmişlerdir. İnkübasyonun sonunda petri kutusundaki besiyerinin yüzeyi 0,1 N HCl (Merck) ile kaplanarak 5 dk beklenmiştir. Süre sonunda besiyeri üzerinde oluşan berrak zon DNase pozitif olarak değerlendirilmiştir. Bu analizde pozitif kontrol olarak *S. aureus* ATCC 29213 suşu kullanılmıştır.

Laktik asit bakterilerinin teknolojik özelliklerinin belirlenmesi

Yoğurt örneklerinden izole edilen LAB’ların teknolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, asit üretim yetenekleri, farklı sıcaklık, pH ve NaCl konsantrasyonlarında gelişim, arjinin hidrolizi, glikozdan gaz oluşturma, EPS üretim yeteneği, proteolitik ve lipolitik aktivite, H₂O₂ üretimi ve L-(+) laktik asit üretimi özellikleri incelenmiştir.

Asit üretim yeteneği

İzolatların asit üretim yetenekleri Tavsanli *et al.* (2021) tarafından belirtilen yöntemle göre rekonstitüe yağsız süt (RSM, pH 6,70±0,08) içerisinde test edilmiştir. Bu amaçla, taze kültürler PBS içerisinde 10⁸ kob/mL konsantrasyonda süspansiyon edilmişlerdir. İzolatların süt ortamına adaptasyonlarının sağlanması amacı ile ilk olarak bakteri süspansiyonu % 1 oranında RSM içerisine ilave edilerek 42 °C’de 15 saat aktifleştirilmişlerdir. Ardından RSM içerisinde ön aktifleştirme işlemi tamamlanan kültürlerden % 1 oranında ikinci bir RSM içerisine aktarılmışlardır. En son hazırlanan RSM’ler ise 42 °C’de 8 saat boyunca inkübe edilmiştir. İnkübasyonun 4, 6 ve 8. saatlerinde RSM’lerin pH değerleri pH-metre (Hanna pH-211) ile belirlenmiştir.

Farklı sıcaklıklarda gelişim

İzolatların farklı sıcaklıklarda gelişim yeteneklerinin belirlenmesi 96-kuyulu plaka içerisinde gerçekleştirilmiş olup okumalar plate reader cihazı (Epoch, BioTek) ile yapılmıştır. Bu analizde izolatların 4, 10, 15 ve 45 °C'de gelişimleri incelenmiştir. Taze kültürler PBS içerisinde 10^8 kob/mL konsantrasyonda süspansiyon edilmişlerdir. Süspansiyon MRS veya M17 sıvı besiyeri içerisinde % 10 oranında inoküle edilmiş ve belirlenen sıcaklıklarda ayrı ayrı inkübe edilmiştir. 7 günlük inkübasyonun sonunda mikrobiyal gelişim 600 nm'de gerçekleştirilen spektrofometrik okumalar sonucunda belirlenmiştir (Kostinek *et al.* 2007).

Farklı pH değerlerinde gelişim

İzolatların farklı pH değerlerinde gelişim yeteneklerinin belirlenmesi amacıyla, taze kültürler PBS içerisinde 10^8 kob/mL konsantrasyonda süspansiyon edilmişlerdir. Bakteri süspansiyonları, pH değerleri 0,1 N HCl (Merck) ile 3,0, 4,0 ve 5,0'a ayarlanmış MRS veya M17 sıvı besiyerlerine % 10 oranında inoküle edilmişlerdir. 37 °C'de 48 saatlik inkübasyonun ardından izolatların gelişimi plate reader cihazı (Epoch, BioTek) ile 600 nm'de belirlenmiştir (Papamanoli *et al.* 2003).

Farklı NaCl konsantrasyonlarında gelişim

İzolatların farklı NaCl konsantrasyonlarında gelişim yeteneklerinin belirlenmesi amacıyla % 1, 4, 6,5 ve 10 NaCl içeren MRS veya M17 sıvı besiyerleri kullanılmıştır. PBS içerisinde 10^8 kob/mL konsantrasyonunda süspansiyon edilen taze kültürler yukarıda bahsedilen sıvı besiyerlerine % 10 oranında inoküle edilerek 37 °C'de 48 saat inkübe edilmişlerdir. İnkübasyon sonunda mikrobiyal gelişim plate reader cihazı (Epoch, BioTek) ile 600 nm'de belirlenmiştir (Papamanoli *et al.* 2003).

Arjinin hidrolizi

İzolatların arjinini hidrolize ederek amonyak oluşturup oluşturmadıklarının belirlenmesi amacı ile % 1 pepton, 0,4 maya ekstraktı, 0,2 dipotasyum fosfat, 0,2 sodyum sitrat, 0,005 manganez (II) sülfat tetrahidrat, 0,02 magnezyum sülfat heptahidrat, 0,1 tween-80 ve 0,3 arjinin içeren modifiye sıvı besiyerleri kullanılmıştır. Taze kültürler PBS içerisinde 10^8 kob/mL konsantrasyonda süspansiyon edilmiş ve bu süspansiyon % 1 oranında modifiye MRS veya M17 sıvı besiyerlerine inoküle edilmiş ardından 37 °C'de 72 saat inkübe edilmişlerdir. İnkübasyon sonunda sıvı besiyerlerinden 1 mL alınarak üzerine 1 mL Nessler ayırıcı (Merck) ilave edilmiştir. Karıştırma işleminden sonra portakal sarısı renk pozitif olarak değerlendirilmiştir

(Drosinos *et al.* 2007). Bu analizde pozitif kontrol olarak *E. faecalis* ATCC 29212 suşu kullanılmıştır.

Glikozdan gaz oluşumu

Yoğurt izolatlarının glikozdan gaz oluşturma yetenekleri Şimşek *et al.* (2006) tarafından belirtilen yönteme göre belirlenmiştir. Bu analizde, % 1 pepton, 0,8 et ekstraktı, 0,4 maya ekstraktı, 2 glikoz, 0,2 dipotasyum fosfat, 0,5 sodyum asetat trihidrat, 0,005 manganez (II) sülfat tetrahidrat, 0,02 magnezyum sülfat heptahidrat ve 0,1 tween-80 içeren modifiye sıvı besiyerleri kullanılmıştır. 10^8 kob/mL konsantrasyona sahip bakteri süspansiyonundan modifiye sıvı besiyerine % 1 oranında inoküle edilmiş ve 37 °C’de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda sıvı besiyeri içerisinde bulunan Durham tüpü içerisinde gaz oluşumu takip edilerek izolatların glikozdan gaz oluşturma yetenekleri belirlenmiştir. Bu analizde pozitif kontrol olarak *Lb. brevis* T19 suşu (Atatürk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Kültür Koleksiyonu) kullanılmıştır.

EPS üretim yeteneği

İzolatların EPS üretim yetenekleri PCR temelli moleküler yöntemle belirlenmiştir. Bu amaçla, EPS üretiminden sorumlu *epsA*, *epsB*, *p-gtf* ve *gtf* genlerinin varlığı sırasıyla *epsA*, *epsB*, *epsD/E* ve *gtf* primerleri ile tespit edilmiştir (Tablo 5). PCR işlemi öncesi izolatlardan DNA izolasyonu “DNA izolasyonu” başlığı altında belirtilen yöntem ile gerçekleştirilmiştir. PCR tüpüne; 12,5 µL master mix (RealQ Plus 2× Master Mix Green, Ampliqon), 1 µL template DNA, 1 µL primer ve 10,5 µL PCR-grade H₂O olacak şekilde toplam 25 µL hacimde PCR karışımı hazırlanmıştır. PCR süre ve sıcaklık döngüsü ise; 95 °C’de 15 dk’lık ilk denatürasyon, 40 siklüs için; 95 °C’de 30 sn (denatürasyon), bağlanma sıcaklığında 30 sn, 72 °C’de 30 sn (uzama) şeklinde dizayn edilmiştir. PCR işleminin ardından ürünler % 0,005 EtBr içeren % 1,5’lik agaroz (Sigma Aldrich) jele 15 µL hacminde yüklenmiş ve jel 100 V akımda 3 saat yürütülmüştür. PCR ürünlerinin görüntülenmesi için UV ışık kullanılmıştır (Palomba *et al.* 2012; Dertli *et al.* 2016).

Proteolitik aktivite

İzolatların proteolitik aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla % 10 yağsız süt tozu içeren MRS ve M17 agar kullanılmıştır. Taze kültürler PBS içerisinde 10^8 kob/mL konsantrasyonunda süspansiyon edilmiş ve bu süspansiyondan modifiye MRS veya M17 agar üzerine 10 µL damlatılmıştır. Daha sonra petri kutuları 37 °C’de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyonun ardından, koloni etrafında 1 mm’den daha büyük oluşan berrak zonlar pozitif olarak

değerlendirilmiştir. Bu analizde pozitif kontrol olarak tripsin (Sigma Aldrich) enzimi kullanılmıştır (Musikasang *et al.* 2009).

Lipolitik aktivite

İzolatların lipolitik aktiviteleri tributyrin agar kullanılarak Musikasang *et al.* (2009) tarafından belirtilen yöntemle göre belirlenmiştir. PBS içerisinde 10^8 kob/mL konsantrasyonda süspansiyon edilen izolatlar tributyrin agar üzerine damlatılmış ve 37 °C’de 24 saat inkübe edilmiştir. Koloniler etrafında oluşan berrak zonlar pozitif olarak değerlendirilmiştir. Lipolitik aktivitenin belirlenmesi amacıyla yapılan bu analizde pozitif kontrol olarak *S. aureus* ATCC 29213 kullanılmıştır.

H₂O₂ üretim yeteneği

İzolatların H₂O₂ üretim yeteneklerinin belirlenmesi amacıyla ABTS agar (2-2’-azino-di-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid, Sigma Aldrich) kullanılmıştır. PBS içerisinde süspansiyon edilen taze kültürler ABTS agar üzerine damlatılmış ve petri kutuları 37 °C’de 24 saat anaerobik olarak inkübe edilmiştir. İnkübasyonun ardından petri plakları oda sıcaklığında 24 saat atmosfer oksijenine maruz bırakılmıştır. Süre sonunda, koloniler etrafında oluşan mor renkli zon pozitif olarak değerlendirilmiştir (Bhanwar *et al.* 2014).

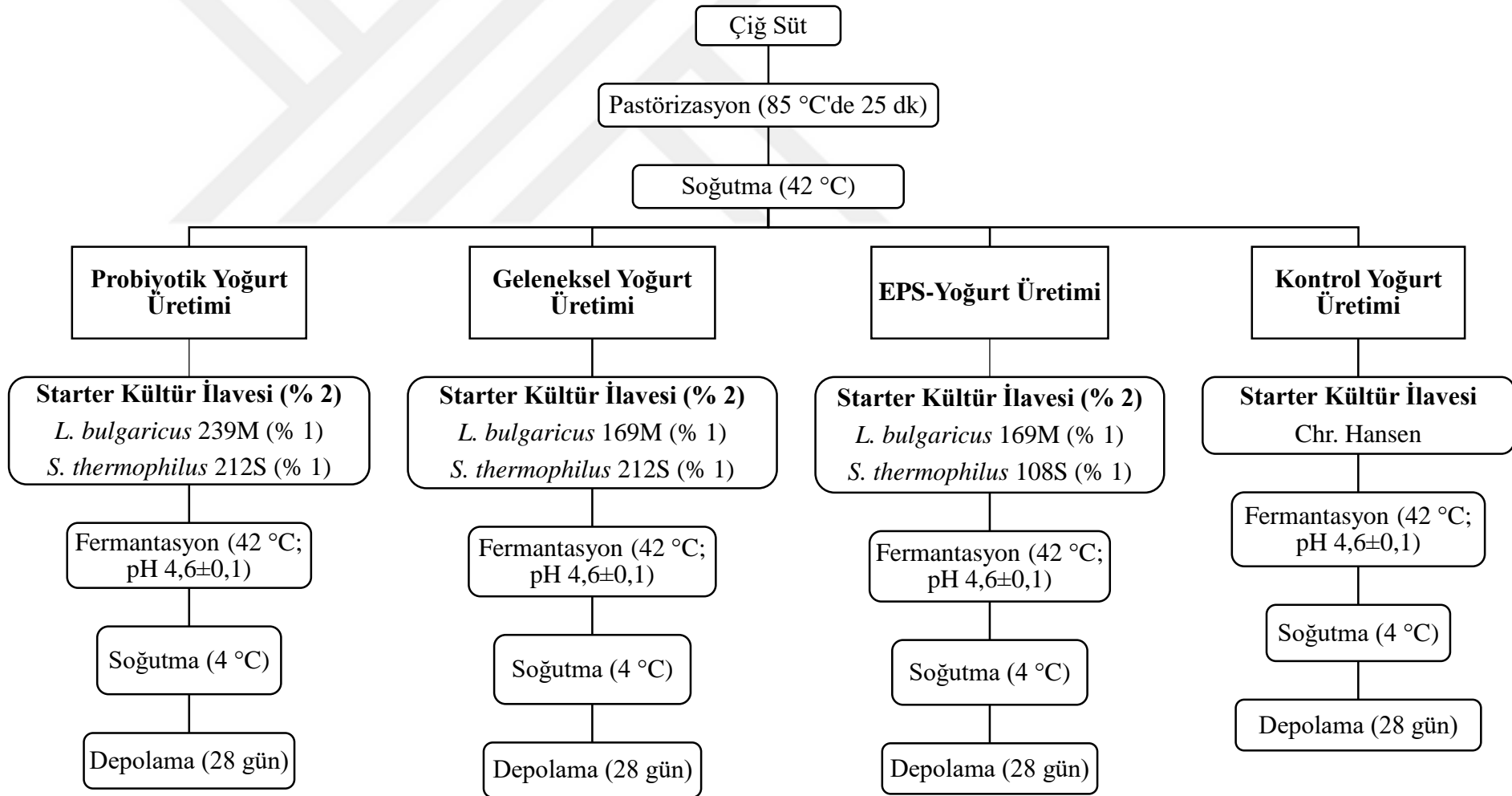
L-(+) laktik asit üretme yeteneği

İzolatların L-(+) laktik asit üretme yeteneklerinin belirlenmesi amacıyla, PBS içerisinde süspansiyon edilen taze kültürler MRS veya M17 sıvı besiyeri içerisine % 2 oranında inoküle edilmişlerdir. 37 °C’de 36 saatlik inkübasyonun ardından, sıvı besiyerlerinden 5 mL alınarak 5 mL saf su ile karıştırılmıştır. Oluşturulan karışım, ultrasonik su banyosunda 30 °C’de 30 dk homojenizasyon işleminin ardından $10000 \times g$ ’de 5 dk santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatant, yüksek basınçlı sıvı kromatografisinde (HPLC, Agilent Technologies) L-(+) laktik asit miktarının belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Bileşenlerin ayrılması 250×4.6 mm boyutlarında C18 kolon ile gerçekleştirilmiştir. % 0,5 metafosforik asit ve asetonitril karışımı (0,8 mL/dk) mobil faz olarak kullanılmış ve L-(+) laktik asit tespiti 50 °C’de ve 210 nm’de gerçekleştirilmiştir. Örneklerin L-(+) laktik asit içerikleri 120, 240, 360, 480 ve 600 ppm konsantrasyonlarında standart maddeler kullanılarak hazırlanan kalibrasyon eğri aracılığıyla hesaplanmıştır. (Özcelik *et al.* 2016).

Probiyotik, geleneksel ve EPS-yoğurt özellikte yoğurtların üretimi ve bazı özelliklerinin incelenmesi

Yoğurt üretimi

Çalışma kapsamında probiyotik, geleneksel, EPS-yoğurt ve kontrol olmak üzere dört farklı özellikte yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretimde kullanılan inek sütü Atatürk Üniversitesi Gıda ve Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi'nden temin edilmiştir. Çalışmada gerçekleştirilen yoğurt üretim şeması Şekil 8'de verilmiştir. Buna göre, yoğurt üretiminde kullanılacak olan ve -80 °C'de muhafaza edilen suşlar MRS veya M17 agar üzerine çizilerek yeniden canlandırılmışlardır. Suşlar PBS içerisinde 10^8 kob/mL konsantrasyonda süspanse edilmişler ve bu süspanseyondan RSM içerisine % 10 oranında ilave edilmişlerdir. RSM'ler 42 °C'de 15 saat bekletilerek suşların ön aktifleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Öte yandan çiğ süt 85 °C'de 25 dk bekletilerek pastörize edilmiş ve ardından 42 °C'ye soğuması için oda sıcaklığında bekletilmiştir. Soğuyan pastörize süt içerisine, ön aktifleştirme işlemi tamamlanan izolatlar 1:1 oranında ve toplamda % 2 konsantrasyonda olacak şekilde inoküle edilmişlerdir. Daha sonra sütler kavanozlara bölünerek 42 °C'de pH'sı $4,6 \pm 0,1$ seviyesine gelinceye kadar fermente edilmişlerdir (Şekil 9). Fermantasyon sonunda yoğurtlar buzdolabı sıcaklığında (4 °C) 28 gün boyunca depolanmıştır (Robinson *et al.* 2006). Yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyusal özellikleri depolamanın 1, 7, 14, 21 ve 28. günlerinde incelenmiştir. Öte yandan, örneklerin organik asit profilleri ve benzoik asit içerikleri depolamanın 1, 14 ve 28. günlerinde belirlenmiştir.



Şekil 8. Yoğurt üretim şeması



Şekil 9. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen yoğurt üretiminin fermantasyon aşaması

Yoğurtların mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi

Üretilen yoğurtların depolama boyunca mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, laktik basil, laktik kok, maya-küf ve koliform grubu mikroorganizmaların sayımı sırasıyla “laktik basil sayımı”, “laktik kok sayımı”, “maya-küf sayımı” ve “koliform grubu mikroorganizmaların sayımı” başlıklarında belirtilen yöntemlerle gerçekleştirilmiştir.

Yoğurtların fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi

Yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca pH, asitlik, su tutma kapasitesi, viskozite ve reolojik özellikleri belirlenmiştir. Örneklerin pH ve asitlik değerleri sırasıyla “pH” ve “% asitlik tayini” başlıklarında belirtilen yöntemler ile belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin su tutma kapasiteleri ise Flores-Mancha *et al.* (2021) tarafından belirtilen metoda göre tespit edilmiştir. Buna göre, yoğurtlardan 10 g tartılarak $2750 \times g$ 'de 30 dk santrifüj edilmiş, santrifüj sonrası yoğurtlardan ayrılan serum miktarı belirlenmiş ardından aşağıdaki formül kullanılarak örneklerin su tutma kapasiteleri hesaplanmıştır.

$$STK = \left(\frac{W1}{W2} \right) \times 100$$

STK : Su tutma kapasitesi (%)

W1 : Santrifüj sonrası yoğurttan ayrılan serum miktarı (g)

W2 : Başlangıçta tartılan yoğurt miktarı (g)

Örneklerin viskozite değerleri, viskozimetre (Brookfield Viscometer Model DV-II) cihazı ile 5 numaralı başlık kullanılarak 20 ve 50 rpm'de belirlenmiştir. Elde edilen görünür viskozite değerleri cP (centipoise) olarak ifade edilmiştir. Ayrıca, yoğurt örneklerinin reolojik özellikleri Power Law Modeli kullanılarak 5, 10, 20, 50 ve 100 rpm'de aşağıdaki formül kullanılarak belirlenmiştir.

$$\eta = K\gamma^{(n-1)}$$

η	: Görünür viskozite
K	: Kıvam katsayısı
γ	: Kesme hızı
n	: Akış davranış indeksi

Yoğurtların organik asit profillerinin belirlenmesi

Yoğurt örneklerinin depolama boyunca (1, 14 ve 28. gün) laktik ve sitrik asit içerikleri Vénica *et al.* (2014) tarafından belirtilen yöntemle göre HPLC ile belirlenmiştir. Ekstraksiyon işlemi için örneklerden 5 g tartılarak, 10 mM H₂SO₄ ile 50 mL'ye tamamlanmıştır. Süspansiyon homojenize edildikten sonra 15000 × g'de 20 dk santrifüj edilmiştir. Ardından, süpernatant 0,45 µm'lik filtreden geçirildikten sonra viallere konularak okumaya hazır hale getirilmiştir. Yoğurt örneklerinin laktik ve sitrik asit içeriklerinin belirlenmesinde, mobil faz olarak 10 mM H₂SO₄ kullanılmış ve 0,6 mL/dk akış hızında sisteme verilmiştir. Analiz sırasında bileşenlerin ayrımı için 50 °C'de Aminex HPX-87H kolon (300×7,8 mm) kullanılmıştır. Örnekler 60 µL hacimde sisteme verilmiş ve okumalar UV dedektör ile 210 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Örneklerin laktik asit içerikleri 120, 240, 360, 480 ve 600 ppm, sitrik asit içerikleri ise 80, 160, 240, 320 ve 400 ppm konsantrasyonlarında standart maddeler kullanılarak hazırlanan kalibrasyon eğrileri aracılığıyla hesaplanmıştır.

Yoğurtların benzoik asit içeriklerinin belirlenmesi

Yoğurt örneklerinin benzoik asit içerikleri depolamanın 1, 14 ve 28. günlerinde ve HPLC (Agilent Technologies) ile belirlenmiştir. Ekstraksiyon için metanol-su karışımı (35:65, MeOH-H₂O) kullanılmıştır. Kısaca, yoğurt örneklerinden 5 g tartılmış ve MeOH-H₂O ile 100 mL'ye tamamlanmıştır. Bu süspansiyon filtre kağıdı ile süzölmüş ve süzöntü 0,45-µm'lik filtreden geçirilerek HPLC viallerine konulmuştur. Kromatografik ayrılma 4,6×250 mm analitik kolon kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu analizde mobil faz olarak 0,8 mL/dk akış hızında asetat buffer-MeOH karışımı (70:30) kullanılmıştır. Örnekler 20 µL hacminde sisteme verilerek UV dedektörde 229 nm'de okumalar gerçekleştirilmiştir (Anonymous 1997).

Duyusal analiz

Çalışmada gerçekleştirilen duyusal analizde, yoğurt örneklerinin renk ve görünüş, yapı ve tekstür (kıvam), su salma (serum ayrılması), gaz oluşumu, koku, asitlik (ekşilik), lezzet ve genel kabul edilebilirlik gibi özellikleri, 8 yarı-egitimli panelist tarafından hedonik skala (9-8: çok iyi; 7-6: iyi; 5-4: orta; 3-2-1: istenmeyen) kullanılarak değerlendirilmiştir. Duyusal analiz

sırasında örnekler rastgele ve 3 haneli olacak şekilde numaralandırılmıştır. Ayrıca örnekler arası tat geçiş/karışmalarının önlenmesi amacıyla analiz sırasında panelistlere su ve ekmek ikram edilmiştir (Bodyfelt *et al.* 1988). Duyusal analizde kullanılan form örneği Tablo 6’te sunulmuştur. Çalışma kapsamında, duyusal analiz için Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Birim Etik Kurul Başkanlığı’ndan Etik Kurul Onay Belgesi temin edilmiştir (Ek-1, Karar sayısı: 2023/01).

Tablo 6. Çalışmada Kullanılan Duyusal Analiz Form Örneği

İsim Soyisim:		Örnek No			
Tarih:					
Renk ve Görünüş	<i>Çok iyi</i> 9-8	<i>İyi</i> 7-6	<i>Orta</i> 5-4	<i>İstenmeyen</i> 3-2-1	
Yapı ve Tekstür (Kıvam)	<i>Çok iyi</i> 9-8	<i>İyi</i> 7-6	<i>Orta</i> 5-4	<i>İstenmeyen</i> 3-2-1	
Su Salma (Serum Ayrılması)	<i>Çok az</i> 9-8	<i>Az</i> 7-6	<i>Orta</i> 5-4	<i>Çok fazla</i> 3-2-1	
Gaz Oluşumu	<i>Yok</i> 9-8	<i>Çok az</i> 7-6	<i>Az</i> 5-4	<i>Fazla</i> 3-2-1	
Koku	<i>Çok iyi</i> 9-8	<i>İyi</i> 7-6	<i>Orta</i> 5-4	<i>İstenmeyen</i> 3-2-1	
Asitlik (Ekşilik)	<i>Normal</i> 9-8	<i>Az</i> 7-6	<i>Yüksek</i> 5-4	<i>Çok yüksek</i> 3-2-1	
Lezzet	<i>Çok iyi</i> 9-8	<i>İyi</i> 7-6	<i>Orta</i> 5-4	<i>İstenmeyen</i> 3-2-1	
Genel Kabul Edilebilirlik	<i>Çok iyi</i> 9-8	<i>İyi</i> 7-6	<i>Orta</i> 5-4	<i>İstenmeyen</i> 3-2-1	

Not: İletmek istediğiniz başka bir husus varsa lütfen belirtiniz.

İstatistiksel analiz

Tam Şansa Bağlı deneme planının uygulandığı çalışmada her analiz, en az iki paralel olacak şekilde uygulanmıştır. Bunun yanında çalışma kapsamında gerçekleştirilen yoğurt üretimi iki tekerrür şeklinde ve her tekerrür üzerinde analizler en az iki paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi amacıyla SPSS for Windows Release ver. 20.00 paket programı kullanılmıştır. Yoğurt örnekleri arasında; laktik basil, laktik kok, maya-küf, koliform sayıları, pH ve asitlik gibi özelliklerin istatistiksel farkının ortaya çıkarılması amacıyla Bağımsız örneklem T testi (Indepented Samples T Test) uygulanmıştır. Bunun yanında, üretim sonrası

yoğurt örnekleri arasında ve depolama boyunca gruplarda ortalama farklılıklarının ortaya çıkarılması amacıyla tek yönlü Varyans Analizi (One-way ANOVA) kullanılmış, anlamlı bulunan test sonuçları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile $p<0,05$ önem düzeyinde karşılaştırılmıştır. Ayrıca, üretim sonrası yoğurt örneklerine ait bazı değişkenler arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması amacı ile korelasyon testi (Pearson Correlation test) uygulanmış, söz konusu analizden elde edilen sonuçlar, korelasyon katsayılarına (r) ve önemlilik derecelerine göre değerlendirilmiştir (Tavşancıl 2006).

Öte yandan, 16S-rRNA bölgeleri kullanılarak moleküler olarak tanılanan izolat grupları arasındaki genom benzerlik ve/veya farklılıkların ortaya konulması amacı ile MEGA 11 paket programı kullanılarak filogenetik analiz gerçekleştirilmiş ve Neighbour-joining (NJ) metodu ile filogenetik ağaç oluşturulmuştur (Kumar *et al.* 2018).



ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Yoğurt Örneklerinin Mikrobiyolojik Özellikleri

Yoğurt en önemli fermente süt ürünlerinden bir tanesidir. Sağlık üzerine olumlu etkileri ve çok fazla tüketiliyor olması, yoğurdu en önemli fermente süt ürünlerinden bir tanesi haline getirmektedir (Liu *et al.* 2011; Yang *et al.* 2021). Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Anonymous 2009) ve Codex Alimentarius (Anonymous 2003) incelendiğinde, yoğurdun belirli mikrobiyolojik kriterlere sahip olması gerektiği görülmektedir. Çalışma kapsamında Türkiye'nin farklı illerinden elde edilen yoğurt örnekleri üzerinde gerçekleştirilen mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 7 ve 8'de verilmiştir.

Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Anonymous 2009) ve Codex Alimentarius (Anonymous 2003)'e göre, yoğurda özgü olan mikroorganizmaların (*L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus*) üründe en az 10^7 kob/g seviyesinde bulunması gerekmektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; 58, 73, 74 ve 119 numaralı örnekler olmak üzere 3 geleneksel ve 1 endüstriyel yoğurt örneğinin *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* içerikleri toplamalarının 10^7 kob/g'dan düşük olduğu, yani yukarıda bahsedilen iki tebliğe de uymadığı gözlemlenmiştir. Yani, bu 4 örnek dışındaki 115 örneğin yukarıda bahsedilen tebliğlere mikroorganizma sayısı bakımından uygun olduğu tespit edilmiştir. Yoğurt üzerine yapılan bazı çalışmalarda da benzer sonuçların elde edildiği görülmektedir (Rodrigues *et al.* 2010; Dertli 2015). Elde edilen sonuçlara göre, 5 geleneksel ve 1 endüstriyel yoğurt örneğinde laktik kok belirlenmemiştir. Öte yandan, laktik basil sadece 1 geleneksel yoğurt örneğinde tespit edilememiştir. Geleneksel yoğurt örneklerinin laktik basil ve laktik kok ortalamaları sırasıyla 8,41 ve 8,48 \log_{10} kob/g iken bu değerlerin endüstriyel örnekler için 8,48 ve 8,64 \log_{10} kob/g olduğu tespit edilmiştir. Tablo 9'da da görüldüğü üzere, geleneksel ve endüstriyel yoğurt örneklerinin laktik basil ve laktik kok sayım sonuçları arasında istatistiksel bir farkın olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Yani geleneksel ve endüstriyel yoğurt örneklerinin aynı seviyede laktik basil ve laktik kok içerdiği gözlemlenmiştir. Sert *et al.* (2017) tarafından yapılan çalışmada yoğurt örneklerinin laktik basil ve laktik kok sayılarının sırasıyla 5.95-6.82 ve 6.32-6.99 \log_{10} kob/g olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise yoğurt örneklerinin daha yüksek sayılarda LAB içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Anonymous 2009) ve Codex Alimentarius (Anonymous 2003)'e göre yoğurt maya içermemelidir. Ancak, mevcut çalışmada 62 geleneksel ve 17 endüstriyel yoğurt örneğinde maya tespit edilmiştir. Geleneksel ve endüstriyel örneklerin

ortalama maya içeriklerinin sırasıyla 6,66 ve 5,80 log₁₀ kob/g seviyesinde olduğu saptamıştır. Bu sayım sonuçları göz önünde bulundurularak gerçekleştirilen istatistiksel analizler, geleneksel ve endüstriyel yoğurt örneklerinin maya içeriklerinin istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir (Tablo 9, p<0,01). Literatür incelendiğinde, mevcut çalışmaya benzer olarak yoğurt örneklerinde maya tespit edilen başka çalışmaların da olduğu görülmektedir (Nogueira *et al.* 1998; Sert *et al.* 2017; Aktaş 2018). Yoğurt üretiminde hijyen şartlarına dikkat edilerek dışarıdan herhangi bir mikroorganizma bulaşmasının önüne geçilmesi ürünün mikrobiyal çeşitliliğini önemli düzeyde etkilemektedir. Geleneksel yoğurt üretiminde hijyen şartlarının yeterli düzeyde olmamasından dolayı, geleneksel örneklerin endüstriyel olanlara kıyasla daha yüksek seviyede maya içermesi beklenen bir sonuçtur (Aktaş 2018). Öte yandan, yoğurt örneklerinde küf varlığı tespit edilmemiştir.

Mevcut çalışmada analiz edilen yoğurt örneklerinin hiçbirisinde koliform grubu mikroorganizma tespit edilmemiştir. Bu sonuçlar da yoğurt üzerine yapılan diğer çalışmalarla uygunluk göstermektedir (Rodrigues *et al.* 2010; Sert *et al.* 2017).

Tablo 7. Geleneksel Yoğurt Örneklerinin Mikrobiyolojik Özellikleri (log₁₀ kob/g)

Örnek No	Mikrobiyolojik Özellikler (Ort±Ss)				Örnek No	Mikrobiyolojik Özellikler (Ort±Ss)			
	Laktik Basil	Laktik Kok	Maya-Küf	Koliform		Laktik Basil	Laktik Kok	Maya-Küf	Koliform
1	8,65±0,11	3,95±0,21	<2	<1	24	8,43±0,09	7,54±0,28	6,33±0,10	<1
2	7,90±0,34	<2	5,19±0,05	<1	25	8,88±0,05	6,86±0,03	6,65±0,09	<1
3	8,26±0,21	6,61±0,16	5,25±0,06	<1	26	8,45±0,05	<2	5,95±0,14	<1
4	8,54±0,11	8,83±0,04	6,23±0,15	<1	27	7,93±0,11	8,43±0,14	5,02±0,04	<1
5	8,28±0,06	8,13±0,21	7,11±0,10	<1	28	8,29±0,05	8,70±0,11	3,70±0,26	<1
6	8,44±0,12	8,35±0,21	6,68±0,04	<1	29	8,57±0,06	8,02±0,15	<2	<1
7	8,73±0,25	8,22±0,17	<2	<1	30	7,40±0,12	5,88±0,04	<2	<1
8	8,38±0,18	8,56±0,06	5,28±0,09	<1	31	8,10±0,07	8,43±0,14	4,51±0,06	<1
9	8,06±0,14	8,45±0,07	4,63±0,12	<1	32	8,20±0,20	8,72±0,15	5,22±0,04	<1
10	8,56±0,13	7,22±0,14	5,26±0,10	<1	33	8,88±0,08	8,90±0,07	6,68±0,09	<1
11	8,48±0,03	5,33±0,05	<2	<1	34	8,42±0,13	5,34±0,08	<2	<1
12	8,23±0,15	7,31±0,03	6,55±0,10	<1	35	8,46±0,17	8,46±0,02	5,78±0,10	<1
13	8,20±0,12	8,45±0,24	6,28±0,06	<1	36	8,56±0,09	5,85±0,09	<2	<1
14	8,44±0,08	8,56±0,13	6,84±0,01	<1	37	8,69±0,10	8,44±0,15	<2	<1
15	8,72±0,23	8,53±0,13	6,91±0,03	<1	38	7,00±0,17	5,98±0,17	6,59±0,04	<1
16	8,35±0,24	8,22±0,17	<2	<1	39	8,77±0,13	6,23±0,19	5,78±0,21	<1
17	8,26±0,10	8,11±0,31	6,77±0,05	<1	40	7,10±0,03	8,65±0,72	6,57±0,07	<1
18	8,00±0,06	8,23±0,15	7,02±0,09	<1	41	8,48±0,02	4,60±0,02	5,98±0,10	<1
19	8,48±0,19	7,70±0,12	<2	<1	42	8,57±0,11	8,37±0,26	5,31±0,06	<1
20	8,61±0,20	8,53±0,13	<2	<1	43	8,45±0,10	8,29±0,05	<2	<1
21	8,74±0,07	3,18±0,21	6,20±0,24	<1	44	8,29±0,05	8,62±0,01	<2	<1
22	8,40±0,20	8,04±0,11	<2	<1	45	8,47±0,18	8,88±0,00	6,48±0,01	<1
23	8,41±0,11	8,00±0,06	<2	<1	46	8,46±0,09	8,66±0,06	<2	<1

Tablo 7. Devamı

Örnek No	Mikrobiyolojik Özellikler (Ort±Ss)				Örnek No	Mikrobiyolojik Özellikler (Ort±Ss)			
	Laktik Basil	Laktik Kok	Maya-Küf	Koliform		Laktik Basil	Laktik Kok	Maya-Küf	Koliform
47	8,45±0,05	7,29±0,05	5,40±0,12	<1	67	8,90±0,00	8,98±0,03	6,64±0,18	<1
48	8,43±0,09	7,32±0,08	4,29±0,05	<1	68	7,88±0,04	7,54±0,09	7,00±0,07	<1
49	7,75±0,16	8,69±0,02	5,78±0,10	<1	69	8,20±0,20	9,62±0,09	3,88±0,04	<1
50	8,43±0,12	8,67±0,05	<2	<1	70	8,41±0,11	7,54±0,09	6,60±0,13	<1
51	8,23±0,15	9,00±0,01	6,89±0,02	<1	71	8,10±0,12	7,32±0,07	4,90±0,01	<1
52	6,83±0,02	8,78±0,01	3,18±0,21	<1	72	7,25±0,01	7,43±0,14	6,83±0,06	<1
53	8,45±0,17	8,81±0,05	6,45±0,11	<1	73	5,25±0,19	6,41±0,11	6,41±0,12	<1
54	8,48±0,01	9,15±0,09	<2	<1	74	4,00±0,06	3,30±0,34	<2	<1
55	8,76±0,04	8,31±0,01	6,53±0,24	<1	75	7,00±0,01	7,11±0,04	6,59±0,12	<1
56	8,48±0,02	8,80±0,02	7,13±0,07	<1	76	8,48±0,02	7,00±0,01	6,91±0,02	<1
57	8,45±0,11	7,00±0,01	5,13±0,06	<1	77	7,70±0,12	4,53±0,08	4,64±0,07	<1
58	<2	<2	8,13±0,12	<1	78	7,35±0,08	8,45±0,16	5,70±0,00	<1
59	8,59±0,03	8,69±0,10	7,01±0,02	<1	79	8,13±0,21	8,47±0,18	<2	<1
60	8,44±0,15	8,75±0,09	6,69±0,10	<1	80	7,81±0,05	8,89±0,01	7,74±0,06	<1
61	6,48±0,02	8,80±0,07	6,68±0,08	<1	81	8,19±0,23	<2	6,88±0,04	<1
62	6,42±0,11	8,87±0,06	6,60±0,11	<1	82	8,63±0,02	8,47±0,01	5,27±0,02	<1
63	8,55±0,08	<2	5,60±0,16	<1	Ort	8,41	8,48	6,66	<1
64	8,95±0,06	6,30±0,03	6,58±0,11	<1	Ss	1,18	2,29	2,74	-
65	8,08±0,16	8,15±0,13	5,60±0,16	<1	Min	<2	<2	<2	<1
66	8,48±0,05	8,08±0,21	3,18±0,21	<1	Mak	8,95	9,62	8,13	<1

Ort: Ortalama değer; Ss: Standart sapma; Min: Minimum değer; Mak: Maksimum değer

Tablo 8. Endüstriyel Yoğurt Örneklerinin Mikrobiyolojik Özellikleri (log₁₀ kob/g)

Örnek No	Mikrobiyolojik Özellikler (Ort±Ss)				Örnek No	Mikrobiyolojik Özellikler (Ort±Ss)			
	Laktik Basil	Laktik Kok	Maya-Küf	Koliform		Laktik Basil	Laktik Kok	Maya-Küf	Koliform
101	6,93±0,10	8,48±0,22	3,70±0,26	<1	122	7,30±0,03	8,95±0,06	3,40±0,12	<1
102	8,68±0,04	8,16±0,20	<2	<1	123	6,73±0,15	9,03±0,03	5,11±0,03	<1
103	8,49±0,21	7,22±0,06	<2	<1	124	8,90±0,07	8,63±0,16	<2	<1
104	8,57±0,29	8,60±0,02	6,49±0,04	<1	125	9,05±0,06	7,93±0,04	<2	<1
105	8,94±0,02	8,46±0,17	5,00±0,05	<1	126	5,15±0,09	7,78±0,21	<2	<1
106	7,93±0,04	8,19±0,18	<2	<1	127	7,45±0,11	8,97±0,03	<2	<1
107	7,98±0,03	7,54±0,09	<2	<1	128	8,30±0,00	8,55±0,08	<2	<1
108	6,82±0,04	9,18±0,13	<2	<1	129	7,17±0,10	8,13±0,21	<2	<1
109	8,19±0,18	6,57±0,04	<2	<1	130	8,02±0,09	9,47±0,04	<2	<1
110	8,88±0,04	7,40±0,12	4,04±0,06	<1	131	5,88±0,04	9,12±0,06	<2	<1
111	8,35±0,04	8,26±0,21	5,18±0,21	<1	132	7,54±0,09	9,05±0,04	<2	<1
112	8,79±0,02	7,04±0,06	4,85±0,01	<1	133	9,28±0,17	8,47±0,03	5,04±0,06	<1
113	8,60±0,13	8,57±0,11	6,69±0,10	<1	134	8,57±0,06	8,47±0,18	<2	<1
114	8,79±0,10	7,23±0,11	6,04±0,11	<1	135	7,98±0,03	8,67±0,07	<2	<1
115	8,31±0,05	5,18±0,21	6,28±0,06	<1	136	7,32±0,06	8,95±0,01	<2	<1
116	8,82±0,05	7,03±0,10	6,45±0,16	<1	137	8,30±0,03	8,88±0,04	<2	<1
117	8,46±0,04	8,83±0,06	<2	<1					
118	8,04±0,11	7,48±0,21	6,95±0,02	<1	Ort	8,48	8,64	5,80	<1
119	6,70±0,11	5,34±0,06	4,32±0,06	<1	Ss	0,94	1,69	2,75	-
120	6,96±0,02	5,95±0,07	4,95±0,01	<1	Min	5,14	<2	<2	<1
121	7,03±0,11	<2	4,88±0,04	<1	Mak	9,28	9,47	6,95	<1

Ort: Ortalama değer; Ss: Standart sapma; Min: Minimum değer; Mak: Maksimum değer

Tablo 9. Geleneksel ve Endüstriyel Yoğurt Örneklerinin Mikrobiyolojik Özelliklerinin İstatistiksel Olarak Karşılaştırılması

Mikrobiyolojik Özellikler	Yoğurt Örnekleri (n=119)		Önem Derecesi	
	Geleneksel (n=82)	Endüstriyel (n=37)		
Laktik Basil	Mak	8,95	9,28	
	Min	<2	5,14	
	Ort±Ss	8,41±1,18	8,48±0,94	-
Laktik kok	Mak	9,62	9,47	
	Min	<2	<2	
	Ort±Ss	8,48±2,29	8,64±1,69	-
Maya	Mak	8,13	6,95	
	Min	<2	<2	
	Ort±Ss	6,66±2,74	5,80±2,75	p<0,01
Küf	Mak	<2	<2	
	Min	<2	<2	
	Ort±Ss	<2	<2	-
Koliform	Mak	<1	<1	
	Min	<1	<1	
	Ort±Ss	<1	<1	-

-. İstatistiksel olarak önemli değil; n: Numune sayısı; Mak: Maksimum değer; Min: Minimum değer; Ort: Ortalama değer; Ss: Standart sapma

Yoğurt Örneklerinin Fizikokimyasal Özellikleri

Yoğurt, süt şekerlerinin fermantasyon sırasında parçalanmasının bir sonucu olarak oluşan laktik asitin pH ve % asitlik üzerine etki etmesi sonucu oluşan fermente bir süt ürünüdür (Vasbinder *et al.* 2003). Yoğurt üretiminde sütün pH'sı $4,6\pm 0,1$ (veya 0,6 g/100 g asitlik) değerine ulaştığında fermantasyonun sonlandırılması gerekmektedir (Akin and Korkmaz 2009). pH ve asitlik yoğurdun raf ömrünü kısıtlayan en önemli faktörlerdendir (Mataragas *et al.* 2011). Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Anonymous 2009) ve Codex Alimentarius (Anonymous 2003) incelendiğinde, yoğurdun % asitlik değerinin en az 0,6 g/100 g olması gerektiği görülmektedir. Öte yandan, Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde (Anonymous 2009) yoğurdun asitlik değerinin 1,5 g/100 g değerinden daha yüksek olmaması gerektiği belirtilmiştir. Çalışma kapsamında yoğurtlar üzerinde gerçekleştirilen pH ve % asitlik analiz sonuçları Tablo 10 ve 11'de verilmiştir.

Tablo 10. Geleneksel Yoğurt Örneklerinin Fizikokimyasal Özellikleri

Örnek No	Fizikokimyasal Özellikler (Ort±Ss)		Örnek No	Fizikokimyasal Özellikler (Ort±Ss)	
	pH	Asitlik (g/100 g)		pH	Asitlik (g/100 g)
1	3,84±0,00	1,34±0,02	34	3,83±0,02	1,09±0,00
2	4,35±0,00	0,95±0,01	35	3,93±0,01	0,85±0,01
3	3,89±0,01	1,28±0,00	36	3,79±0,00	1,13±0,00
4	4,00±0,01	1,53±0,00	37	4,08±0,00	0,91±0,04
5	4,08±0,01	1,57±0,00	38	3,96±0,01	1,00±0,02
6	4,09±0,00	1,39±0,01	39	3,73±0,01	0,79±0,01
7	4,04±0,01	0,97±0,01	40	3,73±0,01	1,13±0,08
8	4,02±0,00	1,02±0,01	41	3,82±0,00	1,09±0,00
9	4,07±0,01	1,02±0,01	42	3,71±0,01	1,20±0,03
10	3,88±0,00	1,39±0,01	43	3,81±0,01	1,49±0,01
11	3,78±0,00	1,20±0,00	44	3,80±0,01	1,32±0,07
12	3,90±0,00	1,34±0,01	45	3,71±0,00	1,42±0,04
13	3,89±0,01	1,37±0,06	46	3,63±0,01	1,06±0,08
14	3,72±0,00	2,06±0,04	47	3,62±0,00	1,21±0,01
15	3,77±0,00	1,63±0,00	48	3,60±0,01	1,21±0,05
16	3,72±0,00	1,60±0,01	49	3,82±0,02	1,03±0,00
17	3,67±0,00	1,92±0,00	50	3,64±0,00	0,92±0,02
18	3,93±0,00	1,23±0,00	51	3,98±0,01	0,94±0,01
19	3,78±0,01	1,20±0,01	52	4,36±0,00	0,85±0,01
20	4,00±0,00	1,09±0,01	53	3,80±0,01	1,30±0,00
21	3,94±0,00	1,07±0,00	54	4,38±0,01	0,76±0,01
22	4,05±0,00	1,43±0,00	55	3,62±0,00	1,27±0,06
23	3,85±0,00	1,45±0,03	56	3,87±0,00	1,50±0,04
24	3,91±0,00	1,43±0,02	57	4,03±0,01	1,34±0,07
25	3,91±0,01	1,39±0,03	58	3,89±0,00	2,50±0,09
26	4,12±0,01	1,09±0,00	59	3,86±0,01	1,62±0,03
27	4,12±0,00	0,99±0,00	60	3,81±0,00	1,52±0,02
28	4,17±0,00	1,14±0,01	61	4,48±0,00	0,65±0,02
29	4,06±0,00	1,41±0,03	62	4,49±0,01	0,67±0,00
30	3,89±0,00	1,55±0,01	63	3,78±0,00	1,37±0,00
31	3,79±0,00	1,46±0,05	64	3,90±0,01	1,77±0,00
32	4,12±0,01	0,87±0,01	65	4,23±0,00	1,01±0,00
33	3,83±0,01	1,17±0,04	66	3,86±0,01	1,27±0,01

Tablo 10. Devamı

Örnek No	Fizikokimyasal Özellikler (Ort±Ss)		Örnek No	Fizikokimyasal Özellikler (Ort±Ss)	
	pH	Asitlik (g/100 g)		pH	Asitlik (g/100 g)
67	3,82±0,00	1,46±0,00	77	3,72±0,00	1,10±0,01
68	3,98±0,01	1,46±0,00	78	3,59±0,00	1,39±0,02
69	3,92±0,01	1,17±0,01	79	3,79±0,00	1,01±0,00
70	3,85±0,00	1,47±0,03	80	3,92±0,00	1,16±0,00
71	4,02±0,01	0,99±0,01	81	3,37±0,00	1,74±0,10
72	3,93±0,00	1,35±0,07	82	3,95±0,01	1,06±0,00
73	3,91±0,00	1,48±0,04	Ort	3,91	1,26
74	4,33±0,00	0,81±0,05	Ss	0,21	0,31
75	3,65±0,00	1,76±0,01	Min	3,37	0,65
76	3,81±0,01	1,36±0,03	Mak	4,49	2,50

Ort: Ortalama değer; Ss: Standart sapma; Min: Minimum değer; Mak: Maksimum değer

Çalışma kapsamında, geleneksel yoğurt örneklerinin pH değerlerinin 3,37-4,49; endüstriyel örneklerin ise 3,71-4,37 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Öte yandan, geleneksel ve endüstriyel yoğurt örneklerinin ortalama pH değerleri sırasıyla 3,91 ve 4,06 olarak belirlenmiştir. ElAnsary (2014) tarafından yapılan çalışmada, 50 endüstriyel yoğurt örneği üzerinde çalışılmış ve bu örneklerin ortalama pH değerleri 4,06 olarak tespit edilmiştir. Ek olarak, Nogueira *et al.* (1998) ise yoğurt örneklerinin pH değerlerinin 3,70-4,20 aralığında olduğunu bulmuşlardır.

Tablo 11. Endüstriyel Yoğurt Örneklerinin Fizikokimyasal Özellikleri

Örnek No	Fizikokimyasal Özellikler (Ort±Ss)		Örnek No	Fizikokimyasal Özellikler (Ort±Ss)	
	pH	Asitlik (g/100 g)		pH	Asitlik (g/100 g)
101	4,10±0,00	0,86±0,01	122	4,15±0,00	0,78±0,03
102	4,17±0,01	1,47±0,01	123	3,97±0,01	0,98±0,04
103	4,32±0,00	0,97±0,00	124	4,13±0,01	1,07±0,01
104	4,10±0,00	1,48±0,01	125	4,13±0,00	1,24±0,09
105	4,12±0,00	1,35±0,00	126	4,21±0,01	0,60±0,01
106	4,21±0,00	1,17±0,02	127	4,22±0,00	0,85±0,07
107	4,11±0,01	1,27±0,00	128	4,32±0,01	1,00±0,08
108	4,21±0,00	0,60±0,02	129	4,37±0,01	0,77±0,07
109	3,98±0,01	0,96±0,02	130	4,15±0,00	0,85±0,07
110	3,71±0,00	1,00±0,09	131	4,30±0,00	0,65±0,06
111	3,81±0,01	0,90±0,01	132	4,13±0,01	0,94±0,01
112	3,86±0,00	1,15±0,10	133	3,74±0,01	1,37±0,10
113	3,89±0,00	1,29±0,03	134	4,08±0,00	1,03±0,02
114	3,92±0,01	0,95±0,03	135	4,07±0,01	1,00±0,01
115	3,86±0,01	1,09±0,01	136	3,91±0,00	0,65±0,00
116	4,14±0,01	1,20±0,00	137	3,83±0,01	0,94±0,06
117	4,11±0,01	1,23±0,02			
118	4,31±0,00	1,18±0,06	Ort	4,06	1,02
119	3,95±0,01	0,79±0,02	Ss	0,18	0,23
120	3,85±0,00	0,81±0,02	Min	3,71	0,60
121	3,86±0,00	1,20±0,01	Mak	4,37	1,48

Ort: Ortalama değer; Ss: Standart sapma; Min: Minimum değer; Mak: Maksimum değer

Çalışma kapsamında analiz edilen yoğurt örneklerinin tamamının asitlik değerlerinin 0,6 g/100 g'dan yüksek olduğu ve bu açıdan tebliğe uygunluk gösterdiği tespit edilmiştir. Öte yandan; 4, 5, 14, 15, 16, 17, 30, 58, 59, 60, 64, 75 ve 81 örnek numaralı toplam 13 geleneksel yoğurt örneğinin ise 1,5 g/100 g değerinden daha yüksek asitliğe sahip olduğu saptanmıştır. Bu örneklerin tamamının geleneksel yöntemlerle üretilmiş olması, fermantasyon şartlarının yetersiz olduğunu düşündürmektedir (Aktaş *et al.* 2022). Geleneksel yoğurt örneklerinin asitlik değerlerinin 0,65-2,50, endüstriyel örneklerin ise 0,60-1,48 g/100 g aralığında olduğu belirlenmiştir. Geleneksel ve endüstriyel yoğurt örneklerinin ortalama asitlik değerleri ise

sırasıyla 1,26 ve 1,02 g/100 g olarak bulunmuştur. Benzer şekilde, Szofytsik *et al.* (2021) tarafından yapılan çalışmada, yoğurt örneklerinin asitlik değerlerinin 0,98-1,19 g/100 g aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Geleneksel ve endüstriyel yoğurt örneklerinin pH ve asitlik değerleri üzerinde gerçekleştirilen istatistiksel analizlerden elde edilen sonuçlar Tablo 12’de verilmiştir. Geleneksel ve endüstriyel yoğurt örneklerinin pH ve asitlik değerleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$). Bu durum da geleneksel yoğurtlarda hijyen, üretim ve depolama şartlarının yetersizliğinin bir göstergesi olabilir (Aktaş *et al.* 2022).

Tablo 12. Geleneksel ve Endüstriyel Yoğurt Örneklerinin Fizikokimyasal Özelliklerinin İstatistiksel Olarak Karşılaştırılması

Fizikokimyasal Özellikler	Yoğurt Örnekleri (n=119)		Önem Derecesi
	Geleneksel (n=82)	Endüstriyel (n=37)	
pH	Mak	4,49	4,37
	Min	3,37	3,71
	Ort±Ss	3,91±0,21	4,06±0,18
Asitlik (g/100 g)	Mak	2,50	1,48
	Min	0,65	0,60
	Ort±Ss	1,26±0,31	1,02±0,23

-: İstatistiksel olarak önemli değil; n: Numune sayısı; Mak: Maksimum değer; Min: Minimum değer; Ort: Ortalama değer; Ss: Standart sapma

Muhtemel Laktik Asit Bakterilerinin İzolasyonu

Mevcut çalışmada izole edilen muhtemel yoğurt bakterileri Tablo 13 ve 14’te verilmiştir. 82 geleneksel yoğurt örneğinden 200 adet muhtemel laktik basil, 181 tane ise muhtemel laktik kok izole edilmiştir. Diğer taraftan, 37 endüstriyel yoğurt örneğinden izole edilen muhtemel laktik basil ve laktik kok sayıları sırasıyla 119 ve 99’idi. Çalışma kapsamında toplanan 119 yoğurt örneğinden toplam 599 muhtemel yoğurt bakterisi izole edilmiştir. İzole edilen bakteriler % 40 gliserol çözeltisi içerisinde -80 °C’de daha sonraki analizler için muhafaza edilmiştir.

Tablo 13. Geleneksel Örneklerinden İzole Edilen Muhtemel Yoğurt Bakterileri

Örnek No	İzolat No		İzolat Sayısı	Örnek No	İzolat No		İzolat Sayısı
	MRS	M17			MRS	M17	
1	101M, 102M, 103M, 104M	101S, 102S, 103S	7	25	162M, 163M	155S, 156S, 157S, 158S	6
2	105M, 106M, 107M, 108M	-	4	26	164M, 165M	-	2
3	128M, 129M, 130M, 131M	139S	5	27	168M, 169M, 170M	161S	4
4	142M, 143M	137S, 138S	4	28	174M, 175M, 176M	164S, 165S	5
5	166M, 167M	159S, 160S	4	29	177M, 178M	166S, 167S	4
6	171M, 172M, 173M	162S, 163S	5	30	179M	168S	2
7	109M, 110M	104S, 105S, 106S	5	31	180M	169S, 170S	3
8	111M, 112M, 113M	107S, 108S	5	32	181M	171S	2
9	114M	109S, 110S, 111S	4	33	182M, 183M, 184M	172S, 173S	5
10	115M, 116M, 117M, 118M	112S, 113S, 114S	7	34	185M	174S, 175S	3
11	119M, 120M, 121M, 122M	115S, 116S, 117S, 118S, 119S, 120S	10	35	186M	176S, 177S	3
12	123M, 124M, 125M	121S, 122S, 123S	6	36	187M	178S, 179S	3
13	126M, 127M	124S, 125S	4	37	192M	180S, 181S, 182S	4
14	132M, 133M	126S, 127S	4	38	188M	183S	2
15	134M	128S, 129S, 130S	4	39	189M	184S, 185S	3
16	135M, 136M	131S, 132S	4	40	190M	186S, 187S	3
17	137M, 138M, 139M	133S	4	41	191M	188S	2
18	140M, 141M	134S, 135S, 136S	5	42	193M	189S, 190S, 191S	4
19	144M, 145M, 146M, 147M	140S, 141S	6	43	194M, 195M, 196M	192S, 193S, 194S, 195S	7
20	148M, 149M, 150M, 151M	142S, 143S	6	44	197M	196S, 197S	3
21	152M, 153M	144S, 145S	4	45	198M, 199M	198S, 199S, 200S	5
22	154M, 155M, 156M	146S, 147S, 148S, 149S	7	46	200M	201S	2
23	157M, 158M	150S, 151S, 152S	5	47	201M	202S, 203S, 204S	4
24	159M, 160M, 161M	153S, 154S	5	48	202M	205S, 206S	3

Tablo 13. Devamı

Örnek No	İzolasyon No		İzolasyon Sayısı	Örnek No	İzolasyon No		İzolasyon Sayısı
	MRS	M17			MRS	M17	
49	203M, 204M	207S, 208S	4	66	256M, 257M, 258M	247S, 248S, 249S	6
50	205M, 206M	209S	3	67	259M, 260M	250S, 251S, 252S	5
51	207M, 208M	210S, 211S	4	68	261M, 262M	253S, 254S, 255S	5
52	209M, 210M, 211M, 212M	212S, 213S	6	69	263M, 264M, 265M	256S, 257S	5
53	213M, 214M, 215M, 216M	214S, 215S	6	70	266M, 267M, 268M	258S, 259S	5
54	217M	216S, 217S, 218S	4	71	269M, 270M, 271M, 272M	260S, 261S	6
55	218M, 219M	219S, 220S	4	72	273M, 274M, 275M	262S, 263S, 264S	6
56	220M, 221M	221S, 222S	4	73	276M, 277M	265S	3
57	222M, 223M, 224M, 225M	223S, 224S, 225S	7	74	278M, 279M	266S, 267S	4
58	-	-	0	75	280M, 281M, 282M	268S, 269S	5
59	226M, 227M, 228M, 229M	226S, 227S, 228S	7	76	283M, 284M, 285M	270S	4
60	230M, 231M, 232M, 233M	229S, 230S, 231S	7	77	286M, 287M, 288M	271S, 272S	5
61	234M, 235M, 236M, 237M, 238M, 239M	232S, 233S, 234S, 235S	10	78	289M, 290M	273S, 274S, 275S	5
62	240M, 241M, 242M, 243M	236S, 237S, 238S, 239S, 240S, 241S	10	79	291M, 292M, 293M	276S, 277S, 278S	6
63	244M, 245M, 246M	-	3	80	294M, 295M	279S	3
64	247M, 248M, 249M	242S, 243S	5	81	296M, 297M, 298M	-	3
65	250M, 251M, 252M, 253M, 254M, 255M	244S, 245S, 246S	9	82	299M, 300M	280S, 281S	4

Tablo 14. Endüstriyel Örneklerinden İzole Edilen Muhtemel Yoğurt Bakterileri

Örnek No	İzolat No		İzolat Sayısı	Örnek No	İzolat No		İzolat Sayısı
	MRS	M17			MRS	M17	
101	501M, 502M, 503M, 504M	501S, 502S, 503S, 504S	8	120	556M, 557M, 558M, 559M, 560M, 561M	549S, 550S, 551S	9
102	505M, 506M, 507M	505S, 506S, 507S	6	121	562M, 563M, 564M	-	3
103	508M, 509M, 510M, 511M, 512M	508S, 509S, 510S, 511S	9	122	565M, 566M, 567M, 568M	552S, 553S, 554S, 555S	8
104	513M, 514M	512S, 513S	4	123	569M, 570M, 571M, 572M, 573M	556S, 557S	7
105	515M	514S, 515S, 516S	4	124	574M, 575M, 576M	558S, 559S, 560S	6
106	516M, 517M	517S, 518S	4	125	577M, 578M, 579M	561S, 562S	5
107	518M	519S, 520S, 521S	4	126	580M, 581M, 582M	563S, 564S, 565S	6
108	519M	522S	2	127	583M, 584M, 585M	566S, 567S	5
109	520M, 521M, 522M	523S, 524S, 525S, 526S, 527S, 528S	9	128	586M, 587M, 588M	568S, 569S, 570S	6
110	523M, 524M, 525M	529S, 530S	5	129	589M, 590M, 591M, 592M, 593M	571S, 572S, 573S	8
111	526M, 527M	531S, 532S, 533S	5	130	594M, 595M, 596M	574S, 575S, 576S	6
112	528M, 529M, 530M, 531M	534S, 535S	6	131	597M, 598M, 599M	577S, 578S, 579S	6
113	532M, 533M, 534M	536S	4	132	600M, 601M, 602M	580S, 581S, 582S	6
114	535M, 536M, 537M	537S, 538S, 539S	6	133	603M, 604M, 605M, 606M	583S, 584S, 585S	7
115	538M, 539M, 540M	540S, 541S	5	134	607M, 608M, 609M, 610M	586S, 587S, 588S, 589S	8
116	541M, 542M, 543M, 544M, 545M	542S	6	135	611M, 612M, 613M	590S, 591S, 592S, 593S	7
117	546M, 547M, 548M	543S, 544S	5	136	614M, 615M, 616M	594S, 595S, 596S	6
118	549M, 550M, 551M, 552M	545S, 546S	6	137	617M, 618M, 619M	597S, 598S, 599S	6
119	553M, 554M, 555M	547S, 548S	5				

İzole Edilen Muhtemel Laktik Asit Bakterilerinin Ön Değerlendirilmesi

Yoğurt, starter kültür olarak *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus*'un kullanıldığı fermente bir süt ürünüdür. Ancak yapılan bazı çalışmalar yoğurtlardan bu starter kültürler dışında bazı mikroorganizmaların da izole edilebileceğini göstermiştir (Azadnia *et al.* 2011; İspirli and Dertli 2018). Mevcut çalışmanın amacı probiyotik, geleneksel ve EPS-yoğurt özellikte yoğurt üretimi olduğundan dolayı, sadece yoğurt bakterilerinin ileriki analizlere tabi tutulması amaçlanmıştır. Bu sebeple, 119 yoğurt örneğinden izole edilen 599 muhtemel yoğurt bakterisi ön değerlendirilmeye tabi tutulmuştur. Ön değerlendirme işleminde izolatlar üzerinde Gram boyama ve katalaz testi gerçekleştirilmiştir. Öte yandan, mikroskobik özellikler de göz önünde bulundurularak izolat seçimi gerçekleştirilmiştir. Yoğurt bakterileri Gram pozitif, katalaz negatif özellik gösterdiğinden dolayı (Azam *et al.* 2017) bu özellikleri uygun olmayan izolatlar çalışmaya dahil edilmemiştir. Bunun yanında, muhtemel yoğurt bakterilerinin seçiminde mikroskobik özellik olarak, laktik basiller için uzun çubuk şekli (tipik basil), laktik koklar için ise zincir şekli (streptokok) referans kabul edilmiştir. Çalışma kapsamında izole edilen muhtemel yoğurt bakterilerinin Gram boyama ve katalaz test sonuçları ile mikroskobik özellikleri Tablo 15, 16, 17 ve 18'de verilmiştir.

Tablo 15. Geleneksel Yoğurt Örneklerinden Elde Edilen MRS İzolatlarının Gram, Katalaz ve Mikroskopik Özellikleri

İzolat	Ön Değerlendirme Özellikleri			İzolat	Ön Değerlendirme Özellikleri		
	Gram	Katalaz	Mikroskopik		Gram	Katalaz	Mikroskopik
101M	+	-	Tipik Basil	156M	+	-	Kısa Basil
102M	+	-	Tipik Basil	157M	+	-	Tipik Basil
103M	+	-	Tipik Basil	158M	+	-	Tipik Basil
104M	+	-	Tipik Basil	159M	+	-	Kısa Basil
105M	+	-	Tipik Basil	160M	+	-	Spiral
106M	+	-	Kısa Basil	161M	+	-	Tipik Basil
107M	+	-	Tipik Basil	162M	+	-	Kısa Basil
108M	+	-	Tipik Basil	163M	+	-	Kısa Basil
109M	+	-	Tipik Basil	164M	+	-	Tipik Basil
110M	+	-	Tipik Basil	165M	+	-	Tipik Basil
111M	+	-	Tipik Basil	166M	+	-	Spiral
112M	+	-	Kısa Basil	167M	+	-	Tipik Basil
113M	+	-	Kısa Basil	168M	+	-	Tipik Basil
114M	+	-	Tipik Basil	169M	+	-	Tipik Basil
115M	+	-	Tipik Basil	170M	+	-	Tipik Basil
116M	+	-	Tipik Basil	171M	+	-	Tipik Basil
117M	+	-	Tipik Basil	172M	+	-	Tipik Basil
118M	+	-	Tipik Basil	173M	+	-	Tipik Basil
119M	+	-	Tipik Basil	174M	+	-	Tipik Basil
120M	+	-	Tipik Basil	175M	+	-	Tipik Basil
121M	+	-	Tipik Basil	176M	+	-	Tipik Basil
122M	+	-	Kısa Basil	177M	+	-	Tipik Basil
123M	+	-	Tipik Basil	178M	+	-	Tipik Basil
124M	+	-	Tipik Basil	179M	+	-	Tipik Basil
125M	+	-	Tipik Basil	180M	+	-	Kısa Basil
126M	+	-	Kısa Basil	181M	+	-	Kısa Basil
127M	+	-	Kısa Basil	182M	+	-	Kısa Basil
128M	+	-	Kısa Basil	183M	+	-	Spiral
129M	+	-	Kısa Basil	184M	+	-	Tipik Basil
130M	+	-	Kısa Basil	185M	+	-	Tipik Basil
131M	+	-	Kısa Basil	186M	+	-	Tipik Basil
132M	+	-	Tipik Basil	187M	+	-	Tipik Basil
133M	+	-	Tipik Basil	188M	+	-	Kısa Basil
134M	+	-	Kısa Basil	189M	+	-	Tipik Basil
135M	+	-	Tipik Basil	190M	+	-	Tipik Basil
136M	+	-	Tipik Basil	191M	+	-	Tipik Basil
137M	+	-	Tipik Basil	192M	+	-	Tipik Basil
138M	+	-	Tipik Basil	193M	+	-	Tipik Basil
139M	+	-	Tipik Basil	194M	+	-	Tipik Basil
140M	+	-	Tipik Basil	195M	+	-	Tipik Basil
141M	+	-	Kısa Basil	196M	+	-	Tipik Basil
142M	+	-	Tipik Basil	197M	+	-	Tipik Basil
143M	+	-	Tipik Basil	198M	+	-	Kısa Basil
144M	+	-	Tipik Basil	199M	+	-	Kısa Basil
145M	+	-	Kısa Basil	200M	+	-	Tipik Basil
146M	+	-	Kısa Basil	201M	+	-	Tipik Basil
147M	+	-	Kısa Basil	202M	+	-	Tipik Basil
148M	+	-	Tipik Basil	203M	+	-	Tipik Basil
149M	+	-	Tipik Basil	204M	+	-	Tipik Basil
150M	+	-	Tipik Basil	205M	+	-	Tipik Basil
151M	+	-	Tipik Basil	206M	+	-	Tipik Basil
152M	+	-	Tipik Basil	207M	+	-	Tipik Basil
153M	+	-	Kısa Basil	208M	+	-	Tipik Basil
154M	+	-	Kısa Basil	209M	+	-	Tipik Basil
155M	+	-	Tipik Basil	210M	+	-	Tipik Basil

Tablo 15. Devamı

İzolat	Ön Değerlendirme Özellikleri			İzolat	Ön Değerlendirme Özellikleri		
	Gram	Katalaz	Mikroskobik		Gram	Katalaz	Mikroskobik
211M	+	-	Tipik Basil	256M	+	-	Kısa Basil
212M	+	-	Tipik Basil	257M	+	-	Tipik Basil
213M	+	-	Tipik Basil	258M	+	-	Tipik Basil
214M	+	-	Tipik Basil	259M	+	-	Tipik Basil
215M	+	-	Tipik Basil	260M	+	-	Tipik Basil
216M	+	-	Tipik Basil	261M	+	-	Kısa Basil
217M	+	-	Tipik Basil	262M	+	-	Tipik Basil
218M	+	-	Tipik Basil	263M	+	-	Tipik Basil
219M	+	-	Tipik Basil	264M	+	-	Tipik Basil
220M	+	-	Kısa Basil	265M	+	-	Tipik Basil
221M	+	-	Tipik Basil	266M	+	-	Tipik Basil
222M	+	-	Tipik Basil	267M	+	-	Kısa Basil
223M	+	-	Tipik Basil	268M	+	-	Tipik Basil
224M	+	-	Kısa Basil	269M	+	-	Tipik Basil
225M	+	-	Tipik Basil	270M	+	-	Tipik Basil
226M	+	-	Tipik Basil	271M	+	-	Tipik Basil
227M	+	-	Kısa Basil	272M	+	-	Tipik Basil
228M	+	-	Tipik Basil	273M	+	-	Tipik Basil
229M	+	-	Tipik Basil	274M	+	-	Kısa Basil
230M	+	-	Tipik Basil	275M	+	-	Diplokok
231M	+	-	Tipik Basil	276M	+	-	Tipik Basil
232M	+	-	Tipik Basil	277M	+	-	Tipik Basil
233M	+	-	Tipik Basil	278M	+	-	Kısa Basil
234M	+	-	Kısa Basil	279M	+	-	Kısa Basil
235M	+	-	Kısa Basil	280M	+	-	Tipik Basil
236M	+	-	Diplokok	281M	+	-	Tipik Basil
237M	+	-	Kısa Basil	282M	+	-	Tipik Basil
238M	+	-	Spiral	283M	+	-	Tipik Basil
239M	+	-	Tipik Basil	284M	+	-	Tipik Basil
240M	+	-	Kısa Basil	285M	+	-	Tipik Basil
241M	+	-	Tipik Basil	286M	+	-	Tipik Basil
242M	+	-	Kısa Basil	287M	+	-	Tipik Basil
243M	+	-	Kısa Basil	288M	+	-	Kısa Basil
244M	+	-	Tipik Basil	289M	+	-	Tipik Basil
245M	+	-	Tipik Basil	290M	+	-	Tipik Basil
246M	+	-	Tipik Basil	291M	+	-	Kısa Basil
247M	+	-	Tipik Basil	292M	+	+	Diplokok
248M	+	-	Tipik Basil	293M	+	-	Tipik Basil
249M	+	-	Tipik Basil	294M	+	-	Tipik Basil
250M	+	-	Tipik Basil	295M	+	-	Tipik Basil
251M	+	-	Tipik Basil	296M	+	-	Kısa Basil
252M	+	-	Kısa Basil	297M	+	-	Kısa Basil
253M	+	-	Kısa Basil	298M	+	-	Tipik Basil
254M	+	-	Kısa Basil	299M	+	-	Kısa Basil
255M	+	-	Tipik Basil	300M	+	-	Kısa Basil

Tablo 16. Geleneksel Yoğurt Örneklerinden Elde Edilen M17 İzolatlarının Gram, Katalaz ve Mikroskopik Özellikleri

İzolat	Ön Değerlendirme Özellikleri			İzolat	Ön Değerlendirme Özellikleri		
	Gram	Katalaz	Mikroskopik		Gram	Katalaz	Mikroskopik
101S	+	-	Streptokok	157S	+	-	Diplokok
102S	-	+	Tetrakok	158S	+	-	Streptokok
103S	+	+	Tetrakok	159S	+	-	Streptokok
104S	+	-	Streptokok	160S	+	-	Streptokok
105S	+	-	Streptokok	161S	+	-	Streptokok
106S	+	-	Mikrokok	162S	+	-	Streptokok
107S	+	-	Streptokok	163S	+	-	Streptokok
108S	+	-	Streptokok	164S	+	-	Streptokok
109S	-	+	Tetrakok	165S	+	-	Streptokok
110S	+	-	Streptokok	166S	+	-	Streptokok
111S	+	-	Streptokok	167S	+	-	Streptokok
112S	+	-	Streptokok	168S	+	-	Streptokok
113S	+	-	Streptokok	169S	+	-	Streptokok
114S	+	+	Tetrakok	170S	+	-	Streptokok
115S	-	+	Tetrakok	171S	+	-	Kokobasil
116S	+	+	Tetrakok	172S	+	-	Streptokok
117S	-	+	Tetrakok	173S	+	-	Streptokok
118S	+	+	Tetrakok	174S	+	-	Streptokok
119S	+	-	Mikrokok	175S	+	-	Streptokok
120S	+	-	Mikrokok	176S	+	-	Streptokok
121S	+	-	Streptokok	177S	+	-	Streptokok
122S	+	-	Streptokok	178S	+	-	Diplokok
123S	+	-	Streptokok	179S	+	-	Streptokok
124S	+	-	Streptokok	180S	+	-	Streptokok
125S	+	-	Streptokok	181S	+	-	Diplokok
126S	+	-	Streptokok	182S	+	-	Streptokok
127S	+	-	Streptokok	183S	+	-	Streptokok
128S	+	-	Streptokok	184S	+	-	Diplokok
129S	+	-	Streptokok	185S	+	-	Streptokok
130S	+	-	Streptokok	186S	+	-	Streptokok
131S	+	-	Streptokok	187S	+	-	Streptokok
132S	+	-	Streptokok	188S	+	-	Streptokok
133S	+	-	Streptokok	189S	+	-	Streptokok
134S	+	+	Tetrakok	190S	+	-	Diplokok
135S	+	-	Streptokok	191S	+	-	Diplokok
136S	+	-	Streptokok	192S	+	-	Streptokok
137S	+	+	Tetrakok	193S	+	-	Streptokok
138S	+	-	Streptokok	194S	+	-	Streptokok
139S	+	-	Streptokok	195S	+	-	Streptokok
140S	+	-	Streptokok	196S	+	-	Streptokok
141S	+	-	Mikrokok	197S	+	-	Streptokok
142S	+	-	Streptokok	198S	+	-	Streptokok
143S	+	-	Streptokok	199S	+	-	Streptokok
144S	+	-	Streptokok	200S	+	-	Streptokok
145S	+	-	Streptokok	201S	+	-	Diplokok
146S	+	-	Streptokok	202S	+	+	Tetrakok
147S	+	-	Streptokok	203S	+	-	Streptokok
148S	+	-	Streptokok	204S	+	-	Streptokok
149S	+	-	Streptokok	205S	+	-	Streptokok
150S	+	-	Streptokok	206S	+	-	Streptokok
151S	+	-	Streptokok	207S	+	-	Streptokok
152S	+	-	Mikrokok	208S	+	-	Streptokok
153S	+	-	Streptokok	209S	+	-	Streptokok
154S	+	-	Mikrokok	210S	+	-	Streptokok
155S	+	-	Streptokok	211S	+	-	Streptokok
156S	+	-	Mikrokok	212S	+	-	Streptokok

Tablo 16. Devamı

İzolat	Ön Değerlendirme Özellikleri			İzolat	Ön Değerlendirme Özellikleri		
	Gram	Katalaz	Mikroskobik		Gram	Katalaz	Mikroskobik
213S	+	-	Streptokok	248S	+	-	Streptokok
214S	+	-	Streptokok	249S	+	-	Streptokok
215S	+	-	Streptokok	250S	+	-	Streptokok
216S	+	-	Streptokok	251S	+	-	Streptokok
217S	+	-	Diplokok	252S	+	-	Streptokok
218S	+	-	Streptokok	253S	+	-	Streptokok
219S	+	-	Streptokok	254S	+	-	Diplokok
220S	+	-	Kokobasil	255S	+	-	Diplokok
221S	+	-	Streptokok	256S	+	-	Diplokok
222S	+	-	Streptokok	257S	+	-	Streptokok
223S	+	-	Streptokok	258S	+	-	Streptokok
224S	+	-	Streptokok	259S	+	-	Streptokok
225S	+	-	Streptokok	260S	+	-	Streptokok
226S	+	-	Streptokok	261S	+	-	Streptokok
227S	+	-	Streptokok	262S	+	-	Streptokok
228S	+	-	Streptokok	263S	+	-	Streptokok
229S	+	-	Streptokok	264S	+	-	Streptokok
230S	+	-	Streptokok	265S	+	-	Streptokok
231S	+	-	Streptokok	266S	+	-	Streptokok
232S	+	-	Streptokok	267S	+	+	Tetrakok
233S	+	-	Streptokok	268S	+	-	Diplokok
234S	+	-	Streptokok	269S	+	-	Streptokok
235S	+	-	Streptokok	270S	+	-	Diplokok
236S	+	-	Streptokok	271S	+	-	Streptokok
237S	+	-	Streptokok	272S	+	-	Streptokok
238S	+	-	Streptokok	273S	+	-	Diplokok
239S	+	-	Streptokok	274S	+	-	Streptokok
240S	+	+	Tetrakok	275S	+	-	Streptokok
241S	-	+	Tetrakok	276S	+	-	Streptokok
242S	+	-	Diplokok	277S	+	-	Streptokok
243S	+	-	Diplokok	278S	+	-	Streptokok
244S	+	-	Streptokok	279S	+	-	Streptokok
245S	+	-	Kokobasil	280S	+	-	Streptokok
246S	+	-	Streptokok	281S	+	+	Tetrakok
247S	+	-	Streptokok				

Tablo 17. Endüstriyel Yoğurt Örneklerinden Elde Edilen MRS İzolatlarının Gram, Katalaz ve Mikroskopik Özellikleri

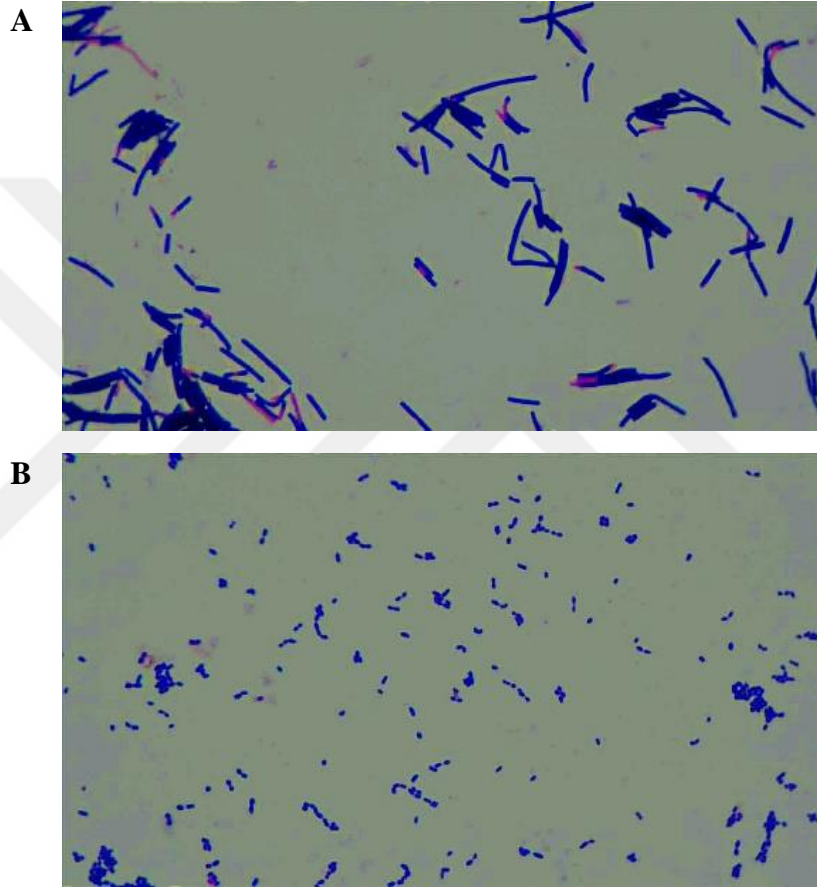
İzolat	Ön Değerlendirme Özellikleri			İzolat	Ön Değerlendirme Özellikleri		
	Gram	Katalaz	Mikroskopik		Gram	Katalaz	Mikroskopik
501M	+	-	Tipik Basil	557M	+	-	Tipik Basil
502M	+	-	Kısa Basil	558M	+	-	Kısa Basil
503M	+	-	Tipik Basil	559M	+	-	Tipik Basil
504M	+	-	Kısa Basil	560M	+	-	Tipik Basil
505M	+	-	Kısa Basil	561M	+	-	Tipik Basil
506M	+	-	Tipik Basil	562M	+	-	Tipik Basil
507M	+	-	Kısa Basil	563M	+	-	Tipik Basil
508M	+	-	Tipik Basil	564M	+	-	Tipik Basil
509M	+	-	Tipik Basil	565M	+	-	Kısa Basil
510M	+	-	Tipik Basil	566M	+	-	Tipik Basil
511M	+	-	Tipik Basil	567M	+	-	Tipik Basil
512M	+	-	Tipik Basil	568M	+	+	Tetrakok
513M	+	-	Tipik Basil	569M	+	-	Tipik Basil
514M	+	-	Tipik Basil	570M	+	-	Tipik Basil
515M	+	-	Tipik Basil	571M	+	-	Tipik Basil
516M	+	-	Tipik Basil	572M	+	-	Tipik Basil
517M	+	-	Tipik Basil	573M	+	-	Tipik Basil
518M	+	-	Tipik Basil	574M	+	-	Tipik Basil
519M	+	-	Kısa Basil	575M	+	-	Tipik Basil
520M	+	-	Tipik Basil	576M	+	-	Tipik Basil
521M	+	-	Tipik Basil	577M	+	-	Kısa Basil
522M	+	-	Tipik Basil	578M	+	-	Tipik Basil
523M	+	-	Kısa Basil	579M	+	-	Tipik Basil
524M	+	-	Kısa Basil	580M	+	-	Tipik Basil
525M	+	-	Tipik Basil	581M	+	-	Tipik Basil
526M	+	-	Tipik Basil	582M	+	-	Tipik Basil
527M	+	-	Tipik Basil	583M	+	-	Tipik Basil
528M	+	-	Tipik Basil	584M	+	-	Kısa Basil
529M	+	-	Kısa Basil	585M	+	-	Tipik Basil
530M	+	-	Kısa Basil	586M	+	-	Tipik Basil
531M	+	-	Kısa Basil	587M	+	-	Kısa Basil
532M	+	-	Kısa Basil	588M	+	-	Tipik Basil
533M	+	-	Tipik Basil	589M	+	-	Tipik Basil
534M	+	-	Tipik Basil	590M	+	-	Tipik Basil
535M	+	-	Kısa Basil	591M	+	-	Kısa Basil
536M	+	-	Tipik Basil	592M	+	-	Tipik Basil
537M	+	-	Kısa Basil	593M	+	-	Tipik Basil
538M	+	-	Tipik Basil	594M	+	-	Tipik Basil
539M	+	-	Spiral	595M	+	-	Tipik Basil
540M	+	-	Tipik Basil	596M	+	-	Tipik Basil
541M	+	-	Kısa Basil	597M	+	-	Tipik Basil
542M	+	-	Tipik Basil	598M	+	-	Kısa Basil
543M	+	-	Tipik Basil	599M	+	-	Tipik Basil
544M	+	-	Kısa Basil	600M	+	-	Kısa Basil
545M	+	-	Kısa Basil	601M	+	-	Tipik Basil
546M	+	-	Tipik Basil	602M	+	-	Kısa Basil
547M	+	-	Kısa Basil	603M	+	-	Tipik Basil
548M	+	-	Tipik Basil	604M	+	-	Diplokok
549M	+	-	Tipik Basil	605M	+	-	Tipik Basil
550M	+	-	Tipik Basil	606M	+	-	Tipik Basil
551M	+	-	Tipik Basil	607M	+	-	Tipik Basil
552M	+	-	Tipik Basil	608M	+	-	Tipik Basil
553M	+	-	Kısa Basil	609M	+	-	Kısa Basil
554M	+	-	Kısa Basil	610M	+	-	Kısa Basil
555M	+	-	Kısa Basil	611M	+	-	Tipik Basil
556M	+	-	Tipik Basil	612M	+	-	Diplokok
613M	+	-	Tipik Basil	617M	+	-	Tipik Basil
614M	+	-	Tipik Basil	618M	+	-	Tipik Basil
615M	+	-	Kısa Basil	619M	+	-	Kısa Basil
616M	+	-	Kısa Basil				

Tablo 18. Endüstriyel Yoğurt Örneklerinden Elde Edilen M17 İzolatlarının Gram, Katalaz ve Mikroskopik Özellikleri

İzolat	Ön Değerlendirme Özellikleri			İzolat	Ön Değerlendirme Özellikleri		
	Gram	Katalaz	Mikroskopik		Gram	Katalaz	Mikroskopik
501S	+	-	Streptokok	551S	+	-	Diplokok
502S	+	-	Streptokok	552S	+	-	Spiral
503S	+	-	Streptokok	553S	+	-	Spiral
504S	+	-	Streptokok	554S	+	-	Streptokok
505S	+	-	Diplokok	555S	+	-	Diplokok
506S	+	-	Streptokok	556S	+	-	Streptokok
507S	+	-	Diplokok	557S	+	-	Streptokok
508S	+	+	Tetrakok	558S	+	-	Diplokok
509S	+	-	Diplokok	559S	+	-	Streptokok
510S	+	-	Diplokok	560S	+	-	Streptokok
511S	+	-	Streptokok	561S	+	-	Streptokok
512S	+	-	Streptokok	562S	+	-	Streptokok
513S	+	-	Streptokok	563S	+	-	Streptokok
514S	+	-	Diplokok	564S	+	-	Streptokok
515S	+	-	Streptokok	565S	+	-	Streptokok
516S	+	-	Streptokok	566S	+	-	Streptokok
517S	+	-	Streptokok	567S	+	-	Streptokok
518S	+	-	Streptokok	568S	+	-	Streptokok
519S	+	-	Streptokok	569S	+	-	Streptokok
520S	+	-	Diplokok	570S	+	-	Streptokok
521S	+	-	Streptokok	571S	+	-	Diplokok
522S	+	-	Streptokok	572S	+	-	Streptokok
523S	+	-	Streptokok	573S	+	-	Streptokok
524S	+	-	Streptokok	574S	+	-	Diplokok
525S	+	-	Streptokok	575S	+	-	Streptokok
526S	+	-	Streptokok	576S	+	-	Streptokok
527S	+	+	Tetrakok	577S	+	-	Streptokok
528S	+	+	Tetrakok	578S	+	-	Streptokok
529S	+	-	Streptokok	579S	+	-	Streptokok
530S	+	-	Streptokok	580S	+	-	Streptokok
531S	+	-	Streptokok	581S	+	-	Streptokok
532S	+	-	Streptokok	582S	+	-	Streptokok
533S	+	-	Streptokok	583S	+	-	Streptokok
534S	+	-	Streptokok	584S	+	-	Diplokok
535S	+	-	Streptokok	585S	+	-	Streptokok
536S	+	-	Diplokok	586S	+	-	Streptokok
537S	+	-	Streptokok	587S	+	-	Streptokok
538S	+	-	Streptokok	588S	+	-	Streptokok
539S	+	-	Streptokok	589S	+	-	Diplokok
540S	+	-	Streptokok	590S	+	-	Streptokok
541S	-	+	Kısa Basil	591S	+	-	Streptokok
542S	+	-	Streptokok	592S	+	-	Streptokok
543S	+	-	Streptokok	593S	+	-	Streptokok
544S	+	-	Diplokok	594S	+	-	Streptokok
545S	+	-	Streptokok	595S	+	-	Streptokok
546S	+	-	Streptokok	596S	+	-	Diplokok
547S	+	-	Streptokok	597S	+	-	Streptokok
548S	+	-	Streptokok	598S	+	-	Streptokok
549S	+	-	Streptokok	599S	+	-	Diplokok
550S	+	-	Streptokok				

Gram boyama

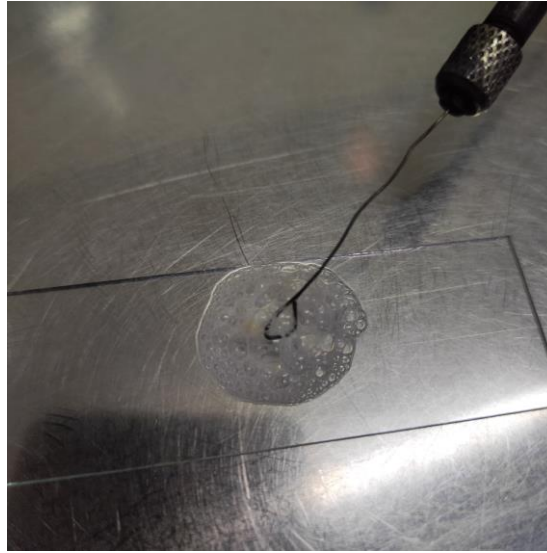
Gram boyama, bakterin ön tanısı ve gruplandırılmasında kullanılan en önemli uygulamalardan biridir (Harrigan 1998). Mevcut çalışmada izole edilen muhtemel yoğurt bakterileri üzerinde Gram boyama testi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, 102S, 109S, 115S, 117S, 241S ve 541S kodlu izolatlar olmak üzere toplam 6 izolatın Gram negatif karakterde olduğu tespit edilmiştir. Diğer 593 izolatın ise Gram pozitif özellikte olduğu belirlenmiştir. Gram pozitif özellikte olan *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* izolatlarının mikroskop görüntüsü Şekil 10’da verilmiştir.



Şekil 10. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (A) ve *S. thermophilus* (B) izolatlarının Gram boyama işlemi sonunda mikroskopik görüntüleri

Katalaz testi

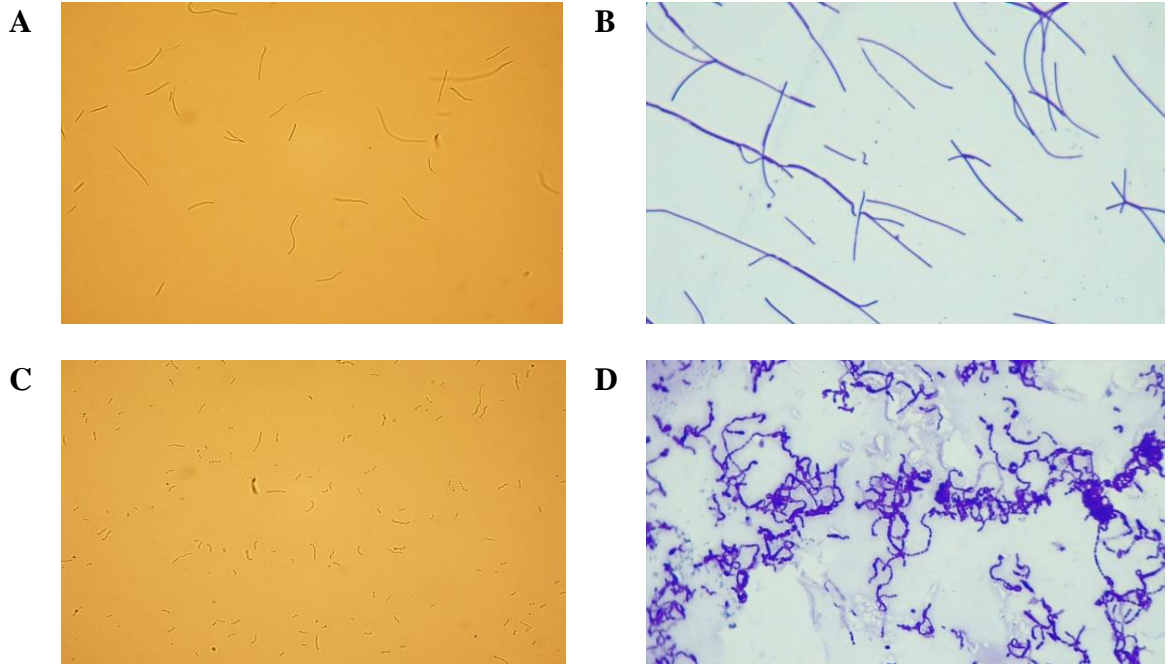
Mikroorganizmalar katalaz özelliklerine göre sınıflandırılabilir (Harrigan 1998). Bu sebeple, söz konusu çalışmada, izolatların katalaz özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; 292M, 102S, 103S, 109S, 114S, 115S, 116S, 117S, 118S, 134S, 137S, 202S, 240S, 241S, 267S, 281S, 568M, 508S, 527S, 528S ve 541S kodlu toplam 21 izolatın katalaz pozitif özellik gösterdiği tespit edilmiştir. Geri kalan 578 izolat ise katalaz negatif özellik göstermiştir. Katalaz pozitif özelliğe sahip 102S kodlu izolatın test sonucu Şekil 11’de verilmiştir.



Şekil 11. 102S kodlu izolatın katalaz pozitif test sonucu

Muhtemel laktik asit bakterilerinin mikroskopik özellikleri

Mikroorganizmaların ön tanınması ve sınıflandırılmasında kullanılan bir diğer uygulama ise mikroskopik özelliktir (Harrigan 1998). Çalışma kapsamında izole edilen 599 muhtemel yoğurt bakterisinin mikroskopik özellikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, 319 laktik basil izolatından 223 tanesinin yoğurt bakterisine özgü tipik basil, 280 laktik kok izolatından 216 tanesinin ise streptokok yapısına sahip olduğu tespit edilmiştir. İzolatların mikroskopik özelliklerinin belirlenmesinde elde edilen *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* izolatlarına ait mikroskop görüntüleri Şekil 12’de verilmiştir.



Şekil 12. Ön değerlendirilmesi aşamasında *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (A-B) ve *S. thermophilus* (C-D) izolatlarının mikroskopik ve basit boyama görüntüleri

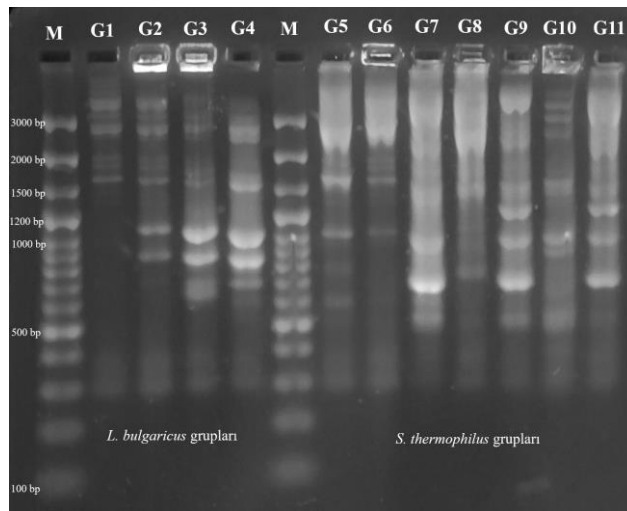
Geleneksel ve endüstriyel örneklerden izole edilen 599 muhtemel yoğurt izolatının ön değerlendirme sonuçları yukarıda verilmiştir. Söz konusu değerlendirme sonucunda Gram pozitif, katalaz negatif ve uygun mikroskopik özelliğe sahip 439 izolatın muhtemel yoğurt bakterisi olabileceğine karar verilmiş ve sonraki analizler bu izolatlar üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Laktik Asit Bakterilerinin Moleküler Tanısı

Mikroorganizmaların tanılanmasında birçok metot kullanılmaktadır (Aras 2010). Bu çalışmada, muhtemel yoğurt bakterilerinin tanısı PCR temelli moleküler yöntemlerle gerçekleştirilmiştir. İzolatlar ilk olarak (GTG)₅-Rep-PCR ile DNA parmak izlerine göre gruplandırılmıştır. Ardından her bir gruptan temsili izolatlar 16S-rRNA PCR yöntemi ile tanılanmıştır. Elde edilen tanı sonuçlarının doğruluğunun teyit edilmesi amacı ile türe spesifik primerlerle ayrı bir PCR işlemi daha gerçekleştirilmiştir. Buna göre *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatları için delF188-delR1042, *S. thermophilus* izolatları için ise P1-P2 primer setleri kullanılmıştır.

Laktik asit bakterilerinin (GTG)₅-Rep-PCR ile gruplandırılması

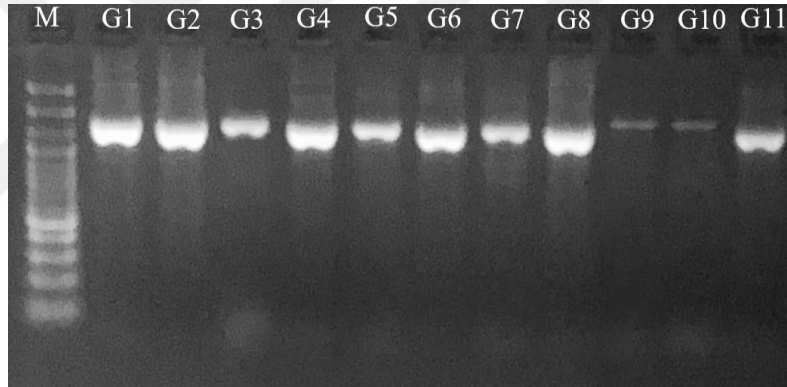
(GTG)₅-Rep-PCR işleminden elde edilen sonuçlara göre, farklı DNA parmak izlerine sahip izolatların 11 ayrı grupta kümeleştiği tespit edilmiştir. Bu grupların 4 tanesini *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatları, 7 tanesini ise *S. thermophilus* izolatları oluşturmaktaydı. Çalışma kapsamında sınıflandırılan grupların DNA parmak izi görüntüleri Şekil 13'te verilmiştir.



Şekil 13. Yoğurt örneklerinden izole edilen laktik basil ve laktik kok suşlarının (GTG)₅-Rep-PCR ile oluşturulan gruplara ait DNA parmak izi görüntüleri (M: Marker; G: Grup; bp: Baz çifti)

Laktik asit bakterilerinin 16S-rRNA PCR ile tanınması

Muhtemel yoğurt bakterilerinin oluşturduğu her bir gruptan temsili izolatlar seçilmiş ve bu izolatların 16S-rRNA bölgeleri 27F-1541R primer seti ile amplifiye edilmiştir (Şekil 14). DNA sekanslama işleminin ardından izolatların oluşturduğu grupların genetik tanı sonuçları Tablo 19’da verilmiştir. Elde edilen sonuçlar G1, G2, G3 ve G4 numaralı grupların % 98,20-100 arasında değişen benzerlik oranları ile *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*; G5, G6, G7, G8, G9, G10 ve G11 numaralı grupların ise % 99,65-100 benzerlik oranları ile *S. thermophilus* olduğunu göstermiştir. Ayrıca, grup temsilcilerinin genomik benzerlik ve/veya farklılıklarının belirlenmesi amacı ile oluşturulan filogenetik ağaç Şekil 15’de verilmiştir. Yoğurt üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde, yoğurttan *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* dışında bakterilerin de izole edilebilebileceği görülmektedir (Azadnia *et al.* 2011; İspirli and Dertli 2018). Ancak bu çalışmada, izole edilen muhtemel yoğurt bakterileri üzerinde uygulanan ön değerlendirme işlemleri sayesinde yoğurt bakterileri dışındaki mikroorganizmalar çalışmaya dahil edilmemiştir.



Şekil 14. Grupların 27F/1541R primerleri kullanılarak elde edilen 16S-rRNA amplikonlarının jel görüntüsü (M: Marker)

Tablo 19. Çalışmada İzole Edilen Suşların 16S-rRNA PCR Metodu ile Gerçekleştirilen Tanı Sonuçları

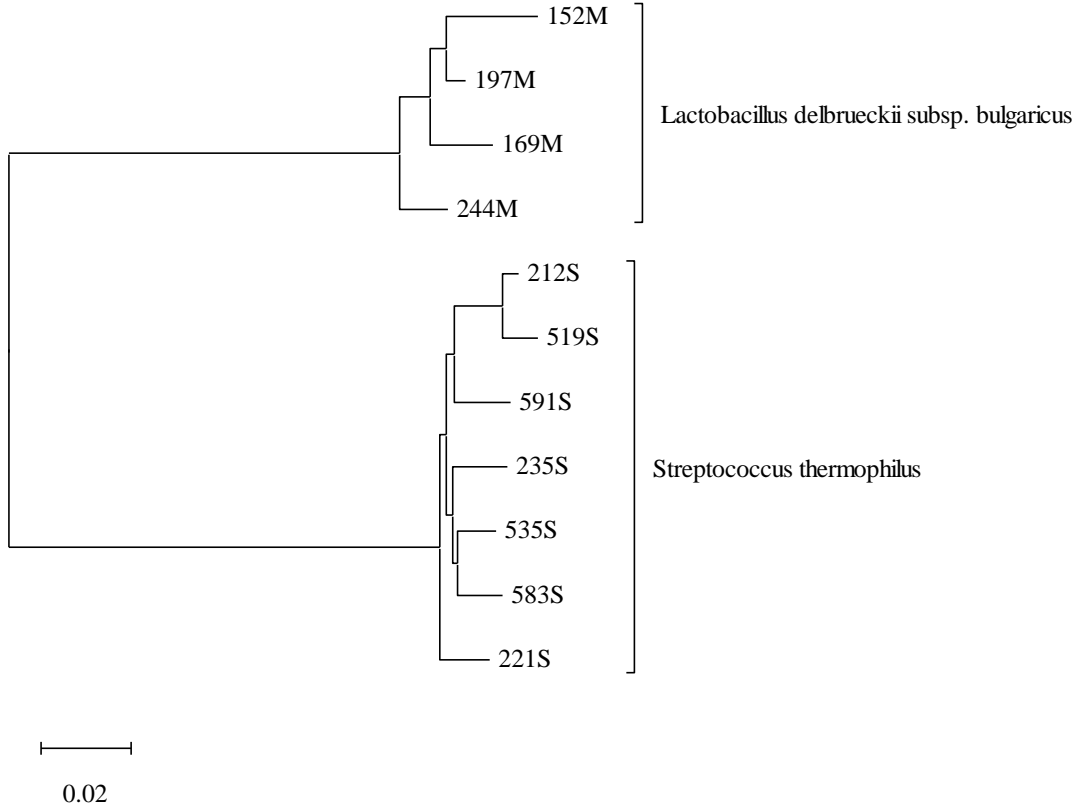
Gruplar	İzolatlar*	16S-rRNA tanı sonucu	Benzerlik Oranı (%)	Sekans ID
1	101M, 102M, 104M, 105M, 108M, 111M, 114M, 115M, 116M, 117M, 118M, 132M, 133M, 135M, 138M, 139M, 142M, 143M, 144M, 151M, 155M, 167M, 168M, 170M, 171M, 172M, 186M, 187M, 192M, 193M, 194M, <u>197M</u> , 201M, 204M, 205M, 206M, 209M, 210M, 211M, 212M, 213M, 214M, 215M, 216M, 217M, 219M, 225M, 228M, 230M, 231M, 232M, 233M, 503M, 506M, 510M, 513M, 514M, 515M, 516M, 517M, 518M, 520M, 521M, 522M, 538M, 540M, 556M, 564M, 566M, 567M, 569M, 570M, 572M, 573M, 574M, 575M, 579M, 580M, 581M, 582M, 583M, 585M, 586M, 588M, 589M, 590M, 592M, 593M, 595M, 597M, 599M, 601M, 603M, 605M, 606M, 607M, 608M, 611M, 613M, 614M, 617M, 618M	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	100	MT613595.1
2	107M, 109M, 119M, 123M, 124M, 136M, 137M, 140M, 148M, 158M, 161M, 164M, 165M, <u>169M</u> , 173M, 174M, 175M, 177M, 178M, 179M, 184M, 185M, 189M, 195M, 196M, 200M, 202M, 203M, 207M, 208M, 218M, 221M, 222M, 223M, 226M, 229M, 239M, 241M, 250M, 251M, 255M, 257M, 259M, 260M, 263M, 264M, 265M, 269M, 270M, 271M, 272M, 276M, 277M, 280M, 501M, 525M, 526M, 527M, 528M, 533M, 534M, 543M, 546M, 548M, 549M, 550M, 551M, 552M, 557M, 559M, 560M, 561M, 562M, 563M	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	98,20	MT613619.1
3	103M, 110M, 120M, 121M, 125M, 149M, 150M, <u>152M</u> , 157M, 176M, 190M, 191M, 245M, 258M, 273M, 281M, 284M, 285M, 286M 289M, 290M, 298M, 293M, 294M, 295M, 508M, 509M, 511M, 512M, 536M, 542M, 571M, 576M, 578M, 594M, 596M	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	100	MT613595.1
4	<u>244M</u> , 246M, 247M, 248M, 249M, 262M, 266M, 268M, 282M, 283M, 287M	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	100	MT545112.1

*Altı çizili numaralar sekans işlemi için gönderilen temsili izolatları ifade etmektedir.

Tablo 19. Devamı

Gruplar	İzolatlar*	16S-rRNA tanı sonucu	Benzerlik Oranı (%)	Sekans ID
5	101S, 104S, 105S, 107S, 108S, 110S, 111S, 112S, 113S, 123S, 124S, 125S, 126S, 127S, 128S, 129S, 130S, 131S, 132S, 133S, 135S, 136S, 138S, 139S, 140S, 143S, 146S, 147S, 148S, 149S, 155S, 159S, 160S, 162S, 163S, 166S, 167S, 203S, 204S, 205S, 211S, <u>212S</u> , 213S, 214S, 215S, 216S, 218S, 219S, 260S, 262S, 263S, 264S, 265S, 266S, 269S, 271S, 272S, 274S, 275S, 502S, 504S, 512S, 515S, 516S, 517S, 518S, 521S, 522S, 523S, 524S, 525S, 526S, 529S, 530S, 531S, 532S, 533S, 534S, 537S, 538S, 540S, 542S, 545S, 546S, 547S, 548S, 549S, 550S, 554S, 556S, 557S, 559S, 561S, 562S, 564S, 566S, 567S, 568S, 569S, 570S, 572S, 573S, 575S, 576S, 577S, 578S, 579S, 580S, 581S, 582S, 586S, 587S, 588S, 590S	<i>Streptococcus thermophilus</i>	99,85	CP065495.1
6	121S, 122S, 142S, 144S, 145S, 150S, 151S, 153S, 158S, 161S, 164S, 165S, 168S, 169S, 170S, 172S, 173S, 174S, 175S, 176S, 177S, 179S, 180S, 182S, 183S, 185S, 186S, 187S, 188S, 189S, 192S, 193S, 194S, 195S, 196S, 197S, 198S, 199S, 200S, 206S, 207S, 208S, 209S, 210S, 223S, 224S, 225S, 226S, 227S, 228S, 229S, 230S, 231S, 232S, 233S, 234S, <u>235S</u> , 236S, 237S, 238S, 239S, 244S, 246S, 247S, 248S, 249S, 250S, 251S, 252S, 253S, 257S, 258S, 259S, 261S, 276S, 277S, 278S, 279S, 280S, 501S, 503S, 506S, 511S, 513S, 539S, 543S, 560S, 563S, 565S	<i>Streptococcus thermophilus</i>	99,85	CP065495.1
7	<u>591S</u> , 592S, 593S, 594S, 595S, 597S, 598S	<i>Streptococcus thermophilus</i>	99,65	CP065495.1
8	<u>221S</u> , 222S	<i>Streptococcus thermophilus</i>	99,85	CP065495.1
9	<u>519S</u> , 585S	<i>Streptococcus thermophilus</i>	99,85	CP065495.1
10	<u>535S</u>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	100	CP065495.1
11	<u>583S</u>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	100	CP065495.1

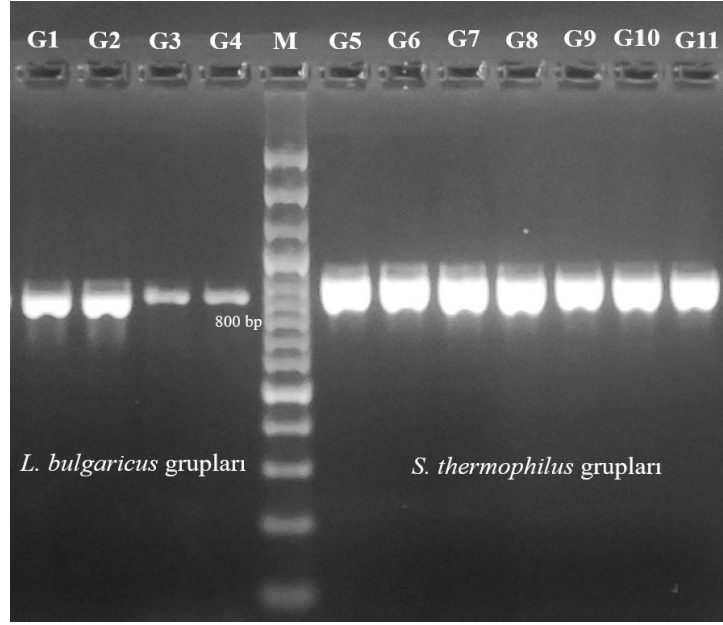
*Altı çizili numaralar sekans işlemi için gönderilen temsili izolatları ifade etmektedir.



Şekil 15. İzolat grup temsilcileri arasındaki genetik ilişkiyi gösteren filogenetik ağaç

Laktik asit bakterilerinin türe spesifik primerlerle tanınması

16S-rRNA PCR ile gerçekleştirilen tanılama işleminin doğrulunun teyit edilmesi amacıyla grup temsilcileri üzerinde delF188-delR1042 ve P1-P2 primer setleri ile PCR işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen jel görüntüsü Şekil 16'da verilmiştir. Türe spesifik primerlerle gerçekleştirilen sonuçlar 16S-rRNA sekans sonuçları ile benzerlik göstermekteydi. Yani G1, G2, G3 ve G4 numaralı grupların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, G5, G6, G7, G8, G9, G10 ve G11 numaralı grupların ise *S. thermophilus* olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 16. İzolat grupları üzerinde delF188/delR1042 ve P1/P2 primerleri ile gerçekleştirilen PCR jel görüntüsü (M: Marker)

Laktik Asit Bakterilerinin Probiyotik Özelliklerinin Belirlenmesi

Safra tuzları ve simüle mide ortamına tolerans

Mide asidi ve safra tuzları insan sindiriminde oldukça büyük öneme sahiptir. Bunun yanında, bu sindirim ortamları mikroorganizmaların da ölümüne sebep olabilir (de Melo Pereira *et al.* 2018). Bir mikroorganizmanın probiyotik olarak değerlendirilebilmesi için; fonksiyonel karakterizasyon, güvenlik testleri, hayvan ve insan deneyleri gibi birçok safhada analiz edilmesi gerekmektedir. Probiyotiklik deneylerinin ilk basamaklarından olan fonksiyonel karakterizasyonun en önemli iki analizi ise safra tuzları ve mide ortamına toleranstır. Probiyotik mikroorganizmalar bu iki ortamda canlı kalarak kalın bağırsağa ulaşması ve orada lokalize olması gerekmektedir (Anonymous 2002). Bu sebeple, çalışmada kullanılan yoğurt izolatlarının safra tuzları ve simüle mide ortamında dirençlilikleri test edilmiştir.

Çalışmada kullanılan 439 yoğurt bakterisinin safra tuzlarına tolerans durumlarının belirlenmesi amacıyla % 0,3, 0,5 ve 1 safra içeren MRS veya M17 sıvı besiyerlerinde gelişimleri incelenmiştir. İzolatların safra içeren sıvı besiyerlerinde gelişim yetenekleri Tablo 20, 21, 22 ve 23'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, 114M ve 239M numaralı izolatlar % 0,3 ve 0,5 safra içeren sıvı besiyerlerinde gelişmişlerdir. Öte yandan, 207M, 208M, 560M, 570M, 571M, 590M ve 502S numaralı izolatların ise sadece % 0,3 safra içeren sıvı besiyerinde geliştikleri tespit edilmiştir. Safra tuzlarına tolerans deneyi probiyotik özellik açısından eleme kriteri olarak kullanılmıştır. Buna göre, % 0,3 safra içeren sıvı besiyerinde gelişim gösteren izolatlar muhtemel probiyotikler olarak değerlendirilmiş ve daha sonraki probiyotiklik deneylerine tabi tutulmuşlardır. Safra tuzlarına tolerans deneyi sonuçlarına göre, 114M, 207M,

208M, 239M, 560M, 570M, 571M, 590M ve 502S numaralı izolatlar olmak üzere toplam 9 izolat muhtemel probiyotik suşlar olarak belirlenmiştir. Diğer bir ifade ile izole edilen yoğurt bakterilerinin sadece % 2,05'i muhtemel probiyotik olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 20. Geleneksel Yoğurt Örneklerinden İzole Edilen Laktik Basil İzolatlarının Safra Tuzlarına Toleransı (gelişme görülen örneklerde absorbans değerleri verilmiştir)

İzolat	Safra Tuzu Konsantrasyonu (%)			İzolat	Safra Tuzu Konsantrasyonu (%)		
	0,3	0,5	1		0,3	0,5	1
101M	-	-	-	170M	-	-	-
102M	-	-	-	171M	-	-	-
103M	-	-	-	172M	-	-	-
104M	-	-	-	173M	-	-	-
105M	-	-	-	174M	-	-	-
107M	-	-	-	175M	-	-	-
108M	-	-	-	176M	-	-	-
109M	-	-	-	177M	-	-	-
110M	-	-	-	178M	-	-	-
111M	-	-	-	179M	-	-	-
114M	+(0,23±0,01)	+(0,12±0,01)	-	184M	-	-	-
115M	-	-	-	185M	-	-	-
116M	-	-	-	186M	-	-	-
117M	-	-	-	187M	-	-	-
118M	-	-	-	189M	-	-	-
119M	-	-	-	190M	-	-	-
120M	-	-	-	191M	-	-	-
121M	-	-	-	192M	-	-	-
123M	-	-	-	193M	-	-	-
124M	-	-	-	194M	-	-	-
125M	-	-	-	195M	-	-	-
132M	-	-	-	196M	-	-	-
133M	-	-	-	197M	-	-	-
135M	-	-	-	200M	-	-	-
136M	-	-	-	201M	-	-	-
137M	-	-	-	202M	-	-	-
138M	-	-	-	203M	-	-	-
139M	-	-	-	204M	-	-	-
140M	-	-	-	205M	-	-	-
142M	-	-	-	206M	-	-	-
143M	-	-	-	207M	+(0,16±0,03)	-	-
144M	-	-	-	208M	+(0,19±0,02)	-	-
148M	-	-	-	209M	-	-	-
149M	-	-	-	210M	-	-	-
150M	-	-	-	211M	-	-	-
151M	-	-	-	212M	-	-	-
152M	-	-	-	213M	-	-	-
155M	-	-	-	214M	-	-	-
157M	-	-	-	215M	-	-	-
158M	-	-	-	216M	-	-	-
161M	-	-	-	217M	-	-	-
164M	-	-	-	218M	-	-	-
165M	-	-	-	219M	-	-	-
167M	-	-	-	221M	-	-	-
168M	-	-	-	222M	-	-	-
169M	-	-	-	223M	-	-	-

Tablo 20. Devamı

İzolat	Safra Tuzu Konsantrasyonu (%)			İzolat	Safra Tuzu Konsantrasyonu (%)		
	0,3	0,5	1		0,3	0,5	1
225M	-	-	-	264M	-	-	-
226M	-	-	-	265M	-	-	-
228M	-	-	-	266M	-	-	-
229M	-	-	-	268M	-	-	-
230M	-	-	-	269M	-	-	-
231M	-	-	-	270M	-	-	-
232M	-	-	-	271M	-	-	-
233M	-	-	-	272M	-	-	-
239M	+(0,24±0,01)	+(0,14±0,01)	-	273M	-	-	-
241M	-	-	-	276M	-	-	-
244M	-	-	-	277M	-	-	-
245M	-	-	-	280M	-	-	-
246M	-	-	-	281M	-	-	-
247M	-	-	-	282M	-	-	-
248M	-	-	-	283M	-	-	-
249M	-	-	-	284M	-	-	-
250M	-	-	-	285M	-	-	-
251M	-	-	-	286M	-	-	-
255M	-	-	-	287M	-	-	-
257M	-	-	-	289M	-	-	-
258M	-	-	-	290M	-	-	-
259M	-	-	-	293M	-	-	-
260M	-	-	-	294M	-	-	-
262M	-	-	-	295M	-	-	-
263M	-	-	-	298M	-	-	-

Tablo 21. Endüstriyel Yoğurt Örneklerinden İzole Edilen Laktik Basil İzolatlarının Safra Tuzlarına Toleransı (gelişme görülen örneklerde absorbans değerleri verilmiştir)

İzolot	Safra Tuzu Konsantrasyonu (%)			İzolot	Safra Tuzu Konsantrasyonu (%)		
	0,3	0,5	1		0,3	0,5	1
501M	-	-	-	564M	-	-	-
503M	-	-	-	566M	-	-	-
506M	-	-	-	567M	-	-	-
508M	-	-	-	569M	-	-	-
509M	-	-	-	570M	+(0,23±0,02)	-	-
510M	-	-	-	571M	+(0,22±0,02)	-	-
511M	-	-	-	572M	-	-	-
512M	-	-	-	573M	-	-	-
513M	-	-	-	574M	-	-	-
514M	-	-	-	575M	-	-	-
515M	-	-	-	576M	-	-	-
516M	-	-	-	578M	-	-	-
517M	-	-	-	579M	-	-	-
518M	-	-	-	580M	-	-	-
520M	-	-	-	581M	-	-	-
521M	-	-	-	582M	-	-	-
522M	-	-	-	583M	-	-	-
525M	-	-	-	585M	-	-	-
526M	-	-	-	586M	-	-	-
527M	-	-	-	588M	-	-	-
528M	-	-	-	589M	-	-	-
533M	-	-	-	590M	+(0,24±0,02)	-	-
534M	-	-	-	592M	-	-	-
536M	-	-	-	593M	-	-	-
538M	-	-	-	594M	-	-	-
540M	-	-	-	595M	-	-	-
542M	-	-	-	596M	-	-	-
543M	-	-	-	597M	-	-	-
546M	-	-	-	599M	-	-	-
548M	-	-	-	601M	-	-	-
549M	-	-	-	603M	-	-	-
550M	-	-	-	605M	-	-	-
551M	-	-	-	606M	-	-	-
552M	-	-	-	607M	-	-	-
556M	-	-	-	608M	-	-	-
557M	-	-	-	611M	-	-	-
559M	-	-	-	613M	-	-	-
560M	+(0,21±0,01)	-	-	614M	-	-	-
561M	-	-	-	617M	-	-	-
562M	-	-	-	618M	-	-	-
563M	-	-	-				

Tablo 22. Geleneksel Yoğurt Örneklerinden İzole Edilen Laktik Kok İzolatlarının Safra Tuzlarına Toleransı (gelişme görülen örneklerde absorbans değerleri verilmiştir)

İzolat	Safra Tuzu Konsantrasyonu (%)			İzolat	Safra Tuzu Konsantrasyonu (%)		
	0,3	0,5	1		0,3	0,5	1
101S	-	-	-	165S	-	-	-
104S	-	-	-	166S	-	-	-
105S	-	-	-	167S	-	-	-
107S	-	-	-	168S	-	-	-
108S	-	-	-	169S	-	-	-
110S	-	-	-	170S	-	-	-
111S	-	-	-	172S	-	-	-
112S	-	-	-	173S	-	-	-
113S	-	-	-	174S	-	-	-
121S	-	-	-	175S	-	-	-
122S	-	-	-	176S	-	-	-
123S	-	-	-	177S	-	-	-
124S	-	-	-	179S	-	-	-
125S	-	-	-	180S	-	-	-
126S	-	-	-	182S	-	-	-
127S	-	-	-	183S	-	-	-
128S	-	-	-	185S	-	-	-
129S	-	-	-	186S	-	-	-
130S	-	-	-	187S	-	-	-
131S	-	-	-	188S	-	-	-
132S	-	-	-	189S	-	-	-
133S	-	-	-	192S	-	-	-
135S	-	-	-	193S	-	-	-
136S	-	-	-	194S	-	-	-
138S	-	-	-	195S	-	-	-
139S	-	-	-	196S	-	-	-
140S	-	-	-	197S	-	-	-
142S	-	-	-	198S	-	-	-
143S	-	-	-	199S	-	-	-
144S	-	-	-	200S	-	-	-
145S	-	-	-	203S	-	-	-
146S	-	-	-	204S	-	-	-
147S	-	-	-	205S	-	-	-
148S	-	-	-	206S	-	-	-
149S	-	-	-	207S	-	-	-
150S	-	-	-	208S	-	-	-
151S	-	-	-	209S	-	-	-
153S	-	-	-	210S	-	-	-
155S	-	-	-	211S	-	-	-
158S	-	-	-	212S	-	-	-
159S	-	-	-	213S	-	-	-
160S	-	-	-	214S	-	-	-
161S	-	-	-	215S	-	-	-
162S	-	-	-	216S	-	-	-
163S	-	-	-	218S	-	-	-
164S	-	-	-	219S	-	-	-

Tablo 22. Devamı

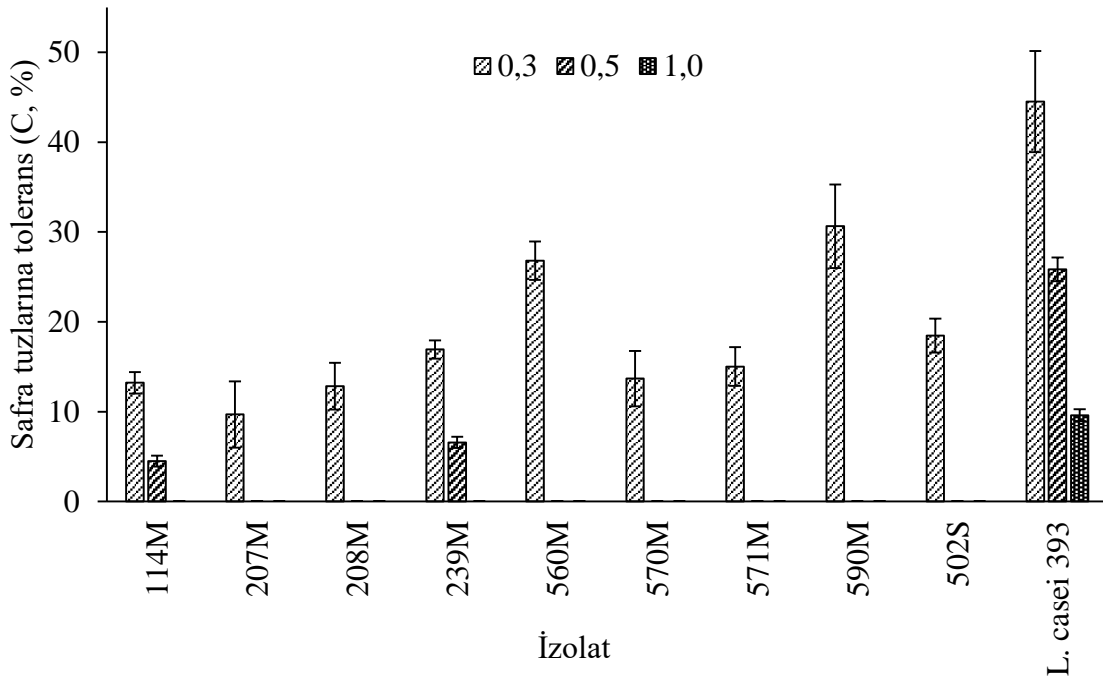
İzolât	Safra Tuzu Konsantrasyonu (%)			İzolât	Safra Tuzu Konsantrasyonu (%)		
	0,3	0,5	1		0,3	0,5	1
221S	-	-	-	250S	-	-	-
222S	-	-	-	251S	-	-	-
223S	-	-	-	252S	-	-	-
224S	-	-	-	253S	-	-	-
225S	-	-	-	257S	-	-	-
226S	-	-	-	258S	-	-	-
227S	-	-	-	259S	-	-	-
228S	-	-	-	260S	-	-	-
229S	-	-	-	261S	-	-	-
230S	-	-	-	262S	-	-	-
231S	-	-	-	263S	-	-	-
232S	-	-	-	264S	-	-	-
233S	-	-	-	265S	-	-	-
234S	-	-	-	266S	-	-	-
235S	-	-	-	269S	-	-	-
236S	-	-	-	271S	-	-	-
237S	-	-	-	272S	-	-	-
238S	-	-	-	274S	-	-	-
239S	-	-	-	275S	-	-	-
244S	-	-	-	276S	-	-	-
246S	-	-	-	277S	-	-	-
247S	-	-	-	278S	-	-	-
248S	-	-	-	279S	-	-	-
249S	-	-	-	280S	-	-	-

Tablo 23. Endüstriyel Yoğurt Örneklerinden İzole Edilen Laktik Kok İzolatlarının Safra Tuzlarına Toleransı (gelişme görülen örneklerde absorbans değerleri verilmiştir)

İzolat	Safra Tuzu Konsantrasyonu (%)			İzolat	Safra Tuzu Konsantrasyonu (%)		
	0,3	0,5	1		0,3	0,5	1
501S	-	-	-	554S	-	-	-
502S	+(0,18±0,01)	-	-	556S	-	-	-
503S	-	-	-	557S	-	-	-
504S	-	-	-	559S	-	-	-
506S	-	-	-	560S	-	-	-
511S	-	-	-	561S	-	-	-
512S	-	-	-	562S	-	-	-
513S	-	-	-	563S	-	-	-
515S	-	-	-	564S	-	-	-
516S	-	-	-	565S	-	-	-
517S	-	-	-	566S	-	-	-
518S	-	-	-	567S	-	-	-
519S	-	-	-	568S	-	-	-
521S	-	-	-	569S	-	-	-
522S	-	-	-	570S	-	-	-
523S	-	-	-	572S	-	-	-
524S	-	-	-	573S	-	-	-
525S	-	-	-	575S	-	-	-
526S	-	-	-	576S	-	-	-
529S	-	-	-	577S	-	-	-
530S	-	-	-	578S	-	-	-
531S	-	-	-	579S	-	-	-
532S	-	-	-	580S	-	-	-
533S	-	-	-	581S	-	-	-
534S	-	-	-	582S	-	-	-
535S	-	-	-	583S	-	-	-
537S	-	-	-	585S	-	-	-
538S	-	-	-	586S	-	-	-
539S	-	-	-	587S	-	-	-
540S	-	-	-	588S	-	-	-
542S	-	-	-	590S	-	-	-
543S	-	-	-	591S	-	-	-
545S	-	-	-	592S	-	-	-
546S	-	-	-	593S	-	-	-
547S	-	-	-	594S	-	-	-
548S	-	-	-	595S	-	-	-
549S	-	-	-	597S	-	-	-
550S	-	-	-	598S	-	-	-

Safra tuzlarına tolerans analizinde pozitif kontrol olarak kullanılan *L. casei* ATCC 393 suşu ile yoğurt bakterilerinin safra tuzlarına tolerans durumları karşılaştırmalı olarak Şekil 17’de verilmiştir. Yoğurt bakterileri arasında % 1 safra konsantrasyonunda gelişim gösteren izolat bulunmazken, *L. casei* ATCC 393 suşunun çalışmada kullanılan tüm safra konsantrasyonlarında gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Yoğurt izolatları arasında % 0,3 safra

tuzu içeren ortama en dayanıklı geleneksel kaynaklı izolatın 239M, endüstriyel kaynaklı izolatın ise 590M olduğu belirlenmiştir.



Şekil 17. Yoğurt izolatlarının safra tuzlarına toleransı

Simüle mide ortamına dayanım analizi safra tuzlarına toleranslı olduğu tespit edilen 114M, 207M, 208M, 239M, 560M, 570M, 571M, 590M ve 502S numaralı izolatlar üzerinde uygulanmıştır. İzolatların simüle mide ortamına dayanım durumları Tablo 24’te verilmiştir. Buna göre 114M, 207M, 208M ve 239M numaralı izolatların simüle mide ortamında canlı kalabildiklerini, 560M, 570M, 571M, 590M ve 502S numaralı izolatların ise canlılıklarını kaybettikleri tespit edilmiştir.

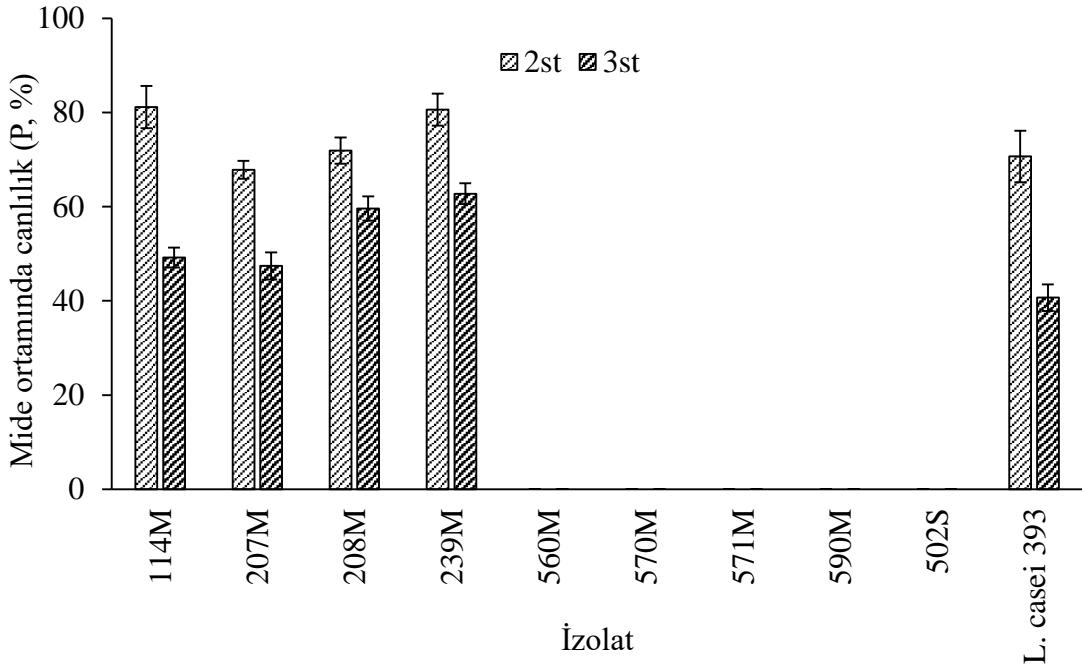
Tablo 24. Muhtemel Probiyotik İzolatların Mide Ortamına Toleransları

İzolat	Simüle Mide Ortamına Eklenen Canlı Hücre Sayısı (kob/mL)		Simüle Mide Ortamında Canlı Hücre Sayısı (kob/mL)	
	0st	2st	2st	3st
114M	$8,0 \times 10^6$	$4,0 \times 10^5$	$4,0 \times 10^5$	$2,5 \times 10^3$
207M	$5,0 \times 10^6$	$3,5 \times 10^4$	$3,5 \times 10^4$	$1,5 \times 10^3$
208M	$9,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^5$	$1,0 \times 10^5$	$1,4 \times 10^4$
239M	$6,5 \times 10^7$	$2,0 \times 10^6$	$2,0 \times 10^6$	$8,0 \times 10^4$
560M	$1,5 \times 10^6$	<10	<10	<10
570M	$2,6 \times 10^6$	<10	<10	<10
571M	$2,7 \times 10^6$	<10	<10	<10
590M	$8,0 \times 10^6$	<10	<10	<10
502S	$3,0 \times 10^6$	<10	<10	<10
<i>L. casei</i> ATCC 393	$1,0 \times 10^8$	$4,5 \times 10^5$	$4,5 \times 10^5$	$1,8 \times 10^3$

Mide ortamına tolerans analizinde pozitif kontrol olarak kullanılan *L. casei* ATCC 393 suşu ile muhtemel probiyotik yoğurt izolatlarından elde edilen sonuçlar karşılaştırılmalı olarak Şekil 18’de verilmiştir. Sonuçlar mide ortamında geçirilen süre arttıkça canlılığın her izolat için azaldığını göstermiştir. Bunun yanında, mide ortamında 2 saat sonunda 114M, 208M ve 239M numaralı izolatlar *L. casei* ATCC 393 suşundan daha yüksek oranda canlılıklarını korumuşlardır. 3 saatin sonunda ise, 114M, 207M, 208M ve 239M numaralı izolatların *L. casei* ATCC 393 suşundan daha fazla mide ortamına dayandıkları tespit edilmiştir.

Yoğurdun probiyotik mikroorganizma içeriği bakımından çok zengin bir gıda olmadığı bilinmektedir (Rosburg *et al.* 2010; Sarkar 2019). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar da bu bilgiyi destekler niteliktedir. Ayrıca, bu durum mevcut çalışmada yapılan örnekleme miktarı ve izole edilen suş sayısının fazla tutulma sebebinin de açıklamaktadır. Vélez *et al.* (2007) tarafından yapılan çalışmada süt ürünlerinden izole edilen yoğurt bakterilerinin mide ortamına dayanıklılığı test edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, sadece bir *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatının simüle mide ortamına dayanım gösterdiği belirlenmiştir. Öte yandan, Okuklu (2014) izole ettiği yoğurta bakterilerinin 29 tanesinin mide ortamına tolerans gösterdiğini tespit etmiştir. Yukarıda bahsedilen çalışmaların sonuçları da, mevcut çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen safra tuzları ve simüle mide ortamına tolerans sonucunda izolatların 9 tanesinin (% 2,05) safra ortamında tolerans gösterdiği, bu 9 izolatın ise sadece 4 tanesinin (114M, 207M, 208M, 239M) mide ortamına dayandığı tespit edilmiştir. Mide ortamına dayanmayan 560M, 570, 571M, 590M ve 502S numaralı izolatların ileriki probiyotik analizlerine dahil edilmemesi gerekmektedir. Ancak, safra tuzlarına tolerans gösteren söz konusu izolatlar mikrokapsülasyon, enkapsülasyon gibi teknolojilerle mide ortamına dayanıklı hale getirilebilecekleri düşünüldüğünden bu izolatlar da sonraki probiyotik deneylerine dahil edilmiştir. Öte yandan, laktik basillerin laktik koklarla karşılaştırıldığında gastrointestinal şartlara daha dayanıklı olduğu bilinmektedir (Pereira and Gibson 2002). Bu çalışmada muhtemel probiyotik için belirlenen izolatların 8 tanesinin laktik basil olması da bu bilgiyi doğrular niteliktedir.



Şekil 18. Safra tuzlarına direnç gösteren izolatların simüle mide ortamında canlılık yüzdeleri

Bazı patojenlere karşı antagonistik aktivite ve kaynağının belirlenmesi

Gıda endüstrisinde, bozulma ve gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıkların önüne geçilmesi amacıyla biyokoruyucular kullanılmaktadır. Bu biyokoruyucular bitki, hayvan ve mikroorganizma gibi birçok kaynaktan elde edilebilir. Son zamanlarda ise antimikrobiyal özelliğe sahip maddeler üreten starterlerin kullanımı yaygın hale gelmiştir (Mani-López *et al.* 2018). Bunun yanında, özellikle probiyotik mikroorganizmaların vücutta ürettikleri antimikrobiyal peptitler sayesinde, patojenlerin epitel hücrelere tutunması zorlaşabilir ve vücut patojenlere karşı daha dirençli hale gelebilir (Servin 2004; Fijan *et al.* 2019). Bu sebeplerden dolayı gıdalarda kullanılacak probiyotik ve/veya starter kültürlerin antimikrobiyal aktiviteye sahip olması hem gıdaların muhafazası hem de insan sağlığı açısından oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, muhtemel probiyotik yoğurt izolatlarının *E. coli* BC12, *P. aeruginosa* ATCC 9027, *S. Typhimurium* RSHMB 95091, *S. aureus* ATCC 29213 ve *L. monocytogenes* ATCC 7644 patojenleri üzerinde antimikrobiyal aktiviteleri incelenmiştir. İzolatlardan elde edilen ve pH, enzim ve sıcaklık uygulamalarına tabi tutulan CFS'lerin yukarıda bahsedilen patojenler üzerine antimikrobiyal aktiviteleri Tablo 25'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, 114M izolatının *S. Typhimurium* RSHMB 95091 ve *S. aureus* ATCC 29213 patojenleri üzerinde antimikrobiyal etkiye sahip olduğu, *E. coli* BC12, *P. aeruginosa* ATCC 9027 ve *L. monocytogenes* ATCC 7644 üzerine aynı etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir. Yapılan değerlendirme ile 114M izolatının sahip olduğu bu antimikrobiyal etkilerin, sıvı besiyerinde mikrobiyal gelişim sonucu düşen pH kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan 208M ve

239M izolatlarının antimikrobiyal etki spektrumları benzerlik göstermektedir. Her iki izolat da *E. coli* BC12, *P. aeruginosa* ATCC 9027, *S. Typhimurium* RSHMB 95091 ve *S. aureus* ATCC 29213 üzerinde benzer benzer antimikrobiyal etkiye sahip iken, *L. monocytogenes* ATCC 7644 üzerine etkili değildir. 208M ve 239M izolatlarının sahip oldukları tüm bu antimikrobiyal aktivitelerin pH kaynaklı olduğu belirlenmiştir. 590M izolatı ise sadece *E. coli* BC12 üzerinde pH kaynaklı bir antimikrobiyal aktivite göstermişken, 560M, 570M, 571M ve 502S izolatları hiçbir patojen üzerinde antimikrobiyal aktivite göstermemiştir. Literatür incelendiğinde, LAB'ların patojenler üzerine antimikrobiyal etkilerinin suş bazında farklılık gösterebileceği görülmektedir (Tumbarski *et al.* 2021). Mahmood *et al.* (2015) tarafından yapılan çalışmada, 14 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatının farklı patojenler üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırma sonuçları, kullanılan bakterilerden 5 tanesinin patojenler üzerine antimikrobiyal etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Başka bir çalışmada ise, Akpınar *et al.* (2011) *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatlarının farklı patojenler üzerinde antimikrobiyal etkiye sahip olabileceğini belirlemişlerdir.

Tablo 25. Muhtemel Probiyotik İzolatların Bazı Patojenlere Karşı Antagonistik Aktivitesi (inhibisyon zon çapı, mm)*

İzolat	Patojenler														
	<i>E. coli</i> BC12			<i>P. aeruginosa</i> ATCC 9027			<i>S. typhimurium</i> RSHMB 95091			<i>S. aureus</i> ATCC 29213			<i>L. monocytogenes</i> ATCC 7644		
	pH	Enzim	Sıcaklık	pH	Enzim	Sıcaklık	pH	Enzim	Sıcaklık	pH	Enzim	Sıcaklık	pH	Enzim	Sıcaklık
114M	-	-	-	-	-	-	-	12,5±0,6	10,4±0,5	-	17,8±0,9	15,6±0,8	-	-	-
207M	-	7,5±0,6	6,9±0,3	-	-	-	-	-	-	9,3±0,3	11,8±0,5	13,3±0,0	19,5±0,6	-	19,1±0,3
208M	-	8,8±0,5	8,8±0,3	-	17,9±1,0	18,4±0,3	-	7,0±0,0	7,3±0,5	-	10,1±0,3	10,4±0,5	-	-	-
239M	-	7,5±0,6	7,5±0,6	-	14,8±0,5	15,3±0,5	-	12,5±0,6	11,8±0,5	-	16,5±0,6	15,8±1,0	-	-	-
560M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
570M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
571M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
590M	-	7,0±0,0	6,8±0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
502S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* Antagonistik aktivite analizinde 6 mm çapa sahip kuyular kullanılmış ve inhibisyon çapları kuyu çapları ile birlikte verilmiştir

Antimikrobiyal aktivitelerin belirlenmesi analizinde, 207M numaralı izolatından elde edilen sonuçlar ise diğer izolatlara göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. 207M izolatının *E. coli* BC12, *S. aureus* ATCC 29213 ve *L. monocytogenes* ATCC 7644 patojenleri üzerine antimikrobiyal etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu izolatın *E. coli* BC12 üzerindeki antimikrobiyal aktivitesinin pH kaynaklı olduğu belirlenmiştir. Öte yandan, 207M izolatından elde edilen CFS'lere uygulanan pH ve sıcaklık uygulamaları sonucu *L. monocytogenes* ATCC 7644 patojeni üzerine antagonistik aktivitenin gözlemlendiği, enzim uygulamasında ise bu aktivitenin kaybolduğu tespit edilmiştir. Enzim uygulaması ile CFS içerisindeki proteinlerin parçalanması amaçlandığından bu izolatın *L. monocytogenes* ATCC 7644 üzerine protein kaynaklı bir antagonistik aktiviteye sahip olduğu anlaşılmıştır. Söz konusu sonucun elde edildiği petri plağı Şekil 19'da verilmiştir. 207M izolatından elde edilen CFS'lerin ise tüm uygulamalarda *S. aureus* ATCC 29213 üzerinde antagonistik aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu aktivitenin ise hem pH hem de protein kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bakterisinin bakteriyosin üretme yeteneğine sahip olabileceği görülmektedir (Radha and Padmavathi 2017). Mahmood *et al.* (2015) tarafından yapılan çalışmada, bakteriyosin üreten *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatının *E. coli*, *S. aureus*, *P. eruginosa* ve *L. monocytogenes* patojenleri üzerine etkili olduğu saptanmıştır. Başka bir çalışmada ise, Kim *et al.* (2004) *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bakteriyosininin *E. coli* ve *L. monocytogenes* üzerinde etkisiz, *S. aureus* üzerinde ise etkili olduğunu bulmuşlardır. Mevcut çalışmada ise, 207M izolatı *L. monocytogenes* ATCC 7644 ve *S. aureus* ATCC 29213 patojenleri üzerine bakteriyosin olması muhtemel protein kaynaklı antimikrobiyal etkiye sahip olduğu gözlenmiştir. Yukarıda bahsedilen çalışmalar da göz önünde bulundurulduğunda, bakteriyosin kaynaklı antimikrobiyal aktivitenin suş bazında farklılıklar gösterebileceği anlaşılmaktadır.

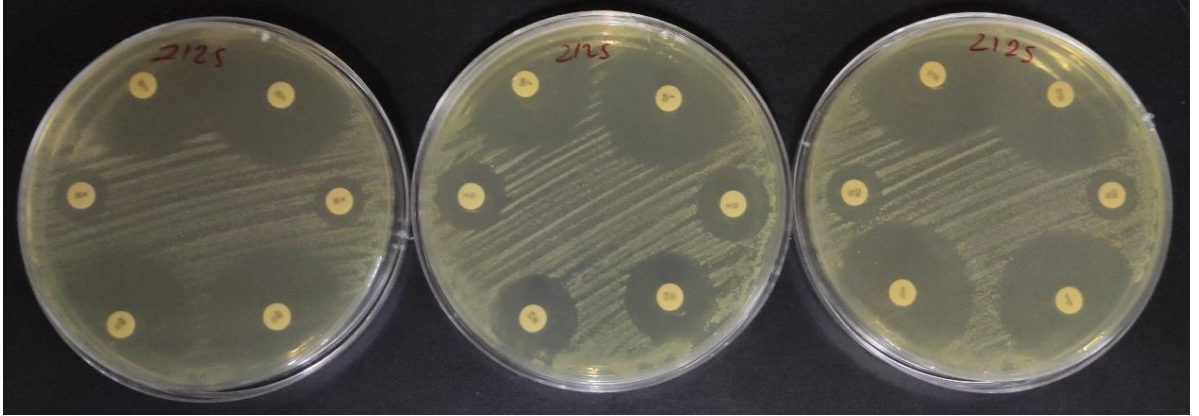


Şekil 19. 207M izolatının *L. monocytogenes* ATCC 7644 patojeni üzerine antagonistik aktivitesi

Antibiyotiklere karşı direnç

Antibiyotik direnci günümüzün büyük problemlerden bir tanesidir. Kontrolsüz antibiyotik kullanımı mikroorganizmaların zaman içerisinde bu antibiyotiklere direnç kazanmasına sebep olmaktadır. Bu durumun patojen mikroorganizmalarda meydana gelmesi ise daha sonraki süreçlerde hastalıkların daha ağır ve uzun sürmesine neden olabilir. Patojen mikroorganizmaların antibiyotik direnci kazanmasının diğer bir yolu ise, hastalık yapmayan ancak aktarılabılır antibiyotik direnç geni içeren mikroorganizmalarla aynı ortamda bulunmasıdır. Bu ortamlardan en önemlisi ise bağırsaktır (Nathan and Cars 2014; Frieri *et al.* 2017). Bu sebeplerden dolayı, gıdalarda kullanılacak probiyotik ve/veya starter kültürlerin aktarılabılır antibiyotik direnç genine sahip olmaması oldukça önemlidir.

Mevcut çalışmada, muhtemel probiyotik yoğurt izolatlarının EFSA tarafından önerilen 9 farklı antibiyotiğe karşı dirençlilik durumları incelenmiştir. İzolatlar üzerinde gerçekleştirilen antibiyotik direnç deneyine ait görsel Şekil 20’de, söz konusu analiz sonuçları ise Tablo 26’da verilmiştir. Sonuçlara göre, izolatların tamamının ampisilin, vankomisin (212S numaralı izolat hariç), eritromisin, klindamisin, tetrasiklin ve kloromfenikol antibiyotiklerine karşı hassas oldukları tespit edilmiştir. Diğer taraftan, izolatların 12 tanesinin gentamisine, 15 tanesinin kanamisine, 4 tanesinin ise streptomisine dirençli oldukları belirlenmiştir.



Şekil 20. 212S izolatının farklı antibiyotiklere karşı direnç durumu

Table 26. İzolatların Bazı Antibiyotik Karşı Durumları

İzolat	Antibiyotikler (zon çapı, mm)								
	AMP (2 µg)	VA (5 µg)	CN (10 µg)	KAN (30 µg)	STR (25 µg)	ERT (15 µg)	DA (2 µg)	TE (10 µg)	CLO (10 µg)
114M	31,0±1,0 (H)	23,3±0,4 (H)	8,3±0,4 (D)	- (D)	11,8±0,4 (D)	33,5±1,7 (H)	21,5±0,9 (H)	31,0±1,0 (H)	32,5±0,9 (H)
207M	45,0±1,0 (H)	31,8±0,4 (H)	11,3±0,8 (D)	10,8±0,8 (D)	11,5±0,5 (D)	43,0±0,7 (H)	25,3±0,8 (H)	35,5±1,1 (H)	40,0±1,4 (H)
208M	42,8±0,8 (H)	32,0±0,0 (H)	10,3±0,4 (D)	- (D)	10,3±1,1 (D)	42,8±0,8 (H)	27,8±0,4 (H)	34,8±1,3 (H)	39,3±0,8 (H)
239M	31,8±0,4 (H)	26,8±0,4 (H)	10,3±0,4 (D)	- (D)	16,0±0,0 (O)	37,8±0,4 (H)	36,5±0,9 (H)	34,5±0,5 (H)	36,8±0,8 (H)
560M	40,8±0,8 (H)	30,3±0,4 (H)	21,3±0,8 (H)	18,8±0,8 (O)	22,5±0,9 (H)	47,5±0,9 (H)	39,5±0,9 (H)	38,8±0,8 (H)	39,0±1,0 (H)
570M	48,8±0,8 (H)	36,3±0,4 (H)	23,5±1,7 (H)	18,8±0,8 (O)	26,3±0,4 (H)	48,5±0,9 (H)	43,0±1,0 (H)	40,0±0,0 (H)	41,5±0,9 (H)
571M	61,3±0,8 (H)	35,8±0,4 (H)	15,3±0,8 (O)	15,3±0,8 (O)	17,8±0,4 (O)	55,5±0,5 (H)	54,8±0,8 (H)	52,8±0,8 (H)	48,8±0,8 (H)
590M	45,0±1,0 (H)	46,8±0,8 (H)	24,8±0,8 (H)	26,0±1,4 (H)	23,0±0,7 (H)	43,0±1,0 (H)	42,5±0,9 (H)	42,5±0,9 (H)	53,5±0,5 (H)
502S	34,8±0,8 (H)	24,5±0,5 (H)	14,3±0,4 (D)	10,0±0,0 (D)	15,3±0,4 (O)	36,5±0,5 (H)	38,5±0,9 (H)	33,5±0,9 (H)	32,8±1,3 (H)
152M*	53,0±1,2 (H)	39,0±1,2 (H)	14,0±0,0 (D)	12,0±1,6 (D)	22,0±0,0 (H)	55,5±1,0 (H)	51,5±1,0 (H)	50,5±1,9 (H)	50,5±1,0 (H)
169M*	50,0±1,6 (H)	38,0±0,0 (H)	17,0±1,2 (O)	9,5±1,0 (D)	24,5±1,0 (H)	49,5±1,0 (H)	49,5±1,0 (H)	43,0±1,2 (H)	43,5±1,0 (H)
197M*	47,0±1,2 (H)	35,0±1,2 (H)	11,5±1,0 (D)	10,5±1,0 (D)	15,0±1,2 (D)	43,5±1,0 (H)	43,0±1,2 (H)	41,5±1,0 (H)	45,0±1,2 (H)
213M*	35,0±1,2 (H)	32,5±1,0 (H)	12,0±0,0 (D)	- (D)	20,0±0,0 (O)	43,5±1,0 (H)	38,5±1,0 (H)	40,5±1,0 (H)	44,5±1,0 (H)
108S*	35,5±1,0 (H)	23,0±1,2 (H)	15,5±1,0 (O)	13,0±1,2 (D)	18,0±0,0 (O)	34,5±1,0 (H)	33,5±1,0 (H)	39,5±1,0 (H)	37,5±1,0 (H)
212S*	32,5±1,0 (H)	20,5±1,0 (O)	13,0±1,2 (D)	13,0±1,2 (D)	19,0±1,2 (O)	32,5±1,0 (H)	33,0±1,2 (H)	36,5±1,0 (H)	35,5±1,0 (H)
213S*	37,0±1,2 (H)	22,0±0,0 (H)	16,0±0,0 (O)	13,0±1,2 (D)	20,0±0,0 (O)	35,0±1,2 (H)	34,0±0,0 (H)	38,5±1,9 (H)	38,5±1,0 (H)
232S*	36,5±1,0 (H)	22,5±1,0 (H)	12,5±1,0 (D)	12,5±1,0 (D)	16,5±1,0 (O)	37,5±1,0 (H)	34,5±1,0 (H)	39,5±1,0 (H)	39,0±1,2 (H)
235S*	36,5±1,0 (H)	24,5±1,9 (H)	13,5±1,0 (D)	12,0±1,6 (D)	17,5±1,0 (O)	39,0±2,6 (H)	34,0±1,6 (H)	40,5±1,0 (H)	39,5±1,0 (H)
236S*	32,5±1,9 (H)	23,5±1,0 (H)	14,0±0,0 (D)	11,5±1,0 (D)	18,5±1,0 (O)	37,5±1,0 (H)	31,5±1,0 (H)	39,5±1,0 (H)	38,5±1,0 (H)

* Teknolojik özelliklerine göre üretim için seçilen izolatlar

H: Hassas, O: Orta seviye, D: Dirençli, AMP: Ampisilin, VA: Vankomisin, CN: Gentamisin, KAN: Kanamisin, STR: Streptomisin, ERT: Eritromisin, DA: Klindamisin, TE: Tetrasiklin, CLO: Kloramfenikol

İzolatların antibiyotik direnç profil ve MAR indeksleri Tablo 27’de verilmiştir. Söz konusu tablo incelendiğinde, toplam 19 muhtemel probiyotik ve muhtemel starter yoğurt izolatlarının 15 tanesinin en az bir antibiyotiğe karşı dirence sahip olduğu, 560M, 570M, 571M ve 590M numaralı izolatların ise herhangi bir dirence sahip olmadığı görülmektedir. Bunun yanında, antibiyotik direnç profilleri, izolatların gentamisin, kanamisin ve streptomisin olmak üzere en fazla 3 antibiyotiğe karşı dirence sahip olduğunu göstermektedir. İzolatlara ait MAR indeksleri de yukarıda bahsedilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. 152M, 169M, 213M, 239M, 108S, 212S, 213S, 235S ve 236S numaralı izolatların düşük MAR indeksine sahip geleneksel kaynaklı izolatlar oldukları tespit edilmiştir. Sonuç olarak, izolatların antibiyotik direnç profillerinin fazla çeşitlilik göstermediği belirlenmiştir. Bu durumun doğal antibiyotik direncinden kaynaklı olabileceğinin dolaylı bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Benzer şekilde, Wu *et al.* (2021) 17 LAB’ın antibiyotiklere karşı direnç durumlarını incelemiş ve izolatların kloromfenikol, tetrasiklin ve eritromisine karşı hassas, streptomisin, kanamisin ve gentamisine karşı dirençli olduklarını tespit etmişlerdir. Diğer taraftan, Meral Aktaş and Erdoğan (2022) tarafından yapılan çalışmada, peynir kaynaklı LAB’ların antibiyotiklere karşı direnç durumları incelenmiştir. Sonuçlar, izolatların ampisilin, eritromisin, klindamisin, tetrasiklin ve kloromfenikol antibiyotiklerine karşı hassas, kanamisine karşı ise dirençli olduklarını göstermiştir. Ek olarak, Hajimohammadi Farimani *et al.* (2016) tarafından yapılan çalışmada da, yoğurttan izole edilen LAB’ların kanamisine dirençli oldukları belirlenmiştir. Mevcut çalışmanın sonuçları yukarıda bahsedilen çalışmalarla uygunluk göstermektedir.

Tablo 27. İzolatların Antibiyotik Direnç Profil ve MAR İndeksleri

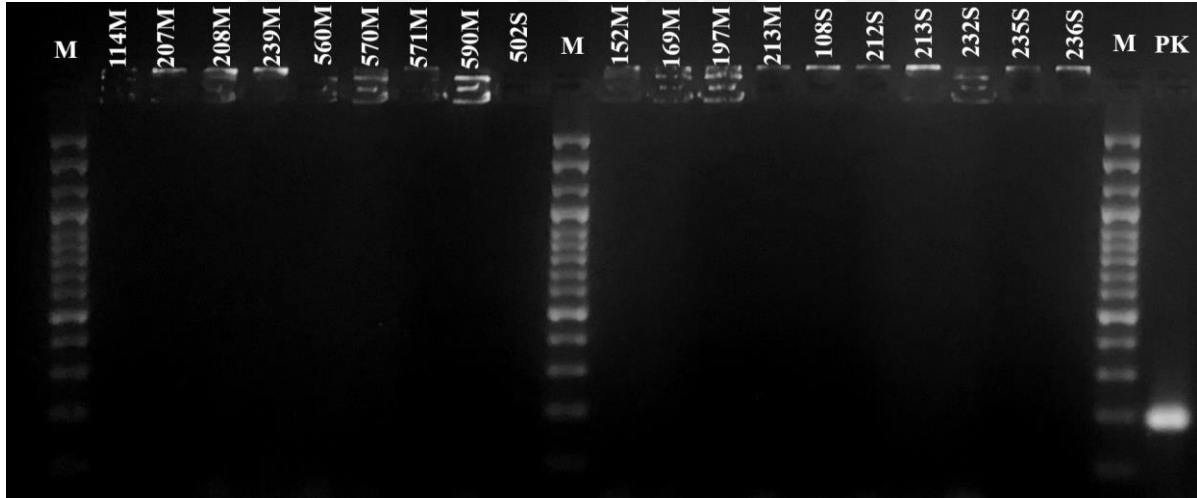
İzolat	Antibiyotik Direnç Profili	MAR İndeksi
114M	CnKanStr	0,33
207M	CnKanStr	0,33
208M	CnKanStr	0,33
239M	CnKan	0,22
560M	-	0,00
570M	-	0,00
571M	-	0,00
590M	-	0,00
502S	CnKan	0,22
152M*	CnKan	0,22
169M*	Kan	0,11
197M*	CnKanStr	0,33
213M*	CnKan	0,22
108S*	Kan	0,11
212S*	CnKan	0,22
213S*	Kan	0,11
232S*	CnKan	0,22
235S*	CnKan	0,22
236S*	CnKan	0,22

*Teknolojik özelliklerine göre üretim için seçilen izolatlar. Cn: Gentamisin, Kan: Kanamisin, Str: Streptomisin

Virülans faktör genlerin tespiti

Virülans faktör genleri, bakterilerin konakçının sahip olduğu savunma bariyerlerini aşarak konakçı içerisinde çoğalmasına olanak sağlamaktadır (Cross 2008). Bu durum hem probiyotik hem de starter kültürler için istenilen bir durum değildir. Çünkü söz konusu mikroorganizmaların patojenlerle aynı ortamda bulunması (özellikle bağırsakta) ve yatay gen transferi (horizontal gene transfer) mekanizması ile virülans faktör genlerini patojenlere aktarılması olasıdır. Ayrıca virülans faktörleri mikroorganizmanın hastalık yapabilme yeteneğinin bir göstergesi olması açısından da istenen bir durum değildir. FAO/WHO tarafından ortak hazırlanan “Guidelines for the evaluation of probiotics in food” rehberinde de virülans faktörlerin probiyotik mikroorganizmaların değerlendirilmesinde en önemli kriterler arasında yer aldığı belirtilmiştir (Anonymous 2002). Bu sebeple, gıdalarda kullanılması düşünülen probiyotik ve/veya starter kültürlerinin virülans faktör genlerine sahip olmadıklarının kanıtlanması gerekmektedir (Van Reenen and Dicks 2011; Dlamini *et al.* 2019).

Bu çalışmada yoğurt üretiminde kullanılma ihtimali bulunan probiyotik ve starter izolatlarda *cylA*, *hyl*, *asa* ve *ace* virülans faktör genlerinin varlığı analiz edilmiştir. İzolatların virülans faktör gen sonuçları Tablo 28’de, analiz sırasında elde edilen jel görüntüsü ise Şekil 21’de verilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları izolatların hiçbirisinin çalışmada kullanılan hiçbir virülans faktör genini içermediğini göstermiştir. Benzer şekilde, Pinto *et al.* (2020), farklı fermente gıdalardan izole edilen 280 LAB üzerinde virülans faktör genlerinin varlığını incelemiştir. Çalışma sonuçları izolatların hiçbirinin virülans faktör genlerine sahip olmadığını göstermiştir. Colombo *et al.* (2020) tarafından yapılan çalışmada ise, süt orjinli gıdalardan izole edilmiş LAB’larda bazı virülans faktör genlerinin varlığı tespit edilmiştir. Bu durum mikroorganizmalar arasında virülans faktör gen varlığı bakımından farklılıklar olabileceğini göstermektedir. Bu çalışmada, kullanılan izolatların yoğurt üretimi için virülans faktör genleri güvenliği bakımından sorun teşkil etmediği belirlenmiştir. Ancak bu mikroorganizmaların virülans faktör açısından güvenli bulunmaları, her zaman güvenli olacakları anlamına gelmeyebilir. Çünkü bu izolatların, virülans faktör genlerine sahip herhangi bir mikroorganizma ile aynı ortamda bulunabilecekleri ve gen transfer mekanizmaları ile bu genleri kazanabilecekleri unutulmamalıdır.



Şekil 21. İzolatların virülans faktör genleri analizi sonucunda elde edilen jel görüntüsü (M: Marker, PK: Pozitif kontrol)

Tablo 28. İzolatların Sahip Oldukları Virülans Faktör Genleri

İzolat	Virülans Faktör Genleri			
	<i>cylA</i>	<i>hyl</i>	<i>asa</i>	<i>ace</i>
114M	-	-	-	-
207M	-	-	-	-
208M	-	-	-	-
239M	-	-	-	-
560M	-	-	-	-
570M	-	-	-	-
571M	-	-	-	-
590M	-	-	-	-
502S	-	-	-	-
152M*	-	-	-	-
169M*	-	-	-	-
197M*	-	-	-	-
213M*	-	-	-	-
108S*	-	-	-	-
212S*	-	-	-	-
213S*	-	-	-	-
232S*	-	-	-	-
235S*	-	-	-	-
236S*	-	-	-	-

* Teknolojik özelliklerine göre üretim için seçilen izolatlar

Oto ve ko-aggregasyon

Bir mikroorganizmanın probiyotik olarak değerlendirilebilmesinde oto ve ko-aggregasyon yetenekleri oldukça büyük öneme sahiptir. Oto-aggregasyon mikroorganizmaların özellikle bağırsak epitel hücrelerine bağlanma yeteneğini göstermektedir. Diğer taraftan ko-aggregasyon ise mikroorganizmaların patojenlere bağlanma yeteneğini göstermektedir. Probiyotik mikroorganizmaların bağırsak hücrelerinde lokalize olması ve aynı zamanda patojenlerin tutunumunu önleyebilmesi insan sağlığı açısından çok önemlidir (Collado *et al.* 2007; de Melo Pereira *et al.* 2018). Oto ve ko-aggregasyon özellikleri mide ve safra ortamında canlı kalıp bağırsağa ulaşabilen mikroorganizmalar için önem arz ettiğinden, bu çalışmada sadece muhtemel probiyotik yoğurt izolatlarının bu özellikleri incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 29’da verilmiştir.

Muhtemel probiyotik yoğurt izolatlarının 2. saatte oto-aggregasyon yetenekleri % 11,3-49,7 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu saatte en düşük oto-aggregasyon yeteneği 570M, en yüksek ise 560M izolatında belirlenmiştir. İzolatların 4. saat sonunda oto-aggregasyon yetenekleri % 17,5-70,9 aralığında olduğu gözlenmiştir. Söz konusu saatte en düşük oto-aggregasyon yeteneği 502S, en yüksek ise 239M izolatında tespit edilmiştir. Benzer şekilde Prabhurajeshwar and Chandrakanth (2019) tarafından yapılan çalışmada, yoğurt kaynaklı *Lactobacillus* izolatlarının oto-aggregasyon yetenekleri belirlenmiştir. Sonuçlar, izolatların oto-aggregasyon yeteneklerinin % 13,0-52,0 arasında değiştiğini göstermiştir. Öte yandan, Okuklu (2014) 17 yoğurt bakterisinin tamamının oto-aggregasyon yeteneği gösterdiğini tespit etmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar yukarıdaki ifade edilen literatür ile benzerlik göstermektedir.

Muhtemel probiyotik yoğurt izolatlarının üzerinde gerçekleştirilen ko-aggregasyon analizi sonuçlarına göre; izolatların *E. coli* BC12 patojeni üzerinde ko-aggregasyon yeteneklerinin %1,2-22,0; *S. Typhimurium* RSHMB 95091 üzerinde % 7,0-48,7; *S. aureus* ATCC 29213 üzerinde % 1,8-39,1 ve *L. monocytogenes* ATCC 7644 üzerinde % 6,7-36,9 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında, *E. coli* BC12, *S. Typhimurium* RSHMB 95091, *S. aureus* ATCC 29213 ve *L. monocytogenes* ATCC 7644 patojenleri üzerinde en yüksek ko-aggregasyon yeteneğine sahip izolatlar sırasıyla 114M, 114M, 239M ve 114M olduğu belirlenmiştir. Collado *et al.* (2007) fermente süt ürünü olan Dadih'den izole ettikleri LAB'ların ko-aggregasyon yeteneklerini incelemişlerdir. Analiz sonuçları çalışmada kullanılan LAB'ların tamamının patojenlere karşı ko-aggregasyon yeteneğine sahip olduğunu göstermiştir. Ek olarak, Prabhurajeshwar and Chandrakanth (2019) yoğurt kaynaklı *Lactobacillus* izolatlarının bazı patojenler üzerinde %2,4-19,6 arasında ko-aggregasyon yeteneğine sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Tablo 29. Muhtemel Probiyotik İzolatların Oto/Ko-aggregasyon ve Hidrofobisite Yetenekleri (%)

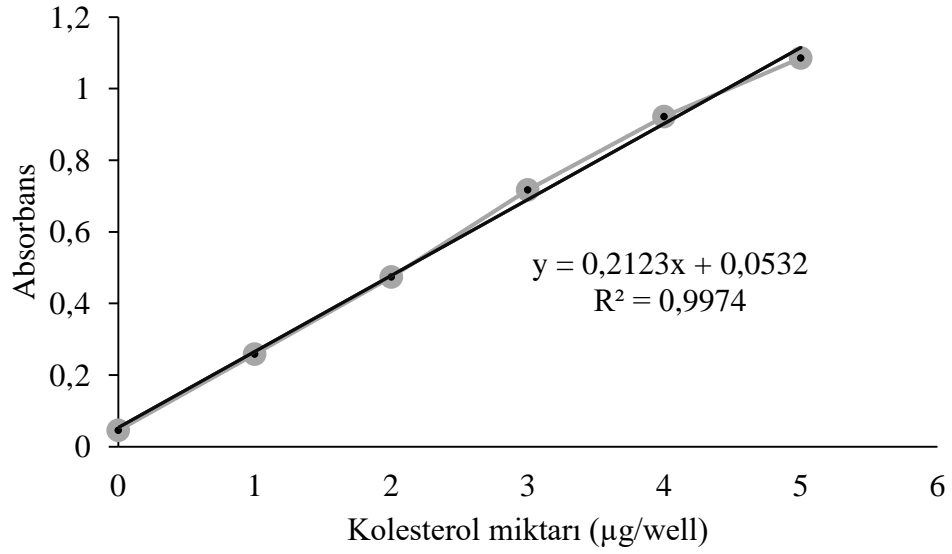
İzolat	Oto-aggregasyon		Ko-aggregasyon			Hidrofobisite	
	2st	4st	<i>E. coli</i> BC12	<i>S. typhimurium</i> RSHMB 95091	<i>S. aureus</i> ATCC 29213		<i>L. monocytogenes</i> ATCC 7644
114M	35,2±1,2	35,8±1,4	22,0±1,0	48,7±0,6	32,9±0,4	36,9±2,2	0,0
207M	26,0±1,6	31,2±0,7	6,9±0,8	14,5±1,2	33,7±2,7	22,4±0,9	0,0
208M	30,9±0,7	63,9±2,2	20,3±0,7	23,3±1,5	18,3±1,7	14,5±0,6	0,0
239M	22,7±1,5	70,9±1,2	6,8±1,3	19,7±1,3	39,1±1,0	8,7±1,1	31,3±8,0
560M	49,7±1,8	70,8±1,4	3,8±0,4	7,0±0,1	1,8±0,1	8,0±1,0	0,0
570M	11,3±0,7	26,6±1,7	8,3±0,7	13,0±0,7	13,7±0,6	16,3±0,8	5,7±2,2
571M	15,2±1,5	59,2±1,1	20,7±0,6	23,0±1,6	12,8±0,9	31,2±0,6	0,0
590M	31,5±3,3	68,3±1,3	21,5±0,7	12,9±1,2	11,0±0,8	6,7±0,1	0,0
502S	15,7±0,8	17,5±0,5	1,2±0,5	15,4±1,4	6,8±0,5	13,3±0,7	43,7±6,7

Hidrofobisite

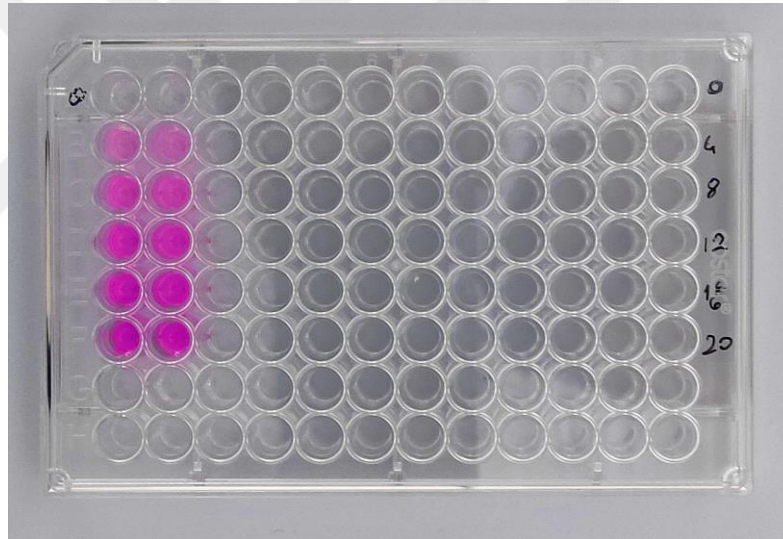
Mikroorganizmaların önemli probiyotiklik özelliklerinden bir tanesi de hidrofobisite yetenekleridir. Hücre yüzeyi hidrofobisitesi olarak da isimlendirilebilen bu yetenek, probiyotik mikroorganizmaların bağırsak epitel hücrelerine ne kadar bağlabildiğinin dolaylı bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Collado *et al.* 2007). Hidrofobisite yeteneği de sadece probiyotik mikroorganizmalar için mantıklı olduğundan, bu analiz muhtemel probiyotik yoğurt izolatlarının üzerinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 29’da verilmiştir. Analiz sonuçları sadece 3 izolatın hidrofobisite yeteneğinin olduğunu göstermiştir. 239M, 570M ve 502S numaralı izolatlarının hidrofobisite yeteneklerinin sırasıyla % 31,3, 5,7 ve 43,7 olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Okuklu (2014) tarafından yapılan çalışmada da, yoğurt izolatlarının hidrofobisite yeteneklerinin % 4,77-42,05 aralığında değiştiği belirlenmiştir. Öte yandan, Abushelaibi *et al.* (2017) deve sütünden izole edilen LAB’ların hidrofobisite yeteneklerinin % 3,1 ile 57,8 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmadan elde edilen sonuçların literatürle uygun olduğu görülmektedir.

Kolesterol asimilasyonu

Kolesterol; kardiyovasküler, kolon kanseri ve hiperkolesterolemi gibi hastalıkların oluşmasında önemli rolü olan bir maddedir. Son yıllarda, gıda ve sağlık alanında bu hastalıkların önlenmesini amaçlayan birçok çalışma gerçekleştirilmiştir (Dilmi-Bouras 2006; Holmes and Ala-Korpela 2019). Ek olarak, FAO/WHO tarafından ortak hazırlanan “Guidelines for the evaluation of probiotics in food” rehberinde de probiyotik mikroorganizmaların sağlık üzerine olumlu etkilerinin olması gerektiği belirtilmiştir (Anonymous 2002). Kolesterol asimilasyon yeteneği probiyotik mikroorganizmalar için önem arz ettiğinden bu analiz muhtemel probiyotik yoğurt izolatları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ek olarak, Miremadi *et al.* (2014) tarafından yapılan çalışma, mikroorganizma hücrelerinin öldürüldükten sonra da enzimleri aracılığıyla kolesterolü asimile edebildiklerini göstermiştir. Bu sebeple, söz konusu analiz yoğurt üretiminde kullanılması muhtemel starter kültürler üzerinde de uygulanmıştır. Kolesterol asimilasyon deneyi kolesterol quantitation kit (Sigma Aldrich) ile gerçekleştirilmiş olup, söz konusu kit kullanılarak oluşturulan absorbans eğrisi ve bu süreçte kullanılan 96-kuyulu plaka görseli sırasıyla Şekil 22 ve 23’te verilmiştir. İzolatlar tarafından asimile edilen kolesterol seviyesinin belirlenmesinde kullanılan absorbans eğrisinin formülü $y=0,2123x+0,0532$ şeklinde olup, regresyon katsayısı (R^2) ise 0,9974 olarak belirlenmiştir.



Şekil 22. İzolatların kolesterol asimilasyon yüzdelerinin hesaplanmasında kullanılan absorbans eğrisi



Şekil 23. Kolesterol asimilasyon deneyinde absorbans eğrisi hazırlanmasında kullanılan 96-kuyulu plaka

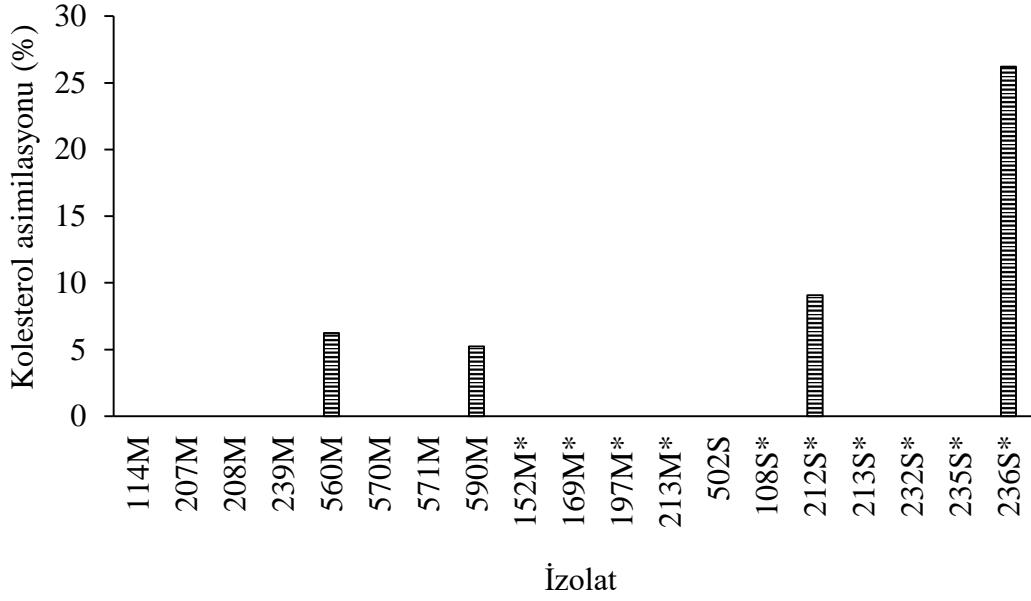
Çalışmada kullanılan izolatların kolesterol asimilasyon yetenekleri Tablo 30 ve Şekil 24'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, sadece 560M ve 590M numaralı muhtemel probiyotik yoğurt izolatlarının sırasıyla % 6,24 ve 5,23 oranlarında kolesterolü asimile ettikleri belirlenmiştir. Öte yandan yoğurt üretiminde kullanılması muhtemel starter izolatlarından ise 212S ve 236S numaralı olanların sırasıyla % 9,07 ve 26,21 oranlarında kolesterolü asimile ettikleri tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, muhtemel probiyotik izolatlardan sadece endüstriyel kökenli olanların kolesterolü asimile edebildikleri tespit edilmiştir. Dilmi-Bouras (2006) tarafından yapılan çalışmada, yoğurt bakterilerinin farklı ortam ve sürelerde kolesterol asimilasyon yetenekleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, % 0,3 safra içeren ortamda *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* suşlarının sırasıyla % 5-6,5 (20 saat), %

11-20 (40 saat) ve % 21-25 (90 saat) oranlarında kolesterolü asimile ettikleri belirlenmiştir. Bu durum, mevcut çalışmada da olduğu gibi *S. thermophilus* suşlarının daha yüksek kolesterol asimilasyon yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan, Ziarno (2009) ticari kültürlerden elde ettiği *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatlarının % 4,5 ile 15,4 aralığında kolesterolü asimile edebildiğini tespit etmiştir. Bu sonuçlar da mevcut çalışma ile uygunluk göstermektedir.

Tablo 30. İzolatların Kolesterol Asimilasyon Yetenekleri

İzolat	Kolesterol Miktarı ($\mu\text{g}/\mu\text{L}$)		Kolesterol Asimilasyonu (%)
	Negatif Kontrol	İnkübasyon Sonrası	
114M		4,99±0,03	0,00
207M		4,97±0,02	0,00
208M		4,97±0,02	0,00
239M		4,98±0,00	0,00
560M		4,66±0,02	6,24
570M	4,97±0,02	4,99±0,02	0,00
571M		4,97±0,01	0,00
590M		4,71±0,03	5,23
152M*		4,98±0,02	0,00
169M*		4,98±0,02	0,00
197M*		4,98±0,02	0,00
213M*		4,97±0,00	0,00
502S		4,97±0,02	0,00
108S*		4,96±0,03	0,00
212S*		4,51±0,01	9,07
213S*	4,96±0,02	4,96±0,02	0,00
232S*		4,97±0,01	0,00
235S*		4,97±0,01	0,00
236S*		3,66±0,02	26,21

* Teknolojik özelliklerine göre üretim için seçilen izolatlar



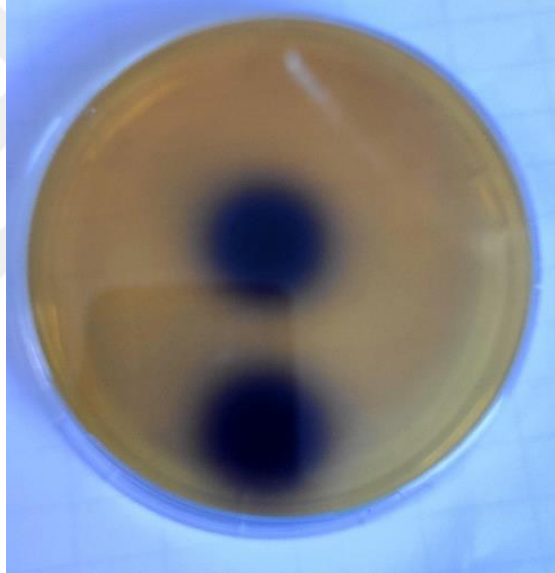
Şekil 24. İzolatların kolesterol asimilasyon yetenekleri (*Teknolojik özelliklerine göre üretim için seçilen izolatlar)

Safra tuzlarını hidrolize etme yeteneği

Safra tuzlarının mikrobiyal enzimlerle dekonjugasyonu kolesterol seviyesinin düşürülmesi aracılığıyla insan sağlığı açısından büyük öneme sahiptir (Corzo and Gilliland 1999; Shehata *et al.* 2016). Bu sebeple, muhtemel probiyotik yoğurt izolatlarının BSH aktiviteleri incelenmiştir. Söz konusu analizden elde edilen sonuçlar Tablo 31’de ve pozitif kontrol olarak kullanılan *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 suşunun Bile Esculine Agar üzerindeki gelişimi Şekil 25’de verilmiştir. Çalışmada kullanılan izolatların hiçbirisinin BSH aktivitesine sahip olmadığı, öte yandan *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 suşunun yüksek aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Tanaka *et al.* (1999) 28 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatı üzerinde çalışmış ve bunların hiçbirisinin BSH aktivitesine sahip olmadığını belirlemiştir. Bu sonuçlar mevcut çalışma ile benzerlik göstermektedir. Öte yandan, Shehata *et al.* (2016) tarafından yapılan çalışmada, 9 izolat üzerinde gerçekleştirilen BSH aktivite belirleme deneyi sonucunda, bunların 8 tanesinin BSH aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Ek olarak, Miremedi *et al.* (2014) BSH aktivitesine sahip probiyotik mikroorganizmalar olduğunu, Corzo and Gilliland (1999) ise bazı *Lactobacillus* türlerinin BSH aktivitesine sahip olabileceğini belirtmiştir. Ancak mevcut çalışmada kullanılan izolatların hiçbirisinin bu aktiviteye sahip olmadığı görülmüştür.

Tablo 31. İzolatların Safra Tuzlarını Hizrolize Etme Yetenekleri

İzolat	İzolatin Bile Esculine Agar'da Oluşturduğu Zon Çapı (mm)	BSH Aktivitesi
114M	0	-
207M	0	-
208M	0	-
239M	0	-
560M	0	-
570M	0	-
571M	0	-
590M	0	-
502S	0	-
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	18	Yüksek

**Şekil 25.** *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 suşunun Bile Esculine Agar'daki gelişimi

Hemolitik aktivite

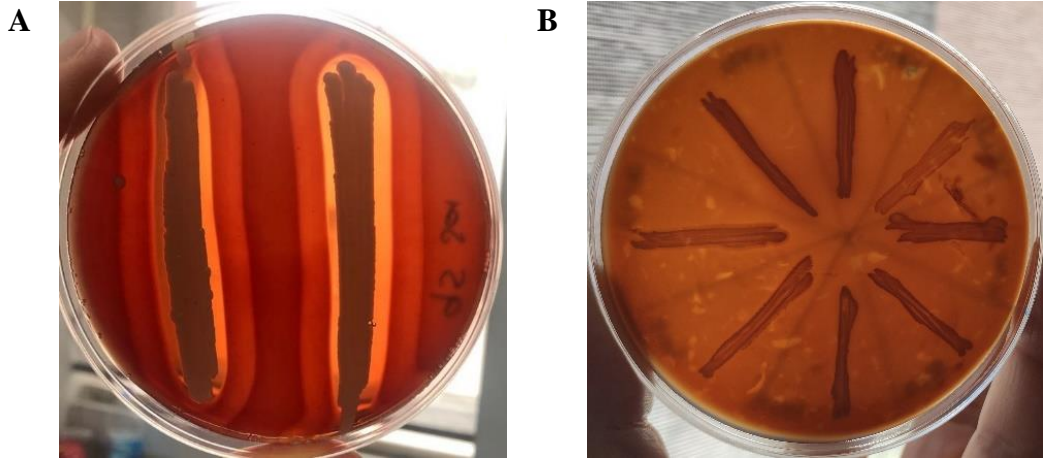
Probiyotik mikroorganizmalar insan sağlığı açısından herhangi bir risk oluşturmadıkları önemli bazı testlerden geçirilerek güvenli oldukları kanıtlanmalıdır (Anonymous 2002). Ek olarak, söz konusu güvenlik testleri probiyotik mikroorganizmaların yanında, fermente ürünlerde kullanılması düşünülen starter kültürlerine de uygulanmalıdır. Hemoliz, kırmızı kan hücrelerinin parçalanması olayıdır. Bu olay insan vücudunda olumsuz etkilere sebep olabileceği ve tedavi gerektirebileceğinden, üründe kullanılması planlanan mikroorganizmaların hemolitik aktiviteleri incelenerek güvenli oldukları ortaya konulmalıdır (Sowemimo-Coker 2002). Bu sebeple, mevcut çalışmada, muhtemel probiyotik ve starter yoğurt izolatlarının hemolitik aktiviteleri incelenmiştir. Söz konusu analizden elde edilen sonuçlar Tablo 32'de verilmiştir.

Sonuçlar, yoğurt üretiminde kullanılması düşünülen izolatların hiçbirisinin hemolitik aktiviteye sahip olmadığını göstermiştir (Şekil 26). Benzer şekilde, Somashekaraiah *et al.* (2019), Golshahi *et al.* (2021) ve Lee *et al.* (2022) tarafından yapılan çalışmalarda da, LAB'ların hemolitik aktiviteye sahip olmadığı belirlenmiştir. Söz konusu izolatların yoğurt üretimi için hemolitik aktivite bakımından herhangi bir sorun teşkil etmediği anlaşılmıştır.

Tablo 32. İzolatların Hemolitik ve DNase aktiviteleri

İzolat	Hemolitik aktivite	DNase aktivitesi
114M	-	-
207M	-	-
208M	-	-
239M	-	-
560M	-	-
570M	-	-
571M	-	-
590M	-	-
502S	-	-
152M*	-	-
169M*	-	-
197M*	-	-
213M*	-	-
108S*	-	-
212S*	-	-
213S*	-	-
232S*	-	-
235S*	-	-
236S*	-	-
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	+	+

*Teknolojik özelliklerine göre üretim için seçilen izolatlar



Şekil 26. Hemolitik aktiviteye sahip *S. aureus* ATCC 29213 (A) ve hemolitik aktiviteye sahip olmayan bazı izolatların (B) kanlı agar üzerindeki görüntüsü

DNase aktivitesi

DNase aktivitesine sahip mikroorganizmalar sentezledikleri enzimlerle DNA üzerinde parçalanmalara sebep olabilirler (Evans and Aguilera 2003). Fermente gıdalarda kullanılacak mikroorganizmaların DNase aktivitelerinin bulunmadığı, yani sağlık üzerine olumsuz etkilere sebep olmayacağı kanıtlanmalıdır (Anonymous 2002). Mevcut çalışmada, muhtemel probiyotik ve starter yoğurt izolatlarının DNase aktiviteleri incelenmiştir. Analizden elde edilen sonuçlar Tablo 32’de, pozitif kontrol olarak kullanılan *S. aureus* ATCC 29213 suşunun DNase agar’daki gelişimi ise Şekil 27’de verilmiştir. İzolatların hiçbirisinin DNase aktivitesine sahip olmadığı anlaşılmıştır. Benzer şekilde, Somashekaraiah *et al.* (2019) tarafından yapılan çalışmada fermente ürünlerden izole edilen 75 LAB’ın DNase aktivitesi araştırılmış ve hiçbir izolatın bu aktiviteye sahip olmadığı belirlenmiştir. Öte yandan, de Amorim Trindade *et al.* (2022) da LAB’larda DNase aktivitesi tespit edememiştir. Bu sonuçlar mevcut çalışma ile uyumludur ve izolatların hiçbirisinin DNase aktivitesi bakımından yoğurt üretiminde kullanılmasının risk teşkil etmeyeceği anlaşılmıştır.

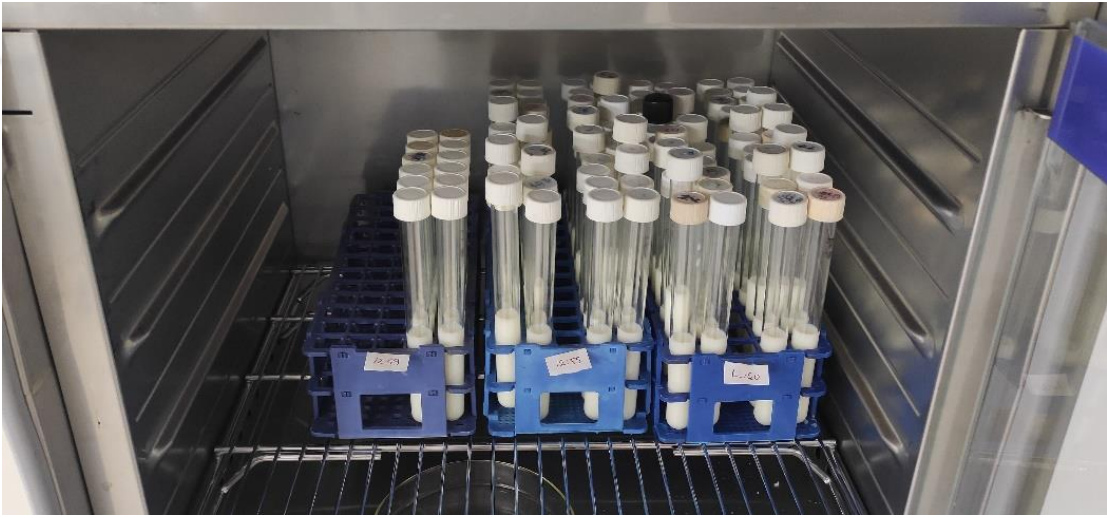


Şekil 27. *S. aureus* ATCC 29213 suşunun DNase agar üzerindeki gelişimi

Laktik Asit Bakterilerinin Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

Asit üretim yeteneği

Yoğurt, yüksek sıcaklık ile muamele edilmiş sütün pH değerinin, starter kültür (*L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus*) ilavesi ile gerçekleştirilen fermantasyon aşamasında $4,6 \pm 0,1$ seviyesine düşmesi ile oluşan fermente bir süt ürünüdür. Sütün pH değeri 4,6'ya yaklaştıkça kazein molekülleri arasındaki itme kuvvetlerinde bir azalma meydana gelerek yoğurdun yapısı oluşmaktadır. Yani yoğurt üretiminde arzulanan jel yapısı, fermantasyon aşamasında oluşan laktik asit üretimi ile doğrudan bağlantılıdır (Vasbinder *et al.* 2003; Lee and Lucey 2010). Bu sebeple, yoğurt örneklerinden izole edilen ve tanılanan 439 suşun süt içerisinde asit oluşturma yetenekleri incelenmiştir (Şekil 28).



Şekil 28. İzolatların RSM içerisinde asit oluşturma yeteneklerinin belirlenmesi deneyine ait görsel

Söz konusu analiz sonuçlarına göre, geleneksel kaynaklı *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatlarının, RSM'lerin pH değerlerini inkübasyonun 4. saatinde 5,96-6,67; 6. saatinde 4,69-6,66 ve 8. saatinde ise 4,01-6,64 aralığına düşürdükleri tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, geleneksel kaynaklı bazı *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatlarının 8 saatlik inkübasyon sonunda bile RSM'nin pH değerini çok az düşürebildiğini göstermiştir. Benzer şekilde, Durlu-Ozkaya *et al.* (2001) *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatlarının 6 saat sonunda bile sütün pH'sını değiştiremeyebileceğini belirtmişlerdir. Mevcut çalışmadan elde edilen bu sonuçların diğer çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir. Söz konusu izolatların asit oluşturma yetenekleri Tablo 33'te verilmiştir.

Tablo 33. Geleneksel Kaynaklı *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* İzolatlarının RSM İçerisinde Asit Oluşturma Yetenekleri

İzolot	Asit Oluşturma Yeteneği (Ort±Ss)			İzolot	Asit Oluşturma Yeteneği (Ort±Ss)		
	4 saat	6 saat	8 saat		4 saat	6 saat	8 saat
101M	6,53±0,02	6,12±0,01	5,75±0,01	170M	6,55±0,02	6,20±0,01	6,07±0,01
102M	6,54±0,01	6,23±0,04	5,85±0,02	171M	6,59±0,00	6,26±0,01	5,89±0,01
103M	6,57±0,01	6,20±0,04	5,83±0,01	172M	6,64±0,01	6,64±0,01	6,55±0,02
104M	6,47±0,01	6,15±0,04	5,80±0,02	173M	6,41±0,04	6,07±0,01	5,80±0,01
105M	6,53±0,01	6,11±0,02	5,85±0,06	174M	6,49±0,03	6,12±0,01	5,81±0,04
107M	6,42±0,01	6,05±0,03	5,72±0,02	175M	6,52±0,00	6,20±0,01	5,86±0,00
108M	6,45±0,07	6,04±0,04	5,77±0,10	176M	6,44±0,01	6,07±0,02	5,80±0,03
109M	6,50±0,04	6,08±0,01	5,78±0,02	177M	6,57±0,01	6,20±0,02	5,88±0,00
110M	6,44±0,01	6,04±0,01	5,75±0,01	178M	6,54±0,01	6,21±0,01	5,91±0,00
111M	6,49±0,03	6,05±0,01	5,71±0,01	179M	6,39±0,04	6,09±0,03	5,78±0,02
114M	6,17±0,00	4,69±0,16	4,01±0,01	184M	6,48±0,02	6,17±0,05	5,83±0,04
115M	6,50±0,01	6,09±0,04	5,67±0,21	185M	6,53±0,01	6,24±0,05	5,90±0,01
116M	6,51±0,01	6,08±0,00	5,84±0,00	186M	6,62±0,01	6,53±0,01	6,24±0,03
117M	6,54±0,01	6,12±0,04	5,86±0,01	187M	6,56±0,01	6,28±0,01	6,15±0,00
118M	6,54±0,01	6,13±0,01	5,88±0,01	189M	6,60±0,01	6,37±0,03	5,97±0,04
119M	6,50±0,02	6,08±0,00	5,79±0,01	190M	6,45±0,00	6,04±0,01	5,76±0,01
120M	6,40±0,01	6,06±0,01	5,77±0,02	191M	6,56±0,00	6,39±0,04	6,10±0,01
121M	6,40±0,01	6,01±0,01	5,71±0,00	192M	6,55±0,00	6,48±0,01	6,38±0,01
123M	6,35±0,01	5,99±0,01	5,63±0,03	193M	6,61±0,01	6,51±0,00	6,18±0,02
124M	6,47±0,04	6,12±0,01	5,79±0,00	194M	6,58±0,01	6,18±0,01	5,90±0,01
125M	6,39±0,00	6,07±0,04	5,74±0,04	195M	6,63±0,00	6,66±0,00	6,63±0,02
132M	6,46±0,01	6,06±0,04	5,79±0,01	196M	6,59±0,01	6,38±0,01	6,04±0,01
133M	6,56±0,01	6,22±0,01	5,94±0,01	197M	6,47±0,00	6,08±0,01	5,78±0,01
135M	6,51±0,01	6,08±0,00	5,83±0,04	200M	6,59±0,01	6,20±0,03	5,94±0,01
136M	6,52±0,01	6,16±0,02	5,89±0,01	201M	6,62±0,01	6,35±0,00	6,19±0,01
137M	6,57±0,01	6,19±0,01	5,90±0,03	202M	6,59±0,01	6,42±0,00	6,16±0,02
138M	6,47±0,02	6,08±0,00	5,95±0,04	203M	6,61±0,01	6,61±0,01	6,64±0,02
139M	6,47±0,00	6,07±0,02	5,86±0,02	204M	6,55±0,01	6,36±0,03	6,07±0,01
140M	6,39±0,04	5,98±0,01	5,66±0,01	205M	6,58±0,00	6,47±0,01	6,03±0,05
142M	6,39±0,00	6,01±0,02	5,71±0,02	206M	6,63±0,00	6,47±0,01	6,10±0,01
143M	6,38±0,01	5,99±0,00	5,75±0,04	207M	6,58±0,01	6,52±0,00	6,31±0,08
144M	6,48±0,01	6,31±0,00	6,15±0,01	208M	6,57±0,01	6,48±0,03	6,30±0,00
148M	6,59±0,01	6,60±0,01	6,59±0,02	209M	6,57±0,01	6,50±0,00	6,02±0,04
149M	6,40±0,02	6,05±0,01	5,84±0,01	210M	6,57±0,01	6,47±0,02	6,05±0,00
150M	6,37±0,01	6,02±0,01	5,74±0,04	211M	6,56±0,01	6,30±0,01	5,19±0,43
151M	6,27±0,01	5,86±0,01	5,58±0,00	212M	6,60±0,01	6,43±0,01	5,97±0,06
152M	6,38±0,04	6,00±0,01	5,79±0,01	213M	6,42±0,00	6,13±0,01	5,78±0,02
155M	6,64±0,00	6,62±0,01	6,62±0,01	214M	6,59±0,01	6,26±0,01	5,98±0,01
157M	6,48±0,00	6,12±0,01	5,99±0,02	215M	6,58±0,01	6,20±0,01	5,84±0,01
158M	6,58±0,00	6,41±0,01	6,04±0,01	216M	6,56±0,01	6,23±0,01	5,91±0,01
161M	6,50±0,01	6,26±0,01	6,09±0,01	217M	6,47±0,01	6,19±0,01	5,84±0,01
164M	6,56±0,04	6,21±0,06	6,02±0,04	218M	6,52±0,01	6,25±0,03	5,93±0,02
165M	6,56±0,01	6,17±0,01	5,99±0,00	219M	6,58±0,01	6,36±0,04	6,04±0,04
167M	6,61±0,00	6,26±0,01	5,92±0,01	221M	6,60±0,01	6,32±0,01	6,04±0,02
168M	5,96±0,00	5,08±0,01	4,56±0,11	222M	6,51±0,02	6,19±0,05	5,86±0,02
169M	6,35±0,00	6,08±0,00	5,77±0,00	223M	6,51±0,01	6,16±0,03	5,86±0,00

Ort: Ortalama değer; Ss: Standart sapma

Tablo 33. Devamı

İzolat	Asit Oluşturma Yeteneği (Ort±Ss)			İzolat	Asit Oluşturma Yeteneği (Ort±Ss)		
	4 saat	6 saat	8 saat		4 saat	6 saat	8 saat
225M	6,53±0,01	6,25±0,01	5,88±0,00	264M	6,45±0,00	6,04±0,04	5,72±0,02
226M	6,56±0,01	6,41±0,02	6,05±0,01	265M	6,63±0,00	6,62±0,02	6,60±0,01
228M	6,55±0,01	6,26±0,01	5,81±0,01	266M	6,38±0,00	6,09±0,01	5,76±0,01
229M	6,56±0,01	6,27±0,04	5,84±0,01	268M	6,34±0,01	6,08±0,00	5,76±0,01
230M	6,54±0,01	6,24±0,02	5,86±0,02	269M	6,57±0,01	6,22±0,01	5,90±0,04
231M	6,67±0,04	6,65±0,04	6,43±0,00	270M	6,53±0,01	6,12±0,03	5,75±0,01
232M	6,51±0,00	6,22±0,01	5,86±0,01	271M	6,57±0,01	6,24±0,01	5,89±0,02
233M	6,54±0,01	6,21±0,04	5,82±0,01	272M	6,54±0,00	6,33±0,02	5,93±0,03
239M	6,52±0,00	6,27±0,04	5,90±0,01	273M	6,60±0,01	6,43±0,01	6,12±0,00
241M	6,56±0,02	6,49±0,00	6,39±0,01	276M	6,61±0,01	6,53±0,05	6,21±0,00
244M	6,58±0,01	6,28±0,04	5,94±0,03	277M	6,51±0,02	6,28±0,06	5,96±0,01
245M	6,44±0,03	6,10±0,01	5,83±0,01	280M	6,35±0,05	6,06±0,05	5,73±0,04
246M	6,53±0,03	6,27±0,04	5,94±0,01	281M	6,61±0,01	6,49±0,06	6,25±0,01
247M	6,56±0,00	6,28±0,03	6,03±0,01	282M	6,42±0,02	6,26±0,01	6,03±0,00
248M	6,54±0,01	6,27±0,01	6,05±0,04	283M	6,53±0,01	6,29±0,01	5,97±0,02
249M	6,53±0,00	6,25±0,00	6,02±0,00	284M	6,51±0,01	6,21±0,05	5,85±0,03
250M	6,54±0,01	6,25±0,01	5,88±0,00	285M	6,55±0,00	6,27±0,03	6,18±0,00
251M	6,52±0,01	6,26±0,04	6,10±0,01	286M	6,53±0,01	6,20±0,03	5,91±0,01
255M	6,44±0,01	6,09±0,01	5,82±0,06	287M	6,41±0,04	6,12±0,02	5,86±0,01
257M	6,55±0,01	6,28±0,01	5,92±0,01	289M	6,41±0,02	6,14±0,01	5,82±0,01
258M	6,56±0,01	6,25±0,01	5,89±0,02	290M	6,61±0,02	6,36±0,02	5,98±0,04
259M	6,48±0,00	6,14±0,02	6,04±0,01	293M	6,59±0,01	6,38±0,01	6,13±0,01
260M	6,40±0,00	6,10±0,01	5,94±0,01	294M	6,54±0,00	6,27±0,04	5,95±0,03
262M	6,55±0,01	6,20±0,01	5,86±0,01	295M	6,62±0,02	6,55±0,03	6,38±0,02
263M	6,47±0,01	6,16±0,01	5,83±0,04	298M	6,32±0,01	5,69±0,06	5,04±0,13

Ort: Ortalama değer; Ss: Standart sapma

Geleneksel kaynaklı *S. thermophilus* izolatlarının RSM içerisinde asit oluşturma yetenekleri Tablo 34’te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, geleneksel kaynaklı *S. thermophilus* izolatlarının, RSM’lerin pH değerlerini inkübasyonun 4. saatinde 4,87-6,61; 6. saatinde 4,38-6,49 ve 8. saatında 4,19-6,40 seviyesine düşürebildikleri belirlenmiştir. Geleneksel laktik basillerde olduğu gibi, geleneksel kaynaklı *S. thermophilus* izolatlarının bazılarının da inkübasyon süresi boyunca RSM’lerin pH değerlerini çok az miktarda düşürdükleri saptanmıştır.

Tablo 34. Geleneksel Kaynaklı *S. thermophilus* İzolatlarının RSM İçerisinde Asit Oluşturma Yetenekleri

İzolat	Asit Oluşturma Yeteneği (Ort±Ss)			İzolat	Asit Oluşturma Yeteneği (Ort±Ss)		
	4 saat	6 saat	8 saat		4 saat	6 saat	8 saat
101S	6,52±0,02	5,96±0,07	5,27±0,11	165S	5,90±0,01	5,51±0,01	5,32±0,01
104S	5,99±0,03	5,50±0,01	5,05±0,05	166S	6,13±0,08	5,48±0,07	5,13±0,04
105S	6,17±0,06	5,34±0,07	5,10±0,08	167S	6,06±0,04	5,43±0,04	5,03±0,04
107S	5,42±0,03	4,58±0,08	4,27±0,01	168S	5,90±0,03	5,32±0,01	5,02±0,01
108S	5,97±0,01	4,75±0,02	4,41±0,02	169S	6,32±0,08	5,64±0,16	5,15±0,01
110S	6,46±0,02	6,25±0,04	5,08±0,09	170S	6,29±0,09	5,60±0,04	5,17±0,02
111S	5,94±0,04	4,62±0,08	4,42±0,04	172S	6,27±0,04	5,60±0,09	5,18±0,01
112S	6,42±0,01	5,75±0,11	5,35±0,01	173S	6,23±0,03	5,56±0,04	5,20±0,06
113S	6,28±0,01	5,53±0,03	5,12±0,02	174S	6,28±0,02	5,65±0,03	5,25±0,01
121S	6,39±0,01	5,99±0,05	5,40±0,11	175S	6,24±0,01	5,57±0,01	5,14±0,02
122S	6,27±0,07	5,54±0,06	5,02±0,01	176S	6,22±0,03	5,75±0,06	5,19±0,04
123S	6,16±0,06	5,59±0,10	5,12±0,01	177S	6,21±0,03	5,63±0,02	5,27±0,01
124S	4,98±0,02	4,58±0,12	4,38±0,01	179S	6,32±0,06	5,67±0,08	5,27±0,01
125S	6,22±0,06	5,37±0,04	5,08±0,02	180S	6,35±0,00	5,70±0,11	5,25±0,00
126S	6,47±0,04	5,44±0,10	5,01±0,09	182S	6,34±0,08	5,74±0,06	5,32±0,06
127S	6,33±0,09	5,93±0,08	5,35±0,12	183S	6,19±0,00	5,64±0,01	5,26±0,00
128S	6,36±0,01	5,68±0,06	5,25±0,04	185S	6,45±0,01	5,74±0,01	5,26±0,01
129S	6,37±0,01	5,89±0,05	5,54±0,07	186S	6,42±0,01	5,83±0,04	5,47±0,04
130S	6,25±0,17	5,28±0,06	4,98±0,08	187S	6,25±0,00	5,48±0,01	5,03±0,01
131S	6,33±0,08	5,48±0,10	5,19±0,04	188S	6,18±0,01	5,43±0,01	5,06±0,02
132S	6,36±0,01	5,69±0,04	5,28±0,06	189S	6,41±0,04	5,95±0,12	5,45±0,03
133S	5,89±0,10	5,48±0,05	5,10±0,06	192S	6,36±0,10	5,84±0,01	5,33±0,00
135S	5,79±0,10	5,16±0,04	4,94±0,06	193S	6,30±0,01	5,79±0,01	5,35±0,01
136S	5,80±0,11	5,24±0,04	4,97±0,01	194S	6,43±0,01	5,88±0,07	5,35±0,04
138S	6,06±0,01	5,47±0,01	5,15±0,01	195S	6,34±0,04	5,78±0,00	5,31±0,04
139S	6,21±0,12	5,61±0,04	5,44±0,01	196S	6,43±0,02	6,11±0,22	5,42±0,08
140S	5,94±0,06	5,43±0,02	5,09±0,04	197S	6,42±0,01	5,61±0,16	4,91±0,12
142S	6,14±0,06	5,56±0,04	5,20±0,04	198S	6,41±0,02	5,58±0,11	5,20±0,00
143S	6,20±0,04	5,55±0,05	5,21±0,02	199S	6,44±0,01	5,89±0,29	5,29±0,07
144S	6,26±0,04	5,66±0,06	5,27±0,01	200S	6,44±0,01	5,79±0,09	5,28±0,02
145S	6,48±0,03	6,42±0,03	6,03±0,07	203S	6,42±0,04	5,75±0,01	5,32±0,04
146S	6,24±0,01	5,66±0,08	5,18±0,01	204S	6,35±0,01	5,75±0,00	5,35±0,02
147S	5,83±0,17	5,21±0,04	4,88±0,04	205S	6,36±0,03	5,78±0,02	5,34±0,01
148S	5,90±0,01	5,27±0,01	4,96±0,04	206S	6,30±0,01	5,65±0,02	5,28±0,07
149S	5,63±0,03	4,69±0,01	4,91±0,03	207S	6,29±0,01	5,63±0,03	5,40±0,01
150S	6,40±0,02	5,74±0,26	5,33±0,04	208S	6,14±0,02	5,67±0,03	5,34±0,01
151S	6,17±0,01	5,45±0,00	5,14±0,01	209S	6,56±0,01	6,45±0,12	5,61±0,12
153S	5,89±0,02	5,25±0,01	4,81±0,02	210S	6,36±0,01	5,56±0,03	5,06±0,04
155S	6,02±0,08	5,32±0,03	4,99±0,04	211S	4,98±0,04	4,38±0,00	4,19±0,01
158S	6,37±0,06	5,37±0,14	5,00±0,02	212S	4,95±0,02	4,54±0,07	4,33±0,06
159S	6,23±0,01	5,70±0,06	5,26±0,04	213S	6,18±0,20	4,75±0,01	4,51±0,01
160S	6,19±0,01	5,63±0,02	5,24±0,04	214S	6,27±0,08	5,35±0,02	4,92±0,01
161S	6,25±0,21	5,67±0,31	5,17±0,11	215S	6,31±0,06	5,74±0,04	5,04±0,04
162S	6,05±0,02	5,44±0,02	5,09±0,01	216S	6,28±0,01	5,59±0,12	5,08±0,01
163S	6,28±0,01	5,70±0,06	5,27±0,03	218S	6,33±0,06	5,69±0,02	5,08±0,00
164S	6,02±0,04	5,52±0,03	5,29±0,06	219S	6,38±0,02	5,74±0,02	5,35±0,03

Ort: Ortalama değer; Ss: Standart sapma

Tablo 34. Devamı

İzolat	Asit Oluşturma Yeteneği (Ort±Ss)			İzolat	Asit Oluşturma Yeteneği (Ort±Ss)		
	4 saat	6 saat	8 saat		4 saat	6 saat	8 saat
221S	6,14±0,01	5,60±0,01	5,26±0,01	250S	6,31±0,28	5,55±0,01	5,29±0,10
222S	6,09±0,04	5,48±0,03	5,14±0,02	251S	6,48±0,01	5,99±0,24	5,43±0,13
223S	6,02±0,01	5,45±0,04	5,12±0,01	252S	6,00±0,02	5,33±0,02	4,97±0,03
224S	6,02±0,03	5,47±0,03	5,13±0,01	253S	6,31±0,09	5,63±0,16	5,29±0,22
225S	6,07±0,01	5,58±0,04	5,23±0,01	257S	6,47±0,01	6,01±0,00	5,41±0,03
226S	6,29±0,00	5,43±0,21	5,02±0,37	258S	6,61±0,01	6,37±0,10	5,75±0,04
227S	6,27±0,04	5,67±0,04	5,02±0,21	259S	6,30±0,08	5,71±0,11	5,71±0,21
228S	6,30±0,01	5,70±0,08	5,33±0,03	260S	6,41±0,07	5,88±0,04	5,46±0,05
229S	6,31±0,01	5,73±0,02	5,32±0,01	261S	6,48±0,00	6,11±0,02	5,55±0,01
230S	6,28±0,01	5,76±0,01	5,37±0,00	262S	6,50±0,02	6,27±0,03	6,03±0,04
231S	6,33±0,01	5,72±0,04	5,31±0,02	263S	5,85±0,02	5,28±0,01	5,03±0,05
232S	5,86±0,11	4,75±0,01	4,45±0,05	264S	6,50±0,08	5,85±0,01	5,45±0,01
233S	5,55±0,18	4,71±0,01	4,45±0,06	265S	6,43±0,01	5,74±0,05	5,30±0,03
234S	5,53±0,05	4,74±0,04	4,44±0,02	266S	6,41±0,01	5,81±0,04	5,36±0,02
235S	5,78±0,07	4,72±0,01	4,42±0,01	269S	6,15±0,02	5,82±0,15	5,37±0,03
236S	6,17±0,01	4,72±0,01	4,48±0,02	271S	6,53±0,01	6,30±0,06	5,64±0,00
237S	6,23±0,02	4,89±0,01	4,51±0,02	272S	6,61±0,01	6,46±0,00	6,30±0,01
238S	5,41±0,06	4,71±0,04	4,43±0,01	274S	6,59±0,04	6,49±0,02	6,40±0,18
239S	5,30±0,05	4,66±0,01	4,37±0,01	275S	6,45±0,02	6,18±0,03	6,00±0,02
244S	5,01±0,05	4,55±0,01	4,46±0,01	276S	6,41±0,09	5,79±0,06	5,40±0,03
246S	4,87±0,06	4,54±0,01	4,43±0,02	277S	6,50±0,01	6,09±0,06	5,60±0,04
247S	6,43±0,01	5,98±0,11	5,40±0,06	278S	6,29±0,02	5,68±0,01	5,30±0,01
248S	6,44±0,01	6,02±0,01	5,46±0,08	279S	6,43±0,03	5,71±0,03	5,41±0,02
249S	6,38±0,02	6,09±0,04	5,69±0,03	280S	6,28±0,01	5,73±0,00	5,49±0,00

Ort: Ortalama değer; Ss: Standart sapma

Endüstriyel yoğurtlardan izole edilen *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatlarının RSM içerisinde asit oluşturma yetenekleri Tablo 35’te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, söz konusu izolatların, RSM’lerin pH değerlerini inkübasyonun 4. saatinde 5,93-6,61; 6. saatinde 4,93-6,55 ve 8. saatinde 4,18-6,56 aralığına düşürebildikleri tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, bazı izolatların 8 saatlik inkübasyon süresinde bile RSM’nin pH’sını çok az düşürdüğünü göstermiştir.

Tablo 35. Endüstriyel Kaynaklı *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* İzolatlarının RSM İçerisinde Asit Oluşturma Yetenekleri

İzolat	Asit Oluşturma Yeteneği (Ort±Ss)			İzolat	Asit Oluşturma Yeteneği (Ort±Ss)		
	4 saat	6 saat	8 saat		4 saat	6 saat	8 saat
501M	6,49±0,00	6,25±0,01	6,09±0,04	564M	6,54±0,01	6,30±0,01	6,10±0,01
503M	6,50±0,02	6,28±0,02	6,12±0,09	566M	6,52±0,04	6,22±0,07	5,83±0,13
506M	6,46±0,02	6,12±0,01	5,97±0,01	567M	6,54±0,01	6,23±0,07	5,87±0,11
508M	6,51±0,01	6,28±0,00	6,04±0,00	569M	6,53±0,00	6,28±0,03	5,80±0,02
509M	6,18±0,01	5,81±0,01	5,66±0,01	570M	6,58±0,03	6,26±0,04	5,93±0,02
510M	6,46±0,01	6,16±0,02	5,87±0,01	571M	6,52±0,01	6,24±0,04	5,89±0,00
511M	6,50±0,01	6,31±0,01	6,09±0,01	572M	6,51±0,00	6,31±0,01	5,99±0,02
512M	6,54±0,04	6,52±0,06	6,56±0,00	573M	6,54±0,01	6,33±0,04	5,82±0,01
513M	6,22±0,06	6,34±0,70	5,62±0,02	574M	6,38±0,02	6,11±0,02	5,81±0,01
514M	6,36±0,01	6,04±0,01	5,87±0,00	575M	6,50±0,01	6,18±0,01	5,79±0,02
515M	6,30±0,01	6,05±0,01	5,96±0,03	576M	6,57±0,01	6,40±0,00	5,90±0,02
516M	6,25±0,00	6,00±0,01	5,73±0,03	578M	6,52±0,01	6,21±0,01	5,87±0,01
517M	6,43±0,01	6,12±0,01	5,86±0,01	579M	6,51±0,00	6,12±0,01	5,66±0,02
518M	6,30±0,01	5,98±0,03	5,68±0,05	580M	6,45±0,01	6,03±0,01	5,60±0,00
520M	6,44±0,01	6,12±0,02	5,85±0,00	581M	6,46±0,04	6,13±0,03	5,70±0,01
521M	6,46±0,02	6,15±0,02	5,87±0,00	582M	6,52±0,01	6,26±0,03	5,80±0,05
522M	6,42±0,02	6,14±0,03	5,86±0,00	583M	6,52±0,01	6,44±0,05	5,93±0,02
525M	6,41±0,01	6,14±0,02	5,86±0,01	585M	6,52±0,02	6,27±0,02	5,91±0,00
526M	6,48±0,00	6,01±0,01	5,78±0,01	586M	6,50±0,01	6,34±0,00	5,84±0,01
527M	6,35±0,01	5,99±0,01	5,78±0,01	588M	6,45±0,01	6,12±0,04	5,86±0,01
528M	6,30±0,00	5,54±0,74	5,82±0,01	589M	6,41±0,01	6,10±0,04	5,78±0,01
533M	6,17±0,02	5,81±0,01	5,45±0,25	590M	6,57±0,01	6,50±0,01	6,29±0,02
534M	6,16±0,00	5,80±0,01	5,59±0,01	592M	6,48±0,04	6,16±0,01	5,84±0,01
536M	6,47±0,01	6,27±0,02	6,08±0,01	593M	6,44±0,02	6,10±0,01	5,77±0,01
538M	6,34±0,01	6,11±0,01	5,93±0,01	594M	6,60±0,01	6,30±0,01	6,03±0,01
540M	6,51±0,01	6,32±0,02	6,03±0,02	595M	6,58±0,00	6,30±0,03	6,05±0,01
542M	6,32±0,00	5,85±0,02	5,64±0,01	596M	6,56±0,01	6,19±0,01	6,02±0,02
543M	6,56±0,02	6,55±0,01	6,56±0,00	597M	6,49±0,01	6,13±0,01	5,68±0,00
546M	6,12±0,02	5,69±0,01	5,40±0,02	599M	6,52±0,03	6,36±0,01	5,97±0,13
548M	6,09±0,01	5,66±0,03	5,35±0,01	601M	6,55±0,01	6,31±0,00	5,85±0,02
549M	6,61±0,01	6,55±0,03	6,31±0,12	603M	6,58±0,00	6,29±0,01	5,97±0,01
550M	5,93±0,04	4,93±0,03	4,18±0,00	605M	6,38±0,01	5,94±0,01	5,52±0,02
551M	6,31±0,01	6,08±0,01	5,59±0,02	606M	6,59±0,00	6,24±0,02	5,94±0,00
552M	6,37±0,01	6,23±0,01	6,03±0,01	607M	6,13±0,03	4,93±0,15	4,42±0,04
556M	6,50±0,01	6,11±0,03	5,95±0,02	608M	6,48±0,00	6,25±0,03	5,87±0,01
557M	6,59±0,00	6,44±0,01	6,00±0,03	611M	6,58±0,01	6,38±0,06	5,95±0,03
559M	6,18±0,01	5,05±0,05	4,49±0,02	613M	6,57±0,01	6,37±0,03	5,95±0,01
560M	6,50±0,01	6,17±0,09	5,93±0,00	614M	6,52±0,01	6,21±0,00	5,90±0,01
561M	6,50±0,00	6,20±0,05	5,86±0,15	617M	6,48±0,01	6,20±0,04	5,75±0,02
562M	6,54±0,01	6,29±0,01	6,06±0,01	618M	6,54±0,00	6,25±0,01	5,92±0,00
563M	6,48±0,01	6,15±0,00	5,95±0,01				

Ort: Ortalama değer; Ss: Standart sapma

Endüstriyel kaynaklı *S. thermophilus* izolatlarının asit oluşturma yetenekler Tablo 36’da verilmiştir. Sonuçlar, bu izolatların pH değerlerini, inkübasyonun 4. saatinde 4,73-6,46; 6. saatinde 4,30-6,37 ve 8. saatinde 4,14-6,39 aralığına düşürdüklerini göstermiştir.

Tablo 36. Endüstriyel Kaynaklı *S. thermophilus* İzolatlarının RSM İçerisinde Asit Oluşturma Yetenekleri

İzolat	Asit Oluşturma Yeteneği (Ort±Ss)			İzolat	Asit Oluşturma Yeteneği (Ort±Ss)		
	4 saat	6 saat	8 saat		4 saat	6 saat	8 saat
501S	5,90±0,05	5,20±0,01	4,90±0,04	554S	6,05±0,01	5,40±0,13	5,12±0,02
502S	5,79±0,33	4,68±0,09	4,35±0,02	556S	5,82±0,00	5,28±0,01	4,97±0,01
503S	6,07±0,12	5,39±0,16	4,91±0,08	557S	5,72±0,01	5,24±0,00	4,96±0,01
504S	5,12±0,01	4,55±0,04	4,26±0,02	559S	5,77±0,04	5,23±0,01	4,93±0,01
506S	6,37±0,07	5,69±0,00	5,20±0,07	560S	5,98±0,05	5,29±0,01	4,97±0,00
511S	6,32±0,09	5,64±0,06	5,29±0,02	561S	5,53±0,02	5,19±0,01	4,97±0,01
512S	6,15±0,04	5,58±0,01	5,24±0,03	562S	5,93±0,13	5,46±0,08	5,04±0,02
513S	6,19±0,01	5,60±0,05	5,15±0,00	563S	6,09±0,01	5,09±0,04	4,74±0,06
515S	5,94±0,05	5,48±0,03	5,26±0,03	564S	5,84±0,02	4,95±0,05	4,63±0,05
516S	6,24±0,01	5,63±0,05	5,24±0,01	565S	5,85±0,08	4,97±0,01	4,63±0,02
517S	6,27±0,01	5,75±0,04	5,30±0,08	566S	6,07±0,01	5,17±0,11	4,76±0,09
518S	6,21±0,12	5,81±0,39	5,31±0,11	567S	6,62±0,01	6,09±0,28	5,48±0,04
519S	6,12±0,01	5,71±0,41	5,16±0,08	568S	5,31±0,09	4,64±0,03	4,42±0,01
521S	5,98±0,06	5,23±0,01	4,89±0,03	569S	5,60±0,04	4,78±0,04	4,55±0,01
522S	5,03±0,05	4,38±0,01	4,19±0,02	570S	5,08±0,01	4,58±0,04	4,39±0,00
523S	5,29±0,04	4,52±0,02	4,25±0,02	572S	5,45±0,01	4,65±0,02	4,42±0,01
524S	5,97±0,01	5,46±0,03	5,20±0,06	573S	6,29±0,06	5,50±0,02	5,10±0,07
525S	5,83±0,00	5,29±0,02	4,98±0,03	575S	6,46±0,01	5,90±0,01	5,27±0,15
526S	5,88±0,01	5,24±0,06	4,90±0,01	576S	6,46±0,01	6,05±0,18	5,53±0,18
529S	6,03±0,04	5,36±0,06	4,99±0,01	577S	5,88±0,19	4,81±0,02	4,46±0,01
530S	6,25±0,03	5,70±0,21	5,15±0,00	578S	5,36±0,13	4,73±0,04	4,46±0,02
531S	5,37±0,15	4,41±0,03	4,23±0,02	579S	5,88±0,13	4,70±0,01	4,38±0,01
532S	6,05±0,02	5,23±0,01	4,88±0,02	580S	5,10±0,01	4,50±0,01	4,31±0,01
533S	4,96±0,01	4,42±0,08	4,22±0,04	581S	5,69±0,08	4,71±0,00	4,42±0,02
534S	6,28±0,00	5,87±0,14	5,27±0,26	582S	5,09±0,01	4,49±0,03	4,32±0,01
535S	6,18±0,01	5,67±0,11	5,15±0,04	583S	6,40±0,02	5,90±0,04	5,55±0,02
537S	6,28±0,01	5,86±0,18	5,36±0,05	585S	5,92±0,01	5,31±0,02	5,05±0,01
538S	5,91±0,06	5,31±0,04	4,99±0,01	586S	6,20±0,01	5,65±0,01	5,22±0,21
539S	5,74±0,01	5,19±0,01	4,89±0,03	587S	6,15±0,20	5,27±0,13	5,28±0,16
540S	6,06±0,13	5,39±0,03	5,12±0,04	588S	5,99±0,01	5,45±0,00	5,26±0,04
542S	6,42±0,01	6,37±0,01	6,39±0,01	590S	6,24±0,01	5,43±0,04	4,94±0,09
543S	4,73±0,01	4,30±0,01	4,14±0,01	591S	6,08±0,00	5,41±0,01	4,98±0,03
545S	5,81±0,06	5,21±0,01	4,98±0,01	592S	6,13±0,03	5,32±0,16	5,00±0,08
546S	6,03±0,11	5,09±0,02	4,67±0,06	593S	6,24±0,01	5,95±0,01	5,57±0,02
547S	6,07±0,06	5,49±0,03	5,25±0,10	594S	5,35±0,03	4,47±0,00	4,22±0,01
548S	5,78±0,00	5,34±0,01	5,10±0,01	595S	5,04±0,08	4,45±0,04	4,22±0,02
549S	6,25±0,01	5,74±0,02	5,05±0,06	597S	5,30±0,01	4,63±0,04	4,35±0,04
550S	6,01±0,01	5,28±0,01	5,04±0,06	598S	6,06±0,01	5,10±0,03	4,74±0,01

Ort: Ortalama değer; Ss: Standart sapma

439 yoğurt bakterisinin asit oluşturma yetenekleri arasında istatistiksel farkın ortaya konulması amacı ile elde edilen sonuçlar üzerinde gerçekleştirilen varyans analiz sonuçları Tablo 37’de verilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre, asit oluşturma yeteneği üzerine izolat, saat ve izolat × saat interaksiyonunun etkisinin $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. İlgili analiz doğrultusunda, izolat farklılığına ve inkübasyon süresine ait asit oluşturma pH

ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları sırasıyla Tablo 38 ve 39’da verilmiştir.

Tablo 37. Yoğurt İzolatlarının RSM İçerisinde Asit Üretim Hızlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	pH	
		KO	F
İzolat (A)	3	102,96	905,03**
Saat (B)	2	130,36	1145,86**
A × B	6	3,33	29,25**
Hata	2622	0,11	
Genel	2634		

* önemli (p<0,05), ** çok önemli (p<0,01), SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması

Tablo 38. Yoğurt İzolatlarına Ait Asit Üretim Hızı Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

İzolat	İzolatların Elde Edildikleri Yoğurt Çeşidi	n	pH Değeri*
<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	Geleneksel	852	6,21±0,33 ^a
	Endüstriyel	486	6,13±0,38 ^b
<i>S. thermophilus</i>	Geleneksel	840	5,63±0,57 ^c
	Endüstriyel	456	5,34±0,60 ^d

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden p<0,05 düzeyinde farklıdır. n: Örnek sayısı

Tablo 38’de de görüldüğü üzere izolatların farklılığı asit üretim yetenekleri üzerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklara sebep olmuştur (p<0,05). Analiz sonucunda, RSM içerisinde en hızlı asit oluşturan izolat grubunun endüstriyel kaynaklı *S. thermophilus* izolatlarının olduğu belirlenmiştir. Ek olarak hem geleneksel hem de endüstriyel izolatlar için *S. thermophilus* izolatlarının *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatlarına göre daha iyi asit oluşturma yeteneğine sahip olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Benzer şekilde, El-Soda *et al.* (2003), Soomro and Masud (2008) ve Okuklu (2014) tarafından yapılan çalışmalarda da *S. thermophilus* izolatlarının *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatlarından daha iyi asit üretim yeteneğine sahip olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, Aktaş *et al.* (2022) yoğurt izolatlarının MRS ve M17 agar içerisinde asit üretme yeteneklerini incelemişlerdir. Mevcut çalışmadan elde edilen sonuçların aksine, bu çalışmada *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatlarının daha hızlı asit oluşturdıkları tespit edilmiştir. Sonuçlar arasındaki farklılığın metot farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuç olarak, RSM içerisinde *S. thermophilus* bakterilerinin,

sıvı besiyerinde ise *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'ların daha hızlı asit oluşturduğu görülmektedir.

İnkübasyon süresi uzadıkça izolatların RSM'lerin pH değerlerini düşürmeleri beklenen bir sonuçtur (Hati *et al.* 2018; Tavsanlı *et al.* 2021). Tablo 39'da da görüldüğü gibi, izolatlar inkübasyon süresinin her saatinde pH değerini istatistiksel olarak önemli derecede düşürmüşlerdir ($p<0,05$).

Tablo 39. İzolatların İnkübasyon Süresi Boyunca pH Sonuçlarının Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

İnkübasyon Süresi (Saat)	n	pH Değeri*
4	878	6,28±0,36 ^a
6	878	5,82±0,53 ^b
8	878	5,48±0,55 ^c

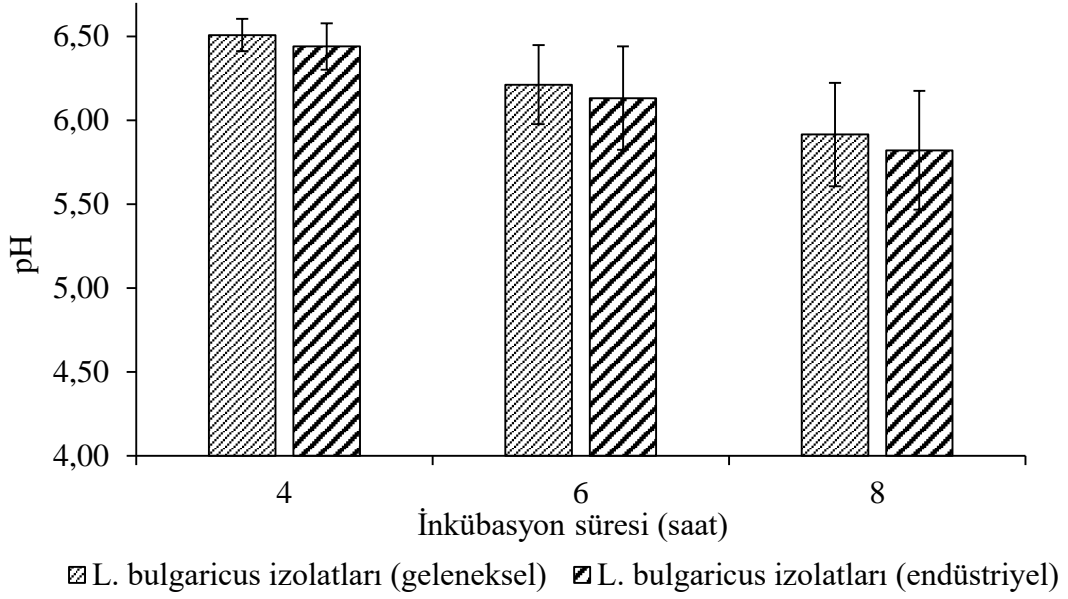
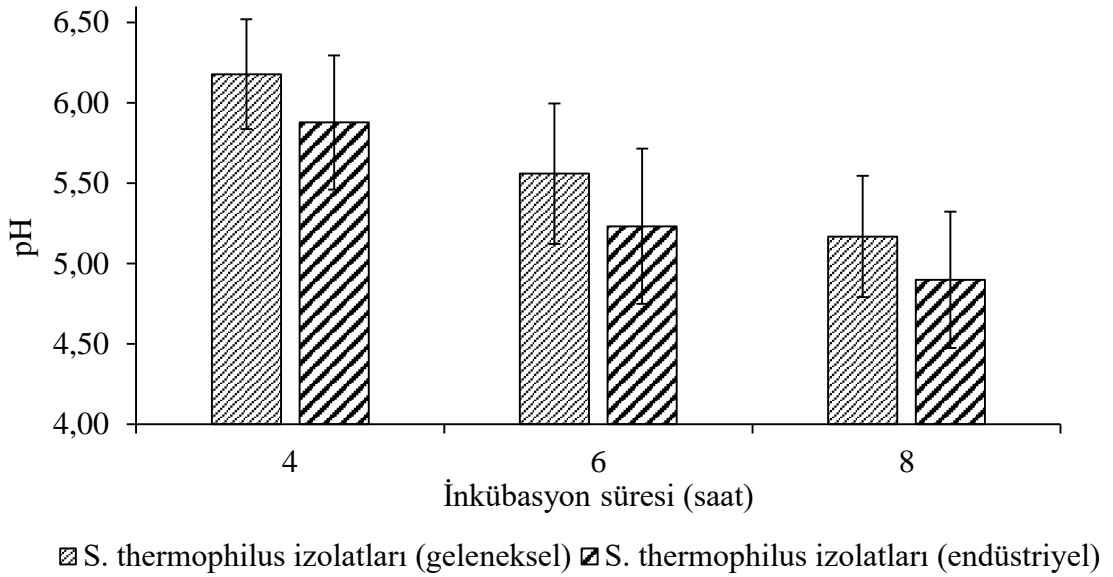
*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır. n: Örnek sayısı

Asit oluşturma yeteneği üzerine izolat × saat interaksiyonunun etkisi Tablo 40 ve Şekil 29'da verilmiştir. Sonuçlar, izolatların RSM içerisinde asit üretme yetenekleri üzerine izolat × saat interaksiyonunun istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Tablo 40. Yoğurt İzolatlarının RSM içerisinde Asit Üretim Hızlarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

İzolat	İzolatların Elde Edildikleri Yoğurt Çeşidi	pH Değeri		
		4 saat	6 saat	8 saat
<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	Geleneksel	6,51±0,10 ^{aA}	6,21±0,24 ^{aB}	5,92±0,31 ^{aC}
	Endüstriyel	6,44±0,14 ^{bA}	6,13±0,31 ^{bB}	5,82±0,35 ^{bC}
<i>S. thermophilus</i>	Geleneksel	6,18±0,34 ^{cA}	5,56±0,44 ^{cB}	5,17±0,38 ^{cC}
	Endüstriyel	5,88±0,42 ^{dA}	5,23±0,48 ^{dB}	4,90±0,42 ^{dC}

a-d harfleri aynı sütündeki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. A-C harfleri aynı satırdaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir.

A**B**

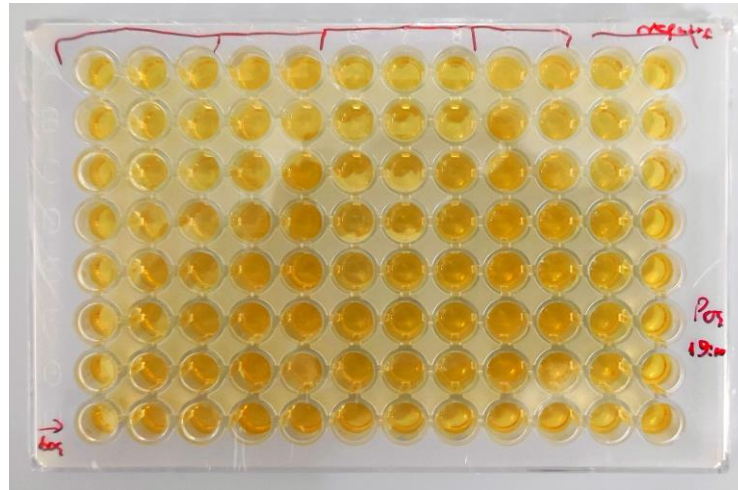
Şekil 29. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (A) ve *S. thermophilus* (B) izolatlarının RSM içerisinde asit oluşturma yetenekleri

Asit oluşturma yeteneğinin yoğurt üretimi için önemli bir kriter olduğunu belirten ve bu analize göre izolatların seçimini gerçekleştiren birçok çalışma mevcuttur (Soomro and Masud 2008; Altay Dede *et al.* 2014; Okuklu 2014; Xu *et al.* 2015). Soomro and Masud (2008) tarafından yapılan çalışmada, RSM'nin pH'sını 6 saatte 4,60 değerine düşüren izolatların yüksek asit oluşturma hızına sahip olduğu kabul edilmiş ve bu izolatlar daha sonraki analizler için seçilmiştir. Asit oluşturma yeteneği analizinden elde edilen sonuçlar ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* suşlarının yavaş asit oluşturma ihtimalleri (Durlu-Ozkaya *et al.* 2001) göz önünde bulundurularak, mevcut çalışmada izolatlar üzerinde daha sonraki analizler için bir eleme kriteri belirlenmiştir. *S. thermophilus* suşları için 6 saatlik inkübasyon sonunda

RSM'lerin pH değerlerini $4,60 \pm 0,15$; *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'lar için ise $6,00 \pm 0,15$ 'ya düşüren izolatların hızlı asit oluşturma yeteneğine sahip olduğu kabul edilmiştir. Buna göre, 439 yoğurt izolatından 73 tanesinin (52 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, 21 *S. thermophilus*) hızlı asit oluşturma yeteneğine sahip olduğu belirlenmiş ve bu izolatlar daha ileriki teknolojik analizler için seçilmiştir.

Farklı sıcaklıklarda gelişim

Starter kültürler ilave edildikleri ürünlerin duysal özellikleri iyileştirmenin yanında raf ömrünü de artırmaktadırlar (Leroy and De Vuyst 2004). Bunun yanında, starter kültürler fermantasyon ve depolama aşamalarında ürün içerisinde canlılıklarını korumalıdırlar (Mohammadi *et al.* 2012). Bu sebeple hızlı asit üretme yeteneğine sahip 73 izolatın yoğurt üretimine uygunluğunun belirlenmesi amacıyla 4, 10, 15 ve 45 °C'de gelişim yetenekleri incelenmiştir. Mevcut çalışmanın amaçları arasında probiyotik yoğurt üretiminin de olması sebebiyle, muhtemel probiyotik izolatlar üzerinde de aynı analiz uygulanmıştır. Söz konusu çalışmada, 114M kodlu izolatın hem muhtemel starter hem de probiyotik adayları arasında yer aldığı görülmektedir. Bu sebeple, söz konusu izolata ait teknolojik özellikler probiyotik mikroorganizmalar arasında verilmiştir. 96-kuyulu plaka gerçekleştirilen analize ait görsel Şekil 30'da verilmiştir. Ayrıca söz konusu analizden elde edilen sonuçlar Tablo 41'de mikrobiyal gelişimlerin absorbans değerleri ile birlikte sunulmuştur.



Şekil 30. İzolatların farklı sıcaklık, pH ve NaCl konsantrasyonlarında gelişim deneylerinde kullanılan 96-kuyulu plaka

Tablo 41. İzolatların Farklı Sıcaklık Değerlerinde Gelişim Yetenekleri (gelişme görülen örneklerde absorbands değerleri verilmiştir)

İzolat	Sıcaklık (°C)				İzolat	Sıcaklık (°C)				İzolat	Sıcaklık (°C)			
	4	10	15	45		4	10	15	45		4	10	15	45
101M	-	-	-	+ (0,327±0,005)	138M	-	-	-	+ (0,728±0,011)	245M	-	-	-	+ (1,063±0,019)
105M	-	-	-	+ (0,946±0,017)	139M	-	-	-	+ (0,756±0,022)	250M	-	-	-	+ (0,621±0,010)
107M	-	-	-	+ (1,160±0,055)	140M	-	-	-	+ (1,089±0,020)	255M	-	-	-	+ (0,683±0,023)
108M	-	-	-	+ (1,013±0,004)	142M	-	-	-	+ (1,179±0,019)	259M	-	-	-	+ (0,918±0,010)
109M	-	-	-	+ (1,012±0,030)	143M	-	-	-	+ (1,126±0,014)	260M	-	-	-	+ (0,741±0,016)
110M	-	-	-	+ (1,051±0,030)	149M	-	-	-	+ (1,074±0,005)	264M	-	-	-	+ (0,681±0,033)
111M	-	-	-	+ (0,940±0,036)	150M	-	-	-	+ (0,990±0,017)	266M	-	-	-	+ (0,932±0,049)
115M	-	-	-	+ (0,770±0,039)	151M	-	-	-	+ (1,130±0,052)	268M	-	-	-	+ (0,856±0,023)
116M	-	-	-	+ (1,119±0,014)	152M	-	-	-	+ (1,030±0,019)	270M	-	-	-	+ (1,117±0,020)
117M	-	-	-	+ (1,078±0,042)	157M	-	-	-	+ (0,817±0,022)	280M	-	-	-	+ (0,762±0,030)
118M	-	-	-	+ (1,123±0,029)	168M	-	-	-	+ (0,697±0,022)	287M	-	-	-	+ (0,298±0,003)
119M	-	-	-	+ (1,013±0,005)	169M	-	-	-	+ (1,099±0,053)	289M	-	-	-	+ (1,169±0,060)
120M	-	-	-	+ (1,058±0,007)	173M	-	-	-	+ (0,840±0,066)	298M	-	-	-	+ (0,680±0,026)
121M	-	-	-	+ (1,068±0,034)	174M	-	-	-	+ (1,185±0,019)	107S	-	-	-	+ (0,486±0,011)
123M	-	-	-	+ (1,038±0,026)	176M	-	-	-	+ (1,027±0,027)	108S	-	-	-	+ (0,517±0,023)
124M	-	-	-	+ (1,025±0,016)	179M	-	-	-	+ (0,874±0,021)	111S	-	-	-	+ (0,442±0,029)
125M	-	-	-	+ (0,987±0,016)	190M	-	-	-	+ (0,922±0,087)	124S	-	-	-	+ (0,429±0,021)
132M	-	-	-	+ (0,660±0,017)	197M	-	-	-	+ (1,248±0,035)	149S	-	-	-	+ (0,476±0,040)
135M	-	-	-	+ (0,679±0,053)	213M	-	-	-	+ (1,316±0,003)	211S	-	-	-	+ (0,780±0,018)

Tablo 41. Devamı

İzolat	Sıcaklık (°C)				İzolat	Sıcaklık (°C)				İzolat	Sıcaklık (°C)			
	4	10	15	45		4	10	15	45		4	10	15	45
212S	-	-	-	+ (0,405±0,040)	238S	-	-	-	+ (0,436±0,016)	207M*	-	-	-	+ (0,923±0,023)
213S	-	-	-	+ (0,354±0,020)	239S	-	-	-	+ (0,679±0,047)	208M*	-	-	-	+ (0,545±0,025)
232S	-	-	-	+ (0,623±0,004)	244S	-	-	-	+ (0,753±0,028)	239M*	-	-	-	+ (1,136±0,097)
233S	-	-	-	+ (0,517±0,017)	246S	-	-	-	+ (0,748±0,024)	560M*	-	-	-	+ (0,694±0,032)
234S	-	-	-	+ (0,537±0,012)	247S	-	-	-	+ (0,452±0,034)	570M*	-	-	-	+ (0,863±0,019)
235S	-	-	-	+ (0,608±0,030)	248S	-	-	-	+ (0,538±0,029)	571M*	-	-	-	+ (0,680±0,022)
236S	-	-	-	+ (0,695±0,015)	257S	-	-	-	+ (0,496±0,030)	590M*	-	-	-	+ (0,968±0,005)
237S	-	-	-	+ (0,648±0,016)	114M*	-	-	-	+ (1,312±0,027)	502S*	-	-	+ (0,114±0,018)	+ (1,009±0,043)

* Muhtemel probiyotik izolatlar

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, 4 ve 10 °C’de izolatların hiçbirisinin gelişmediği tespit edilmiştir. Yoğurt izolatlarının fermantasyon sonrasında buzdolabı sıcaklığında asitliği yükseltme yetenekleri post-acidification olarak tanımlanmaktadır (Xu *et al.* 2015). Sonuçlar, söz konusu izolatların depolama boyunca düşük asit oluşturma yeteneğine sahip olduğunun ve bu izolatlar kullanılarak üretilen yoğurtların uzun bir raf ömrüne sahip olabileceğinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir. 15 °C’de ise sadece 502S numaralı muhtemel probiyotik yoğurt izolatı zayıf gelişim ($0,114\pm 0,018$) göstermiştir. Öte yandan, izolatların tamamının 45 °C’de geliştiği belirlenmiştir. 45 °C’de en zayıf gelişen izolatın 287M ($0,298\pm 0,003$), en iyi gelişenin ise 213M ($1,316\pm 0,003$) olduğu görülmektedir. Yoğurt üretiminde kullanılan fermantasyon sıcaklığının 42 °C olması (Szołtysik *et al.* 2021) ve yoğurt bakterilerinin termofilik karakterde olmasından dolayı (Hajimohammadi Farimani *et al.* 2016), izolatların tamamının 45 °C’de gelişmesi beklenen bir sonuçtur. Elde edilen sonuçlar izolatların tamamının yoğurt üretimi için uygun olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, yoğurt bakterilerinin 45 °C’de iyi geliştiğini gösteren birçok çalışma mevcuttur (Zhang *et al.* 2011; Raman Bhattarai *et al.* 2016). Mevcut çalışmada elde edilen bu sonuçların literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Farklı pH değerlerinde gelişim

Mevcut çalışmada, hızlı asit üretme yeteneğine sahip 73 ve muhtemel probiyotik 9 yoğurt bakterisinin 3, 4 ve 5 pH değerlerinde gelişim yetenekleri incelenmiştir. Söz konusu analiz 96-kuyulu plaka içerisinde gerçekleştirilmiş (Şekil 30) ve elde edilen sonuçlar Tablo 42’de sunulmuştur. İlgili veriler incelendiğinde pH 3 seviyesinde hiçbir izolatın gelişmediği görülmektedir. Ancak, mevcut çalışmada gerçekleştirilen probiyotik özelliklerin belirlenmesi için uygulanan analizlerde, muhtemel probiyotik yoğurt izolatlarından bazılarının simüle mide ortamında canlılıklarını koruyabildikleri belirlenmiştir. Mikroorganizmaların herhangi bir ortamda canlılıklarını korumaları ile o ortamda gelişebilmeleri/üreyebilmeleri birbirinden oldukça farklı olaylar olduğundan, bu beklenen bir sonuç olarak kabul edilebilir. Öte yandan; 109M, 110M, 119M, 120M, 121M, 207M, 208M ve 239M numaralı izolatlar olmak üzere toplam 8 yoğurt izolatının 4 pH değerine sahip sıvı besiyerinde gelişebildiği tespit edilmiştir. pH 4’te en iyi gelişen izolatın 239M ($0,485\pm 0,019$), en zayıf olanın ise 119M ($0,156\pm 0,012$) olduğu saptanmıştır. Son olarak, pH 5’te izolatların tamamı gelişim göstermiştir. Bu pH değerinde, en zayıf gelişim 111S izolatında ($0,096\pm 0,006$), en iyi gelişim ise 109M ($1,182\pm 0,018$) izolatında tespit edilmiştir. Raman Bhattarai *et al.* (2016) tarafından yapılan çalışmada, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatlarının 4,50 ve 6,50 pH değerlerinde gelişim gösterdiğini, *S. thermophilus* izolatlarının ise sadece 6,50 pH değerinde geliştiğini belirtmiştir.

Aktaş *et al.* (2022) ise yoğurt izolatlarının farklı pH değerlerinde gelişim yeteneklerini incelemişler ve pH 5,00 değerinde tüm izolatların, pH 3,90 değerinde ise 5 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve 2 *S. thermophilus*'un geliştiğini belirlenmiştir. Ek olarak, Prabhurajeshwar and Chandrakanth (2019) yoğurt kaynaklı *Lactobacillus* türlerinin 3 ve 4 pH değerlerinde gelişim göstermediklerini belirtmişlerdir. Mevcut çalışmada, izolatların tamamının 5,00 pH değerinde geliştiği, 4,00 pH değerinde ise yalnızca *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatlarının geliştiği göz önüne alındığında, elde edilen sonuçlar yukarıdaki çalışmalarla uygunluk göstermektedir.



Tablo 42. İzolatların Farklı pH Değerlerinde Gelişim Yetenekleri (gelişme görülen örneklerde absorbands değerleri verilmiştir)

İzolat	pH			İzolat	pH			İzolat	pH		
	3	4	5		3	4	5		3	4	5
101M	-	-	+ (0,297±0,015)	138M	-	-	+ (0,531±0,025)	245M	-	-	+ (0,107±0,015)
105M	-	-	+ (0,110±0,010)	139M	-	-	+ (0,741±0,035)	250M	-	-	+ (0,120±0,020)
107M	-	-	+ (0,859±0,036)	140M	-	-	+ (0,280±0,031)	255M	-	-	+ (0,150±0,008)
108M	-	-	+ (0,831±0,031)	142M	-	-	+ (0,786±0,046)	259M	-	-	+ (0,951±0,039)
109M	-	+ (0,453±0,008)	+ (1,182±0,018)	143M	-	-	+ (0,658±0,051)	260M	-	-	+ (0,737±0,026)
110M	-	+ (0,341±0,019)	+ (1,174±0,029)	149M	-	-	+ (0,565±0,016)	264M	-	-	+ (0,661±0,048)
111M	-	-	+ (1,021±0,091)	150M	-	-	+ (0,276±0,015)	266M	-	-	+ (0,183±0,017)
115M	-	-	+ (0,605±0,025)	151M	-	-	+ (0,200±0,011)	268M	-	-	+ (0,454±0,010)
116M	-	-	+ (0,811±0,037)	152M	-	-	+ (1,161±0,100)	270M	-	-	+ (0,905±0,006)
117M	-	-	+ (0,350±0,034)	157M	-	-	+ (0,294±0,012)	280M	-	-	+ (0,112±0,012)
118M	-	-	+ (0,737±0,042)	168M	-	-	+ (0,485±0,043)	287M	-	-	+ (0,105±0,010)
119M	-	+ (0,156±0,012)	+ (1,070±0,024)	169M	-	-	+ (0,538±0,053)	289M	-	-	+ (0,348±0,002)
120M	-	+ (0,264±0,065)	+ (0,955±0,091)	173M	-	-	+ (1,029±0,040)	298M	-	-	+ (0,162±0,020)
121M	-	+ (0,327±0,029)	+ (0,920±0,154)	174M	-	-	+ (0,629±0,029)	107S	-	-	+ (0,135±0,012)
123M	-	-	+ (0,923±0,030)	176M	-	-	+ (0,805±0,036)	108S	-	-	+ (0,196±0,012)
124M	-	-	+ (0,296±0,004)	179M	-	-	+ (0,267±0,052)	111S	-	-	+ (0,096±0,006)
125M	-	-	+ (0,099±0,003)	190M	-	-	+ (0,130±0,044)	124S	-	-	+ (0,100±0,006)
132M	-	-	+ (0,301±0,041)	197M	-	-	+ (0,564±0,047)	149S	-	-	+ (0,100±0,010)
135M	-	-	+ (0,419±0,040)	213M	-	-	+ (0,403±0,017)	211S	-	-	+ (0,312±0,021)

Tablo 42. Devamı

İzolat	pH			İzolat	pH			İzolat	pH		
	3	4	5		3	4	5		3	4	5
212S	-	-	+ (0,152±0,021)	238S	-	-	+ (0,201±0,011)	207M*	-	+ (0,218±0,028)	+ (1,021±0,023)
213S	-	-	+ (0,181±0,018)	239S	-	-	+ (0,174±0,021)	208M*	-	+ (0,288±0,021)	+ (0,634±0,025)
232S	-	-	+ (0,144±0,023)	244S	-	-	+ (0,167±0,015)	239M*	-	+ (0,485±0,019)	+ (0,740±0,036)
233S	-	-	+ (0,131±0,011)	246S	-	-	+ (0,205±0,006)	560M*	-	-	+ (0,460±0,053)
234S	-	-	+ (0,102±0,008)	247S	-	-	+ (0,305±0,004)	570M*	-	-	+ (0,503±0,017)
235S	-	-	+ (0,155±0,006)	248S	-	-	+ (0,310±0,018)	571M*	-	-	+ (0,886±0,041)
236S	-	-	+ (0,122±0,007)	257S	-	-	+ (0,306±0,025)	590M*	-	-	+ (0,112±0,002)
237S	-	-	+ (0,127±0,007)	114M*	-	-	+ (0,283±0,029)	502S*	-	-	+ (0,142±0,016)

* Muhtemel probiyotik izolatlar

Farklı NaCl konsantrasyonlarında gelişim

Mikroorganizmaların farklı NaCl konsantrasyonlarında gelişimi mikrobiyal sınıflandırmada büyük öneme sahiptir (Carr *et al.* 2002). Öte yandan, ayran, maksimum % 0,8 NaCl içeren ve üretiminde *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ile *S. thermophilus* türlerinin kullanıldığı fermente bir süt ürünüdür (Anonymous 2009). Mevcut çalışmada, yoğurt izolatlarının karakterizasyonu ve ayran üretimine uygunluğunun belirlenmesi amacıyla % 1, 4, 6,5 ve 10 NaCl konsantrasyonlarında gelişim yetenekleri incelenmiştir. Söz konusu analiz 96-kuyulu plakada gerçekleştirilmiş olup (Şekil 30), elde edilen sonuçlar Tablo 43'te verilmiştir. Sonuçlar 255M ve 257S dışında tüm izolatların % 1 tuz konsantrasyonunda gelişebildiğini göstermiştir. Bu tuz konsantrasyonunda en iyi gelişen izolatın 132M (1,524±0,041) olduğu belirlenmiştir. Öte yandan, izolatların hiçbirisi % 4, 6,5 ve 10 NaCl konsantrasyonlarında gelişmemiştir. Turşu gibi tuzlu ürünlerden izole edilen *Lactobacillus* cinslerinin % 4 ve 6,5 tuz konsantrasyonlarında gelişebildikleri bilinmektedir (Aktaş and Çetin 2022). Ancak, Carr *et al.* (2002) yoğurt izolatlarının % 6,5 NaCl konsantrasyonunda gelişim göstermemeleri gerektiğini belirtmiştir. Raman Bhattarai *et al.* (2016) tarafından yapılan çalışmada da, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* izolatlarının % 4 ve 6,5 NaCl konsantrasyonlarında gelişim göstermedikleri tespit edilmiştir. Prabhurajeshwar and Chandrakanth (2019) ise yoğurttan izole ettikleri *Lactobacillus* türlerinin farklı NaCl konsantrasyonlarında gelişim yeteneklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda izolatlarının çoğunluğunun % 6 NaCl konsantrasyonunda gelişemedikleri tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada elde edilen sonuçlar, yukarıda bahsedilen çalışmalarla uyumludur. Bunun ötesinde, çalışmada kullanılan izolatlardan 255M ve 257S dışındakilerin tamamının ayran üretiminde kullanılabileceği anlaşılmıştır.

Tablo 43. İzolatların Farklı NaCl Konsantrasyonlarında Gelişim Yetenekleri (gelişme görülen örneklerde absorbands değerleri verilmiştir)

İzolat	NaCl Konsantrasyonu (%)				İzolat	NaCl Konsantrasyonu (%)				İzolat	NaCl Konsantrasyonu (%)			
	1	4	6,5	10		1	4	6,5	10		1	4	6,5	10
101M	+ (0,657±0,019)	-	-	-	138M	+ (0,813±0,018)	-	-	-	245M	+ (0,277±0,039)	-	-	-
105M	+ (0,570±0,010)	-	-	-	139M	+ (1,481±0,108)	-	-	-	250M	+ (0,149±0,007)	-	-	-
107M	+ (0,727±0,041)	-	-	-	140M	+ (0,790±0,027)	-	-	-	255M	-	-	-	-
108M	+ (0,560±0,019)	-	-	-	142M	+ (1,049±0,034)	-	-	-	259M	+ (0,788±0,023)	-	-	-
109M	+ (0,947±0,071)	-	-	-	143M	+ (0,910±0,027)	-	-	-	260M	+ (0,649±0,025)	-	-	-
110M	+ (1,007±0,017)	-	-	-	149M	+ (0,736±0,030)	-	-	-	264M	+ (0,441±0,054)	-	-	-
111M	+ (0,961±0,105)	-	-	-	150M	+ (0,585±0,014)	-	-	-	266M	+ (0,715±0,022)	-	-	-
115M	+ (0,804±0,006)	-	-	-	151M	+ (1,074±0,056)	-	-	-	268M	+ (0,817±0,018)	-	-	-
116M	+ (0,780±0,014)	-	-	-	152M	+ (0,944±0,058)	-	-	-	270M	+ (0,934±0,030)	-	-	-
117M	+ (0,749±0,018)	-	-	-	157M	+ (0,593±0,020)	-	-	-	280M	+ (0,413±0,022)	-	-	-
118M	+ (0,636±0,015)	-	-	-	168M	+ (0,492±0,012)	-	-	-	287M	+ (0,349±0,028)	-	-	-
119M	+ (0,946±0,029)	-	-	-	169M	+ (1,077±0,038)	-	-	-	289M	+ (0,865±0,015)	-	-	-
120M	+ (0,944±0,007)	-	-	-	173M	+ (0,495±0,051)	-	-	-	298M	+ (0,608±0,009)	-	-	-
121M	+ (1,006±0,020)	-	-	-	174M	+ (0,809±0,027)	-	-	-	107S	+ (0,345±0,039)	-	-	-
123M	+ (0,657±0,023)	-	-	-	176M	+ (0,634±0,030)	-	-	-	108S	+ (0,323±0,025)	-	-	-
124M	+ (0,783±0,069)	-	-	-	179M	+ (0,717±0,021)	-	-	-	111S	+ (0,160±0,015)	-	-	-
125M	+ (0,412±0,009)	-	-	-	190M	+ (0,740±0,037)	-	-	-	124S	+ (0,213±0,011)	-	-	-
132M	+ (1,524±0,041)	-	-	-	197M	+ (0,511±0,011)	-	-	-	149S	+ (0,186±0,014)	-	-	-
135M	+ (0,985±0,069)	-	-	-	213M	+ (1,000±0,002)	-	-	-	211S	+ (0,190±0,010)	-	-	-

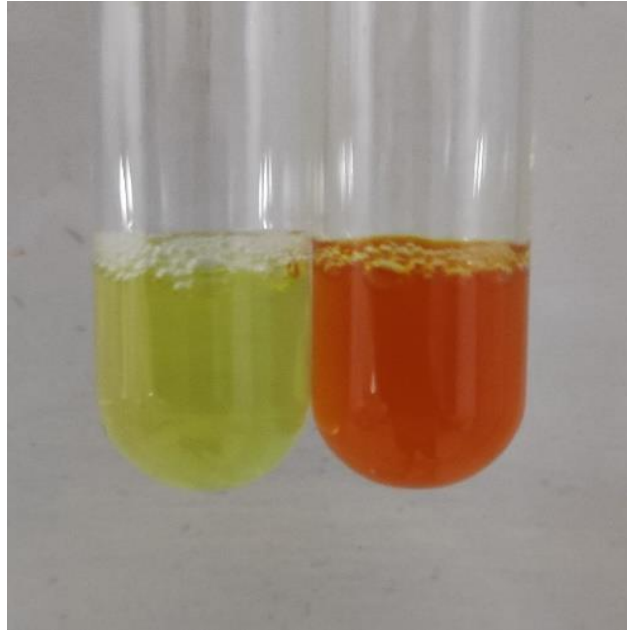
Tablo 43. Devamı

İzolat	NaCl Konsantrasyonu (%)				İzolat	NaCl Konsantrasyonu (%)				İzolat	NaCl Konsantrasyonu (%)			
	1	4	6,5	10		1	4	6,5	10		1	4	6,5	10
212S	+ (0,426±0,026)	-	-	-	238S	+ (0,337±0,025)	-	-	-	207M*	+ (1,024±0,029)	-	-	-
213S	+ (0,242±0,037)	-	-	-	239S	+ (0,724±0,029)	-	-	-	208M*	+ (0,721±0,026)	-	-	-
232S	+ (0,308±0,021)	-	-	-	244S	+ (0,218±0,011)	-	-	-	239M*	+ (0,934±0,045)	-	-	-
233S	+ (0,235±0,023)	-	-	-	246S	+ (0,231±0,002)	-	-	-	560M*	+ (0,601±0,022)	-	-	-
234S	+ (0,247±0,032)	-	-	-	247S	+ (0,352±0,027)	-	-	-	570M*	+ (0,871±0,048)	-	-	-
235S	+ (0,333±0,018)	-	-	-	248S	+ (0,357±0,021)	-	-	-	571M*	+ (0,238±0,013)	-	-	-
236S	+ (0,370±0,032)	-	-	-	257S	-	-	-	-	590M*	+ (0,342±0,023)	-	-	-
237S	+ (0,340±0,010)	-	-	-	114M*	+ (0,483±0,008)	-	-	-	502S*	+ (0,203±0,007)	-	-	-

* Muhtemel probiyotik izolatlar

Arjinin hidrolizi

Bazı LAB'lar metabolik aktivitelerinin sonunda, biyojen aminler gibi bazı toksik bileşikler oluşturabilirler. Mikroorganizmalar amino asitlerin mikrobiyal dekarboksasyonu yolu ile stres faktörlerine karşı dayanıklılık ve enerji üretimi gibi avantajlar sağlamaktadırlar, öte yandan bu parçalanma ile toksik özelliğe sahip olan biyojen aminler oluşmaktadır. Fermente gıdalarda bulunan LAB'ların bazı cins ve türlerinin biyojen amin oluşturabildiği bilinmektedir (Ladero *et al.* 2012; Gezginc *et al.* 2013). Arjinin, tirozin, histidin ve lisin amino asitlerinin parçalanması ile sırasıyla oluşan agmatin, tiramin, histamin ve kadaverin, fermente gıdalarda bulunması muhtemel en önemli biyojen aminler olarak kabul edilir (Linares *et al.* 2011). Bu çalışmada, yoğurt üretiminde kullanılması düşünülen yoğurt izolatlarının arjinini hidrolize ederek agmatin oluşturma yetenekleri incelenmiştir. Analiz sırasında pozitif kontrol olarak kullanılan *E. faecalis* ATCC 29212 suşu ve bazı izolatlardan elde edilen görsel Şekil 31'de, sonuçlar ise Tablo 44'te verilmiştir. İzolatların hiçbirisinin agmatin oluşturmadıkları belirlenmiştir. Hajimohammadi Farimani *et al.* (2016) tarafından yapılan çalışmada, 10 *S. thermophilus* ve 5 *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatının arjinin hidroliz yeteneği incelenmiş ve izolatların arjinini hidrolize etmediği belirlenmiştir. Ek olarak, Azadnia and Nazer (2009) 144 ayran izolatından hiçbirisinin arjinini hidrolize etmediği tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlar literatür ile uyumludur.



Şekil 31. Arjinini hidrolize eden (sağda, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212) ve edemeyen izolatlar (solda)

Tablo 44. İzolatların Arjinin Hidrolizi ve Glikozdan Gaz Oluşturma Yetenekleri

İzolat	Arjinin Hidrolizi	Glikozdan Gaz Oluşumu	İzolat	Arjinin Hidrolizi	Glikozdan Gaz Oluşumu
101M	-	-	173M	-	-
105M	-	-	174M	-	-
107M	-	-	176M	-	-
108M	-	-	179M	-	-
109M	-	-	190M	-	-
110M	-	-	197M	-	-
111M	-	-	213M	-	-
115M	-	-	245M	-	-
116M	-	-	250M	-	-
117M	-	-	255M	-	-
118M	-	-	259M	-	-
119M	-	-	260M	-	-
120M	-	-	264M	-	-
121M	-	-	266M	-	-
123M	-	-	268M	-	-
124M	-	-	270M	-	-
125M	-	-	280M	-	-
132M	-	-	287M	-	-
135M	-	-	289M	-	-
138M	-	-	298M	-	-
139M	-	-	107S	-	-
140M	-	-	108S	-	-
142M	-	-	111S	-	-
143M	-	-	124S	-	-
149M	-	-	149S	-	-
150M	-	-	211S	-	-
151M	-	-	212S	-	-
152M	-	-	213S	-	-
157M	-	-	232S	-	-
168M	-	-	233S	-	-
169M	-	-	234S	-	-

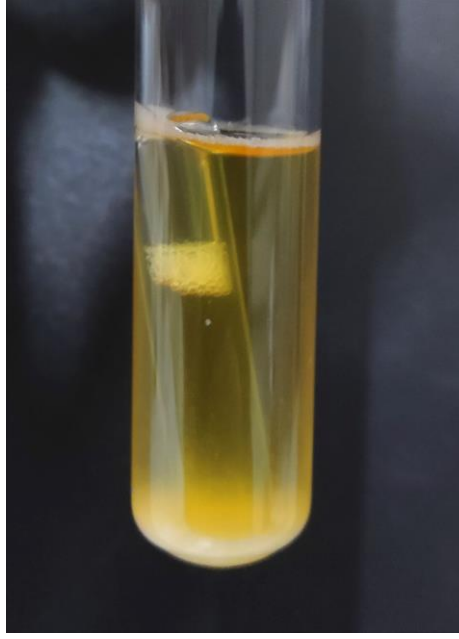
Tablo 44. Devamı

İzolat	Arjinin Hidrolizi	Glikozdan Gaz Oluşumu	İzolat	Arjinin Hidrolizi	Glikozdan Gaz Oluşumu
235S	-	-	114M*	-	-
236S	-	-	207M*	-	-
237S	-	-	208M*	-	-
238S	-	-	239M*	-	-
239S	-	-	560M*	-	-
244S	-	-	570M*	-	-
246S	-	-	571M*	-	-
247S	-	-	590M*	-	-
248S	-	-	502S*	-	-
257S	-	-			

* Muhtemel probiyotik izolatlar

Glikozdan gaz oluşumu

Bazı laktik asit bakterileri fermente gıdalarda gaz oluşturabilirler. Bu mikroorganizmalar heterofermantatif olarak isimlendirilirler. Fermente gıdaların çoğunda gaz oluşumu lezzet ve tekstür üzerinde olumsuz etkilere sebep olur (Haddadin 2005; Green *et al.* 2021). Mevcut çalışmada, yoğurt izolatlarının üründe herhangi bir olumsuzluğa yol açmaması amacıyla glikozdan gaz oluşturma yetenekleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 44'te sunulmuştur. Söz konusu analizde pozitif kontrol olarak kullanılan *Lb. brevis* T19 suşu glikozdan gaz oluşturmuşken (Şekil 32), yoğurt izolatlarının hiçbirisi glikozdan gaz oluşturmamıştır. Benzer şekilde, Azadnia and Nazer (2009) ve Aktaş *et al.* (2022) tarafından yapılan çalışmalarda da yoğurt izolatlarının glikozdan gaz oluşturmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 32. Glikozdan gaz oluşumu deneyinde pozitif kontrol olarak kullanılan *Lb. brevis* T19 suşu

EPS üretim yeteneği

EPS, şeker monomerlerinden oluşan bir biyopolimerdir. Hücreler tarafından üretilen bu karbonhidratlar, mikroorganizmaların stres faktörlerine daha dayanıklı hale gelmesinde yardımcı olur. EPS yoğurt, kefir, ekşi mayadan üretilen ekmek gibi fermente ürünlerin tekstürel yapısını da iyileştirme özelliğine sahiptir. Ayrıca, EPS'ler sindirelemeyen şekerler olarak da nitelendirilir ve bu şekerler prebiyotik özellikleri sayesinde bağırsak florasının korunmasında oldukça büyük önem taşırlar (Dertli *et al.* 2016; Tiwari *et al.* 2021). Bu çalışmada, yoğurt izolatlarının hem ürün üzerinde tekstürel açıdan olumlu etkilerini hem de sağlık üzerine olası olumlu etkilerinin anlaşılması amacı ile EPS üretiminden sorumlu *epsA*, *epsB*, *p-gtf* ve *gtf* genlerinin varlığı araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 45'te verilmiştir. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatlarının hiçbirisinin EPS üretim genlerine sahip olmadıkları tespit edilmiştir. Öte yandan, *S. thermophilus* izolatlarının tamamının (107S, 108S, 111S, 124S, 149S, 211S, 212S, 213S, 232S, 233S, 234S, 235S, 236S, 237S, 238S, 239S, 244S, 246S, 247S, 248S, 257S ve 502S) *epsA*, 17 tanesinin (107S, 108S, 111S, 149S, 211S, 232S, 233S, 234S, 235S, 236S, 237S, 238S, 239S, 244S, 246S, 248S ve 257S) ise *p-gtf* genine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 33). Benzer şekilde laktik asit bakterilerinin EPS üretme yeteneğine sahip olduklarını gösteren birçok çalışma mevcuttur (Okuklu 2014; Das *et al.* 2019; Nguyen *et al.* 2020; Yalmanci *et al.* 2022). Mevcut çalışmada da bu bilgiyi destekler nitelikte sonuçlar elde edilmiştir. Sonuç olarak, hem *epsA* hem de *p-gtf* genine sahip izolatların EPS-yoğurt üretiminde kullanılarak sağlık üzerine olumlu etkileri artırılmış yoğurt üretiminin mümkün olabileceği belirlenmiştir.

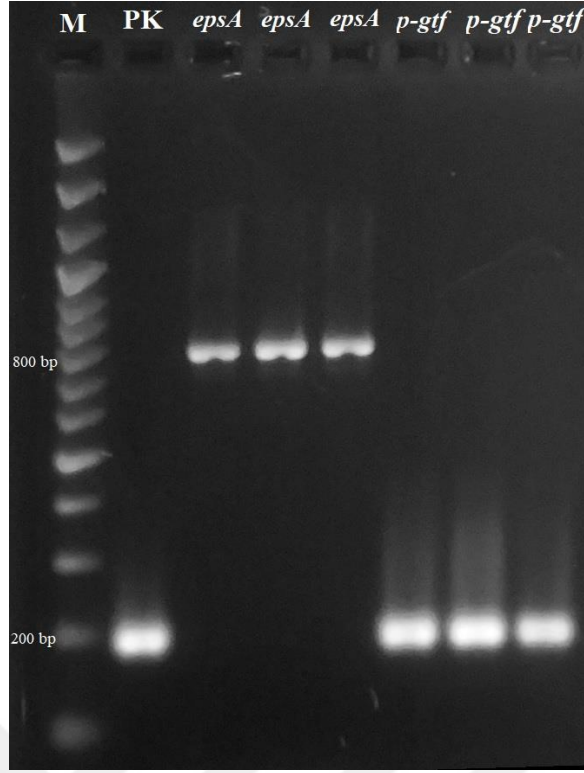
Tablo 45. İzolatların EPS Üretme Yetenekleri

İzolat	EPS Üretiminden Sorumlu Gen				İzolat	EPS Üretiminden Sorumlu Gen				İzolat	EPS Üretiminden Sorumlu Gen			
	<i>epsA</i>	<i>epsB</i>	<i>p-gtf</i>	<i>gtf</i>		<i>epsA</i>	<i>epsB</i>	<i>p-gtf</i>	<i>gtf</i>		<i>epsA</i>	<i>epsB</i>	<i>p-gtf</i>	<i>gtf</i>
101M	-	-	-	-	135M	-	-	-	-	197M	-	-	-	-
105M	-	-	-	-	138M	-	-	-	-	213M	-	-	-	-
107M	-	-	-	-	139M	-	-	-	-	245M	-	-	-	-
108M	-	-	-	-	140M	-	-	-	-	250M	-	-	-	-
109M	-	-	-	-	142M	-	-	-	-	255M	-	-	-	-
110M	-	-	-	-	143M	-	-	-	-	259M	-	-	-	-
111M	-	-	-	-	149M	-	-	-	-	260M	-	-	-	-
115M	-	-	-	-	150M	-	-	-	-	264M	-	-	-	-
116M	-	-	-	-	151M	-	-	-	-	266M	-	-	-	-
117M	-	-	-	-	152M	-	-	-	-	268M	-	-	-	-
118M	-	-	-	-	157M	-	-	-	-	270M	-	-	-	-
119M	-	-	-	-	168M	-	-	-	-	280M	-	-	-	-
120M	-	-	-	-	169M	-	-	-	-	287M	-	-	-	-
121M	-	-	-	-	173M	-	-	-	-	289M	-	-	-	-
123M	-	-	-	-	174M	-	-	-	-	298M	-	-	-	-
124M	-	-	-	-	176M	-	-	-	-	107S	+	-	+	-
125M	-	-	-	-	179M	-	-	-	-	108S	+	-	+	-
132M	-	-	-	-	190M	-	-	-	-	111S	+	-	+	-

Tablo 45. Devamı

İzolat	EPS Üretiminden Sorumlu Gen				İzolat	EPS Üretiminden Sorumlu Gen				İzolat	EPS Üretiminden Sorumlu Gen			
	<i>epsA</i>	<i>epsB</i>	<i>p-gtf</i>	<i>gtf</i>		<i>epsA</i>	<i>epsB</i>	<i>p-gtf</i>	<i>gtf</i>		<i>epsA</i>	<i>epsB</i>	<i>p-gtf</i>	<i>gtf</i>
124S	+	-	-	-	236S	+	-	+	-	114M*	-	-	-	-
149S	+	-	+	-	237S	+	-	+	-	207M*	-	-	-	-
211S	+	-	+	-	238S	+	-	+	-	208M*	-	-	-	-
212S	+	-	-	-	239S	+	-	+	-	239M*	-	-	-	-
213S	+	-	-	-	244S	+	-	+	-	560M*	-	-	-	-
232S	+	-	+	-	246S	+	-	+	-	570M*	-	-	-	-
233S	+	-	+	-	247S	+	-	-	-	571M*	-	-	-	-
234S	+	-	+	-	248S	+	-	+	-	590M*	-	-	-	-
235S	+	-	+	-	257S	+	-	+	-	502S*	+	-	-	-

* Muhtemel probiyotik izolatlar



Şekil 33. EPS üretiminden sorumlu genlerin jel elektroforezinde elde edilen bant görüntüleri (M: Marker, PK: Pozitif kontrol)

Proteolitik aktivite

Proteoliz, proteinlerin daha küçük yapı taşları olan peptid ve amino asitlere parçalanma olayıdır. Proteoliz mikrobiyal gelişmeye katkıda bulunmasının yanında, ürünün aroması üzerinde de olumlu etkilere sahiptir. Ancak proteoliz seviyesinin fazla olması fermente ürünlerde olumsuz etkilere sebep olabilir (Tavsanlı *et al.* 2021). Bu çalışmada yoğurt izolatlarının proteolitik aktiviteleri incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 46’da, izolatların % 10 yağsız süt tozu içeren besiyerinde gelişimleri ise Şekil 34’te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre izolatların hiçbirisinin proteolitik aktiviteye sahip olmadığı belirlenmiştir. LAB’ların düşük proteolitik aktiviteye sahip oldukları bilindiğinden (Vinderola *et al.* 2019) bu sonuçların mantıklı olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, Tavsanlı *et al.* (2021) tarafından yapılan çalışmada, yoğurt bakterilerinin büyük bir çoğunluğunun zayıf proteolitik aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda ise izolatların proteolitik aktiviteye sahip olmadığından yoğurt üretiminde kullanılabilecekleri ve üründe herhangi bir olumsuzluğa sebep olmayacakları belirlenmiştir.

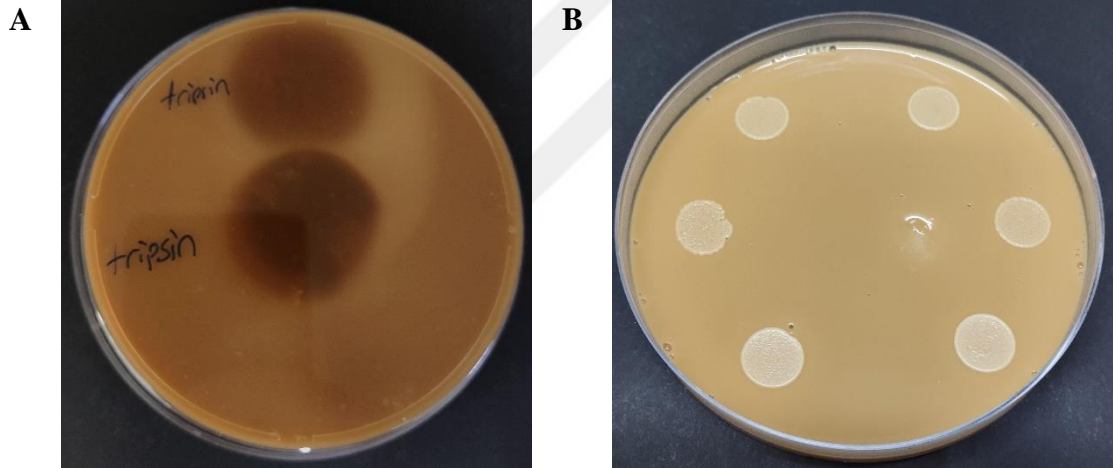
Tablo 46. İzolatların Proteolitik ve Lipolitik Aktiviteleri

İzolat	Proteolitik Aktivite	Lipolitik Aktivite	İzolat	Proteolitik Aktivite	Lipolitik Aktivite
101M	-	-	173M	-	-
105M	-	-	174M	-	-
107M	-	-	176M	-	-
108M	-	-	179M	-	-
109M	-	-	190M	-	-
110M	-	-	197M	-	-
111M	-	-	213M	-	-
115M	-	-	245M	-	-
116M	-	-	250M	-	-
117M	-	-	255M	-	-
118M	-	-	259M	-	-
119M	-	-	260M	-	-
120M	-	-	264M	-	-
121M	-	-	266M	-	-
123M	-	-	268M	-	-
124M	-	-	270M	-	-
125M	-	-	280M	-	-
132M	-	-	287M	-	-
135M	-	-	289M	-	-
138M	-	-	298M	-	-
139M	-	-	107S	-	-
140M	-	-	108S	-	-
142M	-	-	111S	-	-
143M	-	-	124S	-	-
149M	-	-	149S	-	-
150M	-	-	211S	-	-
151M	-	-	212S	-	-
152M	-	-	213S	-	-
157M	-	-	232S	-	-
168M	-	-	233S	-	-
169M	-	-	234S	-	-

Tablo 46. Devamı

İzolot	Proteolitik Aktivite	Lipolitik Aktivite	İzolot	Proteolitik Aktivite	Lipolitik Aktivite
235S	-	-	114M*	-	-
236S	-	-	207M*	-	-
237S	-	-	208M*	-	-
238S	-	-	239M*	-	-
239S	-	-	560M*	-	-
244S	-	-	570M*	-	-
246S	-	-	571M*	-	-
247S	-	-	590M*	-	-
248S	-	-	502S*	-	-
257S	-	-			

* Muhtemel probiyotik izolatlar

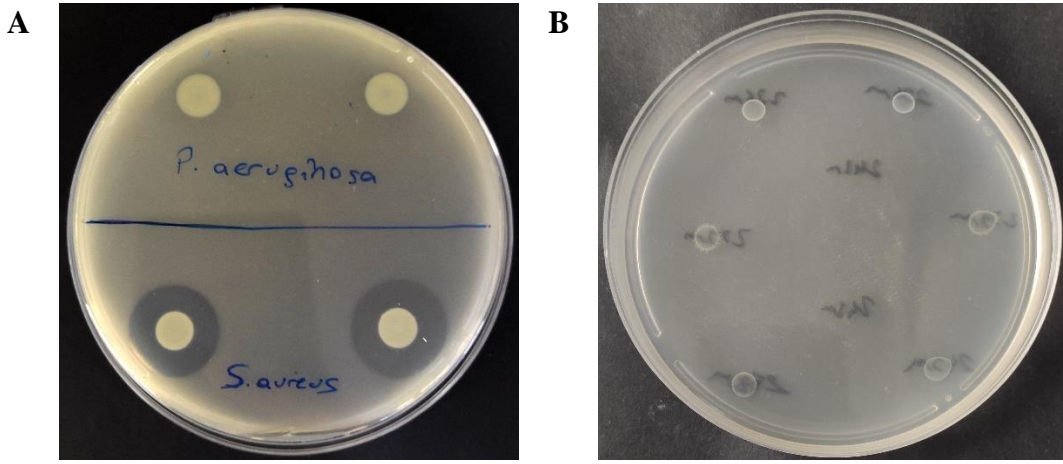


Şekil 34. Tripsin enzimi (A) ve bazı izolatların (B) % 10 yağsız süt tozu içeren besiyeri üzerindeki gelişimi

Lipolitik aktivite

Lipoliz, yağların yağ asitlerine parçalanma olayıdır. Bu olayın yağları oksidasyona daha hassas hale getireceğinden dolayı ürünlerde oluşması istenmez (Serra *et al.* 2008). Üründe lipoliz oluşturarak herhangi bir olumsuzluğa sebep olma ihtimallerinin belirlenmesi amacıyla, yoğurt izolatlarının lipolitik aktiviteleri incelenmiştir. Sonuçlar Tablo 46'da sunulmuştur. Ayrıca analiz sırasında izolatların tributyrin agar üzerindeki gelişimleri Şekil 35'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, izolatların hiçbirisinin lipolitik aktiviteye sahip olmadığı tespit edilmiştir. LAB'lar düşük lipolitik aktiviteye sahip olduklarından dolayı bu beklenen bir sonuçtur (Vinderola *et al.* 2019). Benzer şekilde, Musikasang *et al.* (2009) tarafından yapılan

çalışmada, yoğurttan elde edilen 20 izolatın lipolitik aktiviteye sahip olmadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, mevcut çalışmada kullanılan izolatların yoğurt üretimi için lipolitik aktivite bakımından herhangi bir olumsuzluğa sebep olmayacağı düşünülebilir.



Şekil 35. *S. aureus* ATCC 29213 suşunun (A) ve bazı yoğurt izolatlarının (B) tributyrin agar üzerindeki gelişimi

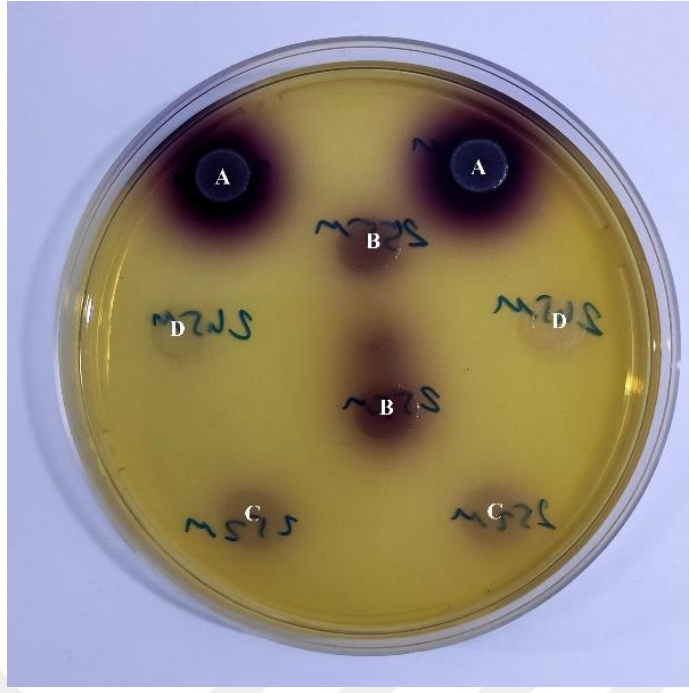
H₂O₂ üretim yeteneği

Gıda katkı maddeleri, gıdalara, bozulmaların önüne geçerek uzun raf ömrü sağlaması, gıdaların tüketici tarafından daha fazla beğenilmesi gibi faydalar sağlamaktadırlar. Bu faydalarının yanında, katkı maddelerinin insan sağlığını tehdit edebilecek bazı yan etkilere de sahip oldukları bilinmektedir (Tuormaa 1994; Paşca *et al.* 2018). Gıda katkı maddelerinin bu yan etkilerinden dolayı, son yıllarda, doğal katkı maddelerinin arayışı artış göstermiştir (Ayala-Zavala *et al.* 2011). H₂O₂, katalaz negatif mikroorganizmalar üzerinde oldukça etkili olan önemli bir antimikrobiyal maddedir (Kot *et al.* 1996). Fermente ürünlerde kullanılacak starter kültürlerin H₂O₂ üretmesi, sağlık, gıdaların raf ömrü ve maliyet açısından büyük avantajlar sağlayabilir. Bu çalışmada, yoğurt izolatlarının H₂O₂ üretme yetenekleri incelenmiş ve sonuçlar Tablo 47’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatlarından 32 tanesinin güçlü, 20 tanesinin ise zayıf H₂O₂ üretme yeteneğine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 36). Diğer taraftan *S. thermophilus* izolatlarının sadece 5 tanesinin zayıf H₂O₂ üretimine sahip olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, bazı çalışmalar *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* türünün iyi bir H₂O₂ üreticisi iken, *S. thermophilus*’ların H₂O₂ üretmediklerini veya çok az ürettiklerini belirtmişlerdir (Kot *et al.* 1996; Beyatli *et al.* 2007). Mevcut çalışmada, söz konusu izolatların yoğurt üretiminde starter kültür olarak kullanılmalari durumunda koruyucu kültür olarak da işlev göreceklere anlaşılmaktadır.

Tablo 47. Yoğurt İzolatlarının H₂O₂ Üretim Yetenekleri

İzolat	H ₂ O ₂ Üretimi	İzolat	H ₂ O ₂ Üretimi	İzolat	H ₂ O ₂ Üretimi
101M	+	152M	+	124S	-
105M	+	157M	+	149S	-
107M	+	168M	++	211S	-
108M	++	169M	++	212S	-
109M	+	173M	++	213S	-
110M	+	174M	+	232S	+
111M	++	176M	-	233S	-
115M	++	179M	-	234S	-
116M	+	190M	+	235S	+
117M	+	197M	-	236S	+
118M	++	213M	+	237S	+
119M	+	245M	-	238S	-
120M	+	250M	+	239S	-
121M	++	255M	+	244S	-
123M	-	259M	+	246S	-
124M	++	260M	+	247S	-
125M	++	264M	++	248S	-
132M	+	266M	++	257S	-
135M	++	268M	++	114M*	++
138M	++	270M	++	207M*	++
139M	++	280M	-	208M*	++
140M	++	287M	-	239M*	++
142M	++	289M	++	560M*	++
143M	++	298M	++	570M*	-
149M	++	107S	-	571M*	++
150M	+	108S	+	590M*	++
151M	++	111S	-	502S*	-

* Muhtemel probiyotik izolatlar. +: Zayıf üretim, ++: Güçlü üretim



Şekil 36. Yoğurt izolatlarının ABTS agar üzerinde H₂O₂ üretme yetenekleri (A: Güçlü H₂O₂ üretimi, B-C: Zayıf H₂O₂ üretimi, D: H₂O₂ üretmeyen)

L-(+) laktik asit üretme yeteneği

Laktik asit, LAB'lar tarafından fermente ürünlerde üretilen en önemli organik asittir. LAB'lar, laktik asidi D(-) ve L-(+) olmak üzere iki farklı formda ve çoğunlukla iki formu da birlikte üretirler. D(-) laktik asit insan vücudu tarafından tamamen metabolize edilemez ve hatta bazen insan sağlığına zararlı olabilir. L-(+) laktik asit ise insan vücudu tarafından tamamen metabolize edilebilmektedir. Bu sebeple, L-(+) laktik asidi yüksek miktarda üretebilen izolatlar insan sağlığı açısından oldukça büyük öneme sahiptir (Vodnar *et al.* 2010). Bu nedenle, yüksek oranda L-(+) laktik asit üretme yeteneğine sahip yeni izolatların eldesi ve/veya mikroorganizmaların L-(+) laktik asit üretme yeteneğinin artırılması üzerine gerçekleştirilmiş birçok çalışma mevcuttur (Miura *et al.* 2004; Shibata *et al.* 2007; Moon *et al.* 2012). Mevcut çalışmada, izolatlar üzerinde gerçekleştirilen analizler doğrultusunda, geleneksel kökenli olan 14 suşun yoğurt üretiminde kullanılabilme potansiyelinin olduğuna karar verilmiştir. Bu doğrultuda, söz konusu izolatların L-(+) laktik asit üretme yetenekleri belirlenmiştir. İzolatların 109,73-1877,22 ppm aralığında L-(+) laktik asit ürettikleri tespit edilmiştir. İzolatların L-(+) laktik asit üretme yetenekleri arasında istatistiksel farkın ortaya konulması amacıyla gerçekleştirilen varyans analiz sonuçları Tablo 48'de verilmiştir.

Tablo 48. İzolatların L-(+) Laktik Asit Üretme Yeteneklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	L-(+) Laktik Asit Üretimi	
		KO	F
İzolat (A)	13	952752,00	2961,80**
Hata	14	321,68	
Genel	28		

* önemli ($p<0,05$), ** çok önemli ($p<0,01$), SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması

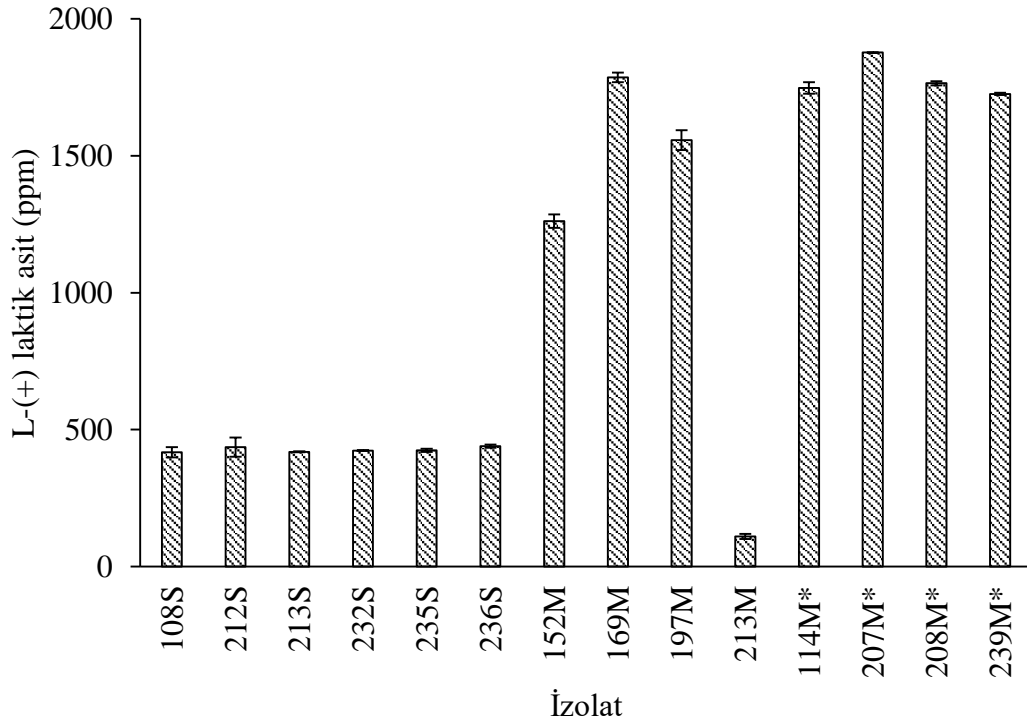
Varyans analizi sonuçları, izolatların L-(+) laktik asit üretme yetenekleri arasında önemli istatistiksel farkın olduğunu göstermektedir ($p<0,01$). İzolatların L-(+) laktik asit üretme yetenekleri üzerinde gerçekleştirilen Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Tablo 49'da verilmiştir.

Tablo 49. İzolatların L-(+) Laktik Asit Üretim Yetenekleri

İzolat	L-(+) Laktik Asit Miktarı (ppm)
152M	1261,14±24,33 ^E
169M	1786,18±17,39 ^B
197M	1557,30±36,40 ^D
213M	109,73±9,34 ^G
108S	416,97±18,39 ^F
212S	436,14±35,34 ^F
213S	418,83±2,18 ^F
232S	423,63±0,58 ^F
235S	424,60±5,84 ^F
236S	439,95±5,84 ^F
114M*	1747,89±21,57 ^{BC}
207M*	1877,22±1,01 ^A
208M*	1765,28±7,53 ^{BC}
239M*	1726,16±3,65 ^C
560M*	ND
570M*	ND
571M*	ND
590M*	ND
502S*	ND

*Muhtemel probiyotik izolatlar, ND: İzolatlar endüstriyel kökenli olduklarından dolayı, üretimde kullanılmayacakları düşünülmüş ve bu sebeple L-(+) laktik asit üretim yetenekleri belirlenmemiştir. A-F harfleri $p<0,05$ düzeyinde istatistiksel farkı göstermektedir.

Mevcut çalışma kapsamında, sırasıyla 207M, 169M, 114M, 208M ve 239M numaralı izolatların en yüksek L-(+) laktik asit üretim yeteneğine sahip oldukları tespit edilmiştir (Şekil 37). En düşük L-(+) laktik asit üreten izolat ise 213M olarak belirlenmiştir. Öte yandan, *S. thermophilus* izolatlarının L-(+) laktik asit üretimi bakımından kendi aralarında istatistik bir fark tespit edilememiştir ($p>0,05$). Ayrıca, yapılan istatistik analizler *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatlarının *S. thermophilus* izolatlarına göre daha yüksek seviyede L-(+) laktik asit ürettiklerini göstermiştir ($p<0,05$). Benzer şekilde, Aslım *et al.* (2009) tarafından yapılan çalışmada da *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'ların *S. thermophilus*'lara göre daha fazla L-(+) laktik asit ürettikleri belirtilmiştir. Mevcut çalışmanın sonuçları literatür ile benzerlik göstermektedir. Sonuç olarak, yoğurt izolatlarından yüksek L-(+) laktik asit üretme yeteneğine sahip izolatların üretimde kullanılması, sağlık açısından daha faydalı yoğurt üretimine katkı sağlayabilecektir.



Şekil 37. Yoğurt izolatlarının L-(+) laktik asit üretme yetenekleri (*Muhtemel probiyotik izolatlar)

Probiyotik, geleneksel ve EPS-yoğurt özellikte yoğurtların üretimi ve bazı özelliklerinin incelenmesi

Mevcut çalışma kapsamında, Türkiye'nin 20 farklı ilinden temin edilen toplam 119 yoğurt örneğinden izole edilen suşların probiyotik ve teknolojik özellikleri belirlenmiş ve bu özelliklere göre yoğurt üretimi için en uygun izolatlar seçilmiştir. Çalışmada üretilen yoğurtlar ve bu yoğurtların üretiminde kullanılan izolatlar Tablo 50'de verilmiştir. Yoğurt üretimi için belirlenen izolatların tamamının geleneksel kökenli olmasına dikkat edilmiştir. Buna göre,

probiyotik yoğurt (Pro) üretiminde 239M ve 212S, geleneksel yoğurt (Gel) üretiminde 169M ve 212S, EPS-yoğurt üretiminde ise 169M ve 108S numaralı izolatların kullanımına karar verilmiştir. Öte yandan, yoğurtların depolama boyunca özelliklerinin karşılaştırılması amacıyla Chr. Hansen Ticari Yoğurt Kültürü kullanılarak kontrol numunesinin (Kon) üretimi de çalışma kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Tablo 50. Çalışmada Üretilen Yoğurt Çeşitleri ve Üretimlerinde Kullanılan İzolatlar

Yoğurt Çeşidi	Yoğurt Üretiminde Kullanılan İzolatlar	
	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	<i>S. thermophilus</i>
Probiyotik Yoğurt (Pro)	239M	212S
Geleneksel Yoğurt (Gel)	169M	212S
EPS-yoğurt	169M	108S
Kontrol (Kon)	Chr. Hansen Ticari Yoğurt Kültürü	

Yoğurt üretiminde kullanılmak üzere Atatürk Üniversitesi Gıda ve Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi'nden temin edilen inek sütü Şekil 8'de belirtilen prosedürlere uygun olarak işlenerek yoğurtların üretimi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan çiğ inek sütünün bazı özellikleri Tablo 51'de verilmiştir.

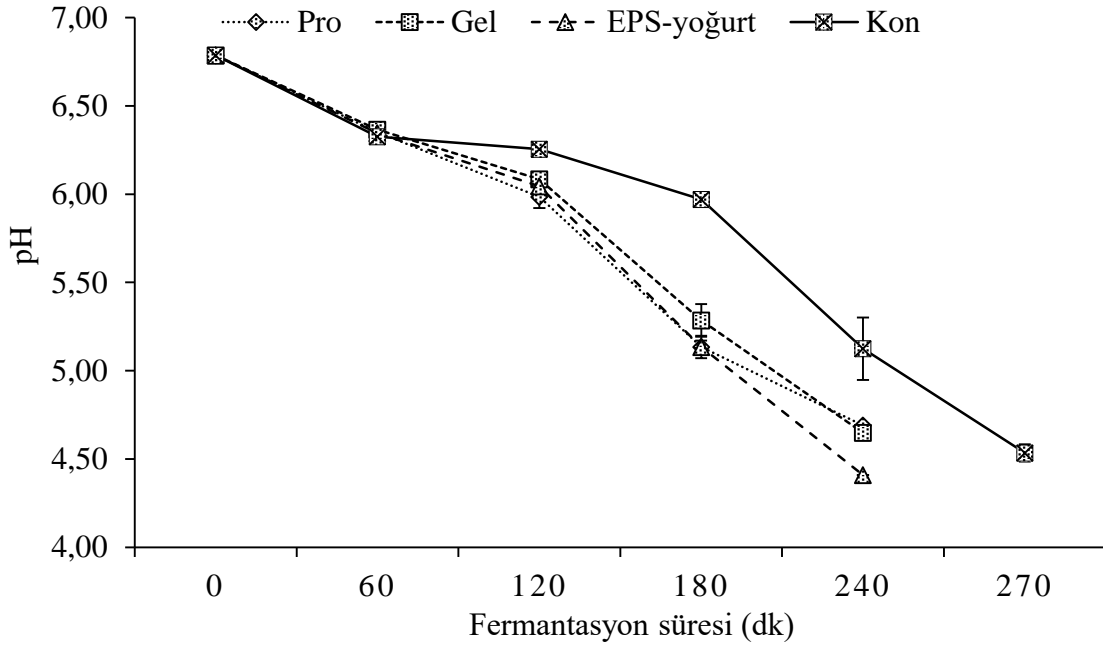
Tablo 51. Yoğurt Üretiminde Kullanılan Çiğ Sütün Bazı Özellikleri

Özellikler	Sonuç
pH	6,79±0,01
Yağ (%)	3,85±0,07
Yağsız Kuru Madde (%)	9,45±0,07
Yoğunluk (g/mL)	29,30±0,42
Protein (%)	3,35±0,07
Laktoz (%)	5,15±0,07
Kül	0,70±0,00
Donma Noktası (°C)	0,602±0,008
İletkenlik (mS/cm)	4,45±0,07

Fermantasyon boyunca yoğurtların pH değişimi

Çalışma kapsamında, yoğurt üretim aşamasında gerçekleştirilen fermantasyon boyunca yoğurt örneklerinin pH değerleri kontrol edilmiş ve böylece hangi izolat grubunun daha hızlı asitlenme sağladığı belirlenmeye çalışılmıştır (Şekil 38). Elde edilen sonuçlar, probiyotik, geleneksel ve EPS-yoğurt örneklerinin 240 dakika, ticari kültürün ise pastörize sütü 270 dakikada yoğurda dönüştürdüğünü göstermiştir. Bunun aksine, Yılmaz and Gökmen (2017)

tarafından yapılan çalışmada, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* bakterilerinin MRS sıvı besiyeri içerisinde aktifleştirilip fermantasyonun başlatıldığı ve bu bakterilerin 8 saatte sütün pH'sını 4,80'e düşürdükleri tespit edilmiştir. De Brabandere and De Baerdemaeker (1999) ve Shafiee *et al.* (2017) ise ticari kültürler kullanılarak yoğurt üretiminin 300 dakika civarında sürdüğünü belirtmişlerdir. Mevcut çalışmamızda gerçekleştirilen yoğurt üretiminin daha hızlı olduğu görülmektedir.



Şekil 38. Yoğurt üretimi sırasında farklı özellikteki yoğurt örneklerinin fermantasyon boyunca pH değişimleri (Pro: Probiyotik yoğurt örneği; Gel: Geleneksel yoğurt örneği; Kon: Kontrol yoğurt örneği)

Yoğurtların mikrobiyolojik özellikleri

Fermente ürünlerde kullanılan starter kültürlerinin depolama süresi boyunca canlılıklarını korumaları hem sağlık hem de ürün açısından oldukça büyük öneme sahiptir. Öte yandan, fermente süt ürünleri üzerine hazırlanan hem yerli hem de yabancı kaynaklı standartlarda yoğurdun mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiştir (Anonymous 2003; Anonymous 2009). Bu sebeple, çalışma kapsamında üretilen yoğurt örneklerinin 28 günlük depolama boyunca mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 52'de verilmiştir. Probiyotik, geleneksel, EPS-yoğurt ve kontrol yoğurtlarının laktik basil sayıları depolama boyunca sırasıyla 7,29-8,55; 8,24-8,55; 8,15-8,41 ve 7,86-8,58 log₁₀ kob/g aralığında değişmiştir. Söz konusu yoğurtların depolama boyunca laktik kok sayılarının ise sırasıyla 8,39-8,58; 8,03-8,41; 8,49-9,02 ve 8,69-8,96 log₁₀ kob/g aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Kalyas and Ürkek (2022) tarafından yapılan çalışmada, yoğurt örneklerinin depolama boyunca laktik basil ve laktik kok sayılarının sırasıyla 6,94-8,43 ve 7,16-9,05 log₁₀ kob/g aralığında olduğu

tespit edilmiştir. Fırat (2019) ise yoğurt üretimi sonrasında depolama boyunca örneklerin mikrobiyolojik özelliklerini incelemiştir. Elde edilen sonuçlar, yoğurt örneklerinin 28 günlük depolama boyunca laktik basil ve laktik kok sayılarının sırasıyla 5,20-8,32 ve 5,20-8,99 log₁₀ kob/g aralığında değiştiğini göstermiştir. Mevcut çalışmada üretilen yoğurt örneklerinin bu çalışmalara göre daha yüksek seviyede LAB içerdiği görülmektedir. Bunun yanında, çalışmada izole edilen LAB'lar kullanılarak üretilen tüm yoğurt örneklerinin 10⁷ log₁₀ kob/g'dan daha yüksek yoğurt bakterisi içerdiği ve bu açıdan Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Anonymous 2009) ve Codex Alimentarius (Anonymous 2003) ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Tablo 52. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Mikrobiyolojik Özellikleri (log₁₀ kob/g)

Örnek	Depolama (gün)	Mikrobiyolojik Özellikler (Ort±Ss)			
		Laktik Basil	Laktik Kok	Maya-Küf	Koliform
Pro	1	8,55±0,11	8,43±0,10	<2	<1
	7	8,23±0,10	8,58±0,44	<2	<1
	14	7,29±0,29	8,52±0,08	<2	<1
	21	8,25±0,09	8,45±0,16	<2	<1
	28	7,75±0,02	8,39±0,02	<2	<1
Gel	1	8,55±0,20	8,13±0,34	<2	<1
	7	8,24±0,01	8,32±0,06	<2	<1
	14	8,32±0,25	8,41±0,14	<2	<1
	21	8,45±0,01	8,03±0,23	<2	<1
	28	8,28±0,03	8,07±0,35	<2	<1
EPS-yoğurt	1	8,15±0,13	8,83±0,05	<2	<1
	7	8,41±0,15	8,77±0,01	<2	<1
	14	8,32±0,10	9,02±0,06	<2	<1
	21	8,39±0,04	8,49±0,03	<2	<1
	28	8,38±0,12	8,65±0,09	<2	<1
Kon	1	8,58±0,24	8,72±0,08	<2	<1
	7	8,57±0,07	8,83±0,01	<2	<1
	14	7,86±0,16	8,80±0,18	<2	<1
	21	7,96±0,14	8,96±0,05	<2	<1
	28	8,31±0,09	8,69±0,14	<2	<1

Pro: Probiyotik yoğurt örneği; Gel: Geleneksel yoğurt örneği; Kon: Kontrol yoğurt örneği; Ort: Ortalama değer; Ss: Standart sapma

Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Anonymous 2009) ve Codex Alimentarius (Anonymous 2003)'da belirtilen kriterlere göre, yoğurdun maya içermemesi gerekmektedir. Mevcut

çalışmada üretilen yoğurt örneklerinde, bu tebliğlere uygunluk ve üretim sırasındaki hijyen şartlarının kontrolü amacıyla maya-küf ve koliform grubu mikroorganizmaların varlığı araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, depolama boyunca yoğurt örneklerinin hiçbirisinde maya-küf ve koliform grubu mikroorganizmaların varlığına rastlanmamıştır (Tablo 52). Bu sonuçlar yoğurt örneklerinin tüzüğe uygunluğunu ve üretim sırasındaki hijyen şartlarının yeterliliğinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Benzer sonuçların elde edildiği birçok çalışma mevcuttur (Priyadarshani and Muthumuniarachchi 2018; Turgut and Cakmakci 2018; Fırat 2019; Kalyas and Ürkek 2022).

Çalışma kapsamında üretilen yoğurtların depolama boyunca laktik basil ve laktik kok sayıları arasında istatistiksel farkın ortaya konulması amacıyla gerçekleştirilen varyans analiz sonuçları Tablo 53'te verilmiştir.

Tablo 53. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Mikrobiyolojik Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Laktik Basil		Laktik Kok	
		KO	F	KO	F
Yoğurt Çeşidi (A)	3	0,26	12,97**	0,79	25,46**
Depolama (B)	4	0,30	15,27**	0,08	2,50
A × B	12	0,16	7,87**	0,03	0,96
Hata	20	0,02		0,03	
Genel	40				

* önemli ($p < 0,05$), ** çok önemli ($p < 0,01$), SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması

Varyans analizi sonucuna göre, laktik basil sayısı üzerine yoğurt çeşidi, depolama ve yoğurt çeşidi × depolama interaksiyonunun etkisinin $p < 0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Yoğurt örneklerine ait laktik basil sayım sonuçları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 54'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, depolama boyunca en düşük ortalama laktik basil içeriği (8,01 kob log/g) probiyotik yoğurt örneklerinde tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Geleneksel, EPS-yoğurt ve kontrol yoğurt örneklerinin laktik basil içeriklerinin ise sırasıyla 8,37, 8,33 ve 8,26 log₁₀ kob/g olduğu ve bu değerler arasında istatistiksel olarak herhangi bir farkın olmadığı belirlenmiştir ($p > 0,05$).

Tablo 54. Yoğurt Örneklerine Ait Laktik Basil Sayım Sonuçları Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	n	Laktik Basil Sayısı (\log_{10} kob/g)*
Pro	10	8,01±0,48 ^b
Gel	10	8,37±0,16 ^a
EPS-yoğurt	10	8,33±0,13 ^a
Kon	10	8,26±0,33 ^a

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır. n: Örnek sayısı; Pro: Probiyotik Yoğurt; Gel: Geleneksel Yoğurt; Kon: Kontrol Yoğurt Örneği

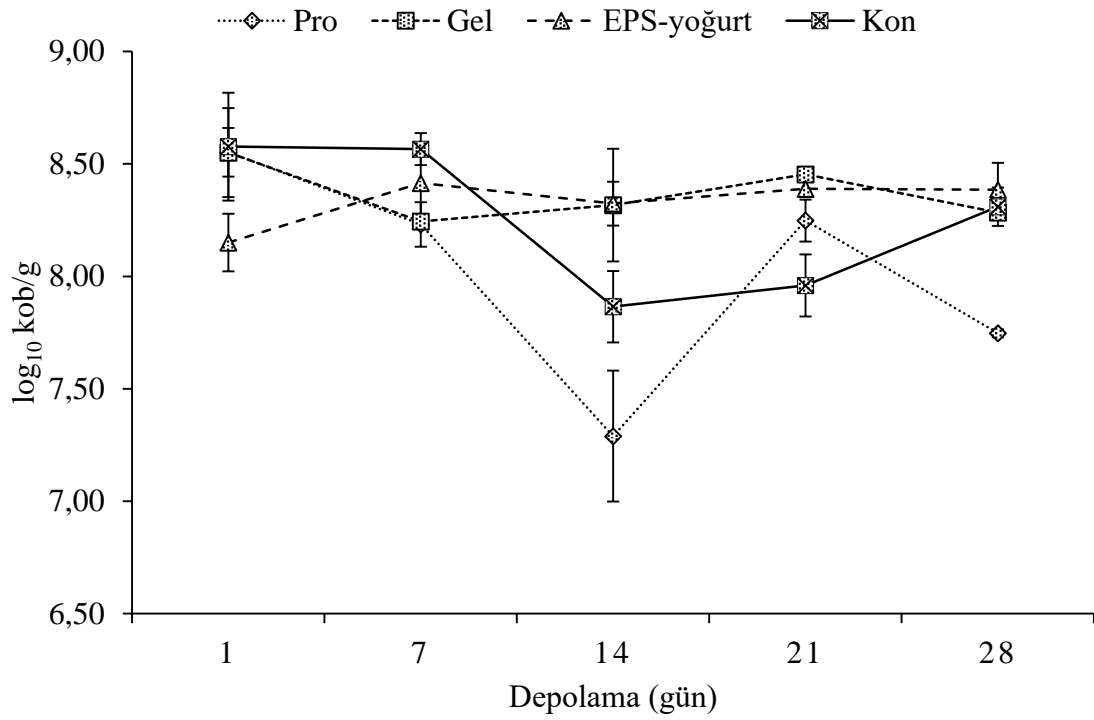
Yoğurt örneklerinin depolama boyunca laktik basil sayım sonuçları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 55’de verilmiştir. Depolama süresi boyunca yoğurt örneklerinin laktik basil içeriklerinin azalış gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). En yüksek laktik basil içeriği 1. günde (8,46 \log_{10} kob/g), en düşük ise 14. günde (7,95 \log_{10} kob/g) belirlenmiştir. Gustaw *et al.* (2011), Fırat (2019) ve Kalyas and Ürkek (2022) tarafından yapılan çalışmalarda da, yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca laktik basil sayılarında azalış tespit edilmiştir. Mevcut çalışmadan elde edilen bu sonuçların literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Tablo 55. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Laktik Basil Sayım Sonuçları Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama (gün)	n	Laktik Basil Sayısı (\log_{10} kob/g)*
1	8	8,46±0,23 ^a
7	8	8,36±0,16 ^{ab}
14	8	7,95±0,48 ^d
21	8	8,26±0,21 ^{bc}
28	8	8,18±0,28 ^c

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır. n: Örnek sayısı

Yoğurt örneklerinin laktik basil içerikleri üzerine yoğurt çeşidi \times depolama interaksiyonunun istatistiksel olarak etkili olduğu belirlenmiş ($p<0,01$) ve bu interaksiyon Şekil 39’da verilmiştir. Şekilde de görüldüğü üzere, depolama boyunca en düşük laktik basil içeriği depolamanın 14. gününde probiyotik yoğurt örneğinde görülmüştür. Öte yandan, depolamanın 1. gününde probiyotik, geleneksel ve kontrol yoğurt örneklerinin, 28. günde ise geleneksel, EPS-yoğurt ve kontrol örneklerinin benzer laktik basil içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 39. Yoğurt örneklerinin laktik basil değerleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama süresi interaksiyonunun etkisi (Pro: Probiyotik yoğurt örneği; Gel: Geleneksel yoğurt örneği; Kon: Kontrol yoğurt örneği)

Yoğurt örneklerinin laktik kok sayıları üzerine, depolama boyunca yoğurt çeşidinin etkili olduğu ($p < 0,01$), depolama ve yoğurt çeşidi × depolama interaksiyonunun etkili olmadığı ($p > 0,05$) belirlenmiştir. Yoğurt örneklerine ait laktik kok sayım sonuçları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 56’da verilmiştir. Buna göre, depolama boyunca geleneksel yoğurt örneğinin ortalama laktik kok sayısının en düşük ($8,19 \pm 0,24 \log_{10}$ kob/g), EPS-yoğurt ($8,75 \pm 0,19 \log_{10}$ kob/g) ve kontrol örneklerinin ($8,80 \pm 0,13 \log_{10}$ kob/g) ise en yüksek olduğu saptanmıştır.

Tablo 56. Yoğurt Örneklerine Ait Laktik Kok Sayım Sonuçları Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	n	Laktik Kok Sayısı (\log_{10} kob/g)*
Pro	10	$8,48 \pm 0,18^b$
Gel	10	$8,19 \pm 0,24^c$
EPS-yoğurt	10	$8,75 \pm 0,19^a$
Kon	10	$8,80 \pm 0,13^a$

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden $p < 0,05$ düzeyinde farklıdır. n: Örnek sayısı; Pro: Probiyotik Yoğurt; Gel: Geleneksel Yoğurt; Kon: Kontrol Yoğurt Örneği

Mevcut çalışma kapsamında, yoğurt örneklerinin depolama boyunca laktik kok sayım sonuçları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 57’de sunulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre yoğurt örneklerinin depolama boyunca ortalama laktik kok

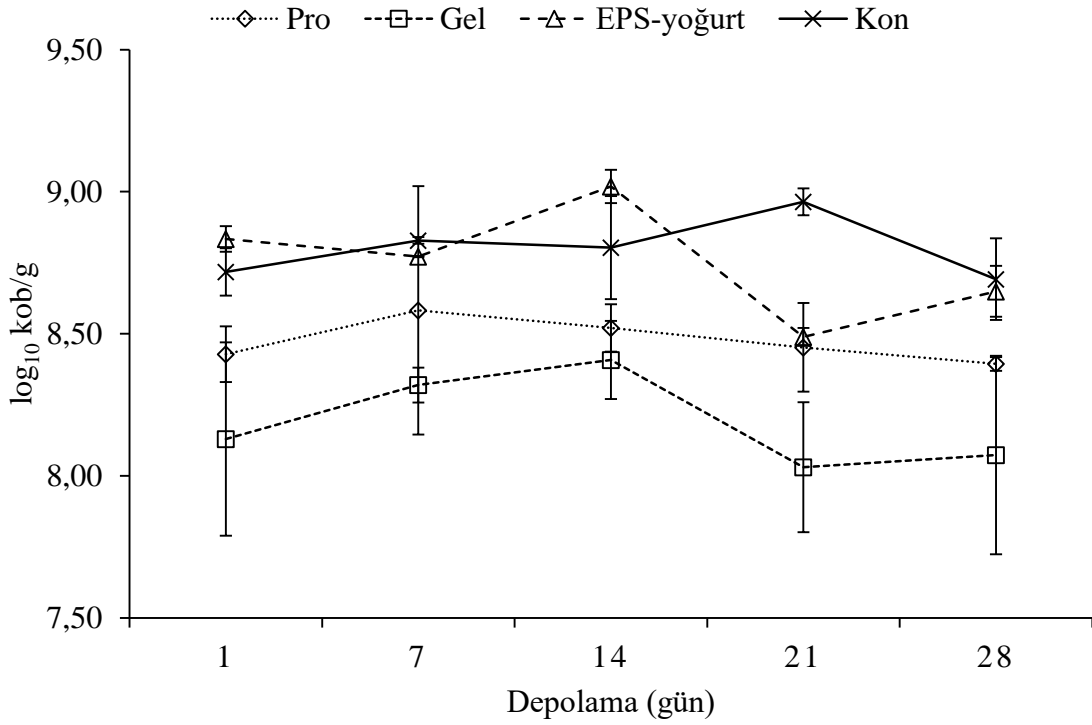
sayılarının istatistiksel olarak birbirinden farklı olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Depolamanın 1. gününde örneklerin ortalama laktik kok içeriklerinin $8,53\pm 0,32 \log_{10}$ kob/g, 28. gününde ise $8,45\pm 0,30 \log_{10}$ kob/g olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak önemli olmasa da depolama boyunca yoğurt örneklerinin ortalama laktik kok sayılarında azalış görülmektedir. Gustaw *et al.* (2011) tarafından yapılan çalışmada da, yoğurtların depolama süresi boyunca laktik kok sayılarının azaldığı tespit edilmiştir. Öte yandan, Fırat (2019), yoğurt örneklerinin laktik kok sayılarının depolama süresi boyunca $8,46\pm 0,01$ 'den $5,33\pm 0,05 \log_{10}$ kob/g'a düştüğünü ve bu düşüşün istatistiksel olarak önemli olduğunu belirlemiştir. Son olarak, Kalyas and Ürkek (2022) tarafından yapılan çalışmada ise, yoğurt örneklerinin depolama boyunca laktik kok içeriklerinin $7,16\pm 1,65$ ile $9,05\pm 0,02 \log_{10}$ kob/g aralığında değiştiğini ve bu değişimin istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur.

Tablo 57. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Laktik Kok Sayım Sonuçları Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama (gün)	n	Laktik Kok Sayısı (\log_{10} kob/g)*
1	8	$8,53\pm 0,32^a$
7	8	$8,63\pm 0,27^a$
14	8	$8,69\pm 0,27^a$
21	8	$8,48\pm 0,37^a$
28	8	$8,45\pm 0,30^a$

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır. n: Örnek sayısı

Yoğurt örneklerinin depolama boyunca laktik kok içerikleri üzerine yoğurt çeşidi \times depolama interaksiyonunun etkili olmadığı belirlenmiş ($p>0,05$) ve söz konusu interaksiyon Şekil 40'ta verilmiştir. Geleneksel yoğurt örneğinin depolama boyunca diğer örneklerle göre daha düşük sayıda laktik kok içerdiği belirlenmiştir. Öte yandan, EPS-yoğurt ve kontrol örneklerinin depolama boyunca benzer laktik kok içeriklerine sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 40. Yoğurt örneklerinin laktik kok değerleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama süresi interaksiyonunun etkisi (Pro: Probiyotik yoğurt örneği; Gel: Geleneksel yoğurt örneği; Kon: Kontrol yoğurt örneği)

Depolama boyunca yoğurt örneklerinden elde edilen sonuçlar üzerine gerçekleştirilen korelasyon analiz sonuçları Ek-2’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, yoğurt örneklerinin laktik basil içerikleri ile viskozite (20 rpm) orta düzeyde negatif yönde ($r=-,340$; $p<0,05$), laktik asit içeriği arasında ise güçlü düzeyde negatif yönde ($r=-,581$; $p<0,01$) ilişki olduğu belirlenmiştir.

Yoğurtların fizikokimyasal özellikleri

Fermente süt ürünleri üzerine hazırlanan tebliğlere göre, yoğurtların bazı fizikokimyasal özellikleri taşınması gerekmektedir. Bunlardan en önemlisi ise pH ve % asitliktir. Codex Alimentarius (Anonymous 2003)’a göre yoğurt en az 0,6 g/100 g asitliğe, Fermente Süt Ürünleri Tebliği’ne (Anonymous 2009) göre ise 0,6-1,5 g/100 g aralığında asitliğe sahip olmalıdır. Asitlik ile pH arasında da ters bir ilişki olduğu bilindiğinden, bu iki özellik fermente ürünlerde raf ömrünü etkileyen en önemli unsurlardır. Öte yandan, serum ayrılması tüketici beğenisini doğrudan etkileyebilen ve özellikle yoğurtta istenmeyen bir özellik olarak karşımıza çıkmaktadır (Domagala *et al.* 2013; Dönmez *et al.* 2017). Bu çalışmada üretilen yoğurt örneklerinin 28 günlük depolama periyodu boyunca pH, % asitlik ve su tutma kapasiteleri belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 58’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; probiyotik, geleneksel, EPS-yoğurt ve kontrol yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH değerlerinin sırasıyla 4,38-4,54, 4,08-4,52, 4,00-4,47 ve 3,95-4,33 aralığında değiştikleri belirlenmiştir. Diğer taraftan, tüm örneklerin asitlik değerlerinin 0,76 ile 1,21 g/100 g aralığında

değiştirdiği gözlemlenmiştir. Depolama boyunca en düşük % asitlik değeri probiyotik yoğurt örneğinin 1. gününde, en yüksek değer ise kontrol örneğinin 21. gününde tespit edilmiştir. Yoğurt örneklerinin su tutma kapasitelerinin ise depolama boyunca % 46,52-55,17 aralığında değiştiği saptanmıştır.

Tablo 58. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca pH, Asitlik ve Su Tutma Kapasiteleri

Örnek	Depolama (gün)	Fizikokimyasal Özellikler (Ort±Ss)		
		pH	%Asitlik (g/100 g)	Su Tutma Kapasitesi (%)
Pro	1	4,54±0,10	0,76±0,03	53,02±0,41
	7	4,46±0,05	0,75±0,08	55,17±1,29
	14	4,49±0,01	0,81±0,02	52,78±2,23
	21	4,38±0,05	0,88±0,01	46,52±1,32
	28	4,39±0,07	0,87±0,04	52,88±1,03
Gel	1	4,52±0,03	0,98±0,04	51,81±0,13
	7	4,23±0,12	0,98±0,03	53,43±0,21
	14	4,10±0,02	1,07±0,01	51,63±0,56
	21	4,06±0,05	1,14±0,05	47,64±0,27
	28	4,08±0,07	1,11±0,08	53,64±0,54
EPS-yoğurt	1	4,47±0,10	0,89±0,02	52,90±0,49
	7	4,17±0,08	0,94±0,06	52,72±0,30
	14	4,06±0,03	1,10±0,02	51,81±0,35
	21	4,04±0,01	1,13±0,02	51,18±0,72
	28	4,00±0,02	1,13±0,01	51,36±0,31
Kon	1	4,33±0,08	0,86±0,04	53,44±2,78
	7	4,08±0,07	0,98±0,05	54,21±2,53
	14	4,08±0,03	1,08±0,02	51,43±1,45
	21	4,09±0,07	1,21±0,09	49,48±2,11
	28	3,95±0,04	1,18±0,05	48,11±2,32

Pro: Probiyotik Yoğurt; Gel: Geleneksel Yoğurt; Kon: Kontrol Yoğurt Örneği; Ort: Ortalama değer; Ss: Standart sapma

Çalışma kapsamında üretilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH, % asitlik ve su tutma kapasitesi sonuçları üzerine gerçekleştirilen varyans analiz sonuçları Tablo 59’da verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre, örneklerin pH değerleri üzerine yoğurt çeşidi ve depolamanın $p<0,01$; yoğurt çeşidi × depolama interaksiyonunun ise $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Ek olarak, örneklerin % asitlik değerleri üzerine yoğurt çeşidi ve depolamanın etkili olduğu ($p<0,01$), yoğurt çeşidi × depolama interaksiyonunun ise etkili

olmadığı ($p>0,05$) görülmektedir. Son olarak, yoğurt örneklerinin su tutma kapasiteleri üzerine yoğurt çeşidinin etkisinin olmadığı ($p>0,05$), depolama ve yoğurt çeşidi \times depolama interaksiyonunun ise sırasıyla $p<0,01$ ve $p<0,05$ düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 59. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Mikrobiyolojik Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	pH		% Asitlik		Su Tutma Kapasitesi	
		KO	F	KO	F	KO	F
Yoğurt Çeşidi (A)	3	0,24	60,68**	0,14	74,55**	1,18	0,63
Depolama (B)	4	0,16	40,30**	0,08	40,07**	29,96	15,96**
A \times B	12	0,01	2,61*	0,01	1,95	5,79	3,08*
Hata	20	0,01		0,01		1,88	
Genel	40						

* önemli ($p<0,05$), ** çok önemli ($p<0,01$), SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması

Yoğurt örneklerine ait pH değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 60’da verilmiştir. Sonuçlar yoğurt çeşidinin pH değerleri üzerinde çok önemli derecede farklılığa sebep olduğunu göstermiştir ($p<0,01$). Elde edilen sonuçlara göre, probiyotik yoğurt örneğinin depolama boyunca pH değerlerinin ortalamasının en yüksek ($4,45\pm 0,08$), kontrol örneğinin ise en düşük olduğu belirlenmiştir ($4,10\pm 0,14$). Geleneksel ve EPS-yoğurt örneklerinin ise depolama boyunca ortalama pH değerlerinin sırasıyla $4,20\pm 0,19$ ve $4,15\pm 0,19$ olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde, yoğurt çeşidinin farklılığından kaynaklanan pH farklılıklarının depolama boyunca gözlemlendiği farklı çalışmalar mevcuttur (Fırat 2019; Kalyas and Ürkek 2022).

Tablo 60. Yoğurt Örneklerine Ait pH Değerlerinin Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	n	pH*
Pro	10	$4,45\pm 0,08^a$
Gel	10	$4,20\pm 0,19^b$
EPS-yoğurt	10	$4,15\pm 0,19^{bc}$
Kon	10	$4,10\pm 0,14^c$

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır. n: Örnek sayısı; Pro: Probiyotik Yoğurt; Gel: Geleneksel Yoğurt; Kon: Kontrol Yoğurt Örneği

Yoğurt örneklerin depolama süresi boyunca pH değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 61’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinin pH değerleri ortalamalarının depolama boyunca sürekli azalış gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Buna göre, örneklerin en yüksek ortalama pH değerleri depolamanın 1. gününde ($4,47\pm 0,11$), en

düşük ise 28. gününde belirlenmiştir ($4,11\pm0,19$). Yoğurt üretiminden sonra depolama süresi boyunca mikrobiyal gelişimin yavaş da olsa devam ettiği bilindiğinden dolayı, bu beklenen bir sonuçtur (Xu *et al.* 2015). Benzer şekilde, Meng *et al.* (2014) ve Arora *et al.* (2021) tarafından yapılan çalışmalarda da, yoğurt örneklerinin pH değerlerinin depolama boyunca azalış gösterdiği tespit edilmiştir. Priyadarshani and Muthumuniarachchi (2018) tarafından yapılan çalışmada, üretilen yoğurtların 28 günlük depolama boyunca pH değerleri belirlenmiş ve sonuçlar, yoğurt örneklerinin depolama sonunda pH değerlerinin 4,34'e kadar düştüğünü göstermiştir.

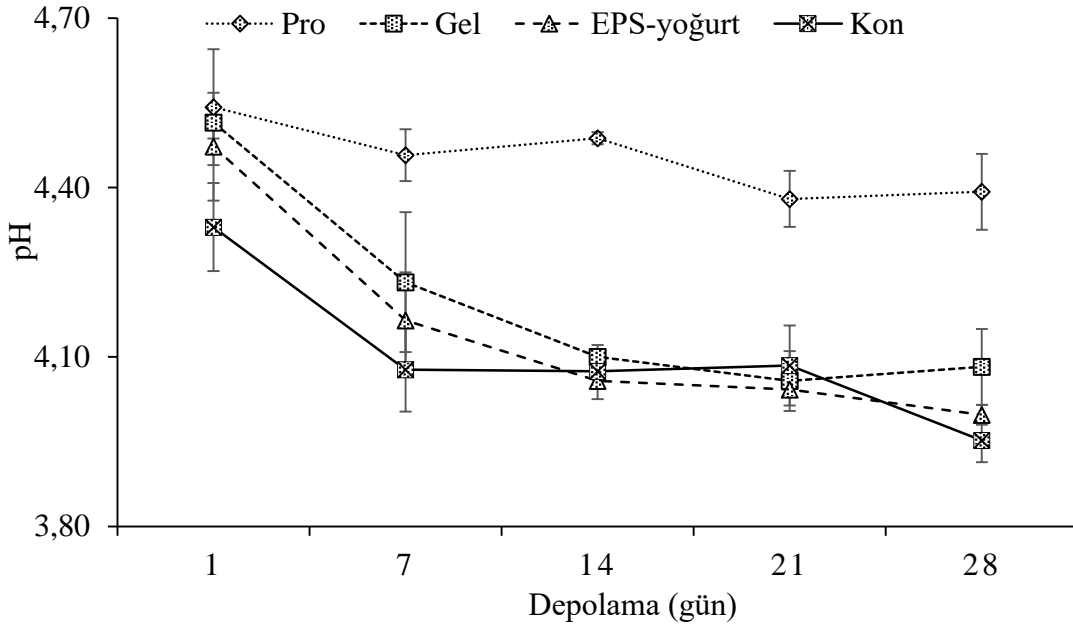
Tablo 61. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca pH Değerlerinin Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama (gün)	n	pH*
1	8	4,47±0,11 ^a
7	8	4,23±0,16 ^b
14	8	4,18±0,19 ^{bc}
21	8	4,14±0,15 ^{cd}
28	8	4,11±0,19 ^d

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır. n: Örnek sayısı

Çalışma kapsamında üretilen probiyotik, geleneksel, EPS-yoğurt ve kontrol yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH değerleri ortalamaları üzerine yoğurt çeşidi × depolama interaksiyonunun $p<0,05$ düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu interaksiyon Şekil 41'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar probiyotik yoğurt örneğinin diğerlerine göre depolama boyunca daha yüksek pH değerine sahip olduğunu göstermiştir ($p<0,05$). Mevcut çalışmada, geleneksel yoğurt örneğinin üretimi için 169M ve 212S, probiyotik yoğurt örneği için ise 239M ve 212S izolatları kullanılmıştır (Tablo 50). Bu iki yoğurt örneğinin depolama süresi boyunca pH değerlerindeki farklılığın, yoğurt üretiminde 239M numaralı izolatın kullanılmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Söz konusu izolatın yoğurt üretiminde kullanılması, muhtemel probiyotik özelliğe sahip olmasından ve depolama boyunca yavaş aktivite gösterdiğinden dolayı, hem sağlık üzerine olumlu etkilere sahip hem de daha uzun ömürlü yoğurt üretimini mümkün kılabilir. Öte yandan, geleneksel, EPS-yoğurt ve kontrol yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH değerlerinin birbirine benzer olduğu görülmektedir. Şekil 41 incelendiğinde, yoğurtların depolama boyunca pH değerlerinde bazı dalgalanmalar olduğu, pH azalışının sürekli bir şekilde devam etmediği görülmektedir. Kumari *et al.* (2015) ve Priyadarshani and Muthumuniarachchi (2018) tarafından yapılan çalışmalarda da, benzer sonuçların elde edildiği görülmektedir. Bu durumun gıdanın/ortamın tamponlama kapasitesi ile ilgili olduğu ve yüksek tamponlama özelliğine sahip gıdalarda/ortamlarda pH değişikliklerinin

daha sınırlı olabileceği bilinmektedir (Kailasapathy *et al.* 2008). Cakmakci *et al.* (2012) tarafından yapılan çalışmada, yoğurt örneklerinin 14 günlük depolama boyunca pH değerlerinin 4,49'dan 4,16'ya düştüğü belirlenmiştir. Ek olarak, Izadi *et al.* (2015) yoğurt örneklerinin 28 günlük depolama periyodu boyunca pH değerlerinin 4,59'dan 4,18'e düştüğünü bildirmişlerdir.



Şekil 41. Yoğurt örneklerinin pH değerleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama süresi interaksiyonunun etkisi (Pro: Probiyotik yoğurt örneği; Gel: Geleneksel yoğurt örneği; Kon: Kontrol yoğurt örneği)

Çalışma kapsamında üretilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca % asitlik ortalamaları üzerine yoğurt çeşidinin $p < 0,01$ düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir. Söz konusu örneklere ait % asitlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 62'de verilmiştir. Sonuçlar, depolama boyunca en düşük % asitlik ortalamasının $0,81 \pm 0,07$ g/100 g ile probiyotik örneğine ait olduğunu göstermiştir ($p < 0,05$). Öte yandan, geleneksel, EPS-yoğurt ve kontrol yoğurt örneklerinin depolama boyunca % asitlik ortalamalarının sırasıyla $1,05 \pm 0,08$; $1,04 \pm 0,11$ ve $1,06 \pm 0,14$ g/100 g olduğu ve bu değerler arasında istatistiksel bir farkın olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Fırat (2019) ve Kalyas and Ürkek (2022) tarafından yapılan çalışmalarda da, üretim farklılıklarından dolayı yoğurt örneklerinin depolama boyunca farklı % asitlik değerlerine sahip oldukları bildirilmiştir.

Tablo 62. Yoğurt Örneklerine Ait Asitlik Değerlerinin Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	n	Asitlik (%)*
Pro	10	0,81±0,07 ^b
Gel	10	1,05±0,08 ^a
EPS-yoğurt	10	1,04±0,11 ^a
Kon	10	1,06±0,14 ^a

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır. n: Örnek sayısı; Pro: Probiyotik Yoğurt; Gel: Geleneksel Yoğurt; Kon: Kontrol Yoğurt Örneği

Yoğurt örneklerinin depolama boyunca % asitlik ortalamaları üzerine gerçekleştirilen Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 63’de verilmiştir. Yoğurt örneklerinin % asitlik ortalamaları üzerine depolamanın $p<0,01$ düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir. Yoğurt örnekleri arasında en düşük % asitlik ortalaması $0,87\pm0,09$ g/100 g ile depolamanın 1. gününde, en yüksek ise $1,09\pm0,14$ ve $1,07\pm0,13$ g/100 g ile sırasıyla depolamanın 21 ve 28. gününde tespit edilmiştir. Depolamanın 28. günü hariç olmak üzere, yoğurt örneklerinin ortalama % asitlik değerleri sürekli bir artış göstermiştir. Meng *et al.* (2014) ve Arora *et al.* (2021) tarafından yapılan çalışmalarda da, yoğurtların depolama boyunca % asitlik değerlerinin artış gösterdiği bildirilmiştir. Depolama boyunca mikrobiyal aktivitenin devam etmesinden dolayı bu beklenen bir durumdur (Xu *et al.* 2015).

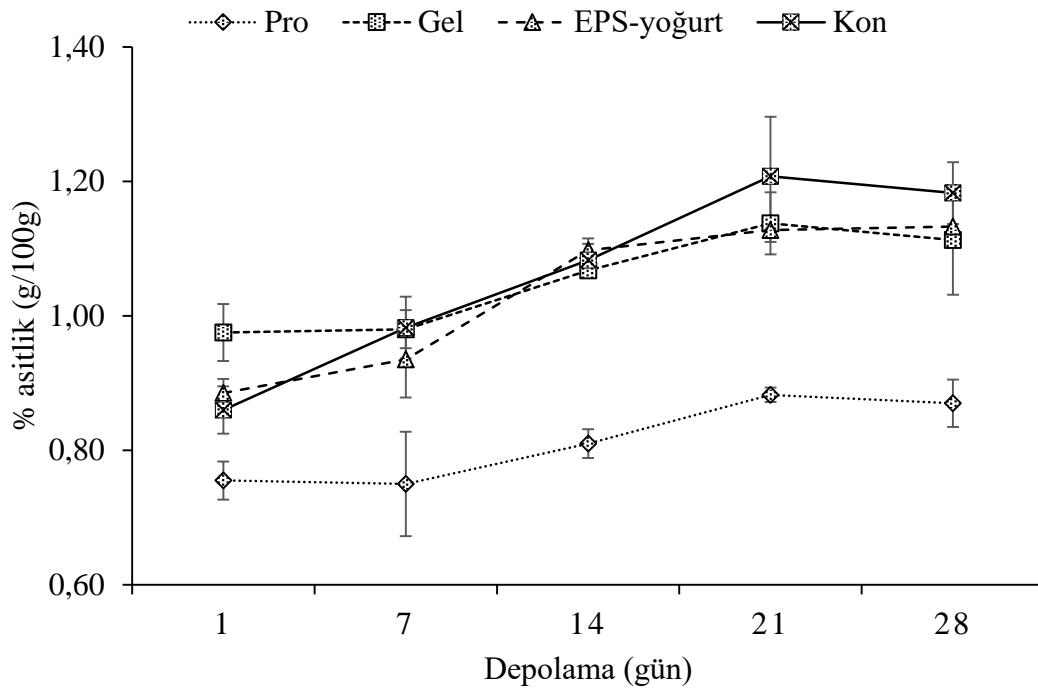
Tablo 63. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Asitlik Değerlerinin Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama (gün)	n	Asitlik (%)*
1	8	0,87±0,09 ^c
7	8	0,91±0,11 ^c
14	8	1,01±0,13 ^b
21	8	1,09±0,14 ^a
28	8	1,07±0,13 ^a

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır. n: Örnek sayısı

Yoğurt örneklerinin % asitlik ortalamaları üzerine yoğurt çeşidi \times depolama interaksyonunun etkili olmadığı tespit edilmiş ($p>0,05$) ve bu interaksyon Şekil 42’de verilmiştir. Sonuçlar, geleneksel, EPS-yoğurt ve kontrol yoğurt örneklerinin depolama boyunca benzer % asitlik değerlerine sahip olduğunu göstermiştir. Öte yandan, probiyotik yoğurt örneğinin diğerlerine göre depolama boyunca daha düşük % asitlik değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Probiyotik yoğurt örneğinden kullanılan 239M izolatının daha düşük asit oluşturma yeteneğine sahip olduğu ve söz konusu izolat kullanılarak üretilen yoğurtların sağlık üzerine olumlu etkilerinin yanında daha uzun bir raf ömrüne sahip olacağı da

görülmektedir. Tüm örneklerin % asitlik değerleri 21. güne kadar sürekli bir artış göstermiş, 28. günde ise azalmıştır. Bu durumun gıdaların tamponlama özelliğinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir (Kailasapathy *et al.* 2008) ve benzer sonuçların elde edildiği çalışmalar da mevcuttur (Kumari *et al.* 2015; Priyadarshani and Muthumuniarachchi 2018). Cakmakci *et al.* (2012) ürettikleri yoğurtların 14 günlük depolama boyunca % asitlik değerlerinin 0,85'ten 1,04 g/100 g'a yükseldiğini bildirmişlerdir. Öte yandan, Izadi *et al.* (2015) tarafından yapılan çalışmada, üretilen yoğurt örneklerinin 28 günlük depolama boyunca % asitlik değerlerinin $0,79\pm 0,01$ 'den $0,97\pm 0,01$ 'e yükseldiği tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada üretilen yoğurt örneklerinin depolama boyunca % asitlik değerlerinin 0,60-1,50 g/100 g aralığında olduğu ve hem Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne (Anonymous 2009) hem de Codex Alimentarius (Anonymous 2003)'a uygun olduğu belirlenmiştir.



Şekil 42. Yoğurt örneklerinin asitlik değerleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama süresi interaksiyonunun etkisi (Pro: Probiyotik yoğurt örneği; Gel: Geleneksel yoğurt örneği; Kon: Kontrol yoğurt örneği)

Yoğurt örneklerinin depolama boyunca su tutma kapasiteleri üzerine yoğurt çeşidinin etkili olmadığı belirlenmiş ($p>0,05$) ve sonuçlar Tablo 64'te verilmiştir. Buna göre, yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi değerlerinin depolama boyunca % 51,33-52,07 arasında değiştiği belirlenmiştir. Amatayakul *et al.* (2006) ve Güler-Akın *et al.* (2009) tarafından EPS üreten starter kültürlerin yoğurt üretiminde kullanılması ile su tutma kapasitesinin artırılacağı belirtilmiştir. Ancak, mevcut çalışmada, EPS üretme yeteneğine sahip 108S

numaralı izolata kullanıldığı EPS-yoğurt örneklerinin su tutma kapasiteleri ile diğer örnekler arasında herhangi bir değişiklik tespit edilememiştir ($p>0,05$).

Tablo 64. Yoğurt Örneklerine Ait Su Tutma Kapasitesi Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	n	Su Tutma Kapasitesi (%)*
Pro	10	52,07±3,24 ^a
Gel	10	51,63±2,29 ^a
EPS-yoğurt	10	51,99±0,81 ^a
Kon	10	51,33±2,97 ^a

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır. n: Örnek sayısı; Pro: Probiyotik Yoğurt; Gel: Geleneksel Yoğurt; Kon: Kontrol Yoğurt Örneği

Yoğurt örneklerinin su tutma kapasiteleri üzerine depolamanın $p<0,01$ düzeyinde etkili olduğu belirlenmiş ve gerçekleştirilen Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 65’de verilmiştir. Buna göre, en düşük ortalama su tutma kapasitesi % 48,70±2,14 ile depolamanın 21. gününde, en yüksek ise % 53,88 ile 7. günde belirlenmiştir. Sonuçlar, yoğurt örneklerinin su tutma kapasitelerinin sürekli bir azalış veya artış göstermediğini, depolama boyunca değişkenlik olduğunu göstermiştir. Izadi *et al.* (2015) tarafından yapılan çalışmada, yoğurt örneklerinin 28 günlük depolama boyunca su tutma kapasiteleri belirlenmiştir. Söz konusu çalışmada, örneklerin su tutma kapasitelerinin depolama günleri boyunca sürekli bir azalış veya artış göstermediği belirlenmiştir.

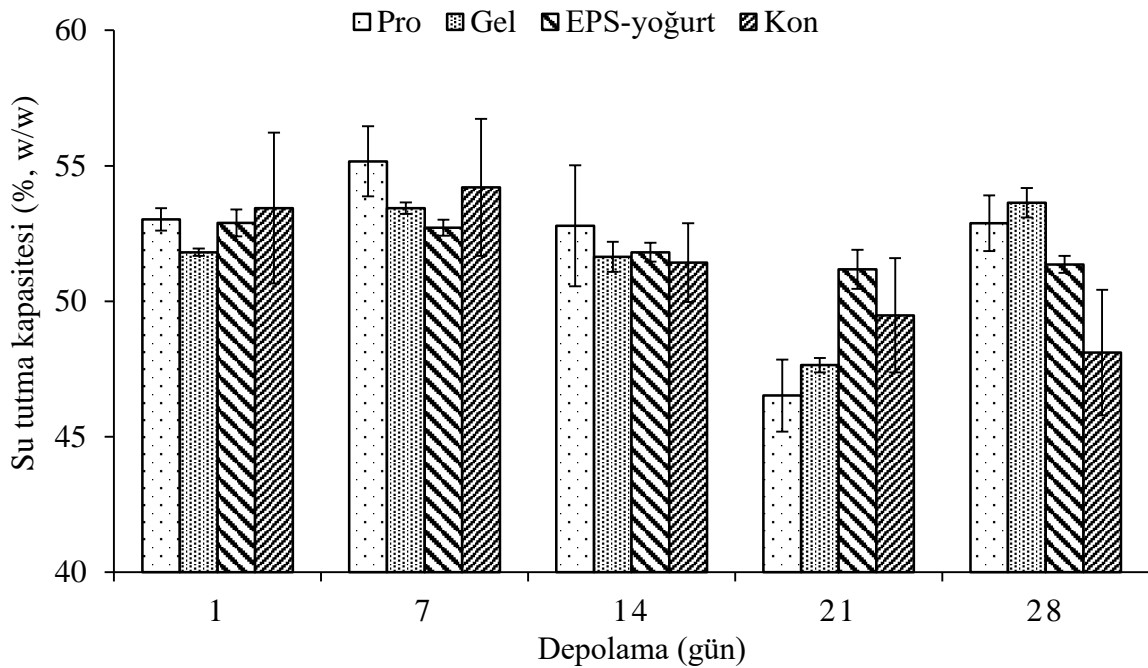
Tablo 65. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Su Tutma Kapasitesi Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama (gün)	n	Su Tutma Kapasitesi (%)*
1	8	52,79±1,26 ^{ab}
7	8	53,88±1,46 ^a
14	8	51,91±1,18 ^b
21	8	48,70±2,14 ^c
28	8	51,50±2,47 ^b

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır. n: Örnek sayısı

Mevcut çalışmada, yoğurt örneklerinin su tutma kapasiteleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama interaksyonunun $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiş ve bu interaksyon Şekil 43’te verilmiştir. Depolama boyunca örneklerin su tutma kapasitelerinin % 46,52±1,32 ile 55,17±1,29 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Yoğurt örneklerinin su tutma kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılacak santrifüj ve drenaj metodu gibi farklı

yöntemler mevcuttur (Domagala 2009). Bu çalışmada santrifüj metodu kullanılmış olup, bu iki metot ile belirlenen sonuçlar arasında farklılıklar olabilir. Örneğin, Izadi *et al.* (2015) direnaj metodu ile yoğurt örneklerinin 28 günlük depolama boyunca serum ayrılması yüzdelere belirlemişler ve bu değerlerin % 30,88-44,00 aralığında olduğunu belirlenmiştir. Öte yandan, Domagala *et al.* (2013) 14 günlük depolama sonunda yoğurt örneklerinin su tutma kapasitelerini santrifüj metodu ile % 44,00±2,00 olarak tespit etmişlerdir. Ek olarak, Temiz *et al.* (2012) ise aynı metodu kullanarak yoğurt örneklerinin su tutma kapasitelerinin % 41,0 ile 49,0 aralığında olduğunu belirlemişlerdir. Mevcut çalışma göz önünde bulundurulduğunda, yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi sonuçları diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir.



Şekil 43. Yoğurt örneklerinin su tutma kapasiteleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama süresi interaksiyonunun etkisi (Pro: Probiyotik yoğurt örneği; Gel: Geleneksel yoğurt örneği; Kon: Kontrol yoğurt örneği)

Önemli bir fermente süt ürünü olan yoğurdun tekstürel yapısı tüketici beğenisi açısından oldukça önemlidir (Patel and Roy 2016; Yao *et al.* 2017). Bu çalışmada, starter kültür farklılıkları ve depolamanın yoğurt örneklerinin viskoziteleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, yoğurt örneklerinin 20 ve 50 rpm’de viskozite değerleri belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 66’da verilmiştir. Bu sonuçlara göre, yoğurt örneklerinin 20 ve 50 rpm’de viskozite değerlerinin sırasıyla 7546,00-14199,00 ve 2897,33-5732,03 cP aralığında değiştiği ve EPS-yoğurt örneğinin en düşük, probiyotik yoğurt örneğinin ise en yüksek viskozite değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Şevgin (2023) tarafından yapılan çalışmada üretilen yoğurtların 20 rpm’de viskozite değerleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinin depolama boyunca 5908,3-6883,30 cP aralığında olduğunu göstermiştir. Söz

konusu çalışmada yoğurt üretimi için kullanılan inek sütünün kurumadde oranının daha düşük olduğu görülmektedir (% 12,50) ve bu sebeple yoğurtların daha düşük viskoziteye sahip olduğu düşünülmektedir. Kalyas (2020) ise ürettiği yoğurtların viskozite değerlerinin depolama boyunca 4148,11- 6489,96 cP aralığında değiştiğini belirtmiştir.

Tablo 66. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Viskozite Değerleri (Ort±Ss)

Örnek	Depolama (gün)	Viskozite Değerleri (cP)	
		20 rpm	50 rpm
Pro	1	9522,50±954,06	3428,53±334,13
	7	12111,67±1397,26	4709,03±628,47
	14	13887,00±1727,40	5732,03±814,88
	21	14199,00±1406,89	4824,00±1169,57
	28	12930,00±1971,56	4850,23±736,30
Gel	1	8481,50±843,45	3589,50±337,06
	7	11584,67±1007,61	4766,97±338,46
	14	11771,67±862,76	4580,57±345,43
	21	12523,33±655,45	4181,90±371,13
	28	12393,67±489,92	5401,07±323,73
EPS-yoğurt	1	7718,67±702,04	2897,33±229,04
	7	9677,33±1346,42	3616,40±650,15
	14	12128,33±1667,58	4442,93±477,43
	21	9100,67±1371,88	4872,27±484,49
	28	9960,67±1165,26	4466,00±247,16
Kon	1	7546,00±687,79	3829,33±396,32
	7	8864,33±980,58	3386,53±326,72
	14	9800,00±650,36	4223,87±493,90
	21	9353,67±798,55	4445,50±490,31
	28	11047,37±943,84	5032,27±459,67

Pro: Probiyotik Yoğurt; Gel: Geleneksel Yoğurt; Kon: Kontrol Yoğurt Örneği; Ort: Ortalama değer; Ss: Standart sapma

Yoğurt örneklerinin viskozite değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 67’de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçlarına göre; yoğurt çeşidi, depolama ve yoğurt çeşidi × depolama interaksyonunun hem 20 hem de 50 rpm’deki viskozite değerleri üzerine $p < 0,01$ düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Tablo 67. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Viskozite Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	20 rpm		50 rpm	
		KO	F	KO	F
Yoğurt Çeşidi (A)	3	663331281,34	499,38**	26407729,86	93,83**
Depolama (B)	4	495474332,32	373,01**	86484169,62	307,28**
A × B	12	43606231,70	32,83**	14223212,22	50,53**
Hata	1180	1328300,51		281453,32	
Genel	1200				

* önemli (p<0,05), ** çok önemli (p<0,01), SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması

Yoğurt örneklerine ait 20 ve 50 rpm’de belirlenen viskozite değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 68’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, hem 20 hem de 50 rpm’de en yüksek viskozite değeri sırasıyla 12530,03 ve 4708,77 cP olmak üzere probiyotik yoğurt örneğinde belirlenmiştir (p<0,05). Öte yandan, en düşük viskozite değerine sahip örneklerin ise 20 rpm’de kontrol, 50 rpm’de ise EPS-yoğurt örneği olduğu saptanmıştır. EPS üreten izolatların kullanıldığı EPS-yoğurt örneğinin viskozite değerinin diğer örneklerle göre daha yüksek olmadığı belirlenmiştir. Benzer şekilde, Yerlikaya *et al.* (2013) ve Ahmed (2023) tarafından yapılan çalışmalarda da, üretimde kullanılan starter kültür farklılıklarının yoğurtların viskozite değerleri üzerinde istatistiksel olarak farklılığa sebep olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 68. Yoğurt Örneklerine Ait Viskozite Değerlerinin Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	n	20 rpm*	50 rpm*
Pro	300	12530,03±2263,19 ^a	4708,77±1074,05 ^a
Gel	300	11350,97±1677,04 ^b	4504,00±693,98 ^b
EPS-yoğurt	300	9717,13±1923,43 ^c	4058,99±838,31 ^d
Kon	300	9322,27±1409,45 ^d	4183,50±707,54 ^c

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden p<0,05 düzeyinde farklıdır. n: Örnek sayısı; Pro: Probiyotik Yoğurt; Gel: Geleneksel Yoğurt; Kon: Kontrol Yoğurt Örneği

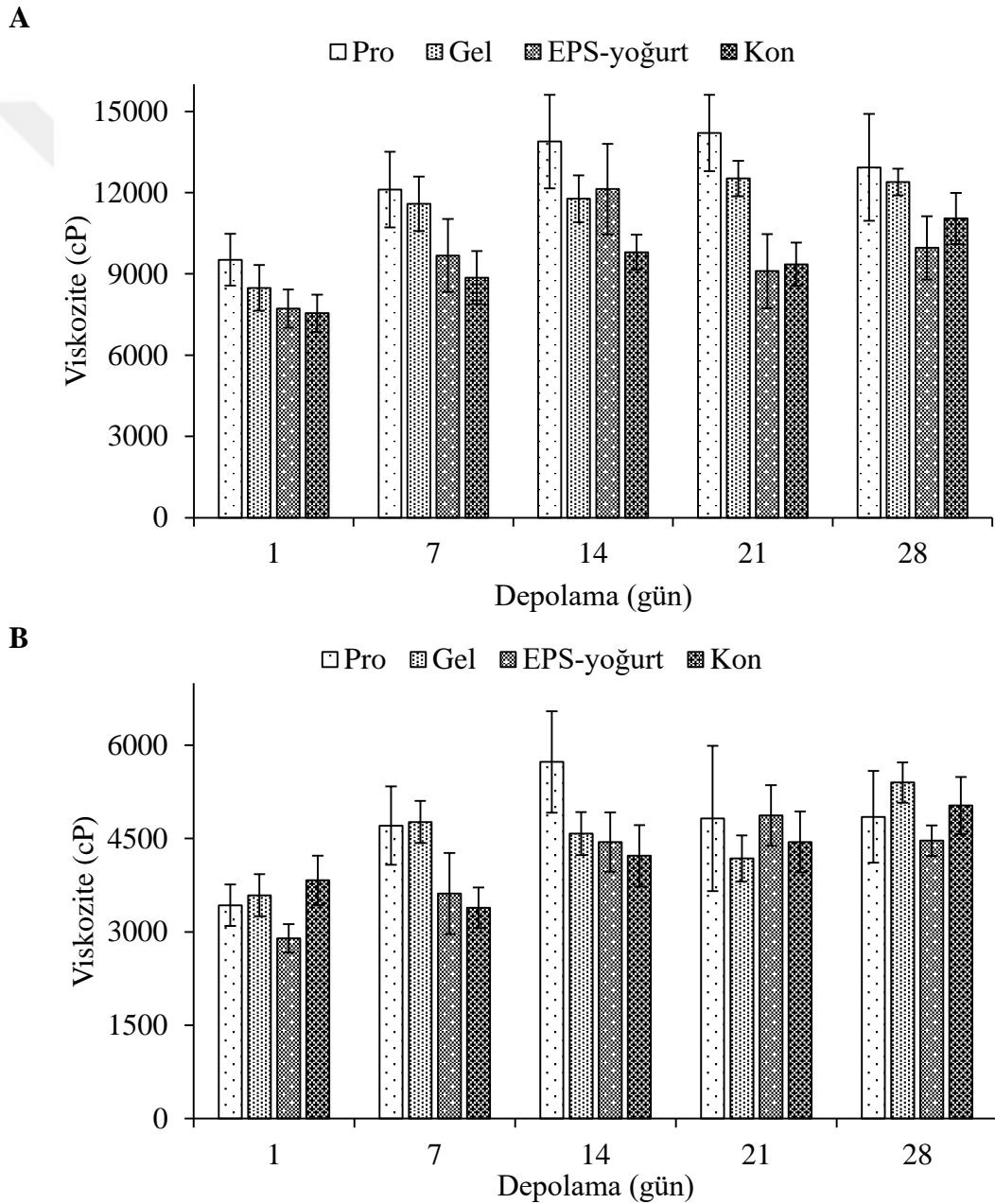
Yoğurt örneklerinin depolama boyunca viskozite değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 69’da verilmiştir. Buna göre, 20 ve 50 rpm için, en düşük viskozite değeri depolamanın 1. gününde belirlenmiştir. Öte yandan, 20 ve 50 rpm’de en yüksek viskozite değerleri sırasıyla depolamanın 14 ve 28. günlerinde tespit edilmiştir. Tüm örneklerin viskozite değerleri depolama boyunca sürekli olmasa da bir artış göstermiştir. Benzer şekilde, Zamberlin (2007), Kalyas (2020), Şevgin (2023) ve Vural (2023) tarafından yapılan çalışmalarda da, depolamanın yoğurt örneklerinin viskozite değerleri üzerine etkili olduğu ve depolama boyunca artış gösterdiği belirlenmiştir.

Tablo 69. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Viskozite Değerlerinin Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama (gün)	n	20 rpm*	50 rpm*
1	240	8317,17±1117,81 ^e	3436,17±474,28 ^e
7	240	10559,50±1789,67 ^d	4119,73±804,60 ^d
14	240	11896,75±1956,210 ^a	4744,85±807,66 ^b
21	240	11294,17±2422,30 ^c	4580,92±754,78 ^c
28	240	11582,93±1710,90 ^b	4937,39±583,84 ^a

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden p<0,01 düzeyinde farklıdır. n: Örnek sayısı

Mevcut çalışmada üretilen yoğurt örneklerinin viskozite değerleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama interaksiyonunun etkisi Şekil 44'te verilmiştir.



Şekil 44. Yoğurt örneklerinin 20 (A) ve 50 rpm (B)'de viskozite değerleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama süresi interaksiyonunun etkisi (Pro: Probiyotik yoğurt örneği; Gel: Geleneksel yoğurt örneği; Kon: Kontrol yoğurt örneği)

Çalışma kapsamında üretilen probiyotik, geleneksel, EPS-yoğurt ve kontrol yoğurt örneklerinin kıvam katsayıları (K) ve akış davranış indeksleri (n) Power Law Modeli kullanılarak belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 70’de verilmiştir. Sonuçlara göre, tüm yoğurt örnekleri Newtoniyen olmayan ($n < 1$) psödoplastik akış göstermişlerdir. Benzer şekilde bazı çalışmalarda da yoğurdun psödoplastik akış davranışı gösterdiği belirtilmiştir (Kalyas and Ürkek 2022; Aktaş *et al.* 2023; Vural 2023). Öte yandan, tüm yoğurt örneklerinin kıvam katsayıları depolama boyunca 145,43-245,80 Pa.sⁿ aralığında değişmiştir. Guggisberg *et al.* (2007) tarafından yapılan çalışmada, homojenize süttten üretilen yoğurtların kıvam katsayılarının 194-693 Pa.sⁿ aralığında olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu çalışmada yoğurtların homojenize süttten üretilmiş olmalarından dolayı daha yüksek kıvam katsayılarına sahip oldukları düşünülmektedir. Öte yandan, Aktaş *et al.* (2023) Türkiye’nin farklı illerinden toplanan 96 yoğurt örneğinin kıvam katsayılarının 4,67 ile 395 Pa.sⁿ arasında olduğunu belirlemişlerdir.

Tablo 70. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Kıvam Katsayıları ve Akış Davranış İndeksleri (Ort±Ss)

Örnek	Depolama (gün)	Kıvam Katsayısı (K, Pa.s ⁿ)	Akış Davranış İndeksi (n)
Pro	1	166,23±15,11	0,029
	7	210,62±12,23	0,049
	14	231,45±12,25	0,059
	21	245,80±22,80	0,027
	28	215,77±3,63	0,038
Gel	1	145,43±4,30	0,070
	7	230,91±9,22	0,024
	14	225,77±6,41	0,010
	21	218,45±0,62	0,022
	28	225,06±15,08	0,044
EPS-yoğurt	1	154,26±1,59	0,019
	7	180,72±5,12	0,050
	14	208,84±7,94	0,023
	21	158,74±6,73	0,092
	28	178,92±20,98	0,072
Kon	1	174,02±6,25	0,017
	7	166,74±1,27	0,010
	14	203,49±1,62	0,021
	21	195,62±2,60	0,030
	28	229,13±12,73	0,022

Pro: Probiyotik Yoğurt; Gel: Geleneksel Yoğurt; Kon: Kontrol Yoğurt Örneği; Ort: Ortalama değer; Ss: Standart sapma

Yoğurt örneklerinin depolama boyunca kıvam katsayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 71’de verilmiştir. Söz konusu analiz sonuçları, yoğurtların kıvam katsayıları üzerine yoğurt çeşidi, depolama ve yoğurt çeşidi × depolama interaksiyonunun $p<0,01$ düzeyinde etkili olduğunu göstermiştir.

Tablo 71. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Kıvam Katsayısı Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kıvam Katsayısı	
		KO	F
Yoğurt Çeşidi (A)	3	2890,84	26,01**
Depolama (B)	4	4135,03	37,20**
A × B	12	806,61	7,26**
Hata	20	111,15	
Genel	40		

* önemli ($p<0,05$), ** çok önemli ($p<0,01$), SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması

Mevcut çalışmada üretilen yoğurtların kıvam katsayısı değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 72’de sunulmuştur. Buna göre, sırasıyla 213,97 ve 209,12 Pa.sⁿ değerlerine sahip probiyotik ve geleneksel yoğurt örneklerinin en yüksek kıvam katsayısına sahip örnekler oldukları belirlenmiştir ($p<0,05$). Diğer taraftan, EPS-yoğurt örneğinin depolama boyunca en düşük kıvam katsayısı değerine (176,29 Pa.sⁿ) sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 72. Yoğurt Örneklerine Ait Kıvam Katsayısı Değerlerinin Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	n	Kıvam Katsayısı (K, Pa.s ⁿ)*
Pro	10	213,97±30,34 ^a
Gel	10	209,12±34,43 ^a
EPS-yoğurt	10	176,29±21,95 ^c
Kon	10	193,80±23,92 ^b

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır. n: Örnek sayısı; Pro: Probiyotik Yoğurt; Gel: Geleneksel Yoğurt; Kon: Kontrol Yoğurt Örneği

Yoğurt örneklerinin depolama boyunca kıvam katsayısı değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 73’te verilmiştir. Elde edilen sonuçlar, yoğurtların kıvam katsayı değerlerinin depolama boyunca artış eğiliminde olduğunu göstermiştir. Buna göre, en düşük kıvam katsayısı değeri depolamanın 1. gününde (159,98 Pa.sⁿ), en yüksek ise depolamanın 14. gününde (217,38 Pa.sⁿ) tespit edilmiştir ($p<0,05$). Viskozite değerlerine benzer şekilde, örneklerin kıvam katsayısı değerleri de depolama

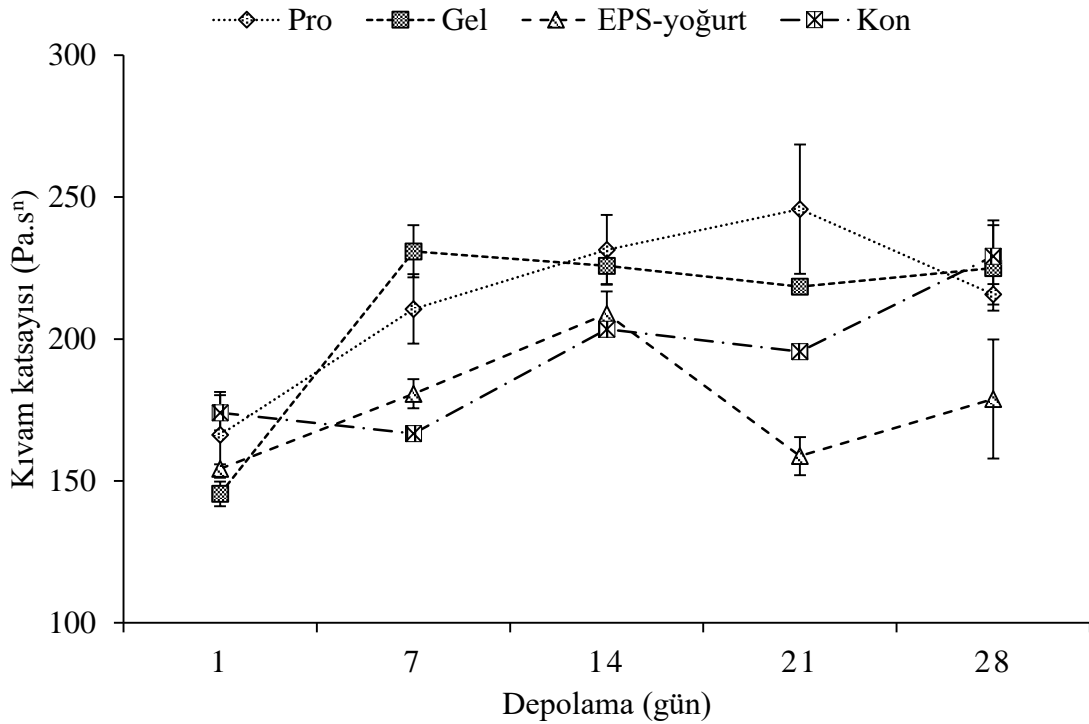
boyunca sürekli olarak bir artış göstermemiştir. Yoğurtların depolama boyunca kıvam katsayılarının arttığını belirten birçok çalışma mevcuttur (Nguyen *et al.* 2014; Vural 2023). Mevcut çalışmadan elde edilen sonuçların bu çalışmalarla benzer olduğu görülmektedir.

Tablo 73. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Kıvam Katsayısı Değerlerinin Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama (gün)	n	Kıvam Katsayısı (K, Pa.s ⁿ)*
1	8	159,98±13,36 ^d
7	8	197,25±27,50 ^c
14	8	217,38±13,76 ^a
21	8	204,65±35,29 ^{bc}
28	8	212,22±23,87 ^{ab}

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden p<0,05 düzeyinde farklıdır. n: Örnek sayısı

Yoğurt örneklerinin depolama boyunca kıvam katsayısı değerleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama interaksiyonu p<0,01 düzeyinde etkili bulunmuş ve söz konusu interaksiyon Şekil 45’de verilmiştir.



Şekil 45. Yoğurt örneklerinin kıvam katsayısı değerleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama süresi interaksiyonunun etkisi (Pro: Probiyotik yoğurt örneği; Gel: Geleneksel yoğurt örneği; Kon: Kontrol yoğurt örneği)

Yoğurt örneklerinin pH ile % asitlik değerleri arasında çok güçlü düzeyde negatif yönde ($r=-,861$; $p<0,01$), laktik asit içeriği arasında ise orta düzeyde negatif yönde ($r=-,499$; $p<0,05$) bir korelasyonun olduğu belirlenmiştir. pH ve asitlik arasındaki ters ilişki bilindiğinden bunlar

beklenen sonuçlardır. Yoğurt örneklerinin pH değerleri ile su tutma kapasiteleri, viskozite (50 rpm) ve benzoik asit içerikleri arasında sırasıyla pozitif (orta düzeyde; $r=,352$; $p<0,05$), negatif (orta düzeyde; $r=-,395$; $p<0,05$) ve negatif yönde (güçlü düzeyde; $r=-,584$; $p<0,01$) düzeyde ilişkiler tespit edilmiştir. Öte yandan, örneklerin % asitlik değerleri ile su tutma kapasiteleri, viskozite (50 rpm) ve benzoik asit içerikleri arasında sırasıyla negatif (orta düzeyde; $r=-,453$; $p<0,01$), pozitif (orta düzeyde; $r=,319$; $p<0,05$) ve pozitif yönde (çok güçlü düzeyde; $r=,757$; $p<0,01$) düzeyde ilişki olduğu belirlenmiştir. Ek olarak, örneklerin viskozite (50 rpm) değerleri ile laktik asit içerikleri arasında güçlü düzeyde pozitif yönde ($r=,558$; $p<0,01$) ilişki olduğu belirlenmiştir (Ek-2). Bu sonuçlar, yoğurtların tekstürel yapısı (su tutma kapasitesi ve viskozite) ile asit içerikleri arasında (pH, % asitlik ve laktik asit içeriği) bir korelasyon olduğunu göstermektedir. Bu durumun da yoğurt yapısının oluşmasında önemli bir etkiye sahip olan proteinlerin izoelektrik noktası ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

Yoğurtların organik asit profilleri

Organik asitler, fermente ürünlerde alışılmış tat/aromanın oluşmasında oldukça büyük öneme sahiptir. Bunun yanında, organik asitler ürünün duyuusal özelliklerinin korunması ve raf ömrünün uzamasında önemli rol oynayan koruyucular olarak kabul edilirler. Ek olarak, organik asitlerin bazı hastalıkların önlenmesinde de etkili oldukları bilinmektedir (Fernandezgarcia and Mcgregor 1994; Ndhlala, *et al.* 2022). Bu çalışmada üretilen probiyotik, geleneksel, EPS-yoğurt ve kontrol yoğurt örneklerinin depolama boyunca laktik ve sitrik asit içerikleri belirlenmiştir. Analizden elde edilen sonuçlar Tablo 74’te, HPLC kromotogramlarının bazıları ise Ek-3’te verilmiştir. Sonuçlar, örneklerin laktik asit içeriklerinin depolama boyunca 7072,12-13160,57 ppm aralığında değiştiğini göstermiştir. Fernandezgarcia and Mcgregor (1994) ve Nguyen *et al.* (2014) tarafından yapılan çalışmalarda, yoğurt örneklerinin laktik asit içeriklerinin depolamanın sonuna doğru 10000 ppm civarına yükseldiği tespit edilmiştir. Mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlar bu çalışma ile benzerlik göstermektedir. Yoğurt örneklerinin sitrik asit içeriklerinin ise 1912,91-2635,02 ppm aralığında değiştiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, yoğurt gibi fermente süt ürünlerinde en önemli ve en çok oluşan organik asit türünün laktik asit olduğu bilgisini doğrulamaktadır (Donkor *et al.* 2007; Kaminarides *et al.* 2007; Ndhlala, *et al.* 2022). Vénica *et al.* (2014) ve Kang *et al.* (2019) tarafından yapılan çalışmalarda, yoğurt örneklerinin laktik ve sitrik asit içeriklerinin mevcut çalışma ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Yoğurt örneklerinin organik asit içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 75’de sunulmuştur. Sonuçlar örneklerin laktik asit içerikleri üzerine yoğurt çeşidi ve depolamanın etkili olduğu ($p<0,01$), yoğurt çeşidi \times depolama interaksiyonunun ise etkili olmadığı tespit

edilmiştir ($p>0,05$). Benzer şekilde, Nguyen *et al.* (2014) tarafından yapılan çalışmada da, depolama boyunca yoğurt örneklerinin laktik asit içeriklerinin arttığı belirtilmiştir. Öte yandan, örneklerin sitrik asit içeriklerinin sadece yoğurt çeşidi ile farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,01$).



Tablo 74. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Organik Asit İçerikleri

Örnek	Depolama (gün)	Organik Asit Miktarı (ppm, Ort±Ss)	
		Laktik Asit	Sitrik Asit
Pro	1	7072,12±402,56	2321,63±315,20
	14	8789,25±270,69	2580,27±27,88
	28	8419,87±146,29	2635,02±144,89
Gel	1	9139,15±933,98	2248,23±181,56
	14	11028,02±271,38	2288,61±62,95
	28	11219,19±1358,07	2277,87±211,14
EPS-yoğurt	1	9607,65±717,10	2267,68±73,70
	14	11542,26±810,70	2338,99±45,46
	28	12654,70±403,70	2330,51±43,37
Kon	1	9704,74±290,49	1912,91±4,53
	14	11936,30±291,38	2092,02±62,25
	28	13160,57±437,42	2154,10±35,54

Pro: Probiyotik Yoğurt; Gel: Geleneksel Yoğurt; Kon: Kontrol Yoğurt Örneği; Ort: Ortalama değer; Ss: Standart sapma

Tablo 75. Yoğurt Örneklerinin Organik Asit İçeriklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Laktik Asit		Sitrik Asit	
		KO	F	KO	F
Yoğurt Çeşidi (A)	3	15020051,40	38,01**	212791,85	11,76**
Depolama (B)	2	13640319,94	34,52**	60841,59	3,36
A × B	6	510836,91	1,29	10158,11	0,56
Hata	12	395176,84		18097,16	
Genel	24				

* önemli (p<0,05), ** çok önemli (p<0,01), SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması

Yoğurt örneklerine ait organik asit ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 76’da verilmiştir. Sonuçlara göre, en yüksek laktik asit içeriğine EPS-yoğurt (11268,20 ppm) ve kontrol (11600,54 ppm) yoğurt örneklerinin sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Probiyotik yoğurt örneğinin (8093,75 ppm) ise en düşük laktik asit içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Çalışma kapsamında üretilen probiyotik yoğurt örneğinin depolama boyunca diğer örneklere göre daha düşük asitliğe sahip olduğu belirlenmiştir. Asitlik ve laktik asit miktarı arasında doğrudan bir ilişki olduğu bilindiğinden, bu sonuçlar diğer çalışmalarla uyumludur (Fernandezgarcia and Mcgregor 1994; Donkor *et al.* 2007). Kontrol yoğurt örneğinin yoğurt örnekleri arasında en düşük (2053,01 ppm), probiyotik yoğurt örneğinin ise en yüksek (2512,31 ppm) sitrik asit içeriklerine sahip olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 76. Yoğurt Örneklerine Ait Organik Asit Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	n	Organik Asit (ppm, Ort±Ss)*	
		Laktik Asit	Sitrik Asit
Pro	6	8093,75±839,56 ^c	2512,31±215,96 ^a
Gel	6	10462,12±1271,03 ^b	2271,57±129,04 ^b
EPS-yoğurt	6	11268,20±1472,70 ^a	2312,39±55,58 ^b
Kon	6	11600,54±1590,06 ^a	2053,01±116,53 ^c

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır. Pro: Probiyotik Yoğurt; Gel: Geleneksel Yoğurt; Kon: Kontrol Yoğurt Örneği

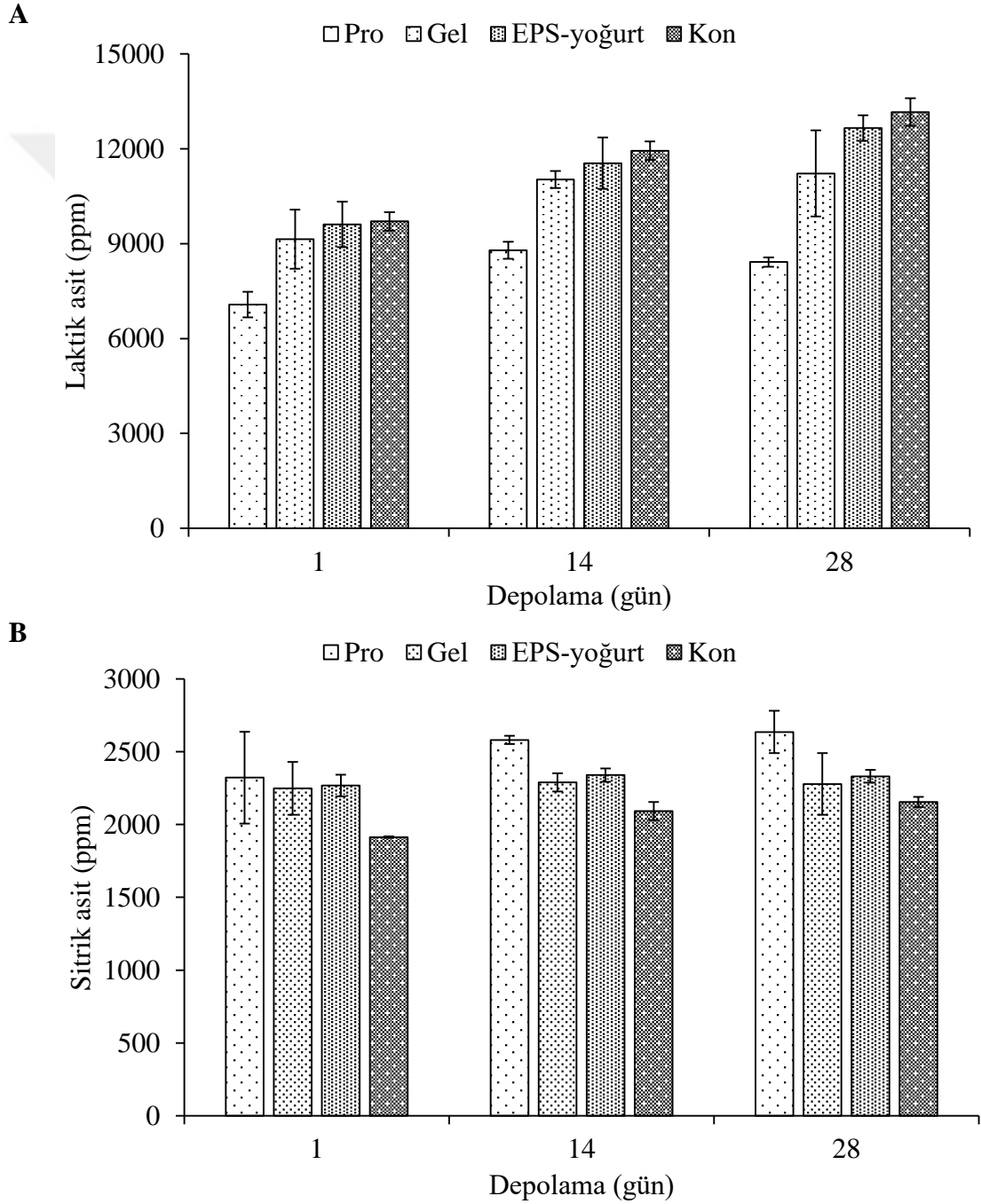
Yoğurt örneklerinin depolama boyunca ortalama laktik ve sitrik asit içerikleri sırasıyla 8880,91-11363,58 ve 2187,61-2349,37 ppm aralığında değişmiştir. Örneklerin depolama boyunca organik asit ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 77’de sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, yoğurt örneklerinin sitrik asit içeriklerinin depolama boyunca istatistiksel olarak önemli bir değişiklik göstermediği belirlenmiştir ($p>0,05$). Benzer şekilde, Nguyen *et al.* (2014) ürettikleri yoğurt örneklerinin sitrik asit içeriklerinin depolama boyunca değişmediğini belirtmişlerdir. Mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlar bu çalışmalar ile uyumludur. Öte yandan, yoğurt örneklerinin ortalama laktik asit içeriklerinin depolamanın boyunca arttığı görülmektedir. Bu artışın depolamanın 14. gününde istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$), 28. gününde ise anlamsız olduğu ($p>0,05$) tespit edilmiştir. Benzer şekilde, yoğurt örneklerinde depolama boyunca laktik asit içeriğinin arttığını gösteren birçok çalışma mevcuttur (Fernandezgarcia and Mcgregor 1994; Adhikari *et al.* 2002; Donkor *et al.* 2006; Nguyen *et al.* 2014; Başıyigit Kılıç and Akpınar Kankaya 2016).

Tablo 77. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Organik Asit Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama (gün)	n	Organik Asit (ppm, Ort±Ss)*	
		Laktik Asit	Sitrik Asit
1	8	8880,91±1237,71 ^b	2187,61±221,93 ^a
14	8	10823,96±1350,07 ^a	2324,97±189,97 ^a
28	8	11363,58±2048,86 ^a	2349,37±213,51 ^a

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden p<0,05 düzeyinde farklıdır. n: Örnek sayısı

Yoğurt örneklerinin depolama boyunca laktik ve sitrik asit içerikleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama süresi interaksiyonunun etkisi Şekil 46'da verilmiştir.



Şekil 46. Yoğurt örneklerinin laktik (A) ve sitrik asit (B) içerikleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama süresi interaksiyonunun

Yoğurtların benzoik asit içeriklerinin belirlenmesi

Yoğurt örneklerinin depolama boyunca benzoik asit içeriklerinin belirlenmesi amacı ile uygulanacak metot Burana-osot *et al.* (2014) tarafından belirtilen yöntemle göre valide edilmiştir. Örneklerdeki benzoik asit içerikleri 7 noktada oluşturulan (0,1; 1; 5; 10; 25; 100 ve 250 ppm) kalibrasyon eğrisi kullanılarak HPLC ile tespit edilmiştir. Bu kalibrasyon eğrisinin formülü $y = 97,63445x + 24,88712$; R^2 değeri ise 0,99993 olarak hesaplanmıştır. Uygulanacak metodun tespit limiti (LOD) ve ölçüm limiti (LOQ) değerlerinin hesaplanması amacı ile kör yoğurt numunelerine (blank) benzoik asit stok çözeltisinden ilave edilmiştir (spike). Söz konusu örneklerin cihaz ile belirlenen benzoik asit içeriklerinin standart sapmaları (S) üzerinden LOD ve LOQ değerleri hesaplanmıştır ($LOD = 3 \times S$ and $LOQ = 10 \times S$). Elde edilen sonuçlara göre, yoğurt matriksinde söz konusu metodun LOD ve LOQ değerleri sırası ile 0,330 ve 1,100 ppm olarak belirlenmiştir. Öte yandan, metodun geri kazanım yüzdelerinin belirlenmesi için blank numunelerine son konsantrasyon 5 ve 500 ppm olacak şekilde spike işlemi gerçekleştirilmiştir. Okumalardan elde edilen sonuçlar kullanılarak % geri kazanım değerleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, 5 ve 500 ppm konsantrasyonda metodun sırasıyla geri kazanım değerleri % 101 ve 98,5 olarak belirlenmiştir. Yoğurtlarda benzoik asit analizi için kullanılacak metodun validasyon parametreleri Tablo 78’de verilmiştir.

Tablo 78. Yoğurtların Benzoik Asit İçeriklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Metodun Validasyon Parametreleri

Validasyon Parametreleri	Sonuçlar
Doğrusal Aralık (Linear range, µg/mL)	0,1-250
Kalibrasyon Eğrisi Formülü	$y = 97,63445x + 24,88712$
R^2	0,99993
LOD (µg/mL)	0,330
LOQ (µg/mL)	1,100
Geri Kazanım (% , 5 µg/mL)	101
Geri Kazanım (% , 500 µg/mL)	98,5

Benzoik asit ve tuzları gıdalarda antimikrobiyal aktiviteye sahip önemli katkı maddeleridir (Koyuncu and Uylaser 2009). Ancak söz konusu katkı maddelerinin yoğurda dışarıdan eklenmeleri Türk Gıda Kodeksi tarafından yasaklanmıştır. Codex Alimentarius’da ise yoğurtların maksimum 300 mg/kg benzoik asit ve türevlerini içerebileceği belirtilmiştir. Öte yandan, yoğurt gibi fermente süt ürünlerinde bazı mikroorganizmaların hippürik asidi kullanarak benzoik asit üretebildikleri bilinmektedir (Bartáková *et al.* 2021). Mevcut çalışmada, yoğurt üretiminde kullanılan izolatların üründe ürettikleri benzoik asit miktarlarının

belirlenmesi amacı ile probiyotik, geleneksel, EPS-yoğurt ve kontrol yoğurt örneklerinin depolama boyunca benzoik asit içerikleri incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 79'da, bazı HPLC kromotogramları ise Ek-4'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre depolama boyunca probiyotik yoğurt örneğinde benzoik asit tespit edilememiştir (<LOD). Öte yandan; geleneksel, EPS-yoğurt ve kontrol yoğurt örneklerinin benzoik asit içeriklerinin ise 21,65-23,21 ppm arasında olduğu belirlenmiştir. Sieber *et al.* (1995) yoğurtlarda mikrobiyal aktivite sonucu oluşan benzoik asit içeriğinin ortalama 20 ppm, maksimum ise 50 ppm civarında olabileceğini belirtmiştir. Ek olarak, Çakır (2011) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye piyasasında satışa sunulan 21 yoğurt numunesinin benzoik asit içerikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, örneklerin 0,00-159,88 ppm aralığında benzoik asit içerdiklerini göstermiştir. Koyuncu and Uylaser (2009) ise 15 yoğurt örneğinin benzoik asit içeriklerinin 19,90-29,50 ppm aralığında olduğunu belirtmiştir.

Tablo 79. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Benzoik Asit İçerikleri

Örnek	Depolama (gün)	Benzoik Asit Miktarı (ppm, Ort±Ss)
Çiğ Süt		<LOD
Pro	1	<LOD
	14	<LOD
	28	<LOD
Gel	1	22,52±0,22
	14	22,31±0,34
	28	22,15±0,40
EPS-yoğurt	1	23,21±0,44
	14	22,10±0,05
	28	22,04±0,30
Kon	1	22,75±0,66
	14	22,26±0,18
	28	21,65±1,03

Pro: Probiyotik Yoğurt; Gel: Geleneksel Yoğurt; Kon: Kontrol Yoğurt Örneği; Ort: Ortalama değer; Ss: Standart sapma; LOD: Tespit limiti

Yoğurt örneklerinin depolama boyunca benzoik asit içerikleri üzerine yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 80'de verilmiştir. Buna göre, örneklerin benzoik asit içerikleri üzerine yoğurt çeşidinin $p<0,01$; depolamanın ise $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan, örneklerin benzoik asit içerikleri üzerine yoğurt çeşidi \times depolama interaksiyonunun etkisinin olmadığı gözlenmiştir ($p>0,05$).

Tablo 80. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Benzoik Asit İçeriklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Benzoik Asit	
		KO	F
Yoğurt Çeşidi (A)	3	748,22	4215,83**
Depolama (B)	2	0,92	5,18*
A × B	6	0,21	1,20
Hata	12	0,18	
Genel	24		

* önemli (p<0,05), ** çok önemli (p<0,01), SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması

Yoğurt örneklerinin benzoik asit içerikleri üzerine gerçekleştirilen Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 81’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar probiyotik yoğurt örneğinin benzoik asit içermediğini (<LOD), geleneksel, EPS-yoğurt ve kontrol örneklerinin ise sırasıyla 22,33, 22,45 ve 22,22 ppm benzoik asit içerdiklerini göstermiştir. Probiyotik yoğurt örneğinde depolama boyunca benzoik asit tespit edilmemesi durumunun, söz konusu örneğin üretiminde kullanılan starter kültür farklılığından kaynaklandığını düşündürmektedir. Benzer şekilde, Bartáková *et al.* (2021) da yoğurt starter kültürü farklılıklarının yoğurdun benzoik asit içeriği üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 81. Yoğurt Örneklerine Ait Benzoik Asit Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	n	Benzoik Asit (ppm)*
Pro	6	<LOD ^b
Gel	6	22,33±0,30 ^a
EPS-yoğurt	6	22,45±0,64 ^a
Kon	6	22,22±0,74 ^a

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden p<0,05 düzeyinde farklıdır. Pro: Probiyotik Yoğurt; Gel: Geleneksel Yoğurt; Kon: Kontrol Yoğurt Örneği

Yoğurt örneklerinin depolama boyunca ortalama benzoik asit içerikleri üzerine gerçekleştirilen Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 82’de verilmiştir. Depolamanın 1, 14 ve 28. günlerinde yoğurt örneklerinin ortalama benzoik asit içerikleri sırasıyla 17,12, 16,67 ve 16,46 ppm olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, yoğurt örneklerinin ortalama benzoik asit içerikleri depolama süresi uzadıkça istatistiksel olarak önemli derecede azalış göstermiştir (p<0,05). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, yoğurtta starter kültürden kaynaklanan benzoik asidin sadece fermantasyon aşamasında oluştuğu, başka bir ifade ile depolama süresi boyunca starter kültürlerin benzoik asit

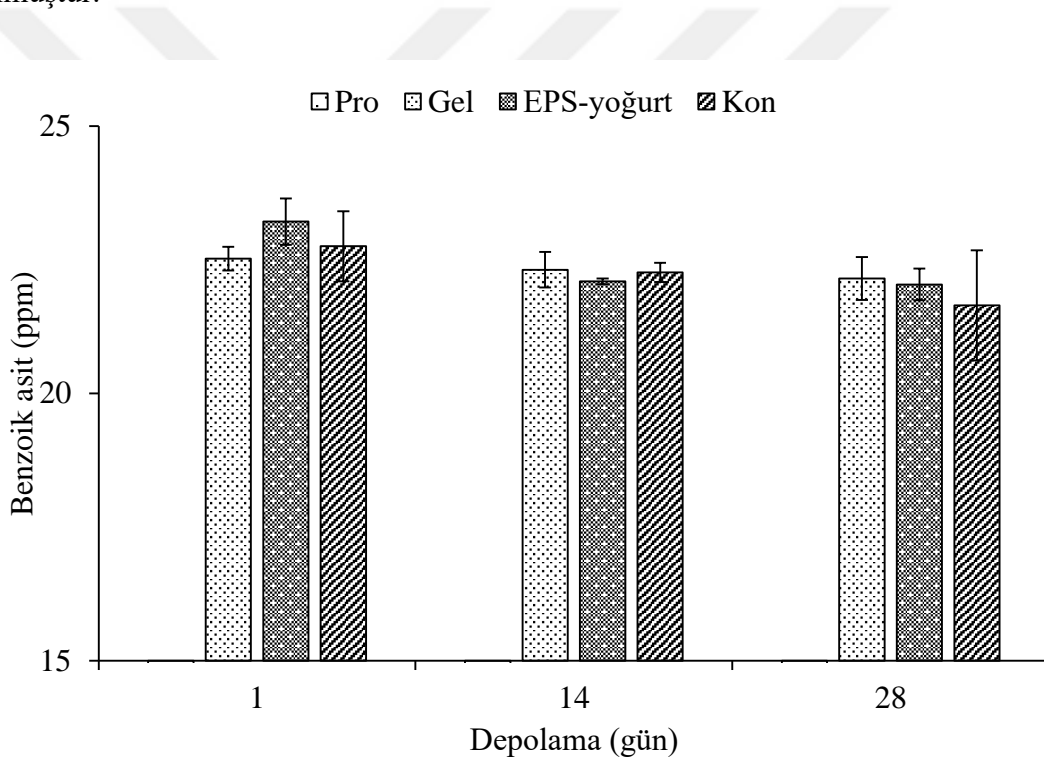
üretmedikleri belirlenmiştir. Benzer şekilde, Güler (2007) tarafından yapılan çalışmada da, yoğurt örneklerinin benzoik asit içeriklerinin depolamanın son gününde düştüğü belirtilmiştir.

Tablo 82. Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Benzoik Asit Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama (gün)	n	Benzoik Asit (ppm)*
1	8	17,12±10,58 ^a
14	8	16,67±10,29 ^{ab}
28	8	16,46±10,17 ^b

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden p<0,05 düzeyinde farklıdır. n: Örnek sayısı

Yoğurt örneklerinin benzoik asit içerikleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama interaksiyonunun etkili olmadığı belirlenmiştir. Söz konusu interaksiyon Şekil 47’de sunulmuştur.

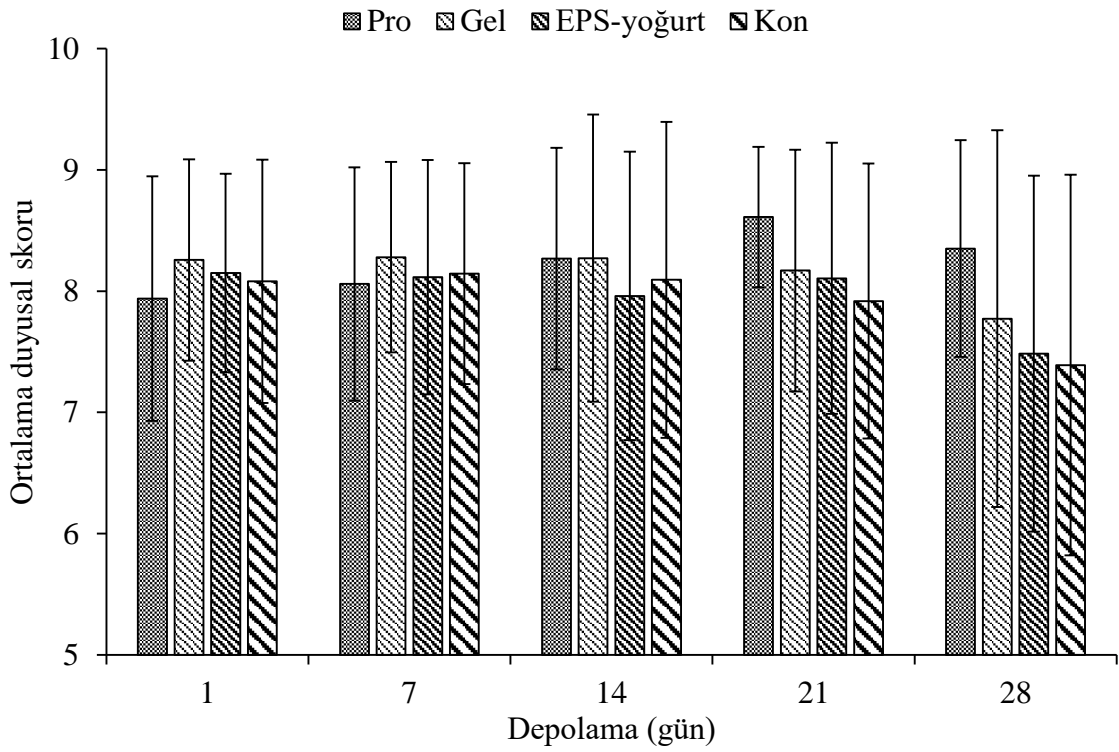


Şekil 47. Yoğurt örneklerinin benzoik asit içerikleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama süresi interaksiyonunun etkisi (Pro: Probiyotik yoğurt örneği; Gel: Geleneksel yoğurt örneği; Kon: Kontrol yoğurt örneği)

Duyusal analiz

Mevcut çalışmada üretilen probiyotik, geleneksel, EPS-yoğurt ve kontrol yoğurt örnekleri üzerinde depolama boyunca duyu analizler gerçekleştirilmiştir. Söz konusu analizlerde, yoğurt örneklerinin; renk ve görünüş, yapı ve tekstür (kıvam), su salma (serum ayrılması), gaz oluşumu, koku, asitlik (ekşilik), lezzet ve genel kabul edilebilirlik özellikleri değerlendirilmiştir. Duyusal analiz sonucunda örneklere ait değerlendirme sonuçları Tablo

83'te verilmiştir. Panelistler tarafından beğenilen yoğurt örneklerinin belirlenmesi amacı ile örneklerin duyu analizi özelliklerine verilen tüm puanların ortalamaları alınarak duyu skorları elde edilmiştir. Şekil 48'de verilen ortalama duyu skorları incelendiğinde, panelistler tarafından, depolamanın 1, 7 ve 14. günlerinde geleneksel yoğurt örneğinin en çok beğenildiği görülmektedir. Öte yandan, depolamanın 21 ve 28. günlerinde ise en çok probiyotik yoğurt örneği beğenilmiştir. Bu beğeni farkının söz konusu probiyotik yoğurt örneğinin diğer örneklerle göre depolama boyunca daha yüksek pH ve daha düşük asitlik değerine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer bir ifade ile depolamanın ilerleyen günlerinde yoğurt örneklerinde gerçekleşen pH düşüşü/asitlik artışı ile panelistlerin puanlarında düşüş olduğu görülmektedir. Ayrıca söz konusu depolama günlerinde, çalışma kapsamında üretilen tüm yoğurt çeşitlerinin kontrol yoğurt örneğinden genel olarak daha fazla beğenildiği belirlenmiştir.



Şekil 48. Yoğurt örneklerinin depolama boyunca ortalama duyu skorları

Tablo 83. Yoğurt Örnekleri Üzerinde Gerçekleştirilen Duyusal Analiz Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	Depolama (gün)	Duyusal Analiz Özellikleri							
		Renk ve Görünüş	Yapı ve Tekstür (Kıvam)	Su Salma (Serum Ayrılması)	Gaz Oluşumu	Koku	Asitlik (Ekşilik)	Lezzet	Genel Kabul Edilebilirlik
Pro	1	8,25±0,71	7,38±1,41	7,13±1,13	8,50±1,07	8,13±0,64	8,13±0,99	7,98±0,76	8,04±0,78
	7	8,06±0,86	7,88±0,83	7,50±0,93	8,81±0,37	8,31±0,88	8,00±1,20	7,96±1,07	7,95±1,18
	14	8,38±0,74	7,50±1,31	7,88±0,83	8,75±0,71	8,38±0,92	8,50±0,76	8,38±0,92	8,40±0,76
	21	8,88±0,35	8,38±0,74	8,63±0,52	8,88±0,35	8,50±0,53	8,63±0,74	8,38±0,74	8,64±0,50
	28	8,63±0,52	7,88±1,25	8,13±0,99	8,50±0,76	8,75±0,46	8,25±1,16	8,38±1,06	8,31±0,70
Gel	1	8,73±0,51	8,38±0,74	8,38±0,52	8,88±0,35	8,00±0,76	7,25±1,28	8,06±0,68	8,40±0,55
	7	8,63±0,52	8,13±0,83	8,31±0,70	8,81±0,37	8,50±0,76	7,75±0,89	7,98±0,76	8,14±1,01
	14	8,88±0,35	8,50±0,76	8,50±0,53	9,00±0,00	8,75±0,71	7,00±1,41	7,50±2,14	8,05±0,77
	21	8,88±0,35	8,19±1,13	8,63±0,52	8,88±0,35	8,13±1,13	7,38±0,92	7,50±0,93	7,80±1,19
	28	8,63±0,52	8,13±1,13	8,25±1,04	8,88±0,35	8,50±0,76	6,88±1,96	6,25±2,05	6,69±1,49
EPS-yoğurt	1	8,56±0,62	8,38±0,74	7,69±0,70	8,75±0,46	8,19±0,65	7,25±1,28	8,06±0,56	8,33±0,36
	7	8,44±0,62	8,50±0,53	8,31±0,70	8,81±0,37	8,75±0,46	6,94±1,37	7,44±0,90	7,74±0,75
	14	8,88±0,35	8,00±0,93	7,75±1,04	8,75±0,71	8,75±0,46	6,75±1,67	7,38±1,30	7,44±0,82
	21	8,88±0,35	8,56±0,50	8,50±0,53	8,75±0,46	8,50±0,53	6,88±1,46	7,25±1,16	7,54±1,38
	28	8,50±0,76	7,63±1,51	7,88±1,13	7,88±1,89	8,63±0,52	6,38±1,30	6,38±1,41	6,63±1,06
Kon	1	8,34±0,77	8,19±0,75	7,50±1,20	8,88±0,35	8,19±0,84	7,50±1,69	8,00±0,80	8,06±0,73
	7	8,41±0,67	8,16±0,54	8,31±0,70	8,81±0,37	8,78±0,42	7,25±1,49	7,56±0,90	7,88±0,64
	14	8,75±0,46	8,13±0,13	8,25±0,89	8,88±0,35	8,75±0,71	7,13±1,46	7,00±2,27	7,88±0,95
	21	8,88±0,35	8,06±0,86	8,13±0,83	8,75±0,46	8,50±0,53	6,63±1,19	7,13±1,25	7,29±1,07
	28	8,63±0,52	7,75±1,28	7,88±1,36	7,88±1,81	8,25±0,89	6,50±1,31	6,00±1,77	6,25±1,28

Pro: Probiyotik Yoğurt; Gel: Geleneksel Yoğurt; Kon: Kontrol Yoğurt Örneği

Yoğurt örneklerinin depolama boyunca duyusal analiz sonuçları üzerine yapılan varyans analiz sonuçları Tablo 84’te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, yoğurt örneklerinin renk ve görünüş özellikleri üzerine yoğurt çeşidi ve yoğurt çeşidi × depolama interaksiyonunun etkili olmadığı ($p>0,05$), depolamanın ise $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Öte yandan, örneklerin yapı ve tekstür özellikleri üzerine yoğurt çeşidi, depolama ve yoğurt çeşidi × depolama interaksiyonunun etkili olmadığı görülmektedir ($p>0,05$). Örneklerin su salma özellikleri üzerine ise yoğurt çeşidi ve depolamanın $p<0,05$ düzeyinde, gaz oluşumu ve koku özellikleri üzerine ise sadece depolamanın $p<0,05$ düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Ek olarak, örneklerin asitlik özelliği üzerine sadece yoğurt çeşidi etkili olmuştur ($p<0,01$). Son olarak, örneklerin lezzet ve genel kabul edilebilirlik özellikleri üzerine yoğurt çeşidi ve depolamanın $p<0,01$ düzeyinde etkili olduğu, yoğurt çeşidi × depolama interaksiyonunun ise etkili olmadığı ($p>0,05$) görülmektedir.

Tablo 84. Yoğurt Örnekleri Üzerinde Gerçekleştirilen Duyusal Analiz Sonuçlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Renk ve Görünüş		Yapı ve Tekstür (Kıvam)		Su Salma (Serum Ayrılması)		Gaz Oluşumu		Koku		Asitlik (Ekşilik)		Lezzet		Genel Kabul Edilebilirlik	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Yoğurt Çeşidi (A)	3	0,66	2,04	1,73	1,77	2,28	2,98*	0,69	1,21	0,28	0,57	17,30	10,04**	9,04	5,58**	5,27	5,88**
Depolama (B)	4	1,23	3,78**	0,90	0,92	2,57	3,35*	1,79	3,12*	1,39	2,82*	1,39	0,81	7,18	4,43**	7,10	7,93**
A × B	12	0,16	0,49	0,68	0,70	0,73	0,95	0,42	0,72	0,27	0,55	0,78	0,45	1,60	0,99	1,49	1,67
Hata	140	0,32		0,98		0,77		0,57		0,49		1,72		1,62		0,90	
Genel	160																

* önemli ($p < 0,05$), ** çok önemli ($p < 0,01$), SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması

Yoğurt örneklerine ait duyu analizi sonuçlarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 85’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, yoğurt çeşidinin su salma, asitlik, lezzet ve genel kabul edilebilirlik özellikleri üzerine etkili olduğu görülmektedir. Çalışma kapsamında üretilen yoğurt örnekleri panelistler tarafından su salma bakımından değerlendirilmiş ve $8,41 \pm 0,67$ ’lik skor ile en çok geleneksel yoğurt örneği beğenilmiştir ($p < 0,05$). Panelistler tarafından su salma bakımından en düşük puanı ise probiyotik yoğurt örneği almıştır ($7,85 \pm 1,00$). Öte yandan, EPS-yoğurt ve kontrol yoğurt örneklerinin bu özellik bakımından aldıkları puanlar arasında istatistiksel bir fark tespit edilmemiştir ($p > 0,05$). Yoğurt örneklerinin depolama boyunca ortalama asitlik, lezzet ve genel kabul edilebilirlik değerleri incelendiğinde, söz konusu özellikler bakımından en çok probiyotik yoğurt örneğinin beğenildiği görülmektedir ($p < 0,05$). Öte yandan, bu özellikler için, geleneksel, EPS-yoğurt ve kontrol yoğurt örnekleri arasında herhangi bir fark gözlemlenmemiştir ($p > 0,05$). Benzer şekilde, Mohebbi and Ghoddusi (2008) ve Fırat (2019) tarafından yapılan çalışmalarda da, farklı starter kültür kombinasyonları kullanılarak üretilen yoğurtların duyu özellikleri belirlenmiştir. Sonuçlar starter kültür farklılıklarının yoğurdun bazı duyu analiz özellikleri üzerine istatistiksel olarak etkili olduğunu göstermiştir.

Yoğurt örneklerinin depolama boyunca duyu analizi sonuçlarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 86’da sunulmuştur. Depolama süresinin, yoğurt örneklerinin renk ve görünüş ($p < 0,01$), su salma ($p < 0,05$), gaz oluşumu ($p < 0,05$), koku ($p < 0,05$), lezzet ($p < 0,01$) ve genel kabul edilebilirlik ($p < 0,01$) özellikleri üzerine istatistiksel olarak etkili olduğu belirlenmiştir. Örneklerin renk ve görünüş özellikleri depolamanın 21. gününde en yüksek ($8,88 \pm 0,34$), 7. gününde ise en düşük değeri ($8,38 \pm 0,68$) almıştır. Duyu analiz sonuçları, örneklerin en düşük su salma değerlerinin depolamanın 1. gününde en düşük ($7,67 \pm 1,00$), 21. gününde ise en yüksek ($8,47 \pm 0,62$) olduğunu göstermiştir. Yani, depolama süresi arttıkça yoğurtlarda su salma olayının arttığı anlaşılmaktadır ($p < 0,05$). Öte yandan, yoğurt örneklerinin gaz oluşumu, lezzet ve genel kabul edilebilirlik özellikleri depolamanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde istatistiksel olarak farklılık göstermemişken ($p > 0,05$), 28. günde bu özellikler bakımından örneklerin aldıkları puanlar istatistiksel olarak azalmıştır ($p < 0,05$). Cakmakci *et al.* (2012) ve Mousavi *et al.* (2019) tarafından yapılan çalışmalarda da, üretilen yoğurt örnekleri üzerinde gerçekleştirilen duyu analiz sonuçları, depolama süresi uzadıkça yoğurtların duyu kalitesinde azalma olduğunu göstermiştir. Son olarak, örneklerin koku özellikleri depolamanın 1. gününde en düşük değeri almıştır ($8,13 \pm 0,70$).

Mevcut çalışmada üretilen yoğurtlar üzerinde gerçekleştirilen pH ve asitlik deneylerine göre, depolama süresi uzadıkça yoğurtların pH değerlerinin düştüğü/asitlik değerlerinin

yükseldiği belirlenmişti. pH ve/veya asitlikteki bu değişimler yoğurdun asitlik, lezzet ve genel kabul edilebilirlik özellikleri üzerinde oldukça etkili olduğu anlaşılmıştır. Bu sebeple, depolama boyunca diğer örnekler göre daha yüksek pH ve/veya daha düşük asitlik değerlerine sahip probiyotik yoğurt örneğinin panelistler tarafından daha fazla beğenildiği düşünülmektedir. Diğer bir ifade ile yoğurtta asitlik/ekşilik seviyesi arttıkça panelistlerin beğenme durumları ve dolayısıyla örnekler verilen puanlar azalmıştır. Bu durum, yoğurt starter kültürlerinin sadece fermantasyon aşamasında değil, depolama boyunca da aktivitelerinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Yoğurt starter kültürlerinin fermantasyon aşamasında hızlı, depolamada ise yavaş gelişmeleri, tüketici beğenisi bakımından daha kaliteli yoğurt üretimi için oldukça büyük öneme sahiptir.

Mevcut çalışmada üretilen yoğurt örneklerinin duyu özellikleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama interaksiyonunun etkisi Şekil 49'da verilmiştir. Söz konusu şekil incelendiğinde de, probiyotik yoğurt örneğinin depolamanın ilerleyen günlerinde diğer örnekler göre daha yüksek duyu kaliteye sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 85. Yoğurt Örneklerine Ait Duyusal Analiz Sonuçlarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Yoğurt Çeşidi	n	Duyusal Analiz Özellikleri*							
		Renk ve Görünüş	Yapı ve Tekstür (Kıvam)	Su Salma (Serum Ayrılması)	Gaz Oluşumu	Koku	Asitlik (Ekşilik)	Lezzet	Genel Kabul Edilebilirlik
Pro	40	8,44±0,69 ^a	7,80±1,37 ^a	7,85±1,00 ^b	8,69±0,69 ^a	8,41±0,71 ^a	8,30±0,97 ^a	8,21±0,90 ^a	8,27±0,81 ^a
Gel	40	8,75±0,45 ^a	8,26±0,90 ^a	8,41±0,67 ^a	8,89±0,31 ^a	8,38±0,84 ^a	7,25±1,32 ^b	7,46±1,53 ^b	7,82±1,17 ^b
EPS-yoğurt	40	8,65±0,57 ^a	8,21±0,94 ^a	8,03±0,87 ^{ab}	8,59±0,98 ^a	8,56±0,55 ^a	6,84±1,38 ^b	7,30±1,19 ^b	7,53±1,05 ^b
Kon	40	8,60±0,58 ^a	8,06±0,92 ^a	8,01±1,02 ^{ab}	8,64±0,92 ^a	8,49±0,71 ^a	7,00±1,41 ^b	7,14±1,58 ^b	7,47±1,13 ^b

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır. Pro: Probiyotik Yoğurt; Gel: Geleneksel Yoğurt; Kon: Kontrol Yoğurt Örneği

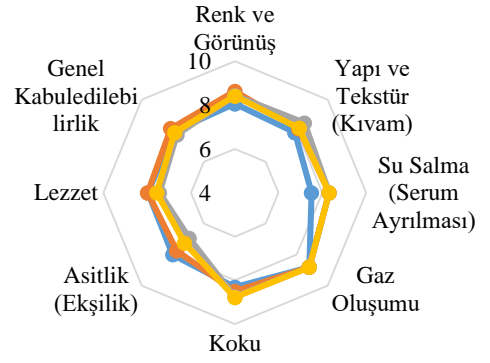
Tablo 86. Yoğurt Örneklerine Ait Duyusal Analiz Sonuçlarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Depolama (gün)	n	Duyusal Analiz Özellikleri*							
		Renk ve Görünüş	Yapı ve Tekstür (Kıvam)	Su Salma (Serum Ayrılması)	Gaz Oluşumu	Koku	Asitlik (Ekşilik)	Lezzet	Genel Kabul Edilebilirlik
1	32	8,47±0,66 ^{bc}	8,08±1,00 ^a	7,67±1,00 ^b	8,75±0,62 ^a	8,13±0,70 ^b	7,53±1,32 ^a	8,03±0,67 ^a	8,21±0,62 ^a
7	32	8,38±0,68 ^c	8,17±0,71 ^a	8,11±0,81 ^{ab}	8,81±0,35 ^a	8,58±0,66 ^a	7,48±1,27 ^a	7,73±0,90 ^a	7,93±0,89 ^a
14	32	8,72±0,52 ^{ab}	8,03±1,06 ^a	8,09±0,86 ^{ab}	8,84±0,51 ^a	8,66±0,70 ^a	7,34±1,47 ^a	7,56±1,74 ^a	7,94±0,86 ^a
21	32	8,88±0,34 ^a	8,30±0,82 ^a	8,47±0,62 ^a	8,81±0,40 ^a	8,41±0,71 ^{ab}	7,38±1,31 ^a	7,56±1,11 ^a	7,82±1,16 ^a
28	32	8,59±0,56 ^{abc}	7,84±1,25 ^a	8,03±1,09 ^{ab}	8,28±1,37 ^b	8,53±0,67 ^a	7,00±1,59 ^a	6,75±1,81 ^b	6,97±1,37 ^b

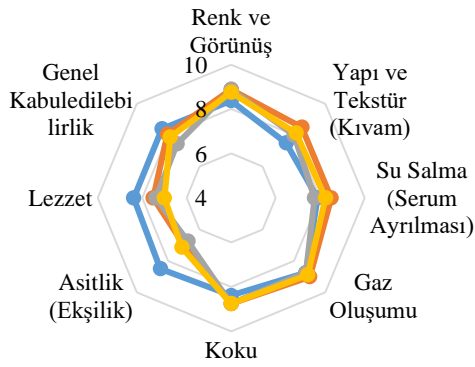
*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır.

A

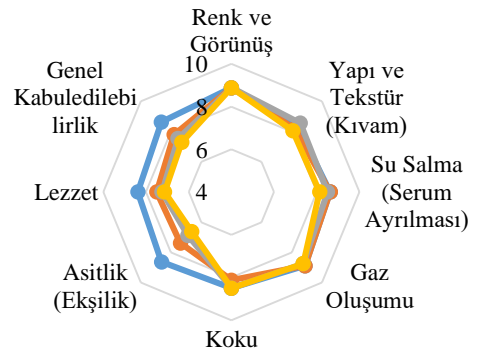
— Pro — Gel — EPS-yoğurt — Kon

B

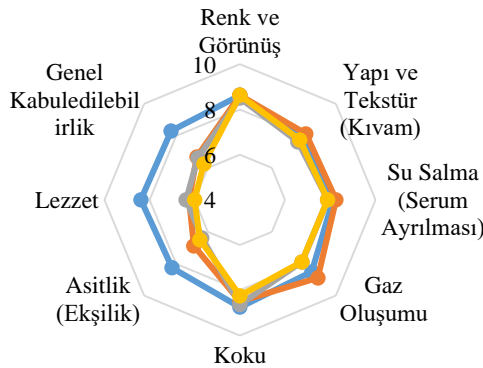
— Pro — Gel — EPS-yoğurt — Kon

C

— Pro — Gel — EPS-yoğurt — Kon

D

— Pro — Gel — EPS-yoğurt — Kon

E

— Pro — Gel — EPS-yoğurt — Kon

Şekil 49. Yoğurt örneklerinin duysal analiz özellikleri üzerine yoğurt çeşidi × depolama süresi etkisinin etkisi (A: 1. gün, B: 7. gün, C: 14. gün, D: 21. gün, E: 28. gün)

Çalışma kapsamında üretilen yoğurt örneklerine ait duyuşal özelliklerin birbirleri arasında ilişkinin belirlenmesi amacıyla, pearson korelasyon analizi gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Ek-2’de sunulmuştur. Örneklerin yapı ve tekstür özellikleri ile su salma ve gaz oluşumu arasında sırasıyla güçlü (pozitif yönde, $r=,639$; $p<0,01$) ve orta düzeyde (pozitif yönde, $r=,332$; $p<0,01$) bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, yoğurt örneklerinde su salma ve gaz oluşum özelliklerinin artması ile yapı ve tekstürel özelliklerin de arttığını göstermiştir. Ek olarak, yoğurt örneklerinin lezzet ile koku ve asitlik özellikleri arasında sırasıyla orta (pozitif yönde, $r=0,324$; $p<0,01$) ve güçlü düzeyde (pozitif yönde, $r=,623$; $p<0,01$) ilişki olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu ilişkiler, örneklerin koku ve asitlik özelliklerinin direkt olarak panelistlerin değerlendirdiği lezzet özelliğini etkilediğini göstermektedir. Son olarak, panelistler tarafından değerlendirilen genel kabul edilebilirlik ile örneklerin yapı ve tekstür, gaz oluşumu, koku, asitlik ve lezzet özellikleri arasında sırasıyla zayıf (pozitif yönde, $r=,303$; $p<0,01$), zayıf (pozitif yönde, $r=,267$; $p<0,01$), zayıf (pozitif yönde, $r=,196$; $p<0,05$), güçlü (pozitif yönde, $r=,644$; $p<0,01$) ve çok güçlü (pozitif yönde, $r=,825$; $p<0,01$) düzeyde ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, yoğurt örneklerinin tekstür (kıvam, gaz oluşumu vb.) ve lezzet (koku, ekşilik vb.) özelliklerinin ürünün genel kabul edilebilirliği üzerinde doğrudan etkili olduğunu göstermiştir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Türkiye'nin 20 farklı ilinden 82 geleneksel ve 37 endüstriyel olmak üzere toplam 119 yoğurt örneği toplanmış ve bu örneklerin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri belirlenmiştir. Söz konusu yoğurt örneklerinden izole edilen 599 LAB'ın Gram boyama, katalaz ve mikroskopik özellikleri incelenmiş ve bunlardan 439 tanesinin yoğurt bakterisi olabileceği kanısına varılmıştır. Muhtemel yoğurt bakterileri moleküler yöntemlerle genetik olarak tanılanmış ve sonuçlar bu izolatlardan 223 tanesinin *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, 216 tanesinin ise *S. thermophilus* olduğunu göstermiştir. Çalışma kapsamında üretilmesi amaçlanan probiyotik, geleneksel ve EPS-yoğurtlarda kullanılacak starter kültürlerin belirlenmesi amacı ile yoğurt izolatlarının probiyotik ve teknolojik özellikleri incelenmiştir. Söz konusu izolatların probiyotik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla; safra tuzları ve simüle mide ortamına tolerans, bazı patojenlere karşı antagonistik aktivite, antibiyotik direnci, virülans faktör genlerin tespiti, oto ve ko-aggregasyon, hidrofobisite, kolesterol asimilasyonu, safra tuzlarını hidrolize etme, hemolitik ve DNase aktivitesi gibi analizler gerçekleştirilmiştir. Yoğurt izolatlarının teknolojik özelliklerinin belirlenmesi için ise asit üretim yeteneği, farklı sıcaklık, pH ve NaCl konsantrasyonlarında gelişim, arjinin hidrolizi, glikozdan gaz oluşturma, EPS üretim yeteneği, proteolitik ve lipolitik aktivite, H₂O₂ üretimi ve L-(+) laktik asit üretimi analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu analizler sonunda, belirlenen izolatlar ile üretilen probiyotik, geleneksel ve EPS-yoğurt örneklerinin 28 günlük depolama boyunca bazı mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Yapılan analizler ışığında, çalışmaya ait sonuç ve öneriler aşağıda sıralanmıştır.

1. Çalışma kapsamında Türkiye'nin farklı illerinden temin edilen 79 geleneksel ve 36 endüstriyel yoğurt örneğinin içerdikleri toplam LAB sayıları bakımından Fermente Süt Ürünleri Tebliği ve Codex Alimentarius'a uygunluk gösterdiği belirlenmiştir. Öte yandan, analiz edilen yoğurt örneklerinin yarıdan fazlasında maya tespit edilmiştir. Bu bakımdan, söz konusu örneklerin bu tebliğlere göre uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. Kullanılan farklı üretim şekillerinin yoğurt örneklerinin laktik basil ve laktik kok içerikleri arasında herhangi bir farka sebep olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Bunun aksine, üretim şeklinin ürünlerin maya içeriği üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$). Mevcut çalışmadan, geleneksel üretimlerde hijyen şartlarının çok yeterli olmadığı ve bu nedenle ürüne bulaşmaların gerçekleşebileceği sonucu çıkarılmıştır.

2. Mevcut çalışmada elde edilen yoğurt örneklerinin fizikokimyasal özellikleri belirlenmiştir. Sonuçlar; üretim şeklinin, yoğurtların pH ve % asitlik değerleri üzerinde istatistiksel olarak farklılığa sebep olduğunu göstermiştir ($p<0,01$). Çalışmada analiz edilen 13 geleneksel yoğurt örneğinin % asitlik değerlerinin Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde belirtilen üst limitten (1,5 g/100 g laktik asit) daha yüksek olduğu ve dolayısıyla bu tebliğe uygun olmadıkları belirlenmiştir. Yoğurtların maya içeriklerindeki farklılıklarda olduğu gibi, % asitlik değerlerindeki sonuçlar da geleneksel üretimlerde hijyen şartlarının daha da iyileştirilmesi gerektiği göstermektedir.
3. Çalışma kapsamında analiz edilen yoğurt örneklerinden toplam 599 izolat elde edilmiştir. İzolatların ön değerlendirilmesi amacı ile gerçekleştirilen Gram boyama, katalaz testi ve mikroskopik özelliklerinden elde edilen sonuçlara göre, bu izolatlardan 439 tanesinin muhtemel yoğurt bakterisi olabileceğini düşünülmüştür. Bu sonuçlar, yoğurdun dışarıdan farklı mikroorganizmalarla kontamine olma potansiyelinin yüksek olduğu düşüncesini desteklemektedir. Çalışmanın daha sonraki aşamasında, bu izolatlar moleküler yöntemlerle tanılanmış ve 223 tanesinin *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, 216 tanesinin ise *S. thermophilus* olduğu belirlenmiştir.
4. 439 yoğurt izolatının probiyotik özelliklerinin belirlenmesi amacı ile safra tuzları ve mide ortamına toleransları incelenmiştir. İzolatlardan sadece 9 tanesinin (% 2,05) safra tuzlarına, bu 9 izolattan ise 4'ünün simüle mide ortamına direnç gösterdikleri belirlenmiştir. Bu sonuçlar, yoğurdun probiyotik içeriği bakımından zengin olmadığını kanıtlar niteliktedir.
5. Özellikle geleneksel üretimlerde starter kültür olarak endüstriyel yoğurtların kullanımı, son yıllarda yoğurt bakterilerinin çeşitliliğinde azalmalara sebep olmaktadır. Her geçen gün bu kültürlerdeki çeşitliliğin daha da azaldığı gerçeği karşısında, otokton yoğurt bakterilerinin karakterize edilerek koruma altına alınması, bu önemli fermente ürünün geleceği için hayatidir.
6. Çalışmada kullanılan 114M, 208M, 239M ve 502S numaralı muhtemel probiyotik yoğurt izolatlarının en az bir patojen üzerine asit üretimi mekanizması yardımıyla, 207M izolatının ise *S. aureus* ATCC 29213 ve *L. monocytogenes* ATCC 7644 patojenleri üzerine bakteriyosin olması muhtemel protein kaynaklı antagonistik aktiviteye sahip olduğu saptanmıştır. Bu izolatların yoğurt üretiminde koruyucu

kültür olarak kullanılmalarıyla ürünün mikrobiyolojik kalitesinin artırılabilceği kanısına varılmıştır.

7. Yoğurt kaynaklı izolatlar sadece gentamisin, kanamisin ve streptomisin antibiyotiklerine direnç göstermişlerdir. Sonuç olarak, bunların LAB'larda bulunması muhtemel doğal direnç mekanizmalarından kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Öte yandan, izolatların hiçbirisinin çalışmada kullanılan virülans faktör genleri, hemolitik ve DNase aktivitesine sahip olmadığı belirlenmiştir. Bu sebeple, söz konusu izolatların yoğurt üretiminde kullanımlarının güvenlik açısından herhangi bir sorun teşkil etmeyeceği kanaatine varılmıştır.
8. Çalışmada, izolatların farklı oranlarda oto ve ko-aggregasyon ile hidrofobisite yüzdelere sahip oldukları belirlenmiştir. Bu izolatların, bağırsak ortamında iyi lokalize olabilecekleri ve bunun yanında, bağırsak ortamında bulunması muhtemel patojenler ile kompleks oluşturarak patojenlerin insan sağlığı üzerine olumsuz etkilerini azaltabilecekleri düşünülmektedir. Söz konusu izolatların, fonksiyonel özellikleri artırılmış yoğurt üretiminde starter kültür olarak kullanılabilecekleri kanısına varılmıştır.
9. Çalışmada kullanılan 560M, 590M, 212S ve 236S numaralı izolatların kolesterolü farklı oranlarda asimile ettikleri belirlenmiştir. Söz konusu izolatlardan özellikle geleneksel kökenli olanların (212S ve 236S) kolesterol düşürücü yoğurt üretiminde yeni starter kültür olarak kullanılabilecekleri sonucuna varılmıştır.
10. Mevcut çalışmada, 439 yoğurt bakterisinin asit oluşturma yetenekleri incelenmiş ve izolat grupları arasında asit oluşturma farklılıklarının olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, yoğurt üretiminin fermantasyon aşamasındaki simbiyotik ilişkinin doğruluğunu destekler niteliktedir. RSM içerisinde, *S. thermophilus* izolatlarının *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'lara göre daha hızlı asit oluşturduğu tespit edilmiştir ($p<0,01$). Diğer taraftan, hem laktik basil hem de laktik kok izolatları için, endüstriyel kökenli izolatların geleneksel kökenli olanlardan daha hızlı asit ürettikleri belirlenmiştir ($p<0,01$). Sonuç olarak, izolatların farklı oranlarda asit oluşturma yeteneğine sahip oldukları ve hızlı asit üretim yeteneğine sahip olanların starter kültür olarak değerlendirilebileceği kanısına varılmıştır.
11. İzolatların biyokimyasal karakterizasyonu ve yoğurt/ayran gibi ürünlerde kullanılabilirliklerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen analizler sonucunda, yoğurt bakterilerinin tamamının 45 °C ve pH 5'de gelişim gösterdiği belirlenmiştir. Bunun yanında, izolatların çoğu pH 4 ve % 1 NaCl konsantrasyonunda gelişmiştir.

Sonuç olarak, izolatların yoğurt ve ayran üretimi için starter kültür olarak kullanılabilecekleri anlaşılmıştır.

12. İzolatların hiçbirisinin arjinini hidrolize etmediği, glikozdan gaz oluşturmadığı, proteolitik ve lipolitik aktiviteye sahip olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, izolatların yoğurt üretiminde starter kültür olarak kullanılmalarının üründe sağlık, tekstür, kalite ve raf ömrü açısından herhangi bir olumsuzluğa sebep olmayacağını göstermiştir.
13. EPS, ilave edildikleri ürünlerin tekstürel özelliklerini artıran karbonhidratlardır. Bunun yanında, EPS sindirilemeyerek bağırsağa ulaşır ve prebiyotik özellik gösterirler. Çalışmada kullanılan *S. thermophilus* izolatlarının tamamının *epsA*, 17 tanesinin ise *p-gtf* genine sahip olduğu belirlenmiştir. Öte yandan, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatlarının hiçbirisinde analiz edilen EPS üretme potansiyeline sahip genlere rastlanmamıştır. Mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, EPS genlerine sahip izolatların yoğurt üretiminde starter kültür olarak kullanımının ürünün tekstürel ve fonksiyonel özelliklerini artırabileceği kanısına varılmıştır.
14. Mevcut çalışmada, yoğurt izolatların H₂O₂ ve L-(+) laktik asit üretme yetenekleri incelenmiştir. Sonuçlar, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* izolatlarının *S. thermophilus*'lara göre daha güçlü H₂O₂ ve daha yüksek oranda L-(+) laktik asit ürettiklerini göstermiştir. Güçlü H₂O₂ ve yüksek miktarda L-(+) laktik asit üreten bu izolatların starter kültür olarak süt endüstrisine kazandırılmasının önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Böylece, fermente ürünlerde hem koruyucu madde kullanımının azaltılmasının hem de sağlık üzerine yararlı etkileri artırılmış ürünlerin elde edilmesinin sağlanabileceği düşünülmektedir.
15. Çalışma kapsamında izole edilen 439 yoğurt bakterisinin belirlenen probiyotik ve teknolojik özelliklerine göre, probiyotik yoğurt için 239M ve 212S, geleneksel yoğurt için 169M ve 212S, EPS-yoğurt için ise 169M ve 108S numaralı izolatların kullanımına karar verilmiştir. Ticari kültürün (Chr. Hansen) kullanıldığı kontrol numunesi ile kıyaslandığında, çalışmada kullanılan izolatların pastörize sütü daha hızlı yoğurda dönüştürdükleri tespit edilmiştir. Bu durum, çalışmada izole edilen yoğurt suşlarının endüstriye kazandırılması düşüncesini artırmıştır.
16. Yoğurt örneklerinin depolama boyunca laktik basil içeriklerinin 7,29-8,58, laktik kok içeriklerinin ise 8,03-9,02 log₁₀ kob/g aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Ek olarak, yoğurt örneklerinin laktik basil içerikleri üzerine yoğurt çeşidi, depolama ve

yoğurt çeşidi × depolama interaksyonunun etkili olduğu, laktik kok içeriği üzerine ise sadece yoğurt çeşidinin etkili olduğu belirlenmiştir ($p<0,01$). Örneklerin *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* içerikleri depolama boyunca sürekli olmasa da bir azalış göstermiştir ($p<0,05$). Ancak, probiyotik yoğurt örneğinde *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 239M izolatının kabul edilebilir limitin altına düşmediği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, söz konusu izolatların ticari kültür ile kıyaslanabilecek şekilde yoğurtta canlılıklarını sürdürdükleri belirlenmiş ve bu da izolatların önemini ortaya çıkarmıştır.

17. Depolama boyunca elde edilen pH ve % asitlik sonuçları, özellikle probiyotik yoğurt örneğinin diğerlerine kıyasla daha uzun raf ömrüne sahip olabileceğini göstermiştir. Bu durumun, 239M numaralı izolatın ticari kültür de dahil olmak üzere diğer izolatlara göre buzdolabı sıcaklığında daha yavaş gelişmesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Söz konusu izolatın yoğurt üretiminde kullanımı ile ticari kültürlerle oranla daha hızlı bir yoğurt üretimi gerçekleştirilebileceği ve bunun da ötesinde daha geç ekşiyen (raf ömrü daha uzun) yoğurtların elde edilmesine olanak sağlayabileceği kanısına varılmıştır.
18. EPS üretme yeteneğine sahip olduğu genetik yöntemlerle belirlenen 108S numaralı izolat EPS-yoğurt üretiminde starter kültür olarak kullanılmıştır. EPS'in su tutma özelliği olduğundan dolayı ilave edildiği ürünlerde su tutma kapasitesi, viskozite ve kıvam katsayısını artırması beklenmektedir. Ancak, sonuçlar, bu izolatın EPS-yoğurt örneğinin su tutma kapasitesi, viskozite değeri ve kıvam katsayısı üzerine beklenen etkiyi göstermediği tespit edilmiştir.
19. Yoğurt örneklerinin depolama boyunca laktik ve sitrik asit içeriklerinin sırasıyla 7072,12-13160,57 ve 1912,91-2635,02 ppm aralığında değiştiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar laktik asidin fermente ürünlerde en önemli organik asit olduğu gerçeğini desteklemektedir.
20. Çalışma kapsamında üretilen probiyotik yoğurt örneğinde depolama boyunca benzoik asit tespit edilememişken, diğer örneklerin 21,65-23,21 ppm aralığında benzoik asit içerdikleri belirlenmiştir. Bu sonuçlar, önemli bir koruyucu madde olan benzoik asit miktarının starter kültür çeşidine bağlı olduğunu göstermiştir. Ayrıca, bu veriler üzerinde gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonuçları, mikrobiyal kaynaklı benzoik asidin sadece fermantasyon aşamasında üretildiğini, diğer bir ifade ile yoğurt bakterilerinin depolama sürecinde benzoik asit üretmediklerini göstermiştir.

21. Çalışmada üretilen probiyotik, geleneksel, EPS-yoğurt ve kontrol yoğurt örneklerinin duyu özellikleri panelistler tarafından değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, özellikle probiyotik yoğurt örneğinin diğer örneklere göre daha düşük ekşiliğe sahip olduğunu göstermiştir. Bununla bağlantılı olarak, panelistler depolama boyunca probiyotik yoğurt örneğini en lezzetli bulmuşlar ve en yüksek genel kabul edilebilirlik puanlarını bu örneğe vermişlerdir. Yoğurta depolamanın ilerleyen süreçlerinde asitlik artışının örneklere verilen lezzet ve genel kabul edilebilirlik puanlarında azalmalara sebep olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan, geleneksel, EPS-yoğurt ve kontrol yoğurt örneklerinin asitlik, lezzet ve genel kabul edilebilirlik puanları arasında istatistiksel bir farkın olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Sonuç olarak, probiyotik yoğurt örneği başta olmak üzere, geleneksel ve EPS-yoğurt örneklerinin de ticari kültürlerle elde edilen yoğurtlar ile rekabet edebileceği kanısına varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abudoleh, S.M., Hamdan, S.O., Mahasneh, A.M., Al-Khani, Z.M. and Talhouni, A.A., 2021. Isolation and characterization of potential probiotic bacteria from Jordanian traditional pickled and fermented foods. *Acta Poloniae Pharmaceutica*, 78 (4), 515-520.
- Abushelaibi, A., Al-Mahadin, S., El-Tarabily, K., Shah, N.P. and Ayyash, M., 2017. Characterization of potential probiotic lactic acid bacteria isolated from camel milk. *LWT - Food Science and Technology*, 79, 316-325.
- Adhikari, K., Grun, I.U., Mustapha, A. and Fernando, L.N., 2002. Changes in the profile of organic acids in plain set and stirred yogurts during manufacture and refrigerated storage. *Journal of Food Quality*, 25 (5), 435-451.
- Afzaal, M., Saeed, F., Anjum, F., Waris, N., Husaain, M., Ikram, A., Ateeq, H., Anjum, F.M. and Suleria, H., 2021. Nutritional and ethnomedicinal scenario of koumiss: A concurrent review. *Food Science & Nutrition*, 9, 6421-6428.
- Ahmed S., Dora K.C., Sarkar, S., Chowdhury, S. and Ganguly, S., 2013. Quality analysis of shidal-a traditional fermented fish product of Assam, North-East India. *Indian Journal of Fisheries*, 60 (1), 117-123.
- Ahmed, M.K., 2023. Effects Of Different Starter Cultures On Buffalo Yoghurt Quality And Sensory Parameters. Master's Thesisi, Erciyes University Graduate School of Natural And Applied Sciences, Kayseri.
- Akin, M.S. and Korkmaz, A., 2009. Influence of different exopolysaccharide-producing strains on the physicochemical, sensory and syneresis characteristics of reduced-fat stirred yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 62 (3), 422-430.
- Akmal, U., Ghorri, I., Elasbali, A.M., Alharbi, B., Farid, A., Alamri, A.S., Muzammal, M., Asdaq, S.M.B., Naiel, M.A.E. and Ghazanfar, S., 2022. Probiotic and antioxidant potential of the *Lactobacillus* spp. isolated from artisanal fermented pickles. *Fermentation-Basel*, 8 (7), 328.
- Akpinar, A., Yerlikaya, O. and Kiliç, S., 2011. Antimicrobial activity and antibiotic resistance of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* strains isolated from Turkish homemade yoghurts. *African Journal of Microbiology Research*, 5 (6), 675-682.
- Aktaş, H. and Çetin, B., 2022. Investigation of starter culture properties and antifungal activities of pickle-derived lactic acid bacteria. *Gıda*, 47 (3), 387-398.
- Aktaş, H., 2018. Ev Yapımı ve Endüstriyel Olarak Üretilen Yoğurtların Mikrobiyolojik Özelliklerinin İncelenmesi ve Potansiyel Probiyotik Suşların Belirlenmesi. Y.Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Aktaş, H., Ürkek, B., Meral Aktaş, H., Çetin, B. and Şengül, M., 2023. Comparison of some characteristics of homemade, local and national brands yoghurts. *Ovidius University Annals of Chemistry*, 34 (1), 8-13.
- Aktaş, H., Yıldız, S. and Çetin, B., 2022. Probiotic and technological properties of isolates from homemade and industrial yoghurts. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46, e17135.
- Altay Dede, N., Acar-Soykut, E. and Gürakan, G.C., 2014. Phenotypic diversity and technological properties of yogurt cultures isolated from traditionally produced Turkish

- yogurts with comparison to commercial starter cultures. *Italian Journal of Food Science*, 26, 308-316.
- Aly, S.A., Galal, E.A. and Elewa, N., 2004. Carrot yoghurt: Sensory, chemical, microbiological properties and consumer acceptance. *Pakistan Journal of Nutrition*, 3 (6), 322-330.
- Amatayakul, T., Sherkat, F. and Shah N.P., 2006. Physical characteristics of set yoghurt made with altered casein to whey protein ratios and EPS-producing starter cultures at 9 and 14% total solids. *Food Hydrocolloids*, 20 (2-3), 314-324.
- Anagnostopoulos, D.A., Bozoudi, D. and Tsaltas, D., 2018. Enterococci isolated from Cypriot green table olives as a new source of technological and probiotic properties. *Fermentation-Basel*, 4 (2), 48.
- Anonymous, 1997. NMLK124, Nordic committee on food analysis, Method no. 124.
- Anonymous, 2002. FAO/WHO Working Group, Guidelines for the evaluation of probiotics in food.
- Anonymous, 2003. Standard for fermented milks (Codex Alimentarius), https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%3A%2F%2Fworkspace.fao.org%2Fsites%2Fcodex%2Fstandards%2FCXS%2B243-2003%2FCXS_243e.pdf (13.01.2023).
- Anonymous, 2006. ISO 4832, Microbiology of food and animal feeding stuffs-horizontal method for the enumeration of coliforms-colony-count technique.
- Anonymous, 2008. ISO 21527-1, Microbiology of food and animal feeding stuffs-horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds-Part 1: Colony count technique in products with water activity greater than 0.95.
- Anonymous, 2009. Turkish food codex communique on fermented milk products, https://members.wto.org/crnattachments/2016/SPS/TUR/16_4756_00_e.pdf (13.01.2023).
- Aras, Z., 2010. Mikrobiyolojide kullanılan hızlı tanı yöntemleri. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 68 (2), 97-104.
- Arora, S., Chaudhary, G., Yadav, U., Singh, T.P. and Bathla, S., 2021. Evaluation of physico-chemical and organoleptic characteristics of sweetened stirred plum (*Prunes domestica*) yoghurt during storage. *Indian Journal of Dairy Science*, 74 (4), 294-300.
- Ashraf, R. and Shah, N.P., 2011. Selective and differential enumerations of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium* spp. in yoghurt-A review. *International Journal of Food Microbiology*, 149 (3), 194-208.
- Aslım, B., Onbasılı, D. and Yüksekdağ, Z.N., 2009. Determination of lactic acid production and antagonistic activity against *Helicobacter pylori* of *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *S. thermophilus* strains. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17 (4), 609-614.
- Awasti, N., Tomar, S.K., Pophaly, S.D., Poonam, P., Lule, V.K., Singh, T.P. and Anand, S., 2016. Probiotic and functional characterization of bifidobacteria of Indian human origin. *Journal of Applied Microbiology*, 120 (4), 1021-1032.
- Ayala-Zavala, J.F., Vega-Vega, V., Rosas-Domínguez, C., Palafox-Carlos, H., Villa-Rodríguez, J.A., Wasim Siddiqui, M., Dávila-Aviña, J.E. and González-Aguilar, G.A., 2011. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food Research International*, 44 (7), 1866-1874.

- Ayhan, K., Durlu-Ozkaya, F. and Tunail, N., 2005. Commercially important characteristics of Turkish origin domestic strains of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus*. *International Journal of Dairy Technology*, 58 (3), 150-157.
- Azadnia, P. and Nazer, A.H.K., 2009. Identification of lactic acid bacteria isolated from traditional drinking yoghurt in tribes of Fars province. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 10 (3), 235-240.
- Azadnia, P., Babaki, A.K., Ghasemi, M.S.A., Jashni, M.K., Zamani, M.H. and Taarof, N., 2011. Isolation and identification of Leuconostocs from traditional yoghurt in tribes of Kazerun. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10 (4), 552-554.
- Azam, M., Mohsin, M., Ijaz, H., Tulain, U.R., Ashraf, M.A., Fayyaz, A., Ul Abadeen, Z. and Kamran, Q., 2017. Lactic acid bacteria in traditional fermented Asian foods. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 30 (5), 1803-1814.
- Babu, P.D., Bhakayaraj, R. and Vidhyalakshmi, R., 2009. Low cost nutritious food “tempeh” a review. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 4 (1), 22-27.
- Badis, A., Guetarni, D., Boudjema, B.M., Henni, D.E. and Kihal, M., 2004. Identification and technological properties of lactic acid bacteria isolated from raw goat milk of four Algerian races. *Food Microbiology*, 21 (5), 579-588.
- Balouiri, M., Sadiki, M. and Ibsouda, S.K., 2016. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6 (2), 71-79.
- Bartáková, K., Vorlová, L., Dluhošová, S., Borkovcová, I., Bursová, Š., Pospíšil, J. and Janštová, B., 2021. Effect on benzoic acid production of yoghurt culture and the temperatures of storage and milk heat treatment in yoghurts. *Foods*, 10, 1535.
- Başıyigit Kılıç, G. and Akpınar Kankaya, D., 2016. Assessment of technological characteristics of non-fat yoghurt manufactured with prebiotics and probiotic strains. *Journal of Food Science and Technology*, 53 (1), 864-871.
- Beena Divya, J., Kulangara Varsha, K., Madhavan Nampoothiri, K., Ismail, B. and Pandey, A., 2012. Probiotic fermented foods for health benefits. *Engineering in Life Sciences*, 12, 377-390.
- Berner, L.A. and O'Donnell, J.A., 1998. Functional foods and health claims legislation: Applications to dairy foods. *International Dairy Journal*, 8 (5-6), 355-362.
- Beyatli, Y., Aslim, B., Onal, D. and Bozkurt, H., 2007. Determination of some characteristic properties of lactic acid bacteria isolated from traditional hand-made yogurts. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 103 (11), 517-522.
- Bhanwar, S., Singh, A. and Ganguli, A., 2014. Probiotic characterization of potential hydrolases producing *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* isolated from pickled yam. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65 (1), 53-61.
- Bodyfelt, F.W., Tobias, J. and Trout, G.M., 1988. *The Sensory Evaluation of Dairy Products*. Van Nostrand Reinhold, 598 p, New York.
- Borah, D., Gogoi, O., Adhikari, C. and Kakoti, B.B., 2016. Isolation and characterization of the new indigenous *Staphylococcus* sp. DBOCP06 as a probiotic bacterium from traditionally fermented fish and meat products of Assam state. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3 (3), 232-240.
- Burana-osot, J., Arunsingharat, L., Naksuk, M., Naungnamjai, S. and Saetun, T., 2014. Validation of a HPLC method for the determination of benzoic acid and sorbic acid in noodles. *Chiang Mai Journal of Science*, 41 (2), 370-382.

- Byakika, S., Mukisa, I.M., Byaruhanga, Y.B. and Muyanja, C., 2020. Probiotic potential of lactic acid starter cultures isolated from a traditional fermented sorghum-millet beverage. *International Journal of Microbiology*, 2020, Article ID 7825943.
- Byakika, S., Mukisa, I.M., Mugabi, R. and Muyanja, C., 2019. Antimicrobial activity of lactic acid bacteria starters against acid tolerant, antibiotic resistant, and potentially virulent *E. coli* isolated from a fermented sorghum-millet beverage. *International Journal of Microbiology*, Article ID 2013539.
- Çakmakci, S., Cetin, B., Turgut, T., Gurses, M. and Erdogan, A., 2012. Probiotic properties, sensory qualities, and storage stability of probiotic banana yogurts. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 36 (3), 231-237.
- Carr, F.J., Chill, D. and Maida, N., 2002. The lactic acid bacteria: A literature survey. *Critical Reviews in Microbiology*, 28, 281-370.
- Cemeroğlu, B., 2010. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 657 s, Ankara, Türkiye.
- Collado, M.C., Surono, I., Meriluoto, J. and Salminen, S., 2007. Indigenous Dadih lactic acid bacteria: Cell-surface properties and interactions with pathogens. *Journal of Food Science*, 72, M89-M93.
- Colombo, M., Ner, L.A. and Todorov, S.D., 2020. Safety profiles of beneficial lactic acid bacteria isolated from dairy systems. *Brazilian Journal of Microbiology*, 51, 787-795.
- Corzo, G. and Gilliland, S.E., 1999. Bile salt hydrolase activity of three strains of *Lactobacillus acidophilus*. *Journal of Dairy Science*, 82 (3), 472-480.
- Cross, A.S., 2008. What is a virulence factor?. *Critical Care*, 12, Article number: 196.
- Çakır, R., 2011. Bazı Gıda Ürünlerinde Sorbik Asit Ve Benzoik Asit Varlığının Tespiti. Y.Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Çetin, B., 2011. Production of probiotic mixed pickles (Turşu) and microbiological properties. *African Journal of Biotechnology*, 10 (66), 14926-14931.
- Çon, A.H., Çakmakçi, S., Çağlar, A. and Gökalp, H.Y., 1996. Effects of different fruits and storage periods on microbiological qualities of fruit-flavored yogurt produced in Turkey. *Journal of Food Protection*, 59 (4), 402-406.
- Das, A.J., Das, M.J., Miyaji, T. and Deka, S.C., 2019. Growth and metabolic characterization of four lactic acid bacteria species isolated from rice beer prepared in Assam, India. *Access Microbiology*, 1 (4), e000028.
- Dave, R.I. and Shah, N.P., 1997. Effect of cysteine on the viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made with commercial starter cultures. *International Dairy Journal*, 7 (8-9), 537-545.
- de Amorim Trindade, D.P., Barbosa, J.P., Martins, E.M.F. and Tette, P.A.S., 2022. Isolation and identification of lactic acid bacteria in fruit processing residues from the Brazilian Cerrado and its probiotic potential. *Food Bioscience*, 48, 101739.
- De Brabandere, A.G. and De Baerdemaeker, J.G., 1999. Effects of process conditions on the pH development during yogurt fermentation. *Journal of Food Engineering*, 41 (3-4), 221-227.
- de Melo Pereira, G.V., de Oliveira Coelho, B., Magalhães Júnior, A.I., Thomaz-Soccol, V. and Soccol, C.R., 2018. How to select a probiotic? A review and update of methods and criteria. *Biotechnology Advances*, 36 (8), 2060-2076.

- Dertli, E., 2015. Isolation and identification of an exopolysaccharide producer *Streptococcus thermophilus* strain from Turkish yoghurt, Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi, 21 (2), 229-232.
- Dertli, E., Mercan, E., Arıcı, M., Yılmaz, M.T. and Sağdıç, O., 2016. Characterisation of lactic acid bacteria from Turkish sourdough and determination of their exopolysaccharide (EPS) production characteristics. LWT-Food Science and Technology, 71, 116-124.
- Dilmi-Bouras, A., 2006. Assimilation (in vitro) of cholesterol by yogurt bacteria. Annals of Agricultural and Environmental Medicine, 13 (1), 49-53.
- Dlamini, Z.C., Langa, R.L.S., Aiyegoro, O.A. and Okoh, A.I., 2019. Safety evaluation and colonisation abilities of four lactic acid bacteria as future probiotics. Probiotics and Antimicrobial Proteins, 11 (2), 397-402.
- Dogan, C., Celik, S. and Dogan, N., 2022. Changes of quality characteristics of functional fruit yogurts fortified with husk extracts of various nuts during cold storage. Journal of Microbiology Biotechnology and Food Sciences, 12 (3), e5830.
- Domagala, J., 2009. Instrumental Texture, Syneresis and Microstructure of Yoghurts Prepared from Goat, Cow and Sheep Milk. International Journal of Food Properties, 12, 605-615.
- Domagala, J., Wszolek, M., Tamime, A.Y. and Kupiec-Teahan, B., 2013. The effect of transglutaminase concentration on the texture, syneresis and microstructure of set-type goat's milk yoghurt during the storage period. Small Ruminant Research, 112 (1-3), 154-161.
- Domingos-Lopes, M.F.P., Stanton, C., Ross, P.R., Dapkevicius, M.L.E. and Silva, C.C.G., 2017. Genetic diversity, safety and technological characterization of lactic acid bacteria isolated from artisanal Pico cheese. Food Microbiology, 63, 178-190.
- Donkor, O.N., Henriksso, A., Vasiljevi, T. and Shah, N.P., 2006. Effect of acidification on the activity of probiotics in yoghurt during cold storage. International Dairy Journal, 16, 1181-1189.
- Donkor, O.N., Nilmini, S.L.I., Stolic, P., Vasiljevic, T. and Shah, N.P., 2007b. Survival and activity of selected probiotic organisms in set-type yoghurt during cold storage. International Dairy Journal, 17 (6), 657-665.
- Donkor, O.N., Tsangalis, D. and Shah, N.P., 2007a. Viability of probiotic bacteria and concentrations of organic acids in commercial yoghurts during refrigerated storage. Food Australia, 59 (4), 121-126.
- Dönmez, Ö., Ataç Mogol, B. and Gökmen, V., 2017. Syneresis and rheological behaviors of set yogurt containing green tea and green coffee powders. Journal of Dairy Science, 100 (2), 901-907.
- Drosinos, E.H., Paramithiotis, S., Kolovos, G., Tsikouras, I. and Metaxopoulos, I., 2007. Phenotypic and technological diversity of lactic acid bacteria and *Staphylococci* isolated from traditionally fermented sausages in Southern Greece. Food Microbiology, 24, 260-270.
- Durlu-Ozkaya, F., Xanthopoulos, V., Tunail, N. and Litopoulou-Tzanetaki, E., 2001. Technologically important properties of lactic acid bacteria isolates from Beyaz cheese made from raw ewe's milk. Journal of Applied Microbiology, 91, 861-870.
- El-Soda, M., El-Ziney, M., Awad, S., Osman, G., Omran, N., Gamal, G., Ezzat, N. and El-Shafei, H., 2003. A culture collection of lactic acid bacteria isolated from raw milk and traditional Egyptian dairy products. Egyptian Journal of Dairy Science, 31, 23-41.

- Escobar-Ramirez, M.C., Jaimez-Ordaz, J., Escorza-Iglesias, V.A., Rodriguez-Serrano, G.M., Contreras-Lopez, E., Ramirez-Godinez, J., Castaneda-Ovando, A., Morales-Estrada, A.I., Felix-Reyes, N. and Gonzalez-Olivares, L.G., 2021. *Lactobacillus pentosus* ABHEAU-05: An in vitro digestion resistant lactic acid bacterium isolated from a traditional fermented Mexican beverage. *Revista Argentina De Microbiologia*, 52 (4), 305-314.
- Evans, C.J. and Aguilera, R.J., 2003. DNase II: Genes, enzymes and function. *Gene*, 1-15.
- Fang, S.H., Lai, Y.J. and Chou, C.C., 2013. The susceptibility of *Streptococcus thermophilus* 14085 to organic acid, simulated gastric juice, bile salt and disinfectant as influenced by cold shock treatment. *Food Microbiology*, 33 (1), 55-60.
- Fernandez, M.A., Picard-Deland, É., Le Barz, M., Daniel, N. and Murette, A., 2017. Yogurt and Health. *Fermented Foods in Health and Disease Prevention*, Ed: Frias, J., Martinez-Villaluenga, C., Peñas, E. Academic Press, London, 305-338.
- Fernandezgarcia, E. and Mcgregor, Ju., 1994. Determination of organic-acids during the fermentation and cold-storage of yogurt. *Journal of Dairy Scienc*, 77 (10), 2934-2939.
- Fırat, M.Ç., 2019. Probiyotik ve Antioksidan Özellikli Yoğurt Bakterilerinin İzolasyonu ve İdentifiye Edilen Suşlarla Üretilen Yoğurtların Bazı Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Fijan, S., Frauwallner, A., Langerholc, T., Krebs, B., Née Younes, J.A.T.H., Heschl, A., Turk, D.M. and Rogelj, I., 2019. Efficacy of using probiotics with antagonistic activity against pathogens of wound infections: An integrative review of literature. *BioMed Research International*, 2019, Article ID 7585486.
- Flores-Mancha, M.A., Ruíz-Gutiérrez, M.G., Rentería-Monterrubio, A.L., Sánchez-Vega, R., Juárez-Moya, J., Santellano-Estrada, E. and Chávez-Martínez, A., 2021. Stirred yogurt added with beetroot extracts as an antioxidant source: Rheological, sensory, and physicochemical characteristics. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45, e15628.
- Foroutan, N.S., Tabandeh, F., Khodabandeh, M., Mojjani, N., Maghsoudi, A. and Moradi, M., 2017. Isolation and identification of an indigenous probiotic *Lactobacillus* strain: Its encapsulation with natural branched polysaccharids to improve bacterial viability. *Applied Food Biotechnology*, 4 (3), 133-141.
- Frieri, M., Kumar, K. and Boutin, A., 2017. Antibiotic resistance. *Journal of Infection and Public Health*, 10 (4), 369-378.
- Gasmalla, M.A.A., Tessema, H.A., Salaheldin, A., Alahmad, K., Hassanin, H.A.M. and Aboshora, W., 2017. Health benefits of milk and functional dairy products. *MOJ Food Processing & Technology*, 4 (4), 108-111.
- Gezginc, Y., Akyol, I., Kuley, E. and Özogul, F., 2013. Biogenic amines formation in *Streptococcus thermophilus* isolated from home-made natural yogurt. *Food Chemistry*, 138 (1), 655-662.
- Golshahi, M., Pirnia, M.M., Jafari, P., Ebrahimi, E., Tafvizi, F., Dameshghian, M. and Ebrahimi, M.T., 2021. Characterization of effective native lactic acid bacteria as potential oral probiotics on growth inhibition of *Streptococcus mutans*. *Applied Food Biotechnology*, 8 (3), 201-212.
- Green, I.R., Oberg, C.J., Broadbent, J.R., Thunell, R.K. and McMahon, D.J., 2021. Galactose-positive adjunct cultures prevent gas formation by *Paucilactobacillus wasatchensis*

- WDC04 in a model gas production test. *Journal of Dairy Science*, 104 (10), 10540-10549.
- Guggisberg, D., Eberhard, P. and Albrecht B., 2007. Rheological characterization of set yoghurt produced with additives of native whey proteins. *International Dairy Journal*, 17 (11), 1353-1359.
- Gupta, M. and Bajaj, B.K., 2018. Functional characterization of potential probiotic lactic acid bacteria isolated from kalarei and development of probiotic fermented oat flour. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 10 (4), 654-661.
- Gupta, S., Mohanty, U. and Majumdar, R.K., 2021. Isolation and characterization of lactic acid bacteria from traditional fermented fish product Shidal of India with reference to their probiotic potential. *LWT-Food Science and Technology*, 146, 111641.
- Gustaw, W., Kordowska-Wiater, M. and Koziół, J., 2011. The influence of selected prebiotics on the growth of lactic acid bacteria for bio-yoghurt production. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 10 (4), 455-466.
- Gutiérrez-Cortés, C., Suarez, H., Buitrago, G., Nero, L.A. and Todorov, S.D., 2018. Characterization of bacteriocins produced by strains of *Pediococcus pentosaceus* isolated from Minas cheese. *Annals of Microbiology*, 68 (6), 383-398.
- Güler, Z., 2007. Changes in salted yoghurt during storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 42, 235-245.
- Güler-Akın, M.B., Akin, M.S. and Korkmaz, A., 2009. Influence of different exopolysaccharide-producing strains on the physicochemical, sensory and syneresis characteristics of reduced-fat stirred yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 62 (3), 422-430.
- Haddadin, J.S.Y., 2005. Kinetic studies and sensorial analysis of lactic acid bacteria isolated from white cheese made from sheep raw milk. *Pakistan Journal of Nutrition*, 4, 78-84.
- Hajimohammadi Farimani, R., Habibi Najafi, M.B., Fazly Bazzaz, B.S., Edalatian, M.R., Bahrami, A.R., Flórez, A.B. and Mayo, B., 2016. Identification, typing and functional characterization of dominant lactic acid bacteria strains from Iranian traditional yoghurt. *European Food Research and Technology*, 242 (4), 517-526.
- Harrigan, W.F., 1998. *Laboratory Methods In Food Microbiology*. Academic Press, San Diego, USA.
- Hati, S., Patel, N. and Mandal, S., 2018. Comparative growth behaviour and biofunctionality of lactic acid bacteria during fermentation of soy milk and bovine milk. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 10, 277-283.
- Heller, K.J., 2001. Probiotic bacteria in fermented foods: product characteristics and starter organisms. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 73, 374S-379S.
- Heydari, S., Hosseini, S.E., Mortazavian, A.M. and Taheri, S., 2021. Biochemical, microbiological, and sensory properties of probiotic yogurt made from Iranian native strains compared to commercial strains. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45 (1), e15021.
- Holmes, M.V. and Ala-Korpela, M., 2019. What is 'LDL cholesterol'?. *Nature Reviews Cardiology*, 16, 197-198.
- Ilyanie, H.Y., Huda-Faujan, N., Muryany, M.Y.I. and Zuraida, J., 2022. Isolation and characterisation of probiotic lactic acid bacteria from Malaysian fermented fish products budu and bosou. *International Food Research Journal*, 29 (2), 338-348.

- Issazadeh, K., Ali Abadi, M.A., Kazemi Darsanaki, R., Alikhani, F., Dadras, H. and Tajehmiri, A., 2013. Isolation, identification and analysis of probiotic properties of *Lactobacillus* spp. from traditional yoghurts in north of Iran. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 7 (4), 2965-2971.
- Izadi, Z., Nasirpour, A., Garoosi, G.A. and Tamjidi, F., 2015. Rheological and physical properties of yogurt enriched with phytosterol during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 5341-5346.
- İspirli, H. and Dertli, E., 2018. Isolation and identification of exopolysaccharide producer lactic acid bacteria from Turkish yogurt. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42, e13351.
- Jung, J.Y., Lee, S.H. and Jeon, C.O., 2014. Kimchi microflora: History, current status, and perspectives for industrial kimchi production. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 98, 2385-2393.
- Kaban, G., (2013). Sucuk and pastırma: Microbiological changes and formation of volatile compounds. *Meat Science*, 95 (4), 912-918.
- Kailasapathy, K., 2006. Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory properties of yoghurt. *LWT-Food Science and Technology*, 39 (10), 1221-1227.
- Kailasapathy, K., Harmstorf, I. and Phillips, M., 2008. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* in stirred fruit yogurts. *LWT-Food Science and Technology*, 41 (7), 1317-1322.
- Kalyas, A. and Ürkek, B., 2022. Effect of flaxseed powder on physicochemical, rheological, microbiological and sensory properties of yoghurt. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 65, e22210012.
- Kalyas, A., 2020. Öğütülmüş Keten Tohumunun Yoğurdun Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özelliklerine Etkisi. Y.Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane.
- Kamal, H.M., Kamrun, N., Parisa, S., Norhani, A., Kaiser, H. and Faseleh, J.M., 2017. Probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from cheese, yogurt and poultry faeces. 10 (9), 2991-2998.
- Kaminarides, S., Stamou, P. and Massouras, T., 2007. Comparison of the characteristics of set type yoghurt made from ovine milk of different fat content. *International Journal of Food Science and Technology*, 42 (9), 1019-1028.
- Kang, S.S., Kim, M.K. and Kim, Y.J., 2019. Comprehensive evaluation of microbiological and physicochemical properties of commercial drinking yogurts in Korea. *Food Science of Animal Resources*, 39 (5), 820-830.
- Karaçıl, M.Ş. and Acar Tek, N., 2013. Dünyada üretilen fermente ürünler: Tarihsel süreç ve sağlık ile ilişkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27 (2), 163-173.
- Kathleen, M.M., Samuel, L., Felecia, C., Ng, K.H., Lesley, M.B. and Kasing, A., 2014. (GTG)5-PCR analysis and 16s rRNA sequencing of bacteria from Sarawak aquaculture environment. *International Food Research Journal*, 21(3), 915-920.
- Kaur, S. and Das, M., 2011. Functional foods: An overview. *Food Science and Biotechnology*, 20 (4), 861-875.
- Kavitake, D., Kandasamy, S., Devi, P.B. and Shetty, P.H., 2018. Recent developments on encapsulation of lactic acid bacteria as potential starter culture in fermented foods-A review. *Food Bioscience*, 21, 34-44.

- Kayacan Çakmakoğlu, S., Vurmaz, M., Bezirci, E., Kaya, Y., Dikmen, H., Göktaş, H., Demirbaş, F., Encu, B., Acar Soykut, E., Alemdar, F., Çakır, İ., Durak, M.Z., Arıcı, M., Sağdıç, O., Türker, M. and Dertli, E., 2022. Isolation and characterization of yogurt starter cultures from traditional yogurts and growth kinetics of selected cultures under lab-scale fermentation. *Preparative Biochemistry and Biotechnology*, 18, 1-10.
- Kim, H.J., Kim, J.H., Son, J.H., Seo, H.J., Park, S.J., Paek, N.S. and Kim, S.K., 2004. Characterization of bacteriocin produced by *Lactobacillus bulgaricus*. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 14, 503-508.
- Kondrotiene, K., Lauciene, L., Andruleviciute, V., Kasetiene, N., Serniene, L., Sekmokiene, D. and Malakauskas, M., 2020. Safety assessment and preliminary *In vitro* evaluation of probiotic potential of *Lactococcus lactis* strains naturally present in raw and fermented milk. *Current Microbiology*, 77 (10), 3013-3023.
- Kostinek, M., Specht, I., Edward, V.A.A., Pinto, C., Egounlety, M., Sossa, C., Mbugua, S., Dortu, C., Thonart, P., Taljaard, L., Mengu, M., Franz, C.M.A.P. and Holzapfel, W.H., 2007. Characterisation and biochemical properties of predominant lactic acid bacteria from fermenting cassava for selection as starter cultures. *International Journal of Food Microbiology*, 114 (3), 342-351.
- Kot, E., Furmanov, S. and Bezkorovainy, A., 1996. Hydrogen peroxide production and oxidation of ferrous iron by *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*. *Journal of Dairy Science*, 79 (5), 758-766.
- Koyuncu, N. and Uylaser, V., 2009. Benzoic acid and sorbic acid levels in some dairy products consumed in Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 21 (6), 4901-4908.
- König, H. and Fröhlich, J., 2017. Lactic Acid Bacteria. *Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine*, Ed: König, H., Uden, G. and Fröhlich, J. Springer, Cham., Berlin, 3-41.
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C. and Tamura, K., 2018. MEGA X: Molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular biology and evolution*, 35 (6), 1547-1549.
- Kumari, A.G.I.P., Ranadheera, C.S., Prasanna, P.H.P., Senevirathne, N.D. and Vidanarachchi, J.K., 2015. Development of a rice incorporated symbiotic yogurt with low retrogradation properties. *International Food Research Journal*, 22 (5), 2032-2040.
- Ladero, V., Fernandez, M., Calles-Enriquez, M., Sanchez-Llana, E., Canedo, E., Martin, M.C. and Alvarez, M.A., 2012. Is the production of the biogenic amines tyramine and putrescine a species-level trait in enterococci?. *Food Microbiology*, 30(1), 132-138.
- Lashani, E., Davoodabadi, A. and Dallal, M.M.S., 2020. Some probiotic properties of *Lactobacillus* species isolated from honey and their antimicrobial activity against foodborne pathogens. *Veterinary Research Forum*, 11 (2), 121-126.
- Lee, J., Kim, S. and Kang, C.H., 2022. Screening and probiotic properties of lactic acid bacteria with potential immunostimulatory activity isolated from kimchi. *Fermentation*, 9 (1), 4.
- Lee, W.J. and Lucey, J.A., 2010. Formation and physical properties of yogurt. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23 (9), 1127-1136.
- Leroy, F. and De Vuyst, L., 2004. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science & Technology*, 15 (2), 67-78.
- Li, H.B., Song, W.B., Liu, T.T., Xu, S.Y., Zhang, S.S., Zhang, Y.Y., Liu, D.K., Li, H.J., and Yu, J.H., 2022. Developing novel synbiotic yoghurt with *Lacticaseibacillus paracasei*

- and lactitol: Investigation of the microbiology, textural and rheological properties. *International Dairy Journal*, 135, 105475.
- Linares, D.M., Martin, M.C., Ladero, V., Alvarez, M.A. and Fernandez, M., 2011. Biogenic amines in dairy products. *Critical Review of Food Science and Nutrition*, 51, 691-703.
- Liu, S., Han, Y. and Zhou, Z., 2011. Lactic acid bacteria in traditional fermented Chinese foods. *Food Research International*, 44 (3), 643-651.
- Lopes, R.P., Mota, M.J., Pinto, C.A., Sousa, S., da Silva, J.A.L., Gomes, A.M., Delgadillo, I. and Saraiva, J.A., 2019. Physicochemical and microbial changes in yogurts produced under different pressure and temperature conditions. *LWT-Food Science and Technology*, 99, 423-430.
- Mahmood, T., Masud, T., Ali, S., Abbasi, K.S. and Liaquat, M., 2015. Optimization and partial characterization of bacteriocin produced by *Lactobacillus bulgaricus*-TLBFT06 isolated from Dahi. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 28 (2), 561-567.
- Mani-López, E., Palou, E. and López-Malo, A., 2018. Biopreservatives as Agents to Prevent Food Spoilage. *Handbook of Food Bioengineering*, Ed: Alina Maria Holban, Alexandru Mihai Grumezescu. Academic Press, Puebla, 235-270.
- Martín-Platero, A.M., Valdivia, E., Maqueda, M. and Martínez-Bueno, M., 2009. Characterization and safety evaluation of enterococci isolated from Spanish goats' milk cheeses. *International Journal of Food Microbiology*, 132 (1), 24-32.
- Martirosyan, D., von Brugger, J. and Bialow, S., 2021. Functional food science: Differences and similarities with food science. *Functional Foods in Health and Disease*, 11 (9), 408-430.
- Mataragas, M., Dimitriou, V., Skandamis, P.N. and Drosinos, E.H., 2011. Quantifying the spoilage and shelf-life of yoghurt with fruits. *Food Microbiology*, 28 (3), 611-616.
- Meena, K.K., Taneja, N.K., Jain, D., Ojha, A., Kumawat, D. and Mishra, V., 2022. In vitro assessment of probiotic and technological properties of lactic acid bacteria isolated from indigenously fermented cereal-based food products. *Fermentation-Basel*, 8 (10), 529.
- Meng, L.S., Wu, J.R., Gao, S., Xu, X. and Wu, R.N., 2014. Research on quality variety of the commercially available yogurt during storage. 3rd International Conference on Energy, Environment and Sustainable Development, Shanghai.
- Meral Aktaş, H. and Erdoğan, A., 2022. Characterization of technological properties of lactic acid bacteria isolated from Turkish Beyaz (white) cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46 (10), 1-13.
- Miremedi, F., Ayyash, M., Sherkat, F. and Stojanovska, L., 2014. Cholesterol reduction mechanisms and fatty acid composition of cellular membranes of probiotic *Lactobacilli* and *Bifidobacteria*. *Journal of Functional Foods*, 9, 295-305.
- Miura, S., Arimura, T., Itoda, N., Dwiarti, L., Feng, J.B., Bin, C.H. and Okabe, M., 2004. Production of l-lactic acid from corncob. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 97 (3), 153-157.
- Mohammadi, R., Sohrabvandi, S. and Mohammad Mortazavian, A., 2012. The starter culture characteristics of probiotic microorganisms in fermented milks. *Engineering in Life Sciences*, 12 (4), 399-409.
- Mohamud, A.M., Chowdhury, M., Karim, R., Islam, S., Rahman, M.S., Halder, M., Alam, K., Bhuiyan, H.R. and Islam, F., 2014. Prevalence and In-vitro evaluation of probiotic properties of *Lactobacillus delbrueckii* and *Lactobacillus plantarum* isolated from

- yoghurt in Chittagong Division, Bangladesh. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 8 (3), 2271-2281.
- Mohebbi, M. and Ghoddusi, H.B., 2008. Rheological and Sensory Evaluation of Yoghurts Containing Probiotic Cultures. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 10, 147-155.
- Moon, S.K., Wee, Y.J. and Choi, G.W., 2012. A novel lactic acid bacterium for the production of high purity l-lactic acid, *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* CHB2121. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 114 (2), 155-159.
- Mousavi, M., Heshmati, A., Garmakhany, A.D., Vahidinia, A. and Taheri, M., 2019. Texture and sensory characterization of functional yogurt supplemented with flaxseed during cold storage. *Food Science & Nutrition*, 7, 907-917.
- Musikasang, H., Tani, A., H-kittikun, A. and Maneerat, S., 2009. Probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from chicken gastrointestinal digestive tract. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25 (8), 1337-1345.
- Nath, S., Roy, M., Sikidar, J., Deb, B., Sharma, I. and Guha, A., 2021. Characterization and in-vitro screening of probiotic potential of novel *Weissella confusa* strain GCC_19R1 isolated from fermented sour rice. *Current Research in Biotechnology*, 3, 99-108.
- Nathan, C. and Cars, O., 2014. Antibiotic resistance-problems, progress, and prospects. *The New England Journal of Medicine*, 371 (19), 1761-1763.
- Ndhlala, A.R., Yuksel, A.K. and Yuksel, M., 2022. Nutritional supplementation of yogurt with jerusalem artichoke tubers: Organic acid profiles and quality parameters. *Plants-Basel*, 11 (22), 3086.
- Nguyen, H.T.H., Ong, L., Lefevre, C., Kentish, S.E. and Gras, S.L., 2014. The effect of fermentation temperature on the microstructure, physicochemical and rheological properties of probiotic buffalo yoghurt. *Food and Bioprocess Technology*, 7, 2538-2548.
- Nguyen, P.T., Nguyen, T.T., Bui, D.C., Hong, P.T., Hoang, Q.K. and Nguyen, H.T., 2020. Exopolysaccharide production by lactic acid bacteria: The manipulation of environmental stresses for industrial applications. *AIMS Microbiology*, 6 (4), 451-469.
- Nikodinoska, I., Tabanelli, G., Baffoni, L., Gardini, F., Gaggia, F., Barbieri, F. and Di Gioia, D., 2023. Characterization of lactic acid bacteria isolated from spontaneously fermented sausages: Bioprotective, technological and functional properties. *Foods*, 12 (4), 727.
- Nogueira, C., Albano, H., Gibbs, P. and Teixeira, P., 1998. Microbiological quality of Portuguese yogurts. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 21, 19-21.
- Okuklu, B., 2014. Isolation, Characterization, and Screening Probiotic Properties of Artisanal Yoghurt Starter Strains From Urla Region. Ph. D. Thesis, İzmir Institute of Technology, İzmir.
- O'Sullivan, A.M., O'Grady, M.N., O'Callaghan, Y.C., Smyth, T.J., O'Brien, N.M. and Kerry, J.P., 2016. Seaweed extracts as potential functional ingredients in yogurt. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 37, 293-299.
- Oussaief, O., Jrad, Z., Sbissi, I., Nasri, W., Khorchani, T. and El-Hatmi, H., 2020. Technological and probiotic potential of autochthonous lactic acid bacteria from spontaneously fermented dromedary milk. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44 (9), e14685.

- Owusu-Kwarteng, J., Tano-Debrah, K., Akabanda, F. and Jespersen, L., 2015. Technological properties and probiotic potential of *Lactobacillus fermentum* strains isolated from West African fermented millet dough. *BMC Microbiology*, 15, 261.
- Ozkan, E.R., Demirci, T., Ozturk, H.I. and Akin, N., 2021. Screening *Lactobacillus* strains from artisanal Turkish goatskin casing Tulum cheeses produced by nomads via molecular and in vitro probiotic characteristics. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 101 (7), 2799-2808.
- Özcelik, S., Kuley, E. and Özogul, F., 2016. Formation of lactic, acetic, succinic, propionic, formic and butyric acid by lactic acid bacteria. *LWT-Food Science and Technology*, 73, 536-542.
- Padilla, C. and Lobos, O., 2013. Virulence, bacterocin genes and antibacterial susceptibility in *Enterococcus faecalis* strains isolated from water wells for human consumption. *SpringerPlus*, 2 (1), 1-6.
- Palomba, S., Cavella, S., Torrieri, E., Piccolo, A., Mazzei, P., Blaiotta, G., Ventorino, V. and Pepe, O., 2012. Polyphasic screening, homopolysaccharide composition, and viscoelastic behavior of wheat sourdough from a *Leuconostoc lactis* and *Lactobacillus curvatus* exopolysaccharide-producing starter culture. *Applied and Environmental Microbiology*, 78 (8), 2737-2747.
- Papamanoli, E., Tzanetakis, N., Litopoulou-Tzanetaki, E. and Kotzekidou, P., 2003. Characterization of lactic acid bacteria isolated from a Greek dry-fermented sausage in respect of their technological and probiotic properties. *Meat Science*, 65 (2), 859-867.
- Parvez, S., Malik, K.A., Ah Kang, S. and Kim, H.Y., 2006. Probiotics and their fermented food products are beneficial for health. *Journal of Applied Microbiology*, 100, 1171-1185.
- Paşca, C., Coroian, A. and Socaci, S., 2018. Risks and benefits of food additives-review. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Animal Science and Biotechnologies*, 75 (2), 71-79.
- Patel, A.S. and Roy, S.K., 2016. Comparative rheological study of goat milk yoghurt and cow milk yoghurt. *Indian Journal of Dairy Science*, 69 (1), 124-127.
- Pereira, D.I.A. and Gibson, G.R., 2002. Cholesterol assimilation by lactic acid bacteria and bifidobacteria isolated from human gut. *Applied and Environmental Microbiology*, 68, 4689-4693.
- Petrovic, T.D.Z., Ilic, P.D., Grujovic, M.Z., Mladenovic, K.G., Kocic-Tanackov, S.D. and Comic, L.R., 2020. Assessment of safety aspect and probiotic potential of autochthonous *Enterococcus faecium* strains isolated from spontaneous fermented sausage. *Biotechnology Letters*, 42 (8), 1513-1525.
- Pinto, A., Barbosa, J., Albano, H., Isidro, J. and Teixeira, P., 2020. Screening of bacteriocinogenic lactic acid bacteria and their characterization as potential probiotics. *Microorganisms*, 8 (3), 1-13.
- Popovic, N., Brdaric, E., Dokic, J., Dinic, M., Veljovic, K., Golic, N. and Terzic-Vidojevic, A., 2020. Yogurt produced by novel natural starter cultures improves gut epithelial barrier *In vitro*. *Microorganisms*, 8, 1586.
- Pourahmad, R. and Mazaheri Assadi, M., 2007. Use of isolated autochthonous starter cultures in yogurt production. *International Journal of Dairy Technology*, 60 (4), 259-262.
- Prabhurajeshwar, C. and Chandrakanth, K., 2019. Evaluation of antimicrobial properties and their substances against pathogenic bacteria in-vitro by probiotic *Lactobacilli* strains isolated from commercial yoghurt. *Clinical Nutrition Experimental*, 23, 97-115.

- Priyadarshani, W.M.D. and Muthumuniarachchi, M.A.M.R., 2018. Physico-chemical and sensory quality of mung bean (*Vigna radiata*) enriched stirred yoghurt. *International Food Research Journal*, 25 (5), 2051-2055.
- Purutoğlu, K., İspirli, H., Yüzer, M.O., Serencam, H. and Dertli, E., 2019. Diversity and functional characteristics of lactic acid bacteria from traditional kefir grains. *International Journal of Dairy Technology*, 73 (1), 57-66.
- Radha, K.R. and Padmavathi, T., 2017. Statistical optimization of bacteriocin produced from *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* isolated from yoghurt. *International Food Research Journal*, 24 (2), 803-809.
- Raman Bhattarai, R., Gautam, N., Adil Nawaz, M. and Kumar Lal Das, S., 2016. Isolation and identification of dominant lactic acid bacteria from dahi: An indigenous dairy product of Nepal himalayas. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 5 (4), 358-363.
- Robinson, R.K., 2003. Yoghurt: Role of Starter Cultures. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, Ed: Roginski, H., Fuquay, J.W., and Fox, P.F. Academic Press, London, 1059-1063.
- Robinson, R.K., Lucey, J.A. and Tamime, A.Y., 2006. *Manufacture of yoghurt*. Blackwell Publishing, London.
- Rodrigues, L.A., Ortolani, M.B.T. and Nero, L.A., 2010. Microbiological quality of yoghurt commercialized in Vicoso, Minas Gerais, Brazil. *African Journal of Microbiology Research*, 4 (3), 210-213.
- Roosen, J., Bruhn, M., Mecking, R.A. and Drescher, L.S. 2008. Consumer demand for personalized nutrition and functional food. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 78 (6), 269-274.
- Rosburg, V., Boylston, T. and White, P., 2010. Viability of bifidobacteria strains in yogurt with added oat beta-glucan and corn starch during cold storage. *Journal of Food Science*, 75 (5), 439-444.
- Rzepkowska, A., Zielinska, D., Oldak, A. and Kolozyn-Krajewska, D., 2017. Safety assessment and antimicrobial properties of the lactic acid bacteria strains isolated from polish raw fermented meat products. *International Journal of Food Properties*, 20 (11), 2736-2747.
- Salehizadeh, M., Modarressi, M.H., Mousavi, S.N. and Ebrahimi, M.T., 2020. Evaluation of lactic acid bacteria isolated from poultry feces as potential probiotic and its in vitro competitive activity against *Salmonella typhimurium*. *Veterinary Research Forum*, 11 (1), 67-75.
- Sarkar, S., 2019. Potentiality of probiotic yoghurt as a functional food-A review. *Nutrition and Food Science*, 49 (2), 182-202.
- Sarkar, S.L., Hossain, M.I., Monika, S.A., Sanyal, S.K., Roy, P.C., Hossain, M.A. and Jahid, I.K., 2020. Probiotic potential of *Pediococcus acidilactici* and *Enterococcus faecium* isolated from indigenous yogurt and raw goat milk. *Microbiology and Biotechnology Letters*, 48 (3), 276-286.
- Satapathy, S., Mohapatra, B., Dutta, H.S. and Tripathy, T.T., 2016. Isolation and characterization of probiotic *Lactobacillus* species from curd samples and evaluation of their antagonistic potential. *Journal of Microbiology Biotechnology and Food Sciences*, 6 (3), 867-873.
- Savello, P.A., Ernstrom, C.A. and Kalab, M., 1989. Microstructure and meltability of model process cheese made with rennet and acid casein. *Journal of Dairy Science*, 72, 1-11.

- Seddik, H.A., Bendali, F., Cudennec, B. and Drider, D., 2017. Anti-pathogenic and probiotic attributes of *Lactobacillus salivarius* and *Lactobacillus plantarum* strains isolated from feces of Algerian infants and adults. *Research in Microbiology*, 168 (3), 244-254.
- Serra, M., Trujillo, A.J., Pereda, J., Guamis, B. and Ferragut, V., 2008. Quantification of lipolysis and lipid oxidation during cold storage of yogurts produced from milk treated by ultra-high pressure homogenization. *Journal of Food Engineering*, 89 (1), 99-104.
- Sert, D., Mercan, E. and Dertli, E., 2017. Characterization of lactic acid bacteria from yogurt-like product fermented with pine cone and determination of their role on physicochemical, textural and microbiological properties of product. *LWT-Food Science and Technology*, 78, 70-76.
- Sert, S., 2000. Genel Mikrobiyoloji Laboratuvarı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, Erzurum, Türkiye.
- Servin, A.L., 2004. Antagonistic activities of lactobacilli and bifidobacteria against microbial pathogens. *FEMS Microbiology Reviews*, 28, 405-440.
- Shafiee, G., Mortazavian, A.M., Mohammadifar, M.A., Koushki, M.R., Mohammadi, A. and Mohammadi, R., 2017. Combined effects of dry matter content, incubation temperature and final pH of fermentation on biochemical and microbiological characteristics of probiotic fermented milk. *African Journal of Microbiology Research*, 4 (12), 1265-1274.
- Shah, N.P., Lankaputhra, W.E.V., Britz, M.L. and Kyle, W.S.A., 1995. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in commercial yogurt during refrigerated storage. *International Dairy Journal*, 5 (5), 515-521.
- Shaheen, A.E.S., El-Baghdady, K.Z. and Zakaria, A.E., 2019. Isolation and identification of potent probiotics with high lead removal capability. *Egyptian Journal of Botany*, 59 (1), 95-105.
- Shehata, M.G., El Sohaimy, S.A., El-Sahn, M.A. and Youssef, M.M., 2016. Screening of isolated potential probiotic lactic acid bacteria for cholesterol lowering property and bile salt hydrolase activity. *Annals of Agricultural Sciences*, 61 (1), 65-75.
- Shi, T., Nishiyama, K., Nakamata, K., Aryantini, N.P.D., Mikumo, D., Oda, Y., Yamamoto, Y., Mukai, T., Sujaya, I.N., Urashima, T. and Fukuda, K., 2012. Isolation of potential probiotic *Lactobacillus rhamnosus* strains from traditional fermented mare milk produced in Sumbawa Island of Indonesia. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 76 (10), 1897-1903.
- Shibata, K., Flores, D.M., Kobayash, G. and Sonomoto, K., 2007. Direct l-lactic acid fermentation with sago starch by a novel amylolytic lactic acid bacterium, *Enterococcus faecium*. *Enzyme and Microbial Technology*, 41 (1-2), 149-155.
- Sieber, R., Butikofer, U. and Bosset, J.O., 1995. Benzoic acid a natural compound in cultured dairy products and cheese. *International Dairy Journal*, 5, 227-246.
- Singh, A.K. and Ramesh, A., 2009. Evaluation of a facile method of template DNA preparation for PCR-based detection and typing of lactic acid bacteria. *Food Microbiology*, 26 (5), 504-513.
- Somashekaraiyah, R., Shruthi, B., Deepthi, B.V. and Sreenivasa, M.Y., 2019. Probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from neera: A naturally fermenting coconut palm nectar. *Frontiers in Microbiology*, 10, Article Number: 1382.
- Soni, S. and Dey, G., 2014. Perspectives on global fermented foods. *British Food Journal*, 116 (11), 1767-1787.

- Soomro, A. H. and Masud, T., 2008. Selection of yoghurt starter culture from indigenous isolates of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* on the basis of technological properties. *Annals of Microbiology*, 58, 67-71.
- Sowemimo-Coker, S.O., 2002. Red blood cell hemolysis during blood bank stora. *Transfusion Medicine Reviews*, 16 (1), 46-60.
- Sridevi, J., Halami, P.M. and Vijayendr, S.V.N., 2010. Selection of starter cultures for idli batter fermentation and their effect on quality of idlis. *Journal of Food Science and Technology*, 47 (5), 557-563.
- Stiles, M.E., 1996. Biopreservation by lactic acid bacteria. *Antonie van Leeuwenhoek*, 70, 331-345.
- Surono, I.S. and Hosono, A., 2003. Fermented Milks. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, Ed: Roginski, H., Fuquay, J.W. and Fox, P.F. Academic Press, London, 1018-1023.
- Szajnar, K., Znamirowska, A., Kalicka, D., Kuzniar, P. and Najgebauer-Lejko, D., 2018. Quality of yogurt fortified with magnesium lactate. *Acta Scientiarum Polonorum-Technologia Alimentaria*, 17 (3), 247-255.
- Szołtysik, M., Kucharska, A.Z., Dąbrowska, A., Zięba, T., Bobak, Ł. and Chrzanowska, J., 2021. Effect of two combined functional additives on yoghurt properties. *Foods*, 10 (6), 1159.
- Şanlıer, N., Başar Gökçen, B. and Ceyhun Sezgin, A., 2017. Health benefits of fermented foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59 (3), 506-527.
- Şengül, M., Can, B., Ürkek, B. and Gürbüz Kaçan, Z., 2022. Effect of blueberry addition on antioxidant activity, textural, microbiological and physicochemical properties of strained yoghurt. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 94 (4), e20201798.
- Şevgin, B.Ş., 2023. Süt Çeşidinin Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik, Kimyasal, Tekstürel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. Y.Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Şimşek, Ö., Çon, A.H. and Tulumoğlu, Ş., 2006. Isolating lactic starter cultures with antimicrobial activity for sourdough processes. *Food Control*, 17 (4), 263-270.
- Talebi, S., Makhdoumi, A., Bahreini, M., Matin, M.M. and Moradi, H.S., 2018. Three novel *Bacillus* strains from a traditional lacto-fermented pickle as potential probiotics. *Journal of Applied Microbiology*, 125 (3), 888-896.
- Talwalkar, A., Miller, C.W., Kailasapathy, K. and Nguyen, M.H., 2004. Effect of packaging materials and dissolved oxygen on the survival of probiotic bacteria in yoghurt. *International Journal of Food Science and Technology*, 39, 605-611.
- Tamime, A.Y. and Robinson, R.K., 2007. *Tamime And Robinson's Yoghurt: Science And Technology*. Woodhead Publishing, Cambridge.
- Tanaka, H., Doesburg, K., Iwasaki, T. and Mierau, I., 1999. Screening of lactic acid bacteria for bile salt hydrolase activity. *Journal of Dairy Science*, 82 (12), 2530-2535.
- Tavsanlı, H., Mus, T.E., Cetinkaya, F., Ayanoglu, E. and Cibik, R., 2021. Isolation of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* from nature: Technological characterisation and antibiotic resistance. *Czech Journal of Food Sciences*, 39 (4), 305-311.
- Tavşancıl, E., 2006. Tutumların Ölçülmesi ve SPSS İle Veri Analizi. Nobel Yayın Dağıtım, 230, Ankara.

- Temiz, H., Tarakçı, Z., Karadeniz, T. and Bak, T., 2012. The effect of loquat fruit (*Eriobotrya japonica*) marmalade addition and storage time on physico-chemical and sensory properties of yogurt. *Journal of Agricultural Sciences*, 18 (4), 329-338.
- Tezel, B.U., 2019. Preliminary *In vitro* evaluation of the probiotic potential of the bacteriocinogenic strain *Enterococcus lactis* PMD74 isolated from Ezine cheese. *Journal of Food Quality*, 4693513.
- Tiwari, S., Kavitate, D., Devi, P.B. and Halady Shetty, P., 2021. Bacterial exopolysaccharides for improvement of technological, functional and rheological properties of yogurt. *International Journal of Biological Macromolecules*, 183, 1585-1595.
- Topisirovic, L., Kojic, M., Fira, D., Golic, N., Strahinic, I. and Lozo, J., 2006. Potential of lactic acid bacteria isolated from specific natural niches in food production and preservation. *International Journal of Food Microbiology*, 112 (3), 230-235.
- Tumbariski, Y.D., Yanakieva, V.B., Denkova-Kostova, R.S. and Denkova, Z.R., 2021. Isolation, identification and comparison of some properties of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* strains from traditional Bulgarian and Italian yogurts. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 13 (1), 38-54.
- Tuncer, B.O. and Tuncer, Y., 2011. Properties of exopolysaccharide producer *Streptococcus thermophilus* ST8.01 isolated from homemade yogurt. *Journal of Food and Nutrition Research*, 50 (1), 50-56.
- Tuomaa, T.E., 1994. The adverse effects of food additives on health: A review of the literature with special emphasis on childhood hyperactivity. *Journal of Orthomolecular Medicine*, 9 (4), 225-243.
- Turgut, T. and Cakmakci, S., 2018. Probiotic Strawberry Yogurts: Microbiological, Chemical and Sensory Properties. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 10, 64-70.
- Umamaheswari, T., Anbukkarasi, K., Singh, P., Tomar, S.K. and Singh, R., 2014. *Streptococcus thermophilus* strains of plant origin as dairy starters: Isolation and characterisation. *International Journal of Dairy Technology*, 67 (1), 117-122.
- Ünal, R.N. ve Besler, H.T., 2012. Beslenme Sütün Önemi. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 727, 40, Ankara.
- Van Reenen, C.A. and Dicks, L.M.T., 2011) Horizontal gene transfer amongst probiotic lactic acid bacteria and other intestinal microbiota: What are the possibilities? A review. *Archives of Microbiology*, 193 (3), 157-168.
- Vankerckhoven, V., Van Autgaerden, T., Vael, C., Lammens, C., Chapelle, S., Rossi, R., Jabes, D. and Goossens, H., 2004. Development of a multiplex PCR for the detection of *asaI*, *gelE*, *cylA*, *esp*, and *hyl* genes in enterococci and survey for virulence determinants among european hospital isolates of *Enterococcus faecium*. *Journal of Clinical Microbiology*, 42 (10), 4473-4479.
- Vasbinder, A.J., Alting, A.C., Visschers, R.W. and De Kruif, C.G., 2003. Texture of acid milk gels: Formation of disulfide cross-links during acidification. *International Dairy Journal*, 13 (1), 29-38.
- Vélez, M.P., Hermans, K., Verhoeven, T.L.A., Lebeer, S.E., Vanderleyden, J. and De Keersmaecker, S.C.J, 2007. Identification and characterization of starter lactic acid bacteria and probiotics from Columbian dairy products. *Journal of Applied Microbiology*, 103 (3), 666- 674.

- Vénica, C.I., Perotti, M.C. and Bergamini, C.V., 2014. Organic acids profiles in lactose-hydrolyzed yogurt with different matrix composition. *Dairy Science & Technology*, 94, 561-580.
- Vinderola, C.G., Bailo, N. and Reinhemier, J.A., 2000. Survival of probiotic microflora in Argentinian yoghurts during refrigerated storage. *Food Research International*, 33 (2), 97-102.
- Vinderola, G., Ouwehand, A., Salminen, S. and von Wright, A., 2019. *Lactic acid bacteria: Microbiological and Functional Aspects*. CRC Press, Boca Raton.
- Vodnar, D.C., Paucean, A., Dulf, F.V. and Socaciu, C., 2010. HPLC characterization of lactic acid formation and FTIR fingerprint of probiotic bacteria during fermentation processes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38 (2), 109-113.
- Vural, Y., 2023. Üretimlerinde Farklı Tip Peynirlere Ait Peyniraltı Suyu Tozları Kullanılan Yoğurtların Fizikokimyasal ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi. Y.Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Wang, J.R., Xing, Z.Q., Tang, W., Zheng, Y.N. and Wang, Y.P., 2015. Isolation, identification, and potential probiotic characterization of one *Lactococcus* from Kefir grain. *Food Science and Biotechnology*, 24 (5), 1775-1780.
- Wu, C.J., Lin, X.P., Tong, L., Dai, C.W., Lv, H., Zhou, X.H. and Zhang, J., 2021. In vitro evaluation of lactic acid bacteria with probiotic activity isolated from local pickled leaf mustard from Wuwei in Anhui as substitutes for chemical synthetic additives. *Open Chemistry*, 19 (1), 755-771.
- Wu, H.C., Shum, T.F. and Chiou, J.C., 2021. Characterization of the probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from kimchi, yogurt, and baby feces in hong kong and their performance in soymilk fermentation. *Microorganisms*, 9 (12), 2544.
- Xanthopoulos, V., Petridis, D. and Tzanetakis, N., 2001. Characterization and classification of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* strains isolated from traditional Greek yogurts. *Journal of Food Science*, 66 (5), 747-752.
- Xu, Z., Li, S., Gong, G., Liu, Z., Wu, Z. and Ma, C., 2015. Influence of different acidifying strains of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* on the quality of yoghurt. *Food Science and Technology Research*, 21 (2), 263-269.
- Yalmanci, D., İspirli, H. and Dertli, E., 2022. Identification of lactic Acid Bacteria (LAB) from pre-fermented liquids of selected cereals and legumes and characterization of their exopolysaccharides (EPS). *Food Bioscience*, 50, 102014.
- Yang, S., Yan, D., Zou, Y., Mu, D., Li, X., Shi, H., Luo, X., Yang, M., Yue, X., Wu, R. And Wu, J., 2021. Fermentation temperature affects yogurt quality: A metabolomics study. *Food Bioscience*, 42, 101104.
- Yao, S.W., Xie, S.Y., Jiang, L.Z. and Li, L., 2017. Effect of dandelion extract, sucrose and starter culture on the viscosity, water-holding capacity and pH of plain yogurt. *Mljekarstvo*, 67 (4), 305-311.
- Yerlikaya, O., Akpınar, A. and Kılıç, S., 2013. Physicochemical, microbiological, rheological and sensory properties of set-type yogurt produced with two different origins: Wild *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* strains. *Italian Journal of Food Science*, 25, 412-420.
- Yılmaz, C. and Gökmen, V., 2017. Formation of tyramine in yoghurt during fermentation-Interaction between yoghurt starter bacteria and *Lactobacillus plantarum*. *Food Research International*, 97, 288-295.

- Zamberlin, S., Samarzija, D., Mamula, P., Havranek, J., Pecina, M. and Pogacic, T., 2007. Viscosity of stirred yoghurt during storage. *Mljekarstvo*, 57 (3), 209-218.
- Zapasnik, A., Sokolowska, B. and Bryla, M., 2022. Role of lactic acid bacteria in food preservation and safety. *Foods*, 11 (9), 1283.
- Zhang, L., Yu, Q.L., Han, L., Zhang, M., Yang, L.L. and Li, Y.P., 2011. Evaluation of the potential probiotic properties of *Lactobacillus* strains isolated from traditional fermented yak milk. *Journal of Food Agriculture & Environment*, 9 (2), 18-26.
- Zhang, T., Zhang, C., Li, S., Zhang, Y. and Yang, Z., 2011. Growth and exopolysaccharide production by *Streptococcus thermophilus* ST1 in skim milk. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42 (4), 1470-1478.
- Ziarno, M., 2009. In vitro cholesterol uptake by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* isolates. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 8 (2), 21-32.
- Zoumpopoulou, G., Tzouvanou, A., Mavrogonatou, E., Alexandraki, V., Georgalaki, M., Anastasiou, R., Papadelli, M., Manolopoulou, E., Kazou, M., Kletsas, D., Papadimitriou, K. and Tsakalidou, E., 2018. Probiotic features of lactic acid bacteria isolated from a diverse pool of traditional Greek dairy products regarding specific strain-host interactions. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 10 (2), 313-322.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Haktan AKTAŞ
Doğum tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	
Adres:	
Tel:	
E-mail:	
Eğitim	
Lise:	Ilıca Lisesi
Lisans:	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
Yüksek lisans:	Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2018)
Doktora:	Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	İyi
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği/Gıda Mühendisleri Odası
Tezden Üretilmiş Yayınlar	
	1. Aktaş, H., Çetin, B., 2023. A research on multidimensional evaluation of techno-functional properties of yoghurt bacteria. International Dairy Journal. (Değerlendirme aşamasında)