

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI SÜT ÜRÜNLERİ ÜRETİMİNDE KULLANILAN *LACTOBACILLUS
ACIDOPHILUS*'UN DİNAMİK *IN VITRO* GASTROİNTESTİNAL MODELDE
CANLILIĞI VE BAZI PROBİYOTİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

EMİNE MİNE ÇOMAK GÖÇER

**DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

2016

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI SÜT ÜRÜNLERİ ÜRETİMİNDE KULLANILAN *LACTOBACILLUS
ACIDOPHILUS*'UN DİNAMİK *IN VITRO* GASTROİNTESTİNAL MODELDE
CANLILIĞI VE BAZI PROBİYOTİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

EMİNE MİNE ÇOMAK GÖÇER

**DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Bu tez 2014.03.0121.009 proje numarasıyla Akdeniz Üniversitesi Bilimsel
Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.**

2016

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI SÜT ÜRÜNLERİ ÜRETİMİNDE KULLANILAN *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS*'UN DİNAMİK *IN VITRO* GASTROİNTESTİNAL MODELDE CANLILIĞI VE BAZI PROBİYOTİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

EMİNE MİNE ÇOMAK GÖÇER

DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez ~~03/03~~2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

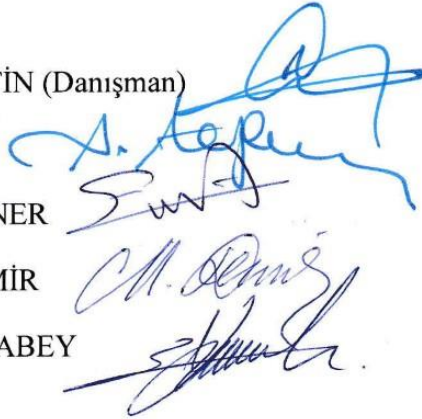
Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN (Danışman)

Prof. Dr. Ayhan TOPUZ

Prof. Dr. Erdoğan KÜÇÜKÖNER

Yrd. Doç. Dr. Muammer DEMİR

Yrd. Doç. Dr. Erkan KARACABEY



ÖZET

FARKLI SÜT ÜRÜNLERİ ÜRETİMİNDE KULLANILAN *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS*'UN DİNAMİK *IN VITRO* GASTROİNTESTİNAL MODELDE CANLILIĞI ve BAZI PROBİYOTİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Emine Mine ÇOMAK GÖÇER

Doktora Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN

Mart 2016, 161 Sayfa

Bu çalışmada, *Lactobacillus acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt üretilmiştir. Üretilen probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinin toplam kurumadde (%), yağ (%), kül (%) ve protein (%) içerikleri depolamanın ilk gününde, pH ve titrasyon asitliği (%) değerleri ise depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde belirlenmiştir. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örnekleri, laboratuvar koşullarında oluşturulan dinamik gastrointestinal modelden geçirilmiştir. Mikrobiyolojik analizler; probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örnekleri ile dinamik gastrointestinal modelin ağız, mide ve ince bağırsak bölgelerindeki 4 noktada olmak üzere her bir örnek için toplam 5 farklı noktada, depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde yapılmıştır. Ayrıca depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde örneklerden izole edilen *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079 suşlarının bazı *in vitro* probiyotik özellikleri belirlenmiştir.

Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinin pH değerlerinin depolama süresince azaldığı, titrasyon asitliği değerlerinin ise depolama süresince arttığı tespit edilmiştir. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerindeki ortalama *L. acidophilus* sayısının depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince azaldığı saptanmıştır. Ayrıca probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* sayıları ile probiyotik peynir örneklerindeki ortalama toplam mezofil aerob bakteri ve M17'de gelişen bakteri sayılarının da depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince azaldığı belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda; probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi sırasında canlılık değerindeki en yüksek azalma miktarının probiyotik yoğurt örneğinde olduğu ve probiyotik yoğurt örneğini sırasıyla asidofiluslu süt, probiyotik peynir ve probiyotik dondurma örneklerinin takip ettiği belirlenmiştir.

Antimikrobiyal aktivitesinin tespiti amacıyla probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinden izole edilen *L. acidophilus*'un *Escherichia coli* ve *Bacillus cereus*'a karşı belirlenen ortalama

inhibisyon zon çapı değerlerinin depolama süresince azaldığı saptanmıştır. Farklı örneklerden izole edilen *L. acidophilus*'un antimikrobiyal aktivitesinin değişkenlik gösterdiği görülmüştür.

Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinden izole edilen *L. acidophilus*'un amoxicillin-clavulanic acid, tetracycline, ampicillin, gentamicin, clindamycin ve erythromycin antibiyotiklerine karşı dirençliliği üzerine örnek çeşidi, suş çeşidi ve depolama zamanının etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinden izole edilen *L. acidophilus*'un müsin kaplı kuyucuklara tutunabilmesinin depolama süresince azaldığı belirlenmiştir. Farklı örneklerden izole edilen *L. acidophilus*'un müsin kaplı kuyucuklara tutunabilmesinin değişkenlik gösterdiği görülmüştür.

Rekabetçi adezyon yeteneğinin tespiti amacıyla probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinden izole edilen *L. acidophilus*'un müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen *E.coli*'yi inhibisyon oranının depolama süresince azaldığı saptanmıştır. Farklı örneklerden izole edilen *L. acidophilus*'un müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen *E.coli*'yi inhibisyon oranının değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: *L. acidophilus*, dinamik *in vitro* gastrointestinal model, probiyotik süt ürünleri, canlılık.

JÜRİ: Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN (Danışman)
Prof. Dr. Ayhan TOPUZ
Prof. Dr. Erdoğan KÜÇÜKÖNER
Yrd. Doç. Dr. Muammer DEMİR
Yrd. Doç. Dr. Erkan KARACABEY

ABSTRACT

DETERMINATION OF VIABILITY IN DYNAMIC IN VITRO GASTROINTESTINAL MODEL AND SOME PROBIOTIC PROPERTIES OF *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* USED IN MANUFACTURE OF DIFFERENT DAIRY PRODUCTS

EMİNE MİNE ÇOMAK GÖÇER

PhD. Thesis in Food Engineering
Supervisor: Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN
March 2016, 161 pages

In this study, probiotic ice cream, probiotic yoghurt, probiotic cheese and acidophilus milk were manufactured by using *Lactobacillus acidophilus* HOWARU and *L. acidophilus* DSM 20079. Total solids (%), fat (%), ash (%) and protein (%) contents of probiotic ice cream, probiotic yoghurt, probiotic cheese and acidophilus milk samples were determined on the first day of the storage, the pH and titratable acidity values were determined on days 1, 15 and 30 of the storage. Probiotic ice cream, probiotic yogurt, probiotic cheese and acidophilus milk samples were passed through a dynamic gastrointestinal model designed in laboratory conditions. Microbiological analyses were performed at total five points; probiotic ice cream, probiotic yogurt, probiotic cheese and acidophilus milk samples and four points at the dynamic gastrointestinal model as mouth, stomach and small intestine parts of the model, on days 1, 15 and 30 of the storage. Additionally, some *in vitro* probiotic properties of *L. acidophilus* HOWARU and *L. acidophilus* DSM 20079 strains isolated from the samples on days 1, 15 and 30 of the storage were determined.

The pH values of probiotic ice cream, probiotic yogurt, probiotic cheese and acidophilus milk samples decreased and the titratable acidity values increased during the storage. During the storage and the passage through the dynamic *in vitro* gastrointestinal model, the mean counts of *L. acidophilus* in the probiotic ice cream, probiotic yogurt, probiotic cheese and acidophilus milk samples decreased. Moreover, the mean counts of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* in the probiotic yogurt samples and the mean counts of total mesophilic aerobic bacteria and the bacteria growing in M17 in the probiotic cheese samples decreased during the storage and the passage through the dynamic *in vitro* gastrointestinal model.

In the result of the study, the highest viability reduction of *L. acidophilus* was determined in probiotic yogurt sample followed by, respectively, acidophilus milk, probiotic cheese and probiotic ice cream

The diameter of the inhibition zone values *L. acidophilus* isolated from probiotic ice cream, probiotic yogurt, probiotic cheese and acidophilus milk samples in order to determine the antimicrobial activity against to *Escherichia coli* and *Bacillus cereus* decreased during the storage. The antimicrobial activity of *L. acidophilus* isolated from different samples varied.

Type of sample, the type of strain and the storage time had no effect on the resistance of *L. acidophilus* isolated from probiotic ice cream, probiotic yogurt, probiotic cheese and acidophilus milk samples against to amoxycillin-clavulanic acid, tetracycline, ampicillin, gentamicin, clindamycin and erythromycin antibiotics .

Adherence of *L. acidophilus* isolated from probiotic ice cream, probiotic yogurt, probiotic cheese and acidophilus milk samples to mucin-coated wells decreased during the storage. The adherence of *L. acidophilus* isolated from different samples to mucin-coated wells varied.

To test the competitive adhesion ability, *L. acidophilus* was isolated from probiotic ice cream, probiotic yogurt, probiotic cheese and acidophilus milk samples, and the inhibition rate of *E. coli* adhered to mucin-coated wells by *L. acidophilus* isolated from the samples decreased during the storage. It was determined that the inhibition rate of *E. coli* adhered to mucin-coated wells by *L. acidophilus* isolated from different samples varied.

KEY WORDS: *L. acidophilus*, dynamic *in vitro* gastrointestinal model, probiotic dairy products, viability.

COMMITTEE: Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN (Supervisor)
Prof. Dr. Ayhan TOPUZ
Prof. Dr. Erdoğan KÜÇÜKÖNER
Assist. Prof. Dr. Muammer DEMİR
Assist. Prof. Dr. Erkan KARACABEY

ÖNSÖZ

Fermente süt ürünlerinin insan sağlığındaki pozitif etkileri uzun yıllardan beri bilinmekte ve söz konusu ürünlerin yeterli sayıda probiyotik bakterinin tüketiciye ulaştırılmasında en uygun taşıyıcılar arasında yer aldığı bilinmektedir. Probiyotik mikroorganizmaların düzenli olarak tüketilmelerine ilaveten, alınan bakterilerin sindirim sisteminde mide asitliği, safra tuzları, çeşitli enzimler vb. gibi zor koşullarda da canlılığını koruyabilmesi ve bağırsak hücrelerine tutunarak kolonize olması gerekmektedir. Probiyotik mikroorganizmaların canlılığının ve stabilitesinin korunması, birçok üründe gerek işleme sırasında gerekse sindirim ve depolama aşamalarında önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır.

Yapılan bu çalışmada üzerinde daha önce çalışılmamış bazı konuların açıklığa kavuşturulması hedeflenmiştir. Çalışmada; üretiminde *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt laboratuvar koşullarında oluşturulan dinamik gastrointestinal modelden geçirilmiştir. Bakteri suşu çeşidi, ürün çeşidi, gastrointestinal sistem basamakları ve depolama faktörü göz önünde bulundurularak ürünlerdeki probiyotik bakterilerin canlılığı belirlenmiştir. Ayrıca söz konusu ürünlerden izole edilen *L. acidophilus*'un antimikrobiyal aktivite, antibiyotik direnç, münin adezyon ve rekabetçi adezyon yeteneği gibi bazı *in vitro* probiyotik özellikleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Farklı gıda işleme tekniklerinin probiyotik bakterilerin canlılığını ve bazı *in vitro* probiyotik özelliklerini etkileme durumları karşılaştırılmış olup, böylece probiyotik bakteri taşıyıcısı olma bakımından çalışılan ürünler arasında en uygun süt ürünü tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçların, fonksiyonel ürün pazarı içerisinde büyük bir paya sahip olan probiyotik süt ürünlerinin geliştirilmesine katkıda bulunacağı umulmaktadır. Laboratuvar koşullarında oluşturulan dinamik gastrointestinal modelin tasarlanması ve optimizasyonunun, konu ile ilgili yapılacak olan diğer araştırmalara yön verebilecek nitelikte olduğu düşünülmektedir.

Lisansüstü eğitimimin her aşamasında bilgi ve önerileri ile bana yol gösteren, yardımlarını esirgemeyen danışman Hocam Prof. Dr. Sayın Ahmet KÜÇÜKÇETİN'e; desteklerini her zaman hissettiğim arkadaşlarım Arş. Gör. Firuze ERGİN ve Ayşe AŞCI ARSLAN'a teşekkür ederim.

En büyük teşekkürü ise destekleriyle her zaman yanımda olan, beni cesaretlendiren babam Ali ÇOMAK ve annem Şevkiye ÇOMAK ile çalışmamın tamamlanması sırasında büyük özveri gösteren eşim Alper GÖÇER'e sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	v
İçindekiler	vi
ŞİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI	3
2.1. Probiyotikler	3
2.1.1. <i>Lactobacillus acidophilus</i>	7
2.1.2. Probiyotik süt ürünleri	8
2.1.2.1. Probiyotik dondurma	10
2.1.2.2. Probiyotik yoğurt	11
2.1.2.3. Probiyotik peynir	12
2.1.2.4. <i>Asidofiluslu</i> süt.....	12
2.2. Sindirim Sistemi	13
2.2.1. Sindirim sistemi modelleri	18
3. MATERYAL ve METOT	26
3.1. Materyal.....	26
3.2. Metot	26
3.2.1. <i>L. acidophilus</i> 'un probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve <i>asidofiluslu</i> süt üretiminde kullanılmak üzere hazırlanması ve depolanması.....	26
3.2.2. Probiyotik dondurma üretimi.....	27
3.2.3. Probiyotik yoğurt üretimi.....	28
3.2.4. Probiyotik peynir üretimi.....	28
3.2.5. <i>Asidofiluslu</i> süt üretimi	31
3.2.6. Dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelin oluşturulması	31
3.2.7. Fizikokimyasal analiz yöntemleri	38
3.2.8. Mikrobiyolojik analizler	39
3.2.8.1. Seri dilüsyonların hazırlanması	39
3.2.8.2. Dondurma örneklerinde ve dondurma miksinde mikrobiyolojik analizler	39
3.2.8.2.1 <i>Lactobacillus acidophilus</i> sayımı.....	39
3.2.8.3. Yoğurt örneklerinde mikrobiyolojik analizler.....	39
3.2.8.3.1 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayımı.	39
3.2.8.3.2 <i>Streptococcus thermophilus</i> sayımı	40
3.2.8.3.3 <i>Lactobacillus acidophilus</i> sayımı.....	40
3.2.8.4. Peynir örneklerinde mikrobiyolojik analizler.....	40
3.2.8.4.1 Toplam mezofil aerob bakteri sayımı.....	40
3.2.8.4.2 M17'de gelişen laktik asit bakteri sayımı	40
3.2.8.4.3 <i>Lactobacillus acidophilus</i> sayımı	40
3.2.8.5. <i>Asidofiluslu</i> süt örneklerinde mikrobiyolojik analizler.....	40
3.2.8.5.1 <i>Lactobacillus acidophilus</i> sayımı.....	40

3.2.9. <i>In vitro</i> probiyotik özelliklerin belirlenmesi amacıyla yapılan analizler	41
3.2.9.1. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinden <i>L. acidophilus</i> 'un izolasyonu.....	41
3.2.9.2. Antimikrobiyal aktivite testi.....	41
3.2.9.3. Minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK) testi	41
3.2.9.4. Adezyon (Bağırsak çeperine tutunma yeteneği) tespiti.....	42
3.2.9.4.1 Müsin adezyon tespiti.....	42
3.2.9.4.2 Rekabetçi adezyon tespiti.....	43
3.2.10. İstatistiksel analizler.....	43
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	44
4.1. Fizikokimyasal analiz sonuçları	44
4.1.1. Probiyotik dondurmaların fizikokimyasal özellikleri	44
4.1.2. Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan sütün ve probiyotik yoğurt örneklerinin fizikokimyasal özellikleri.....	48
4.1.3. Probiyotik peynir üretiminde kullanılan sütün ve probiyotik peynir örneklerinin fizikokimyasal özellikleri.....	51
4.1.4. Asidofiluslu süt üretiminde kullanılan sütün ve asidofiluslu süt örneklerinin fizikokimyasal özellikleri.....	55
4.2. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	58
4.2.1. Probiyotik dondurma örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	58
4.2.1.1. <i>Lactobacillus acidophilus</i> sayısı	58
4.2.2. Probiyotik yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları	65
4.2.2.1. <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayısı	65
4.2.2.2. <i>Streptococcus thermophilus</i> sayısı.....	73
4.2.2.3. <i>Lactobacillus acidophilus</i> sayısı.....	82
4.2.3. Probiyotik peynir örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	89
4.2.3.1. Toplam mezofil aerob bakteri sayısı	89
4.2.3.2. M17'de gelişen laktik asit bakteri sayısı	97
4.2.3.3. <i>Lactobacillus acidophilus</i> sayısı.....	106
4.2.4. Asidofiluslu süt örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları	113
4.2.4.1. <i>Lactobacillus acidophilus</i> sayısı.....	113
4.3. <i>In Vitro</i> Probiyotik Özelliklerin Belirlenmesi Amacıyla Yapılan Analizlere Ait Sonuçlar	124
4.3.1. Antimikrobiyal Aktivite Testi.....	124
4.3.2. Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) Testi	132
4.3.3. Adezyon (Bağırsak Çeperine Tutunma Yeteneği) Tespiti.....	137
4.3.3.1. Müsin Adezyon Tespiti	137
4.3.3.2. Rekabetçi Adezyon Tespiti.....	141
5. SONUÇ	146
6. KAYNAKLAR	149
ÖZGEÇMİŞ	162

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

cm	Santimetre
cm ³	Santimetreküp
dk	Dakika
gr	Gram
kg	Kilogram
kob	Koloni oluşturan birim
L	Litre
log	Logaritma
M	Molar
m	Metre
m ²	Metrekare
mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
rpm	Dakikadaki devir sayısı
µg	Mikrogram
µL	Mikrolitre
µm	Mikrometre
%	Yüzde
°C	Santigrat derece

Kısaltmalar

MIK	Minimum inhibisyon konsantrasyonu
MRS	De Man, Rogosa and Sharpe
PBS	Tuzlu fosfat tamponu
VRB	Violet red bile
w/v	Ağırlık/hacim

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Probiyotiklerin etki mekanizması.....	6
Şekil 2.2. Dünya çapında gerçekleşen probiyotik ürünlerin bölgelere göre satış grafiği.....	9
Şekil 2.3. Sindirim sistemi organları.....	14
Şekil 2.4. İnsan intestinal mikrobiyal ekosistem simülatörünün (SHIME) şematik gösterimi	20
Şekil 2.5. Çok bölmeli dinamik TIM-1 gastrointestinal sistem modeli.....	21
Şekil 2.6. Dinamik <i>in vitro</i> üst gastrointestinal bölgesi modeli	22
Şekil 2.7. Gastrointestinal bölge simülatörü	23
Şekil 2.8. Dinamik mide modeli (DGM)	24
Şekil 2.9. İnsan mide simülatörü (HGS)	25
Şekil 3.1. Probiyotik dondurma üretim akış şeması.....	27
Şekil 3.2. Probiyotik yoğurt üretim akış şeması	28
Şekil 3.3. Probiyotik peynir üretim akış şeması.....	30
Şekil 3.4. Asidofiluslu süt üretim akış şeması	31
Şekil 3.5. Geliştirilen dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelin şematik gösterimi.....	33
Şekil 3.6. Dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelin işleyişi.....	34
Şekil 3.7. Dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal model	35
Şekil 3.8. Dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelin ağız kısmı.....	36
Şekil 3.9. Dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelin mide kısmı	36
Şekil 3.10. Dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelin ince bağırsak kısmı	37
Şekil 4.1. Depolama boyunca probiyotik dondurma örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> HOWARU'nun dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr)	60
Şekil 4.2. Depolama boyunca probiyotik dondurma örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> DSM 20079'un dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr)	63

Şekil 4.3. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> HOWARU ile üretilmiş probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> 'un dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr)	67
Şekil 4.4. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 ile üretilmiş probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> 'un dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr).	71
Şekil 4.5. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> HOWARU ile üretilmiş probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>S.thermophilus</i> 'un dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr).....	75
Şekil 4.6. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 ile üretilmiş probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>S. thermophilus</i> 'un dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr).....	79
Şekil 4.7. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> HOWARU'nun dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr)	83
Şekil 4.8. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> DSM 20079'un dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr)	87
Şekil 4.9. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> HOWARU ile üretilmiş probiyotik peynir örneklerinde bulunan toplam mezofil aerob bakterilerin dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr)	91
Şekil 4.10. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 ile üretilmiş probiyotik peynir örneklerinde bulunan toplam mezofil aerob bakterilerin dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr).	95
Şekil 4.11. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> HOWARU ile üretilmiş probiyotik peynir örneklerinde bulunan M17'de gelişen laktik asit bakterilerinin dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr)	99
Şekil 4.12. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 ile üretilmiş probiyotik peynir örneklerinde bulunan M17'de gelişen laktik asit bakterilerinin dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr)	103

- Şekil 4.13. Depolama boyunca probiyotik peynir örneklerinde bulunan *L. acidophilus* HOWARU'nun dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr) 107
- Şekil 4.14. Depolama boyunca probiyotik peynir örneklerinde bulunan *L. acidophilus* DSM 20079'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr) 111
- Şekil 4.15. Depolama boyunca asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus* HOWARU'nun dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr)..... 115
- Şekil 4.16. Depolama boyunca asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus* DSM 20079'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr)..... 118
- Şekil 4.17. *L. acidophilus*'un *E. coli* XL1-Blue (1) ve *B. cereus* 2248'e (2) karşı inhibisyon zon görünümü..... 126
- Şekil 4.18. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince *E. coli*'ye karşı belirlenen inhibisyon zon çaplarındaki değişim (mm)..... 127
- Şekil 4.19. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince *B. cereus*'a karşı belirlenen inhibisyon zon çaplarındaki değişim (mm)..... 130
- Şekil 4.20. E-test yönteminde inhibisyon zonunun MİK şeritleriyle ölçüm görünümleri..... 133
- Şekil 4.21. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısındaki değişim (log kob/gr) 139
- Şekil 4.22. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen *E.coli*'yi inhibisyon oranındaki değişim (%)..... 143

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Probiyotiklerin sınıflandırılması	4
Çizelge 3.1. Dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelde sindirim	38
Çizelge 3.2. Antibiyotiklerin MİK sınır değerleri.....	42
Çizelge 4.1. Probiyotik dondurma örneklerinin ortalama pH değerleri.....	45
Çizelge 4.2. Depolama süresince probiyotik dondurma örneklerinde belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	45
Çizelge 4.3. Probiyotik dondurma örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	46
Çizelge 4.4. Probiyotik dondurma örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerleri	46
Çizelge 4.5. Depolama süresince probiyotik dondurma örneklerinde belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	47
Çizelge 4.6. Probiyotik dondurma örneklerinde depolama süresince belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	47
Çizelge 4.7. Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama pH değerleri	48
Çizelge 4.8. Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	49
Çizelge 4.9. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	49
Çizelge 4.10. Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerleri	50
Çizelge 4.11. Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	50
Çizelge 4.12. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	51
Çizelge 4.13. Probiyotik peynir örneklerinin ortalama pH değerleri.....	52
Çizelge 4.14. Depolama süresince probiyotik peynir örneklerinde belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	53

Çizelge 4.15. Probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	53
Çizelge 4.16. Probiyotik peynir örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerleri..	54
Çizelge 4.17. Depolama süresince probiyotik peynir örneklerinde belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları	54
Çizelge 4.18. Probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	54
Çizelge 4.19. Asidofiluslu süt örneklerinin ortalama pH değerleri	56
Çizelge 4.20. Depolama süresince asidofiluslu süt örneklerinde belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları	56
Çizelge 4.21. Asidofiluslu süt örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	57
Çizelge 4.22. Asidofiluslu süt örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerleri	57
Çizelge 4.23. Depolama süresince asidofiluslu süt örneklerinde belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları	57
Çizelge 4.24. Asidofiluslu süt örneklerinde depolama süresince belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	58
Çizelge 4.25. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik dondurma örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr).....	59
Çizelge 4.26. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılan probiyotik dondurma örneklerinde depolama süresince dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçişi sırasında belirlenen <i>L. acidophilus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları	61
Çizelge 4.27. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılan probiyotik dondurma örneklerinde depolama süresince belirlenen <i>L. acidophilus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	61
Çizelge 4.28. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr).....	62

Çizelge 4.29. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılan probiyotik dondurma örneklerinde depolama süresince dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen <i>L. acidophilus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları	64
Çizelge 4.30. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılan probiyotik dondurma örneklerinde depolama süresince belirlenen <i>L. acidophilus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	65
Çizelge 4.31. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> 'un dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr).....	66
Çizelge 4.32. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları	68
Çizelge 4.33. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	69
Çizelge 4.34. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> 'un dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr).....	69
Çizelge 4.35. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları	72
Çizelge 4.36. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	73
Çizelge 4.37. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>S. thermophilus</i> 'un dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr)	73
Çizelge 4.38. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen <i>S. thermophilus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları.....	76

Çizelge 4.39. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen <i>S. thermophilus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	77
Çizelge 4.40. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>S. thermophilus</i> 'un dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr).....	77
Çizelge 4.41. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen <i>S. thermophilus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları.....	80
Çizelge 4.42. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen <i>S. thermophilus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	81
Çizelge 4.43. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr).....	82
Çizelge 4.44. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen <i>L. acidophilus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları.....	84
Çizelge 4.45. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen <i>L. acidophilus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	85
Çizelge 4.46. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr).....	85
Çizelge 4.47. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen <i>L. acidophilus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları.....	88
Çizelge 4.48. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen <i>L. acidophilus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	89

Çizelge 4.49. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde bulunan toplam mezofil aerob bakterilerin dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr).....	90
Çizelge 4.50. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen toplam mezofil aerob bakteri sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları	92
Çizelge 4.51. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen toplam mezofil aerob bakteri sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	93
Çizelge 4.52. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde bulunan toplam mezofil aerob bakterilerin dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr).....	93
Çizelge 4.53. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen toplam mezofil aerob bakteri sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları	96
Çizelge 4.54. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen toplam mezofil aerob bakteri sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	97
Çizelge 4.55. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde bulunan M17’de gelişen laktik asit bakterilerinin dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr).....	97
Çizelge 4.56. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları ..	100
Çizelge 4.57. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	101
Çizelge 4.58. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde bulunan M17’de gelişen laktik asit bakterilerinin dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr).....	101

Çizelge 4.59. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları ..	104
Çizelge 4.60. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	105
Çizelge 4.61. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> ’un dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr)	106
Çizelge 4.62. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen <i>L. acidophilus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları	108
Çizelge 4.63. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen <i>L. acidophilus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	109
Çizelge 4.64. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> ’un dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr)	109
Çizelge 4.65. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen <i>L. acidophilus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları.....	112
Çizelge 4.66. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> DSM 20079 kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen <i>L. acidophilus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	112
Çizelge 4.67. Depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> ’un dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr)	113
Çizelge 4.68. Üretiminde <i>L. acidophilus</i> HOWARU kullanılan asidofiluslu süt örneklerinde depolama süresince dinamik <i>in vitro</i> gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen <i>L. acidophilus</i> sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları	114

- Çizelge 4.69. Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan asidofiluslu süt örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. acidophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları..... 116
- Çizelge 4.70. Depolama boyunca *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr) 116
- Çizelge 4.71. Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan asidofiluslu süt örneklerinde depolama süresince dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen *L. acidophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları 119
- Çizelge 4.72. Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan asidofiluslu süt örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. acidophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları..... 119
- Çizelge 4.73. *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079 suşları kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi esnasında canlılık değerinde azalma oranlarına (%) ait varyans analiz sonuçları 120
- Çizelge 4.74. *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079 suşları kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi esnasında canlılık değerinde azalma oranlarına (%) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları..... 122
- Çizelge 4.75. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince *E.coli* ve *B.cereus*'a karşı antimikrobiyal etkisi 125
- Çizelge 4.76. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince *E. coli*'ye karşı belirlenen antimikrobiyal aktivitelerine ait varyans analiz sonuçları 128
- Çizelge 4.77. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince *E. coli*'ye karşı belirlenen inhibisyon zon çapı ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları 129

Çizelge 4.78.	Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un depolama süresince <i>B. cereus</i> 'a karşı belirlenen antimikrobiyal aktivitelere ait varyans analiz sonuçları	131
Çizelge 4.79.	Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un depolama süresince <i>B. cereus</i> 'a karşı belirlenen inhibisyon zon çapı ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	132
Çizelge 4.80.	Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerindeki <i>L. acidophilus</i> 'un depolanması sırasında gelişmesini önleyen antibiyotiklerin, minimum inhibisyon konsantrasyon değerleri ($\mu\text{g/mL}$).....	134
Çizelge 4.81.	Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısı ($\log(\text{kob/gr})$).	138
Çizelge 4.82.	Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısına ($\log \text{kob/gr}$) ait varyans analiz sonuçları	140
Çizelge 4.83.	Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısının ($\log \text{kob/gr}$) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	141
Çizelge 4.84.	Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen <i>E.coli</i> 'yi inhibisyon oranı (%)	142
Çizelge 4.85.	Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un depolama süresince <i>E.coli</i> 'yi inhibisyon oranına (%) ait varyans analiz sonuçları	144
Çizelge 4.86.	Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un depolama süresince <i>E.coli</i> 'yi inhibisyon oranı (%) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	145

1. GİRİŞ

İnsan vücudunda yerleşik olarak bulunan mikroorganizma sayısının, konağın kendi hücre sayısından çok daha fazla olduğu; yaklaşık 100 trilyon bakteri hücresinin yanı sıra katrilyon düzeyinde ifade edilen virüsün vücudumuzun çeşitli boşluklarında ve yüzeyinde yer aldığı ve söz konusu mikroorganizmaların insan sağlığını farklı açılardan etkilediği bildirilmiştir (Badur 2013).

Gastrointestinal sistemin normal florası doğumda steril olup, yenidoğan döneminde kazanılmaktadır. Floranın kaynağını doğum sırasında yutulan, annenin vajinal ve fekal florası oluşturmaktadır (Kültürsay 2009). Doğumdan sonraki 48. saatte kolonda Enterobacteria, Stapylococci, Streptococci (10^9 - 10^{10} /gr gaita) baskın olarak bulunmaktadır. İkinci ve beşinci günlerde görülen Bifidobakteriler birinci haftadan sonra gaita florasına hakim olmakta (10^{10} - 10^{11} /gr gaita), Enterococcus, Bacterioides, Clostridium gibi patojenler de azalmaktadır (İnanç vd 2005). Bebek; anne sütü aldıça *Escherichia coli*, *Streptococcus* ssp. ve *Clostridium* ssp.'ler azalırken, *Bifidobacterium* ssp.'ler artmaya başlamaktadır. Bağırsak florasında meydana gelen bakterilerin önemli bir kısmını da *Lactobacillus acidophilus* oluşturmaktadır. Anne sütünden kesildikten sonra erişkin florası yönünde değişiklikler olmaya başlamakta, ikinci yılın sonuna doğru erişkin florasına benzer bir flora oluşmakta ve yaklaşık olarak yaşam boyu sabit kalmaktadır (Akpınar 2008).

Gastrointestinal sistem, zararlı ve potansiyel patojen bakteriler baskın olmadığı sürece konakçı organizmaların fizyolojik fonksiyonlarına imkan tanıyan kinetik bir mikro ekosistemdir. Gastrointestinal sistem florasının kompozisyonu sağlıklı bireylerde nispeten denge halindedir (Turgut 2006). Gastrointestinal sistem florasını çevresel stres, çeşitli hastalıklar, yaşlanma, iklim, antibiyotik kullanımı, duygusal faktörler ve diyetel değişiklikler etkileyebilmekte ve söz konusu faktörlerin etkisiyle yararlı bakterilerin sayısında azalma meydana gelebilmektedir (Akalın vd 2000, İnanç vd 2005). Disbiyozis olarak tanımlanan bu durum, gastrointestinal sistemdeki bakteriyel floranın dengesizliğini ifade etmekte olup, disbiyozis durumu sonucunda canlıda hazımsızlık, gastrit, ülser, peklilik, diyare, arterit gibi kronik iltihaplanmaların yanı sıra bağışıklık sisteminin zayıflaması gibi birtakım fonksiyonel rahatsızlıklar da meydana gelebilmektedir (Akalın vd 2000). Gastrointestinal sistemde bulunan faydalı mikroorganizmaların sistemin fizyolojik dengesine olumlu yönde katkıda bulunması durumu ise “probiyozis” olarak adlandırılmakta olup, söz konusu faydalı mikroorganizmalara da “probiyotik mikroorganizmalar” denilmektedir (Çakır ve Çakmakçı 2004). Probiyotik mikroorganizmalar gastrointestinal sistemde yarışma yolu ile reseptörlere bağlanarak patojenlere yer bırakmamakta ve patojenlerin dışkı ile atılmalarını sağlamaktadır (İnanç vd 2005).

Günümüzde patojenik bakterilerde artan antibiyotik direnci ve tüketicilerin ilaçlar yerine fonksiyonel gıdaları talep etmeleri, probiyotiklere olan ilginin artmasını sağlamıştır (Toprak Kavas 2007). Süt ve süt ürünlerinin fonksiyonel gıda kategorisine girmesi, bileşiminde bulunan proteinler, peptitler, lipitler, vitaminler, mineraller ve karbonhidratlardan kaynaklanmaktadır. Tüketiciler tarafından bilinen en önemli doğal fonksiyonel süt ürünleri; içme sütü, peynir, yoğurt, kefir ve diğer fermente süt

ürünleridir. Üretimlerinde probiyotik bakterilerin kullanıldığı fermente süt ürünleri, fonksiyonel süt ürünlerinin en önemli grubunu oluşturmaktadır (Akpınar 2008).

Probiyotik bakterilerin fonksiyonel özellikler bakımından istenilen niteliklere sahip olması, söz konusu bakterilerin fermente süt ürünlerinde kullanılabilirliği açısından her zaman yeterli olmamaktadır. Fermente süt ürünlerindeki probiyotik bakterilerin canlılığı; fermantasyon ortamının kimyasal bileşimi (karbonhidrat kaynağı), fermantasyon sonu asitlik değeri, sütün kurumadde içeriği, besin maddelerinin kullanılabilirliği, büyüme destekleyicileri ve önleyicileri, kullanılan bakteri suşları, suşlar arasındaki etkileşim, şeker konsantrasyonu (ozmotik basınç), çözünmüş oksijen, inokülasyon düzeyi, inkübasyon sıcaklığı, fermantasyon süresi ve depolama sıcaklığı gibi parametrelere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Homayouni vd 2012). Probiyotik bakterilerin endüstriyel prosesler esnasında ve tüketimi sonrası sindirim sisteminde canlı kalması gerekmektedir. Dolayısı ile probiyotik bakterilerin, üretiminde kullanılan gıdanın üretim prosesine uygunluğunun da değerlendirilmesi gerekmektedir. Yapılan literatür taramasında; probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde probiyotik bakterilerin canlılığı, asit ve safra tuzuna karşı dirençlerinin ölçümüne yönelik çeşitli araştırmalar yapıldığı görülmüştür. Bununla birlikte üretiminde probiyotik bakterilerin kullanıldığı süt ürünlerinin *in vitro* dinamik gastrointestinal sistemden geçişi sırasında canlılığı ve probiyotik özelliklerinin incelenmesi ile ilgili ülkemizde herhangi bir çalışma tespit edilememiştir. Yapılan bu araştırmada, laboratuvar koşullarında oluşturulan dinamik gastrointestinal sistemde yoğurt, peynir ve dondurma üretiminde kullanılan *Lactobacillus acidophilus*'un canlılık durumu ve bazı *in vitro* probiyotik özellikleri ilk kez ortaya konulmuştur.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

2.1. Probiyotikler

Günümüz insanı, gastrointestinal kanal aracılığı ile dış dünyada bulunan ve her gün binlercesi üretilen yeni kimyasal ajanlara ve binlerce çeşit ilaca maruz kalmaktadır. Bunların da gastrointestinal kanal mikroflorası üzerine etkili olabileceği açıktır (Özden 2005). Özellikle 1990'lı yıllardan itibaren intestinal mikroflora ile sağlıklı yaşam arasındaki ilişki üzerine çalışmalar yoğunlaşmış ve bu çalışmalar sonucunda sindirim sistemimizin bakteri dengesi ile sağlıklı beslenme ve sağlıklı yaşam arasında doğrudan bir ilişki olduğu konusu netlik kazanmaya başlamıştır (Özer 2006). Günümüzde bilim insanları tarafından yeni gıda teknolojileri, beslenme alışkanlıklarındaki değişiklikler, çevrenin kimyasallarla kirlenmesi ve antibiyotik kullanımı gibi nedenlerle sindirim kanalı mikrofloramız için gerekli olan yararlı bakterilerden mahrum kaldığımız ileri sürülmekte ve mevcut mikrofloramızın ideal bir yapıya sahip olup olmadığı sorgulanmaktadır. Son 100 yıl içinde bağırsak mikrofloramızdaki olası değişikliklerin, özellikle son 50 yıl içinde görülme sıklığı artan hastalıkların (iltihabi bağırsak hastalıkları, otoimmün hastalıklar, allerjik hastalıklar, şeker hastalığı vb.) nedeni olabileceği tartışılmaktadır. Birçok bilim insanı yaptıkları çalışmalarda yararlı bakteriler ile gastrointestinal kanalın kolonize edilerek hastalıklara karşı riskin azaltılabileceğini göstermişlerdir (Özden 2013).

Günümüzde gıdalar tüketiciler tarafından yalnızca lezzet ve besin içeriklerine göre değil, aynı zamanda spesifik yararlar sağlayıp sağlamadıklarına göre de değerlendirilmektedir. Fonksiyonel gıdalar; vücudun temel besin öğelerini karşılamadan yanı sıra insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde ilave faydalar sağlayan, böylelikle hastalıklardan korunmada ve daha sağlıklı bir yaşama ulaşmada etkinlik gösteren gıdalar ve gıda bileşenleri olarak tanımlanmaktadır. Üretiminde probiyotik bakterilerin kullanıldığı gıdalar, fonksiyonel gıda kategorisinde yer almakta olup toplam fonksiyonel gıda pazarının %60'ından fazla kısmını oluşturmaktadır. Probiyotik gıda pazarında ise probiyotik süt ürünleri büyük paya sahiptir (Güven ve Gülmez 2006, Mortazavian vd 2012).

Sağlık üzerine yararlı etkileri olan ve bağırsaklarda canlılığını koruyabilen mikroorganizmalar olarak tanımlanan probiyotiklere olan ilgi 20. yüzyılın başlarında Rus bilim adamı Metchnikoff'un daha uzun bir yaşam için laktobasilleri içeren fermente süt ürünlerinin tüketimini tavsiye etmesiyle başlamıştır (Bakırcı ve Kavaz 2006). Metchnikoff, Bulgar köylülerinin sağlıklı ve uzun ömürlü olmalarını yoğurt yiyerek aldıkları laktik asit bakterilerine bağlamış ve faydalı mikroorganizmalara dikkat çekerek ilk kez probiyotik kavramını öne sürmüştür. Metchnikoff, intestinal mikroflorada yer alan bakterilerin protein hidrolizi sonucu oluşturduğu amonyak, aminler ve indol gibi maddelerin konakçıda otointoksikasyona neden olduğunu ve enerjisini protein hidrolizi yerine karbonhidrat fermantasyonundan sağlayan laktik asit bakterilerinin kullanımının faydalı sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Bilimsel olarak bu mikroorganizmaların tanımlanması ancak yirminci yüzyılın başlarında mümkün olmuştur (Vural ve Çelen 2005). 1965 yılında probiyotikler; bir mikroorganizmanın diğerinin çoğalması için salgıladığı maddeler olarak tanımlanmış, 1974 yılında ise probiyotikler için bağırsak mikrobiyal dengesini sağlayan maddeler şeklinde bir tanımlama getirilmiştir. 1989

yılında probiyotik kavramı; bağırsak mikrobiyal dengesini düzelterek sağlığı olumlu yönde etkileyen canlı mikrobiyal gıda katkıları şeklinde geliştirilmiş, 1992 yılında probiyotikler bağırsak mikroflorasının özelliklerini düzelteren tekli veya çoklu canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmıştır. 1992 yılında yapılan bu tanımlama bağırsak mikrobiyal dengesini etkileyen mikroorganizmalarla sınırlı tutulmuş ve sonuç olarak 1989 yılında yapılan probiyotik tanımı kabul görmüştür (Yurdakök 2013). Günümüzde Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından üzerinde uzlaşılan tanıma göre probiyotikler; yeterli miktarda alındığı zaman konakçı üzerinde sağlığa yararlı etkiler sağlayan canlı mikroorganizmalardır (Çetin vd 2011).

Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliği'ne göre probiyotik bakteri; besinlerle alınan ve belirli miktarda alındığında bağırsak florasını dengeleyip konakçının sağlığını olumlu yönde etkileyen canlı bakterileri, probiyotik gıda ise içerisinde raf ömrü sonuna kadar yeterli miktarda canlı probiyotik bakteri bulunduran ve bu canlılığı muhafaza eden ürünü ifade etmektedir (Anonim 2006, Anonim 2012a). Probiyotiklerin sınıflandırılması Çizelge 2.1'de sunulmaktadır.

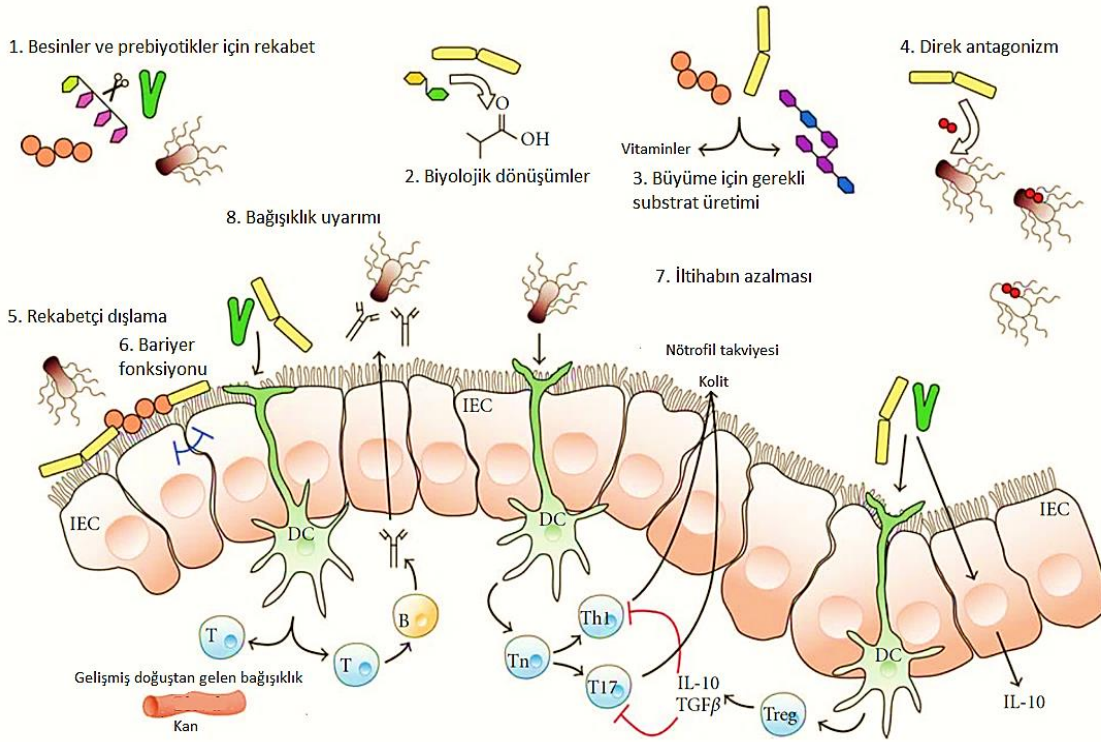
Çizelge 2.1. Probiyotiklerin sınıflandırılması (Başoğlu 2014, Yaşar ve Kurdaş 2009).

Lactobacillus türleri	<i>Lactobacillus bulgaricus, Lactobacillus cellobiosus, Lactobacillus delbrueckii, Lactobacillus lactis, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus reuteri, Lactobacillus brevis, Lactobacillus curvatus, Lactobacillus casei, Lactobacillus fermentum, Lactobacillus plantarum, Lactobacillus gasseri, Lactobacillus jonsonii, Lactobacillus salivarius, Lactobacillus rhamnosus, Lactobacillus helveticus</i>
Bifidobacterium türleri	<i>Bifidobacterium adolescentis, Bifidobacterium bifidum, Bifidobacterium breve, Bifidobacterium infantis, Bifidobacterium longum, Bifidobacterium thermophilum</i>
Bacillus türleri	<i>Bacillus subtilis, Bacillus pumilus, Bacillus lentus, Bacillus coagulans, Bacillus licheniformis</i>
Pediococcus türleri	<i>Pediococcus cerevisiae, Pediococcus acidilacti, Pediococcus pentosaceus</i>
Streptococcus türleri	<i>Streptococcus cremoris, Streptococcus thermophilus, Streptococcus intermedius, Streptococcus lactis, Streptococcus diacetylactis</i>
Bacteriodes türleri	<i>Bacteriodes capillus, Bacteriodes suis, Bacteriodes ruminicola, Bacteriodes amylophilus</i>
Propionibacterium türleri	<i>Propionibacterium shermanii, Propionibacterium freudenreichii</i>
Leuconostoc türleri	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
Küfler	<i>Aspergillus niger, Aspergillus oryzae</i>
Mayalar	<i>Saccharomyces cerevisiae, Candida torulopsis</i>

Probiyotik suşların her şeyden önce toksin üretmeyen ve vücuda alındıklarında sağlığa zarar vermeyen GRAS “Generally Regarded As Safe” statüsündeki mikroorganizmalardan seçilmeleri gerekmektedir. Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmaların insan sağlığı üzerindeki olumlu etkilerinin klinik çalışmalarla mutlaka gösterilmiş olması gerekmektedir (Tunail 2009). Probiyotik mikroorganizmaların bulunduğu konakçıdaki diğer mikroorganizmalara karşı güçlü etkileri ve konakçıya yararları olduğu kesin olarak kabul edilmiştir. Ancak probiyotik olarak kullanılacak mikroorganizmalarda bazı özelliklerin bulunması gerekmektedir. Bu özellikler;

- Güvenilir olmalı, insan ve hayvanda yan etki oluşturmamalıdır.
- Sağlıklı insan bağırsağı orijinli olmalıdır.
- Kanserojenik ve patojenik bakterilere antagonistik etki göstermelidir.
- Antimikrobiyal maddeler üretmelidir.
- Konakçıda hastalıklara direnç gibi yararlı etkiler oluşturabilmelidir.
- Antibiyotiklere dirençli olmalıdır. Bazı hastalıklarda bağırsak mikroflorasını düzenlemek amacı ile antibiyotik kullanılabileceğinden, bağırsaktaki antibiyotiklerden etkilenmemelidir.
- Üretiminde kullanılan gıdanın üretim ve depolama süresince canlılığını ve aktivitesini koruyabilmelidir.
- Probiyotik mikroorganizmalar patojenik olmamalı ve toksin üretmemelidir. Çok suşlu preparatların hazırlanmasına uygun olmalıdır.
- Probiyotik üretiminde kullanılan suşlar aktarılabılır antibiyotik direnç genleri içermemelidir.
- Stabil olmalıdır. Düşük pH ve safra tuzları gibi olumsuz çevre koşullarından etkilenmeden bağırsakta metabolize olabilmelidir.
- Bağırsak hücrelerine tutunabilmeli ve ince bağırsakta kolonize olabilmelidir (Başyiğit 2004, Ceyhan ve Alıç 2012).

Mide asidine ve safra tuzlarına karşı direnç göstererek ince bağırsağa ulaşan probiyotik bakterilerin ilk temas yüzeyi mukus tabakasıdır. Probiyotik bakterilerin peristaltik hareketler ile ince bağırsaktan kayıp gitmemesi için bağırsak lümenini örten mukus tabakasına ve epitel hücrelerine tutunması gerekmektedir. Probiyotikler reseptörlere tutunmak için patojen mikroorganizmalar ile yarışmaktadırlar (rekabetçi dışlama). Bu tutunmanın patojenlere karşı antogonistik aktivite, geçici kolonizasyon, immün sistemin aktive edilmesi ve zarar gören mukozanın tamir edilmesi için önemli olduğu düşünülmektedir. Tutunmadan sonra bağırsak yüzeyine kolonize olan probiyotik bakteriler, patojen mikroorganizmalara karşı bariyer oluşturmakta ve ürettikleri antimikrobiyal maddelerle bağırsak yüzeyini patojenlerin zararlı etkilerinden koruyabilmektedir (Önal vd 2005). Ayrıca bağırsak lümeninde bulunan besinler için de rekabet oluşmakta, patojen bakteriler için elverişli besinler probiyotikler tarafından tüketilerek patojenlerin çoğalması önlenmektedir (Coşkun 2006). Probiyotiklerin etki mekanizması Şekil 2.1’de sunulmaktadır.



Şekil 2.1. Probiyotiklerin etki mekanizması (Anonymous 2015a).

Gastrointestinal floranın probiyotik bakteri tüketimiyle desteklenmesinin, sağlık üzerindeki olumlu etkileri uzun yıllardır bilinmektedir. Bu doğrultuda yapılan araştırmalarda daha sağlıklı bir yaşam sürmek, vücut direncini artırmak, intestinal düzensizliklerle ve hastalıklarla mücadele etmek için probiyotik tüketiminin gerekli olduğu klinik deneylerle ispatlanmıştır (Uymaz 2010). Probiyotik ürünlerin tüketim sonrası insan sağlığına faydaları; laktoz toleransını artırması, sindirim sistemi enfeksiyonlarını engellemesi, kanser riskini azaltması, kolesterolü düşürerek kalp damar hastalıklarını engellemesi, sindirim zorluklarını gidermesi ve bağışıklık sistemini kuvvetlendirmesi olarak özetlenebilmektedir (Akman 2009). Ayrıca yapılan çeşitli araştırmalar probiyotik ürünlerin tüketiminin çocuklarda alerjik reaksiyonların ortaya çıkışını geciktirmede, ürogenital enfeksiyonların önlenmesinde ve *Helicobacter pylori* kaynaklı mide rahatsızlıklarının iyileştirilmesinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Alp ve Aslım 2009).

Ev yapımı fermente süt ürünleri, besin kaynağı olarak yaklaşık 8.000 – 10.000 yıldır insanlar tarafından tüketilmektedir. Sütün fermantasyonu 20. yüzyıla kadar herhangi bir müdahale ya da düzenleme olmaksızın doğal süreci ile devam etmiştir. Doğada yaygın olarak bulunan, sütte fermantasyona ve koagülasyona yol açan bakterilerin ilk kez 19. yüzyıl sonlarında laktik asit bakterileri olarak isimlendirildiği ve daha sonraki yıllarda Lactobacillaceae familyası içerisinde sınıflandırıldıkları bildirilmektedir. Laktik asit bakterilerinin keşfi ve tanımlanmasından sonra süt fermantasyonuna bakış açısı değişmiş, son elli yıl içerisinde laktik asit bakterilerinin genetiği, biyokimyası ve fizyolojisi hakkında yeni bilgilerin tespit edilmesiyle bu bakterilerin starter kültürler olarak seçilmelerine ve fermente ürünlerde üretim kalitesini arttırmak amacıyla kullanılmalarına izin verilmiştir. Laktik asit bakterileri; fermente et,

süt, sebze, meyve ve tahıl ürünleri endüstrisinde starter kültür olarak kullanılmaları ve probiyotik özellikleri ile büyük önem taşımaktadır (Ertekin ve Çon 2014, Günay 2012). Bütün laktik asit bakterileri anaerobik koşullar altında gelişim gösterebilmektedir. Ancak pek çok anaerobik bakterinin tersine oksijene karşı duyarlı olmayıp, oksijen varlığında da gelişim gösterebilmektedir. Bu nedenle de aerotolerant anaerob mikroorganizmalar olarak adlandırılmaktadırlar. Gram pozitif basıl ve koklardan oluşan laktik asit bakterileri Firmicutes filumuna ait çeşitli bakteri cinslerinden oluşmaktadır. Spor oluşturmeyen ve katalaz negatif olan bu grubun önemli cinsleri arasında *Carnobacterium*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Lactosphaera*, *Leuconostoc*, *Melissococcus*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* ve *Weisella* yer almaktadır (Dinçer vd 2010) .

Probiyotik bakterilerden *Lactobacillus* cinsinin 56 türünün tanımlandığı ve *Lactobacillus acidophilus*'un probiyotik ürünlerin üretiminde en fazla tercih edilen mikroorganizma olduğu bildirilmiştir (Kavas ve Kınık 2000).

2.1.1. *Lactobacillus acidophilus*

L. acidophilus, ilk olarak 1900 yılında Alman bilim adamı Ernst Moro tarafından çocuk dışkılarından izole edilmiştir. 1936 yılında "*Thermobacterium intestinale*" olarak adlandırılan bu bakteri, 1970 yılında asidik ortamda gelişme gösterebilen laktik asit bakterisi anlamına gelen *Lactobacillus acidophilus* olarak yeniden adlandırılmıştır. Çubuk şeklinde olan bu bakteri tekli, ikili ya da kısa zincir oluşturmaktadır. Kolonileri genellikle R tipinde olup, karakteristik pigmentleri yoktur. Mikroskopta tek ya da kısa zincirler şeklinde görülmektedir. Anaerob ya da fakültatif anaerob, hareketsiz, katalaz (-), flagellasız ve homofermentatif bir bakteri olan *L. acidophilus*, %0.3-1.0 oranında DL formunda laktik asit üretmektedir (Kılıç 2001). Gelişimi için en uygun sıcaklık aralığı 35-38°C, optimum pH 5.5-6.0'dır (Kırdar 2000). Argininden amonyak üretememekte olup amigdalin, sellobiyoz, fruktoz, glukoz, galaktoz, mannoz, trehaloz, sakkaroz, eskülin ve maltozu fermente edebilmekte ve mannitolü kullanamamaktadır (Yılmaz 2006).

L. acidophilus'un diyetetik ve tedavi edici özelliklerine ilişkin çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu bakteriyle üretilen fermente süt ürünlerindeki besin maddeleri bir ön fermentasyona tabi tutulduğu için üretiminde kullanıldıkları ürünlerin besleyici değeri artmakta, sindirilmeleri de süte kıyasla daha kolay olmaktadır. Protein ve yağın kısmen parçalanması da ürünün sindirilebilirliğini arttırmaktadır (Kim ve Gilliland 1983, Tamime ve Robinson 1988, Driessen ve Boer 1989). Ayrıca *L. acidophilus* ile üretilen fermente süt ürünlerindeki kalsiyum ve diğer bazı mineral maddelerin vücut tarafından daha iyi absorbe edildiği ve bu ürünlerin folik asit, niasin, biotin, pantotenik asit, B₆ ve B₁₂ gibi B grubu vitaminler açısından süte göre daha zengin olduğu belirtilmektedir (Rasic ve Kurmann 1983, Eden 1988).

L. acidophilus; üretmekte olduğu laktik asit, asetik asit gibi organik asitler, hidrojen peroksit, acidolin, acidophilin ve lactocidin adı verilen doğal antimikrobiyal maddelerden dolayı antimikrobiyal etkiye sahiptir. (Kırdar 2000). *L. acidophilus* bu özelliği nedeniyle antibiyotik ve radyasyonla tedavi sonrasında bozulan bağırsak mikroflorasının yeniden düzenlenmesinde de kullanılabilir. *Salmonella* ve diğer

enterobakterileri inhibe etmek için belirli dozda antibiyotik kullanıldığında hasta, tifo, paratifo, salmonellosis ve dizanteri gibi enfeksiyonlardan korunmakta; ancak bağırsak mikrobiyotası bozularak Gram (+) bakteri sayısı büyük oranda azalmaktadır. Bunun sonucunda hastada rahatsızlık verici semptomlar meydana gelebilmektedir. Bu tip bir problemde hem bağırsaklarda yaşayabilen, hem de antibiyotiklere karşı dirençli olan *L. acidophilus* kullanımı ile hastanın tedavisi önerilmektedir (Rasic ve Kurman 1983).

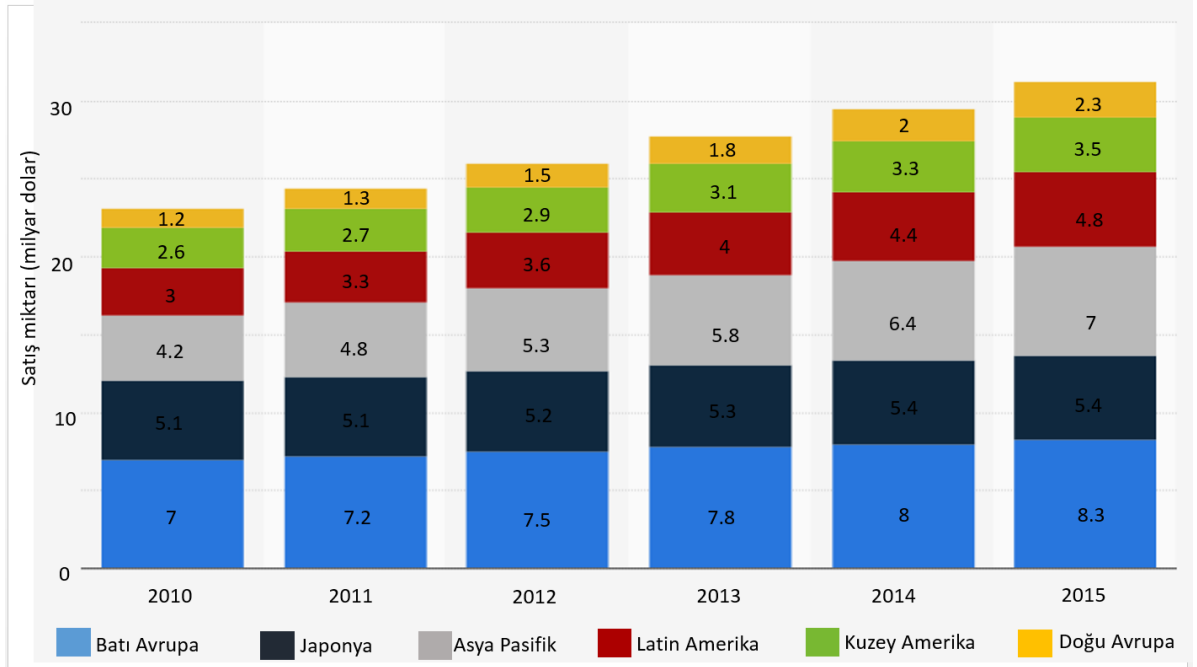
Probiyotik mikroorganizmaların sağlığa faydalı etkilerinden biri de serum kolesterolünü azaltma kabiliyetleridir. Probiyotik mikroorganizmaların kolesterol konsantrasyonunu azaltabilmelerini sağlayan mekanizma tam olarak belirlenememekle birlikte, bu konuda çeşitli mekanizmalar öne sürülmüştür. Bu mekanizmalar arasında bakteriler tarafından kolesterolün asimilasyonu, kolesterolün bakterinin hücre duvarına bağlanması veya hücre zarının yapısına katılması, kolesterolün bağırsaklardan emilemeyen bir molekül olan koprostanol molekülüne dönüştürülmesi ve safra tuzlarının enzimatik dekonjugasyonu bulunmaktadır (Tok ve Aslım 2007). Hem vücutta sentezlenen hem de gıdalarla alınan kolesterol, karaciğerde safra asitlerine dönüşerek safra kesesine iletilmekte, oradan da konjuge formda ince bağırsağa salgılanmaktadır. Daha sonra safra asitleri kalın bağırsağa geçerek mikrobiyal aktivite sonucu kimyasal değişimlere (dekonjugasyon, dehidroksilasyon, dehidrojenasyon ve deglukuronidasyon) uğramaktadır (Başyigit 2004). Safra asitlerinin konjuge olan ve olmayan formları antimikrobiyal etkiye sahiptir. Ancak safra asitlerinin özellikle konjuge olmayan formlarının antimikrobiyal etkisi Gram (+) pozitif mikroorganizmalara karşı daha belirgin olarak ortaya çıkmaktadır. *L. acidophilus* safra asitlerini dekonjuge edebilme yeteneğine sahiptir. Safra asidi konsantrasyonundaki bu azalma, kolesterolün safra asitlerine dönüşümü ile telafi edilmekte ve böylece toplam kolesterol düzeyi de düşmektedir (Driessen ve Boer 1989, Gönç ve Akalın 1995).

Probiyotik bakterilerin insan sağlığı üzerinde olumlu etkilere sahip olduğunun anlaşılmasından bu yana söz konusu yararlı bakterilerin gıdalar aracılığı ile vücuda alınmasına yönelik çok sayıda araştırma yürütülmektedir. Bu gıdalar arasında süt ürünleri, probiyotik mikroorganizmaların gastrointestinal bölgeye taşınmasında ayrıcalıklı bir konuma sahiptir. Bu konum, süt ürünlerinin probiyotik bakteriler için hem fiziksel bir koruma ortamı yaratması hem de gelişimleri için gerekli besin öğelerini sağlamasından ileri gelmektedir (Anonim 2015a).

2.1.2. Probiyotik süt ürünleri

İnsan sağlığına faydalı olduğu düşünülen probiyotik mikroorganizmaların vücuda alınımı; fermente süt ürünleri gibi gıdalarla veya bu mikroorganizmaların canlı hücrelerinden hazırlanan farmakolojik ürünler (dondurarak kurutulmuş canlı mikroorganizma preparatları) şeklinde tablet veya kapsüllerle olmaktadır (Saxelin vd 1999, Erkmen 2000, Çakır ve Çakmakçı 2002). Probiyotikler, Japonya'da daha çok dondurulmuş kültür tabletleri şeklinde, Avrupa'da ise sadece gıdalar yoluyla kullanılmaktadır (Kalantzopoulos 1997). İlaç kullanımına olan ön yargı nedeniyle probiyotiklerin tüketiciye ulaştırılmasında bir gıdanın bileşimine dahil edilmesi daha fazla tercih edilmektedir (Çakır ve Çakmakçı 2002).

2010-2015 yılları arasında dünya çapında gerçekleşen probiyotik ürünlerin bölgelere göre satış grafiği Şekil 2.2’de gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü üzere en gelişmiş probiyotik ürün pazarına, toplam satışın yarısından fazlasını gerçekleştiren Avrupa ve Japonya sahiptir (Anonymous 2015b).



Şekil 2.2. Dünya çapında gerçekleşen probiyotik ürünlerin bölgelere göre satış grafiği (Anonymous 2015b).

Fermente süt ürünlerinin yeterli sayıda probiyotik bakterinin tüketiciye ulaştırılmasında en uygun taşıyıcılardan biri olduğu düşünülmektedir (Van De Castele vd 2006). Fermente süt ürünleri, probiyotik bakterilerin intestinal sisteme taşınması için uygun ortam sağlayabilmekte; yoğurt, peynir ve dondurma gibi süt ürünleri probiyotik bakterilerin canlılığının ve/veya gelişiminin desteklenmesinde pozitif rol oynayabilmektedir (Burucu 2008). Süt ürünlerinin insan sağlığındaki pozitif etkileri uzun yıllardan beri bilinmektedir. Ancak süt ürünleri üretiminde kullanılan laktik asit bakterilerinin önemli bir kısmı mide asidine direnç gösteremediği için intestinal sisteme canlı olarak ulaşamamakta veya yararlı etkiler gösterecek kadar süre intestinal sistemde canlı kalamamaktadır. Bununla birlikte probiyotik bakteriler, mide asidine direnç gösterebildiği için intestinal sisteme canlı olarak ulaşabilmekte ve burada kolonize olabilmektedir (Tosun ve Demirel 2006).

Probiyotik ürünlerden beklenen yararların sağlanabilmesi, içerdikleri probiyotik bakterilerin canlılıklarını korumasına ve bağırsak hücrelerine tutunarak kolonize olmasına bağlıdır (Shortt 1999, Kılıç 2001). Probiyotiklerin fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için ince bağırsakta günlük olarak en az 10^8 - 10^9 canlı bakteri bulunması gerektiği bildirilmektedir (Akpınar 2008, Yangılar 2010). Bununla birlikte toplam tüketim dozu, gastrointestinal sistemdeki canlılık seviyesi ve dışkıdaki canlı probiyotik bakteri sayısı gibi faktörlerin çok yönlü olarak ayrı ayrı ele alınmaları gerekmektedir (Yangılar 2015).

Probiyotik bakteri içeren fonksiyonel gıdaların geliştirilmesini ve üretimini kısıtlayan birtakım şartlar söz konusudur. Bunlar; yüksek sıcaklık, kurutma, dondurma, yüksek basınç, asidik veya alkali ortam gibi gıdanın işlenmesinden kaynaklanan engeller, sindirim sistemi enzimleri, yüksek asidik ortam ile safra tuzları gibi gıdanın tüketiminden sonra insan metabolizmasından kaynaklanan engeller ve zengin besin maddeleri gereksinimi, oksijen, sıcaklık, pH, inhibitörler ve rekabetçi mikroorganizmalardan kaynaklanan stres koşulları gibi bakteriden kaynaklanan engellerdir. Probiyotik gıda üretimini kısıtlayan en önemli etken kullanılan bakterilerin canlılığını gerektiği düzeyde koruyamamasıdır (Ünal ve Erginkaya 2010). Probiyotik bakterilerin canlılığını geliştirmek üzere yapılan çalışmalarda, bazı gıda matrikslerinin probiyotik bakteriler için uygun taşıyıcı olduğu; süt, peynir ve yoğurt gibi ürünlerde bulunan probiyotik bakterilerin gastrik koşullara maruz bırakılması durumunda, aynı koşullara maruz bırakılan salin veya tampon çözelti içinde bulunan probiyotik bakterilere kıyasla daha yüksek canlılık gösterdiği bildirilmektedir (Sanders ve Marco 2010).

Son yıllarda probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt üzerine çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiş olup söz konusu ürünlerin fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri optimize edilmiş ve önemli düzeyde bir ticari başarı elde edilmiştir (Anonim 2015a).

2.1.2.1. Probiyotik dondurma

Dondurma; yağ, yağsız süt kurumaddesi, şeker, stabilizatör, emülgatör, bazen de lezzet ve renk veren maddelerden oluşan karışımın değişik şekillerde işlenmesiyle elde edilen, kompleks fizikokimyasal sisteme sahip besleyici bir süt ürünüdür (Özcan ve Kurdal 1997). Türk Gıda Kodeksi Dondurma Tebliği'ne göre dondurma; içerisinde tat ve çeşidine göre süt ve/veya süt ürünleri, içme suyu, şeker ve izin verilen katkı maddelerini bulunduran, istenildiğinde salep, yumurta ve/veya yumurta ürünleri, aroma maddeleri ve çeşni maddeleri gibi bileşenleri içeren henüz dondurulmamış haldeki karışımın pastörizasyon sonrası tekniğine uygun olarak işlenmesi ve dondurulması ile elde edilen, yumuşak halde ya da sertleştirildikten sonra tüketime sunulan ürünü ifade etmektedir (Anonim 2004).

Ekonomik değeri ve sağlık açısından önemli bir ürün olan dondurma ile ilgili tüketici beklentilerinin her geçen gün artmasına paralel olarak pazara farklı ürünler sunulmakta ve pazarın büyümesine destek verilmektedir. Sağlıklı ve dengeli beslenme konusunda artan tüketici bilinci ile birlikte probiyotik dondurmaya olan ilgi de gün geçtikçe artmaktadır (Tokuç 2007).

Bileşimindeki yağ ve süttten kaynaklanan yüksek kurumadde seviyesi sayesinde, dondurma içeriğinde bulunan probiyotik bakterilere koruma sağlamaktadır (Homayouni vd 2012). Probiyotiklerin canlı mikroorganizma suşları olmaları sebebiyle, etkilerini kaybetmemeleri için soğukta saklanmaları gerektiğinden probiyotik dondurmanın, uzun süre depolama sürecinde bile probiyotik mikroorganizma kaybını önleyebilen bir gıda olduğu bildirilmektedir. Buna karşın probiyotik dondurmanın donma ve erimesi sırasında oluşan ve "ısı şok" olarak adlandırılan sıcaklık değişimi, probiyotik mikroorganizmaların gelişimini engellemekte, metabolik aktivitesini azaltmakta ve hatta

tamamen yok etme gibi hasarlara yol açabilmektedir (Özer 2001, Haynes ve Playne 2002, Erişir 2005).

Probiyotik dondurma üretimi sırasında probiyotik bakteriler, temel olarak dondurma miksinin fermente edilmesi sonucu oluşan asitlik stresine, karıştırma işlemi süresince mekanik ve oksidatif strese, dondurma üretimi ile depolaması sırasındaki düşük sıcaklık stresine maruz kalmaktadır. Düşük sıcaklık stresi, probiyotik dondurma üretiminde karşılaşılan kaçınılmaz durumlardan biridir. Dondurma üretimi sırasında probiyotik bakterilerin gelişimi ve canlılığı çevre sıcaklığından olumsuz etkilenmektedir (Ergin 2013). Probiyotik bakterilerde dondurma işlemi sırasında meydana gelen değişiklikler şöyle sıralanabilmektedir:

- Sıcaklık düştükçe hücre içinde ve dışında donan su miktarı artmaktadır. Bunun sonucunda gıda ortamında (dondurmada) ve hücre içinde çözünen bileşen konsantrasyonu artış göstermektedir.
- Hücre içerisinde elektrolitlerin miktarı artmakta ve hücre içi pH'sında değişiklik olmaktadır.
- Hücredeki bileşenlerin kolloidal durumları değiştiği için hücre proteinlerinde denatürasyon meydana gelmektedir.
- Hücre içinde ve gıda ortamında oluşan buz kristalleri hücre zarının parçalanmasına, dolayısıyla bakterilerin canlılıklarını yitirmesine neden olmaktadır (Erkmen 2010).

2.1.2.2. Probiyotik yoğurt

Binlerce yıldan beri Türkler tarafından üretilen yoğurdun, toplumumuzun beslenmesinde önemli bir yeri bulunmaktadır (Yaygın 1999). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre yoğurt, fermantasyonda spesifik olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un simbiyotik kültürlerinin kullanıldığı fermente süt ürünüdür (Anonim 2009a). Yoğurt protein, yağ ve mineral maddelerce zengin bir gıdadır. Yoğurdun kimyasal bileşimi süte benzemektedir; ancak fermantasyon aşamasında meydana gelen değişimlerden dolayı yoğurta bazı farklılıklar gerçekleşmektedir. Yoğurt bakterileri fermantasyon sırasında B₆, B₁₂ ve C vitaminlerini tüketerek B₁, B₂ ve nikotinamidi sentezlemektedir. Ayrıca yoğurt bakterileri süt proteinlerini aminoasitlere ve süt yağını yağ asitlerine parçalayarak yoğurdun hazmını kolaylaştırmaktadır. Yoğurt mineral maddeler yönünden özellikle kalsiyum ve fosfor açısından zengin bir gıdadır (Yaygın 1999).

S. thermophilus ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un bağırsak sisteminde yaşama yetenekleri çok düşük olduğundan, yoğurda ekstra fizyolojik nitelikler ve besin değeri kazandırmak amacıyla bu bakterilere ek olarak *L. acidophilus*, *L. lactis*, *L. casei* ve *Bifidobacterium* subsp. gibi probiyotik bakterileri içeren kültürler kullanılabilmektedir (Yılmaz 2006). Probiyotik bakterileri yoğurt bakterileri ile birlikte yoğurt üretiminde kullanmanın avantajı, fermantasyon işleminin özel türlerin tek başına kullanılmasına göre çok daha hızlı seyretmesi ve bağırsak sisteminde yoğurt bakterilerinin, probiyotik bakterilerin aktivitesini arttırmasıdır (Robinson 1989). Buna karşın, probiyotik bakteriler yoğurdun fermantasyonu sırasında ürettikleri metabolitler aracılığı ile klasik yoğurt starter kültüründe yer alan bakterilerin gelişimlerini olumsuz etkileyebilmekte ve fermantasyon sürecini uzatabilmektedir. Özellikle *L. acidophilus* tarafından fermantasyon sırasında sentezlenen bir bakteriyosin olan Asidofilin LA-1,

L. delbrueckii subsp. *bulgaricus*'un gelişimini kısmen inhibe etmektedir. Buna karşılık *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* tarafından üretilen hidrojen peroksit, *L. acidophilus*'un gelişimini yavaşlatmaktadır (Özer 2006).

2.1.2.3. Probiyotik peynir

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne göre beyaz peynir; hammaddenin peynir mayası kullanılarak pıhtılaştırılması ile elde edilen telemenin, tekniğine uygun olarak işlenmesiyle üretilen, üretim aşamalarındaki farklılıklara göre taze veya olgunlaştırılmış olarak tanımlanabilen, çeşidine özgü karakteristik özellikler gösteren salamuralı peynir olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2015b).

Peynir, probiyotik kültürlerin uzun süre canlılığını koruyabilmesi için uygun bir taşıyıcı olarak düşünülmektedir (Bulat 2011). pH'sı, yağ içeriği, oksijen seviyesi ve depolama koşulları dikkate alındığında peynirin, üretimi ve depolanması sırasında probiyotik mikroorganizmaların uzun süre canlılıklarını sürdürmesine diğer ürünlere göre daha uygun olduğu değerlendirilmektedir. Genel olarak peynirler (pH aralığı: 4.8-5.6), fermente süt ürünlerine (pH aralığı: 3.7-4.3) göre yüksek pH değerine sahiptirler ve aside duyarlı probiyotik mikroorganizmaların uzun süre canlılığını destekleyen daha stabil bir ortam sağlamaktadırlar. Ayrıca peynir, yoğurda göre daha yüksek tamponlama kapasitesine sahiptir. Örneğin gastrik sıvıya 5 g peynir ilavesi pH değerini 2'den 4.74'e yükseltmekte iken, 5 mL yoğurt ilavesi aynı pH değerini 3.65'e yükseltmektedir. Peynir içerisinde bulunan bakterilerin metabolik faaliyetleri peynirde olgunlaşmanın birkaç haftası içinde anaerobik probiyotik mikroorganizmaların gelişimini ve canlılığını destekleyen anaerobik bir ortam oluşturmaktadır. Ayrıca peynir matriksi ve nispeten yüksek yağ içeriği, gastrointestinal sistem boyunca probiyotik bakterilere koruma sağlamaktadır (Gürsoy ve Kınık 2005).

2.1.2.4. Asidofiluslu süt

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre fermente süt ürünü, sütün uygun mikroorganizmalar tarafından fermantasyonu ile pH değerinin koagülasyona yol açacak veya açmayacak şekilde düşürülmesi sonucu oluşan ve içermesi gereken mikroorganizmaları yeterli sayıda, canlı ve aktif olarak bulunduran süt ürünü olarak tanımlanmaktadır. Asidofiluslu süt ise, fermantasyonda spesifik olarak *Lactobacillus acidophilus* kültürünün kullanıldığı fermente süt ürünü ifade etmektedir (Anonim 2009a).

L. acidophilus asidik ortamları sevmesinden dolayı sütte hızlı bir şekilde gelişim gösterememektedir. Bu nedenle, asidofiluslu süt üretiminde inokülasyonda kullanılacak kültürün, ana kültürden günlük aktarma yapılarak aktif hale getirilmesi gerekmektedir (Homayouni vd 2012). İlk asidofiluslu ürün olarak kabul edilen asidofiluslu sütte zayıf gelişme, depolama boyunca canlılığın korunamaması gibi karşılaşılan bazı sorunlar ve duyuşsal problemler nedeniyle araştırmacılar, *L. acidophilus*'un fermente ve fermente olmayan daha farklı ürünlerde denenerek tüketilebilme yollarına yönelmişlerdir (Özbaş 1993).

Probiyotik mikroorganizmalar kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süte olan ilgi probiyotiklerin

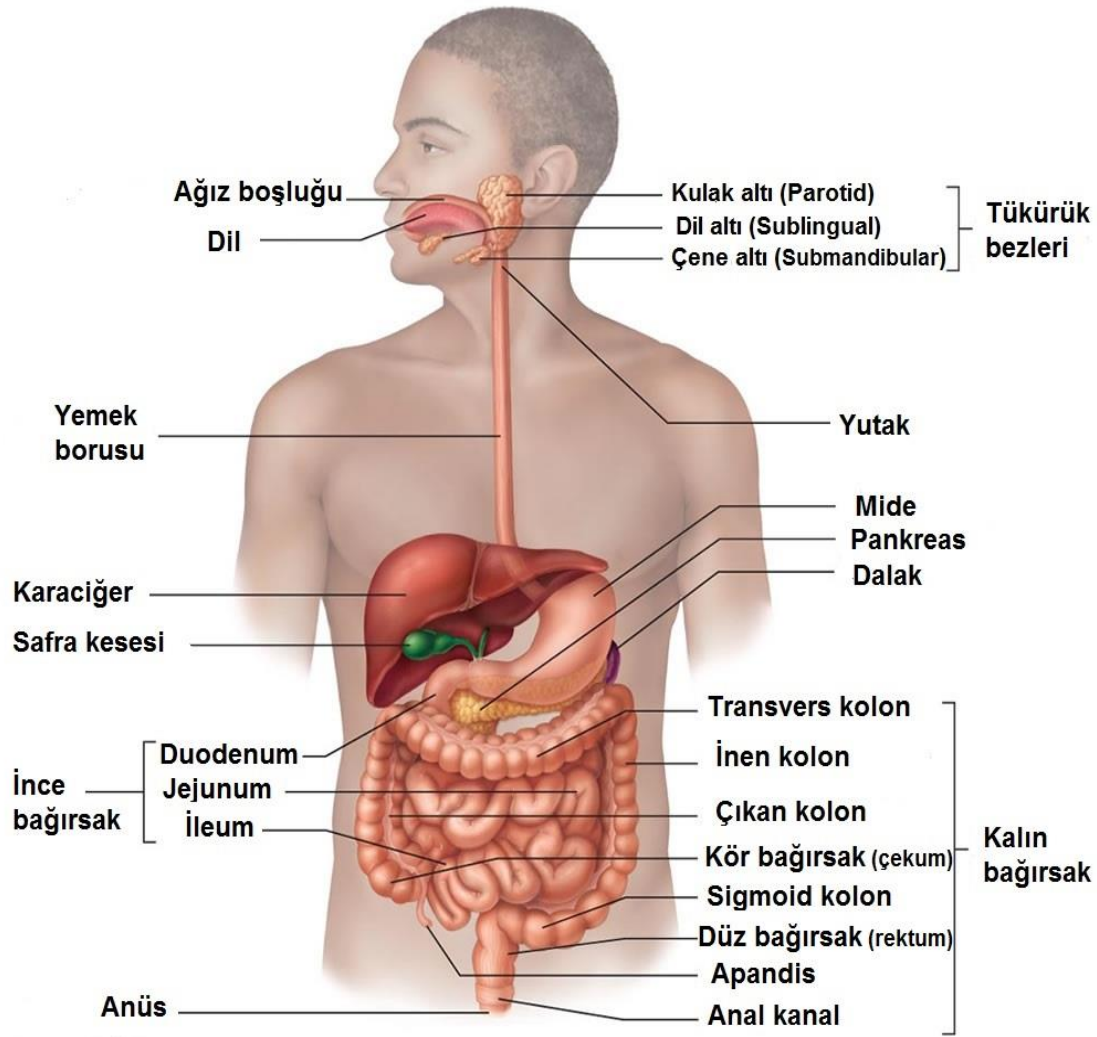
sindirim sistemindeki fonksiyonları üzerine yapılan araştırmalara paralel olarak artmaktadır. Probiyotik olarak kullanılacak bir mikroorganizmanın sindirim sisteminden geçişi sırasında canlı kalabilmesi zorunludur. Yapılan *in vivo* ve *in vitro* çalışmalarla birlikte, probiyotik ürünlerdeki canlılık düzeyinin yanı sıra, probiyotik ürün tüketimi sonrasında probiyotik mikroorganizmaların insan sindirim sisteminden geçişi sırasındaki canlılık düzeyi de araştırılmaktadır.

2.2. Sindirim Sistemi

İnsan sindirimi; mideye giren gıdaların besine dönüşerek vücut tarafından büyüme, hücrelerin yenilenmesi ve enerji gereksinimi için kullanılmasını sağlayan ve sağlık için gerekli karmaşık bir süreçtir. İnsan sindirimi esnasında iki ana işlem; (i) gıdaların boyutunu küçülten mekanik dönüşüm ve (ii) makromoleküllerin daha küçük bileşenlere hidrolize olarak kan dolaşımına absorbe edildiği enzimatik dönüşüm aynı anda gerçekteşmektedir (Guerrra vd 2012).

Sindirim sistemi ağızla başlayıp anüsle sona eren yaklaşık 8-10 m uzunluğunda içi boşluklu bir sindirim kanalından meydana gelmekte ve bu kanal “gastrointestinal kanal” olarak adlandırılmaktadır (Aktümsek 2001). Ağız, dil, dişler, yutak, tükürük bezleri, yemek borusu, mide, ince bağırsak, kalın bağırsak, düz bağırsak (rektum) ve anüs sindirim sisteminin başlıca kısımlarını meydana getirmektedir (Demir vd 2002). Sindirim sistemi sıvıları; tükürük bezleri, mide, pankreas, karaciğer ve bağırsaklar gibi spesifik bez ve organlar tarafından salgılanmakta, gıda maddelerinin sindirimine ve emilimine katkıda bulunmaktadır. Farklı elektrolit kompozisyonuna ve pH'ya sahip olan söz konusu sıvılar, pek çok proenzim ve enzim içermektedir (Anonim 2012b).

Sindirim olayları ağızda başlamakta olup, makromoleküller dişler yardımı ile daha küçük parçalara ayrılmaktadır. Ağızdaki salgılar bolusun (yumuşak, çiğnenmiş durumdaki yiyecek kütlesi) oluşumunu sağlamakta ve kısmen sindirime yardımcı olmaktadır. Mekanik sindirim olarak adlandırılan bu olaylardan sonra besinler yapı taşlarına ayrılmak ve kana karışıp emilmek için sindirim yolunda ilerlemektedir (Aktümsek 2001). Sindirim sistemi organları Şekil 2.3'te gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Sindirim sistemi organları (Anonymous 2013).

Çiğneme; gıdaların sindirim işleminin büyük bir kısmının gerçekleştiği mideye geçişe hazır olması için tükürük salgısıyla karışarak uygun büyüklüğe öğütülmesi ve yaklaşık olarak vücut sıcaklığına getirilmesi işlemidir. Ağız içerisinde gıda maddelerinin bulunması tükürük salgılanması için çok kuvvetli uyarıcı etki göstermektedir (Tharani 2012). Tükürük bezleri, salgılarını bir kanal aracılığıyla ağız boşluğuna akıtmaktadır. Yetişkin bir insanda günde yaklaşık 1.0-1.5 L tükürük salgılanmaktadır. İstirahat halinde insanlarda tükürük salgısının pH'sı 5.8-7.1 (ortalama 6.7), uyarı yapılmışsa pH 7.2-7.6 arasında değişmektedir (Demir vd 2002). Tükürük salgısı; nişastayı sindiren bir enzim olan "pityalin (α -amilaz)" içeren seröz salgısı ve kayganlaştırma ile yüzey koruma işlevine sahip "müsin" içeren mukus salgısı olmak üzere iki ana protein salgısı içermektedir (Hall 2010). Tükürük salgısının bileşimi %99.50 su, %0.17 inorganik maddeler ve %0.33 organik maddelerden oluşmaktadır. Tükürük salgısında bulunan organik maddeleri müsin, enzimler, immünoglobülinler, glukoz, üre, laktat ve vitaminler oluşturmaktadır. Ayrıca tükürük salgısında en çok bulunan inorganik iyonlar Na^+ ve Cl^- iyonlarıdır (Anonim 2012b). Tükürük salgısındaki pityalin enziminin çalışabilmesi için ortamda Cl^- iyonları bulunması gerekmektedir. Söz

konusu enzimin optimum çalışma pH'sı nötre yakındır. Dolayısıyla pityalinin işleyişi midenin asidik ortamında son bulmaktadır (Demir vd 2002). Tükürük salgısı içerisindeki fosfat ve bikarbonat gibi elektrolitler, tükürük salgısı pH'sını ve tampon kapasitesini düzenlemektedir (Tharani 2012).

Sağlıklı, ilaç kullanmayan yetişkin bireylerde uyarılmamış durumda tükürük salgısı akış hızı ortalama 0.3 mL/dk iken, uyarılmış durumda ortalama 1.5 mL/dk'dır. Tükürüğün salgılandığı bezin türü ve büyüklüğü, hidrasyon (su alma) durumu, alınan gıdanın fiziksel ve kimyasal niteliği ile miktarı, salgılanma süresi, uyarılma hali ve bireyin psikolojik durumu tükürüğün bileşimini ve akış hızını etkilemektedir (Tharani 2012).

Mide, karın boşluğunun sol üst bölgesinde, diyaframın altında yer almakta ve "J" şekline benzemektedir. Yeni doğanda mide hacmi yaklaşık 30 mL iken, yetişkinlerde yaklaşık 1.5 L olmaktadır. Bu hacim aşırı gıda alımı sonucu kaslı yapı sayesinde daha da artabilmekte ve bu artış kalıcı olabilmektedir. Midenin üç temel fonksiyonu bulunmaktadır:

- Alınan gıdaları depolamaktadır.
- Alınan gıdaları daha küçük parçalara ayırmakta ve mide özsuyu ile karıştırarak çorba gibi yarı sıvı yarı katı bir şekle dönüştürüp kimüs oluşturmaktadır.
- Hidroklorik asit ve proteinlerin sindirimini başlatan enzimleri salgılamaktadır (Aktümsek 2001).

Mide sıvısı gastrik mukozada meydana gelen salgıların bir karışımıdır. Yetişkin bir insanda normal yemek ve açlık periyotlarını içeren 24 saatte 2-3 L mide sıvısı salgılanmakta olup, mide sıvısının pH'sı 1.1-1.8 arasında değişmektedir. Mide sıvısının bileşiminde %97-98 oranında su bulunmakta, geri kalanı ise inorganik maddeler ve organik maddelerden oluşmaktadır. Mide sıvısında bulunan inorganik maddelerden anyonların başlıcaları Cl^- , HCO_3^- , PO_4^{3-} ve SO_4^{2-} ; kationlar da H^+ , K^+ , Na^+ , Ca^{+2} ve Mg^{+2} 'dir. Ayrıca mukus, pepsin, intrinsik faktör, gastrik lipaz, nükleazlar, rennin (kimozin), lizozim, LDH, üreaz ve karbonik anhidraz mide sıvısında bulunan organik maddeleri oluşturmaktadır (Anonim 2012b).

Gastrik salgıların oranı, bileşimi ve reolojik özellikleri; gıda bileşiminden etkilenmekte ve kompleks hormonal sinyaller tarafından düzenlenmektedir. Mide sıvısı; mideyi kaplayan bezler tarafından salgılanmakta, gastrik asit (HCl) ve sindirim enzimleri içermektedir. HCl; sindirilmiş gıdaların asit denatürasyonuna yardım etmekte, ayrıca pepsin enzimini aktive etmektedir. Sağlıklı bireylerde açlık durumunda intragastric (mide içi) pH 1.3-2.5 arasında değişmekte iken, yemek yeme esnasında pH 7.5'a kadar çıkabilmektedir. Mideye gıda girişi ile mide pH'sının yükselmesi mide sıvısının salgılanmasını tetiklemektedir. Mide pH'sı gıdanın mideye girişinden sonra 20 dakika içinde yükselmeye başlamakta ve gıda tüketiminden yaklaşık 2 saat sonra normal değerine geri dönmektedir. Mide sıvısı 0.8-1.0 mg/mL pepsin içermekte, söz konusu enzim gıdalarda bulunan proteinleri peptidlere indirgemektedir (Chen vd 2011).

Kimüs; sindirim esnasında mide ve bağırsaklardan salgılanan sindirim salgıları ile kısmen sindirilerek bulamaç haline gelmiş yoğun gıda kütesidir (Rogers 2011). Gıda maddelerinin mideden geçişi gıdanın bileşim ve niteliklerine bağlı olarak genellikle 1-4

saatte tamamlanmaktadır. Farklı yönlerde üç kas tabakası taşıyan midenin peristaltik hareketleri ve salgıları yardımıyla midede kalan maddeler kimüs haline gelmektedir. Kimüs, ufak parçalar halinde midenin peristaltik hareketleriyle ince bağırsağın ilk 20-25 cm'lik bölümü olan duodenuma (onikiparmak bağırsağı) geçmektedir (Başaran 2010). Midenin boşalma hızı, gıdanın fiziksel ve kimyasal bileşimine bağlı olarak değişmektedir. Sıvılar katılara göre, karbonhidratlar proteinlere göre, proteinler de yağlara göre daha hızlı mideyi terketmektedir (Rogers 2011).

Hem sindirimin hem de emilimin gerçekleştiği ince bağırsaklar, sindirim sisteminin en uzun ve en önemli bölümüdür. Bağırsak iç yüzeyinde villus olarak adlandırılan milyonlarca çıkıntı bulunmakta ve emilim bu çıkıntılarda gerçekleşmektedir. İnsanda ince bağırsağın emme yüzeyi 550 m²'ye kadar ulaşmaktadır. İnce bağırsak; duodenum, jejunum ve ileum olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır (Aktümsek 2001).

Yetişkin bir insanda günde ortalama 2-3 L kadar ince bağırsak salgısı salgılanmaktadır. Bu salgının yapısında bağırsak duvarlarının sindirilip zarara uğramasını önleyen ve sindirimi tamamlayan enzimler mevcuttur. İnce bağırsak salgısının pH'sı 7.8-8.0 civarındadır (Başaran 2010). Gıdalar; ince bağırsak kaslarının peristaltik hareketleri yardımıyla ağır fakat düzenli olarak anal yönde ilerlerken, bir yandan da enzimlerle karşılaşmaktadır. Gıdaların sindirilmesi ile oluşan posa maddelerinin kalın bağırsağa ulaşması için geçen süre ortalama 8 saattir (Başaran 2010).

Sindirim kanalının ileumdan başlayıp anüsle sonlanan yaklaşık 1.5-2.0 m uzunluğunda ve 7.5 cm genişliğinde olan son bölümünü kalın bağırsak oluşturmaktadır. Kalın bağırsak; çekum (kör bağırsak), kolonlar ve rektum (düz bağırsak) olmak üzere üç bölüme ayrılmakta ve kolonlar, kalın bağırsağın en geniş fakat en ince duvarlı bölümünü oluşturmaktadır. Pratikte kalın bağırsak denildiği zaman kolonlar anlaşılmaktadır (Aktümsek 2001). Kalın bağırsak ile ince bağırsağın birleştiği yerde bulunan bir kapak, kalın bağırsağın içindeki mikroorganizmaların ve atık maddelerin ince bağırsağa geri dönüşünü engellemektedir. Kalın bağırsakta villus şeklinde katlanmalar yoktur ve kimyasal sindirim olmamaktadır (Demir vd 2002).

Gıda maddeleri boyut ve bileşen olarak yeteri kadar küçüldükleri zaman ince bağırsaktan emilerek kana karışmaktadır. Tükettiğimiz gıdaların yaklaşık %20'si atık materyal olarak kolona geçmektedir. Bunlar, üst gastrointestinal sistemde tam olarak sindirilemediği için ince bağırsakta absorbe edilemeyen proteinler, nişasta ve lifli gıda atıklarından oluşmaktadır (Rogers 2011). Kolona ulaşan proteinler ve karbonhidratlar (polisakkarit yapıdaki selüloz, hemiselüloz, pektin, zamklar, nişasta, oligosakkarit, tatlandırıcılar) kalın bağırsaktaki bakteriyel mikroflora tarafından fermente edilmektedir. Kompleks karbonhidratların kolonda intestinal bakteriler tarafından fermente edilmesi sonucunda kısa zincirli yağ asitleri ile H₂, CO₂ ve metan gazları oluşmaktadır. Proteinlerin bakteriler tarafından metabolize edilmesiyle ortaya çıkan diğer yan ürünler ise toksik özelliklere sahip NH₃, fenoller, indoller ve aminlerdir (Gürsoy vd 2005, Özden 2005). Kimüs içerisindeki tüm gıda maddeleri absorbe edildiğinde, geriye kalan atık madde kalın bağırsağın sonuna doğru ilerlemekte ve vücuttan atılmaya hazır olana kadar dışkı olarak rektumda depolanmaktadır. Bağırsaklar içerisindeki gazın hareketi gurultu olarak tabir edilen sesi üretmektedir. Gastrointestinal

bölgede dinlenme anında yaklaşık 200 mL gaz bulunmaktadır. Söz konusu gazın bileşimi; %20-90 azot, en fazla %10 oksijen, en fazla %50 hidrojen, en fazla %10 metan ve %10-30 karbondioksit olacak şekilde değişkenlik göstermektedir (Rogers 2011).

Sindirim kanalı dışında bulunmakla birlikte, sindirim işlemine ve sindirim kanalındaki organların çalışmasına yardımcı olan organlar arasında pankreas ve karaciğer de bulunmaktadır. Söz konusu organlar sindirime yardımcı olacak salgılar salgılamaktadır. Örneğin lipitlerin sindirimi için önemli bir salgı olan safra, karaciğer tarafından salgılanmakta ve safra kesesinde depolanmaktadır (Arıcıoğlu 2008).

Karaciğer kanalı karaciğerden çıktıktan sonra iki kola ayrılmakta, bir kol fazla safrayı depolamak üzere safra kesesine götürürken diğer kol ise koledok kanalının genişleyen son kısmı olan ampulla vateriden safrayı onikiparmak bağırsağına boşaltmaktadır. Safra sıvısı içinde; safra tuzları, kolesterol, yağ asitleri ve safraya özel rengini veren safra pigmentleri (bilirubin vb.) ile su bulunmakta buna karşın sindirim enzimleri bulunmamaktadır (Anonim 2009b). Safra tuzları yağları parçalayarak yüzey alanının büyümesini ve lipaz enziminin etkinliğinin artmasını sağlamakta, ayrıca yağda çözünen vitaminlerin (A-D-E-K) emilmesinde gerekli olmaktadır (Demir vd 2002).

Pankreas, mide ile onikiparmak bağırsağı arasında karın boşluğunda yer alan 75-80 gr ağırlığında pembe renkli yaprak şeklinde bir organdır. Pankreasın asiner hücreleri sindirim enzimlerinin yapımından ve salgılanmasından sorumludur. Pankreas, sindirimle ilgili salgılarını virsung kanalı aracılığı ile onikiparmak bağırsağında bulunan ampulla vateriye salgılamaktadır. Pankreasın dış salgısında tripsinojen, kimotripsinojen, amilaz ve lipaz gibi enzimler bulunmaktadır. Pankreas salgısının pH değeri yaklaşık 8.5 olup, söz konusu salgı bağırsağa dökülünceye kadar aktifleşmemekte ayrıca mideden bağırsaklara gelen asit özellikteki kimüsün nötrleşmesini sağlamaktadır (Demir vd 2002).

Sindirim kanalındaki boşluğu saran epitel doku, gıdanın geçişini kolaylaştıracak veya sindirimine yardımcı olacak çeşitli maddeler salgılamaktadır. Epitel doku, sindirim sisteminin bazı bölgelerinde belirli enzimlerle birlikte mukus salgılamakta, bazı bölgelerinde ise sadece mukus salgılamaktadır (Arıcıoğlu 2008).

Gastrointestinal kanala her gün sıvı ve katı gıdalarla 2.0 L, tükürük salgısı ile 1.5 L, mide salgısı ile 1.5-2.0 L, safra salgısı ile 500 mL, pankreas dış salgısı ile 1.5 L, intestinal salgı ile 1.0-1.5 L olmak üzere toplam yaklaşık 9 L sıvı girmekte ve bunun %90'ı ince bağırsaklardan emilmektedir. Kolona gelen sıvı içeriğinin 750 mL'si absorbe olmakta ve geriye kalan 150 mL kadar içerik gaita olarak atılmaktadır. Gaitanın katı kısmı esas olarak başta bakterilerden ve sindirilmeyen lifli materyalden oluşmaktadır. Normal bir yaşam süresinde insanın gastrointestinal kanalından 60 ton kadar gıda geçmektedir. Alınan bu katı ve sıvı gıdalar ile organizma için yararlı maddelerin yanı sıra zararlı kimyasal ajanlar, bakteriler, virüsler, mantarlar ve mayalar da vücuda girmektedir. Gastrointestinal kanal, dış dünyadan katı ve sıvı gıdalarla gelen patojen mikroorganizma ve kimyasal ajanlara karşı devamlı mücadele halindedir (Özden 2005).

2.2.1. Sindirim sistemi modelleri

Mide asidine ve safra tuzuna karşı dirençlilik, probiyotik bakterilerin insan gastrointestinal sisteminde canlılığını devam ettirebilmesi için gerekli iki temel özelliktir. Gastrointestinal koşullarda bakteri canlılığının belirlenebilmesi için *in vivo* ve *in vitro* koşullarda çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Gıdaların üretiminde kullanılan probiyotik bakterilerin, probiyotik özelliklerinin belirlenmesi ve probiyotik bakterilerin insan sindirim sisteminden geçişi sırasında canlılığını etkileyen faktörlerin saptanması ile ilgili *in vivo* çalışmaların yapılması oldukça zordur. (Sumeri vd 2008). Gıda ve ilaçların sindirimini simüle eden *in vitro* çalışmalar; nispeten kolay, hızlı, güvenilir olduğu ve özellikle *in vivo* çalışmalarda karşılaşılan etik kısıtlamalar bulunmadığı için günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Gastrointestinal sindirim sistemini simüle eden *in vitro* gastrointestinal modeller; sindirim sistemindeki işlemlere maruz kalması istenen örneğin çoğunlukla hareketsiz olduğu ve hidrasyon, karıştırma ve kayma kuvveti gibi çeşitli fiziksel işlemlerin göz ardı edildiği statik modeller ile *in vivo* koşullarda gerçekleşen fiziksel ve mekaniksel işlemler ile zamansal değişikliklerin de simüle edildiği dinamik modeller olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Chen vd 2011).

Probiyotik bakterilerin *in vitro* ortamda canlılık düzeyini saptamak üzere birçok statik model tasarlanmış olmakla birlikte, söz konusu modeller gastrointestinal sistemdeki ardışık ve farklı özelliklerdeki koşulları simüle edememekte; daha güvenilir sonuçların elde edilebilmesi için insan gastrointestinal sisteminin farklı kısımlarını bir arada simüle edebilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modeller geliştirilmektedir (Sumeri vd 2008).

Probiyotik bakterilerin simüle edilmiş üst gastrointestinal bölge koşullarındaki canlılığının araştırıldığı çok sayıda çalışmada kullanılan modeller, oldukça basit oldukları için *in vivo* koşulları yeterli düzeyde temsil edememektedir. En çok kullanılan modeller, bakteri hücrelerinin geliştirildikten sonra santrifüjleme, yıkama yapılarak ya da yapılmadan pH değeri 1.0-3.0 arasında değişen ortamlara ilave edilmesi veya oxgall safra, domuz safrası ya da safra tuzu içeren ortamlarda inkübe edilmesi işlemlerini içermektedir (Mainville 2005).

Gıdaların sindirimini simüle edebilmek için sadece sindirim sisteminin biyokimyasını göz önünde bulundurmak yeterli olmamakta, sindirim sırasındaki diğer işlemleri de eşit düzeyde dikkate almak gerekmektedir. Dolayısıyla çeşitli sindirim işlemlerini göz ardı eden statik sindirim modelinden, biyokimyasal, fiziksel ve mekaniksel işlemleri bir arada ele alan dinamik modellere doğru yaklaşılmaktadır (Wickham vd 2009).

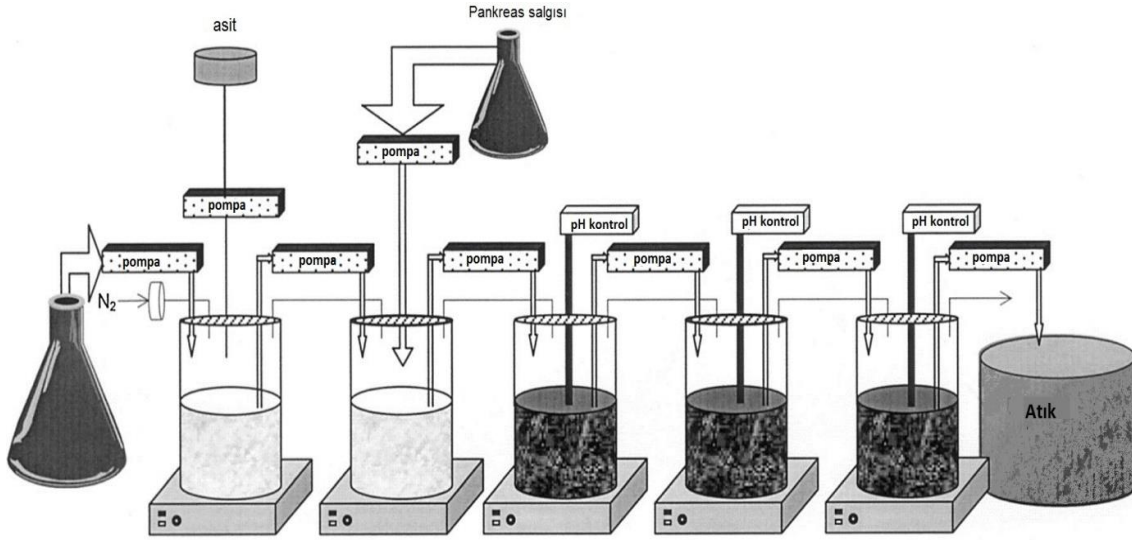
In vitro sindirim modellerin işleyişleri aşağıdaki özellikler bakımından farklılık göstermektedir:

- Modelin içerdiği basamak sayısı ve çeşidi (örneğin; ağız, mide, ince bağırsak, kalın bağırsak).
- Modelin her bir basamağında kullanılan sindirim sıvılarının bileşimi (örneğin; enzimler, tuzlar, tamponlar, biyolojik polimerler ve yüzey aktif bileşenler).

- Modelin her bir basamağındaki mekanik uygulamalar ile sıvı akış tipi ve hızı (örneğin; uygulanan mekanik hareketin büyüklüğü ve yönü, akış geometrisi ve akış profili) (Hur vd. 2011).

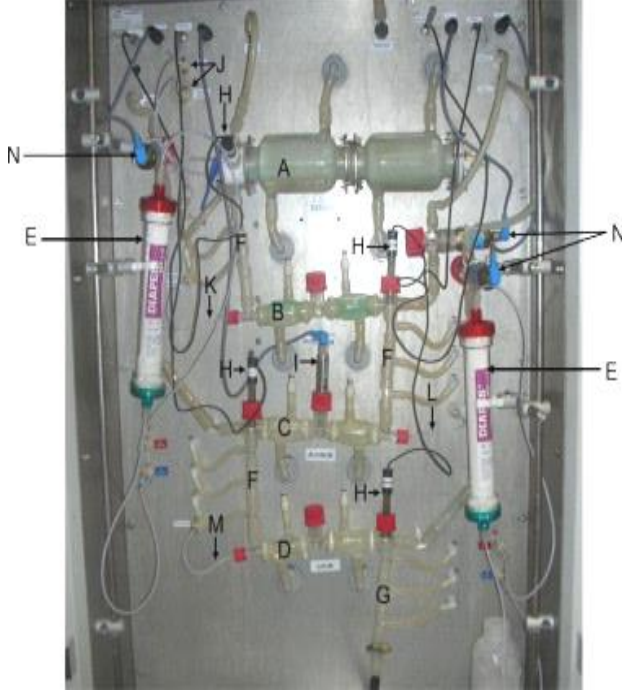
Sindirim modellerinde en çok sindirim enzimleri (pankreatin, pepsin, tripsin, kimotripsin, peptidaz, amilaz, lipaz), safra tuzu ve müsin kullanılmaktadır. Farklı tip ve konsantrasyonda enzim kullanılmasına rağmen, *in vitro* sindirim modellerinin tümünde işlem sıcaklığı 37°C'ye ayarlanmaktadır. Sindirim süresi olarak mide, ince bağırsak ve kalın bağırsak bölümlerinin her biri için çoğunlukla ikişer saat kullanılmaktadır (Hur vd. 2011).

Probiyotiklerin canlılığını araştırmak üzere ilk çok aşamalı simülasyon olan insan intestinal mikrobiyal ekosistem simülasyonunun (Simulator of Human Intestinal Microbial Ecosystem, SHIME) Belçika'da 1993 yılında geliştirildiği bildirilmiştir. Başlangıçta bilgisayar kontrollü beş reaktör; duodenum/jejunum, ileum, kör bağırsak/çıkan kolon, transvers kolon ve inen kolon bölgesinin koşullarını simüle etmek ve aynı zamanda kolon bölgesindeki mikrobiyal yükün etkileşimlerini belirleyebilmek üzere geliştirilmiş (Şekil 2.4), 1996 yılında mide ortamını simüle etmek için altıncı reaktör eklenmiştir (Yoo ve Chen 2006). Mevcut haliyle SHIME'de kullanılan yöntem, farklı sindirim sıvılarının aynı reaktöre eklendiği statik gastrointestinal sistemi temsil etmektedir (Oomen vd 2002). SHIME'de mide enzimleri, safra ve ince bağırsak enzimlerinin konsantrasyonu, pH, sıcaklık, gastrointestinal sistemden geçiş süresi ve oksijensiz ortam gereksinimi kontrol altında tutularak kimüsün gastrointestinal sistemden geçişi simüle edilmektedir. Bu modelde mikroorganizmaların reaktör bölmelerine ve borsal sisteme adezyonu, mikrofloranın kolonizasyonu, bağırsaklık sistemine etkileri, geri besleme mekanizması, tükürük salgısı benzeri sıvılar yardımıyla gıdanın uygun şekilde mideye ulaşması göz ardı edilmektedir. SHIME'nin insan fekal bakterileri ile inokülasyonu, kolonun farklı kısımlarındaki mikrobiyal topluluğun bileşimini temsil etmemektedir. Bu nedenle probiyotiklerin konakçı ile etkileşimleri, konakçının spesifik absorpsiyon ve/veya adsorpsiyon mekanizması ile spesifik salgıları simüle edilememekte dolayısıyla modelin öngörü değerleri sınırlanmaktadır (Yoo ve Chen 2006). Bu model probiyotik bakteriler ile insan intestinal mikroflorasının etkileşimini ve probiyotik bakteriler ile sinbiyotik ürünlerin insan gastrointestinal mikroflorasına etkisini incelemek için kullanılmaktadır. Modelin farklı bölümlerinde probiyotik ve prebiyotik ile muamele sonrasında mikrobiyal popülasyon, bakteriyel enzimler, uçucu yağ asitleri ve gaz üretimi ölçülmektedir (Mainville vd 2005).



Şekil 2.4. İnsan intestinal mikrobiyal ekosistem simülatörünün (SHIME) şematik gösterimi (De Boever vd 2000).

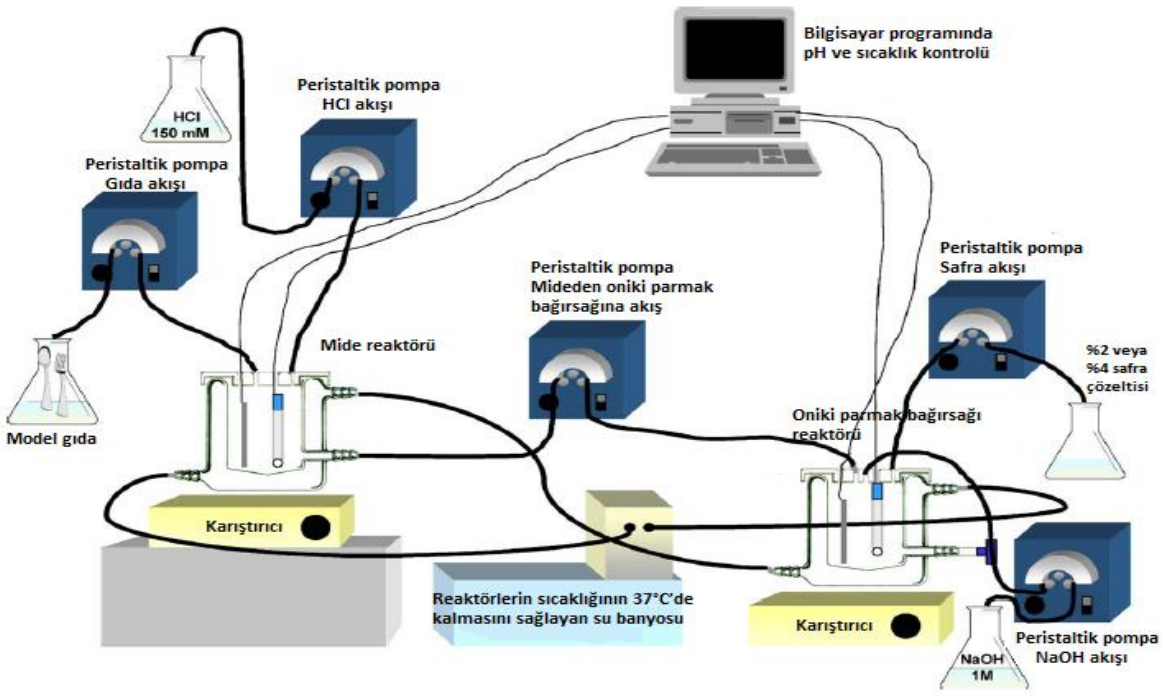
En çok bilinen bir diğer *in vitro* gastrointestinal model ise 1996 yılında Hollanda’da geliştirilen TNO gastrointestinal modeldir (TIM). Bilgisayar kontrollü dört bölmede; TIM-1 mide, onikiparmak bağırsağı ve ince bağırsak (Şekil 2.5), TIM-2 ise kalın bağırsak koşullarını simüle ederek insan ve tek bölmeli mideye sahip (monogastrik) hayvanların gastrointestinal sistemini çalışmak üzere tasarlanmıştır. TIM; doğrulanmış, nispeten ucuz, yoğun iş gücü ve etik kısıtlamalar gerektirmeyen bir *in vitro* gastrointestinal modeldir. TIM; peristaltik hareket, kontrollü kasılma, ince bağırsak bölümlerinde gıda ve su emilimi, mide boşaltım hızı ve intestinal geçiş zamanı simülasyonu özelliklerine sahiptir. Fizyolojik öneme sahip pH, vücut sıcaklığı ile elektrolit, enzim ve safra konsantrasyonlarını kontrol etmek amacıyla bölmelerin içine mide, safra ve pankreas salgıları eklenmektedir. Mide ve bağırsak hareketliliği ile salgılarının kontrollü için merkezi sinir sistemi ve spesifik hormonal salınımının geri besleme mekanizmasının yokluğundan dolayı TIM’de bazı kısıtlamalar bulunmaktadır. Hormonal kontrol ile ilgili *in vivo* veriler daha gerçekçi sonuçlar sağlayabilmektedir (Yoo ve Chen 2006).



Şekil 2.5. Çok bölmeli dinamik TIM-1 gastrointestinal sistem modeli (Khalf vd 2010).

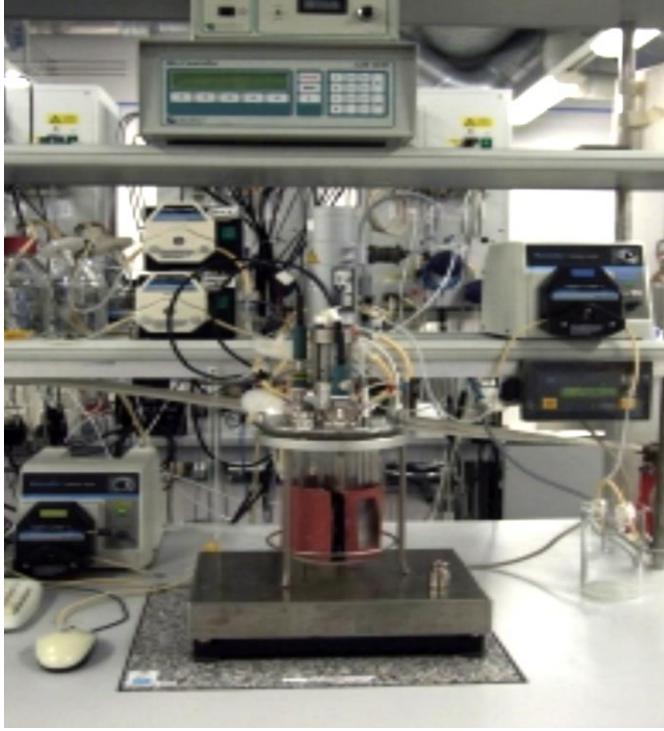
(A-D) sırasıyla mide, onikiparmak bağırsağı, ince bağırsağın üst ve alt kısımları, (E) yarı geçirgen içi boş elyaf membran diyaliz ünitesi, (F) peristaltik valfler, (G) ince bağırsak ile kolon arası valfler, (H) pH elektrotları, (I) sıcaklık sensörü, (J) mide salgısı girişi, (K) onikiparmak bağırsağı salgısı girişi, (L) ve (M) bikarbonat salgısı girişi, (N) hacim algılayıcı sensör.

Mainville vd (2005) gıdaların üretiminde kullanılan probiyotik bakterilerin üst gastrointestinal sistemden geçişini araştırmak amacıyla gıdaların ağız yoluyla alınmasını ve üst gastrointestinal sistemde (mide ve onikiparmak bağırsağı) sindirimini simüle eden bir dinamik model geliştirmişlerdir. Söz konusu dinamik model, biri midneyi diğeri onikiparmak bağırsağını temsil etmek üzere iki adet sıcaklık kontrollü cam reaktörden oluşmaktadır. Cam reaktörlerin içindeki çözeltilerin sıcaklık (37°C) ve pH (midede pH 3.0, onikiparmak bağırsağında pH 6.5) değerlerinin sindirim işlemi süresince sabit kalması sağlanmaktadır. Mide bölmesinde model gıdanın ve 1M HCl çözeltisinin girişine izin veren, onikiparmak bağırsağı bölmesinde ise midede sindirimi gerçekleştirmiş örneğin, 1M NaOH çözeltisinin ve safra tuzu çözeltisinin girişine izin veren giriş portları bulunmaktadır. İçlerindeki çözeltiler reaktörlerin ikisinde de manyetik karıştırıcı yardımıyla sürekli karıştırılmakta, ayrıca sindirilecek örneğin ve diğer çözeltilerin sisteme giriş ve çıkışlarının kontrolünde peristaltik pompa kullanılmaktadır. Dinamik *in vitro* üst gastrointestinal bölgesi modeli Şekil 2.6'da gösterilmektedir.



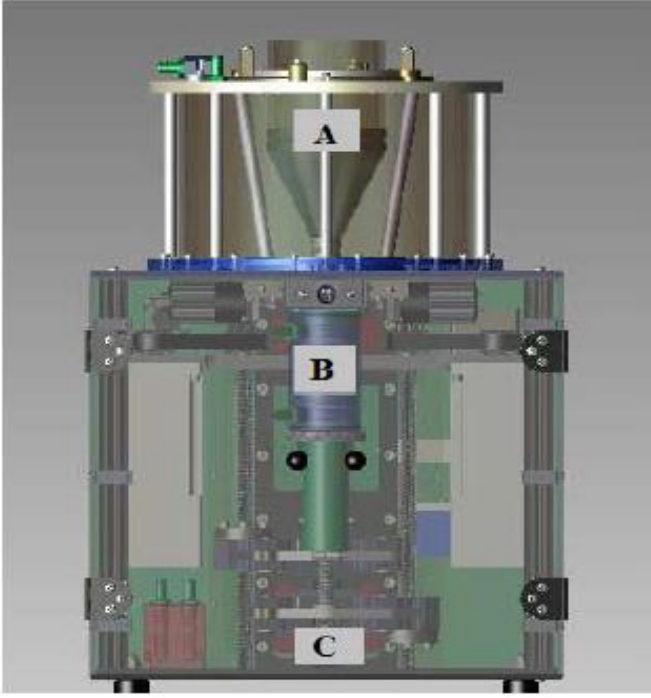
Şekil 2.6. Dinamik *in vitro* üst gastrointestinal bölgesi modeli (Mainville vd 2005).

Sumeri vd (2008) gastrointestinal sistemin üst bölümünden gıda geçişini simüle eden bir *in vitro* biyoreaktör model geliştirmişlerdir. Söz konusu model; gıdaların probiyotik potansiyellerini ölçmeye imkan sağlamakta, kontrol ünitesi ve kontrol ünitesine bağlı fermentör ve teraziden oluşmaktadır (Şekil 2.7). Model pO_2 , pH ve sıcaklık sensörleri ile HCl, $NaHCO_3$, safra asidi ve sıvı besiyeri ortamında geliştirilmiş bakteri akışını kontrol eden çeşitli sabit hız pompaları ile donatılmıştır. İç sıcaklığı $37.0 \pm 0.1^\circ C$ 'de tutulmakta olan biyoreaktöre anaerobik koşulların sağlanması amacıyla azot gazı verilmektedir. Tek reaktörlü gastrointestinal model, konuyla ilgili daha önce yapılan çalışmalarda kullanılan çok bölmeli modellere göre proses simülasyonu açısından daha basit olmasından dolayı tercih edilmektedir.



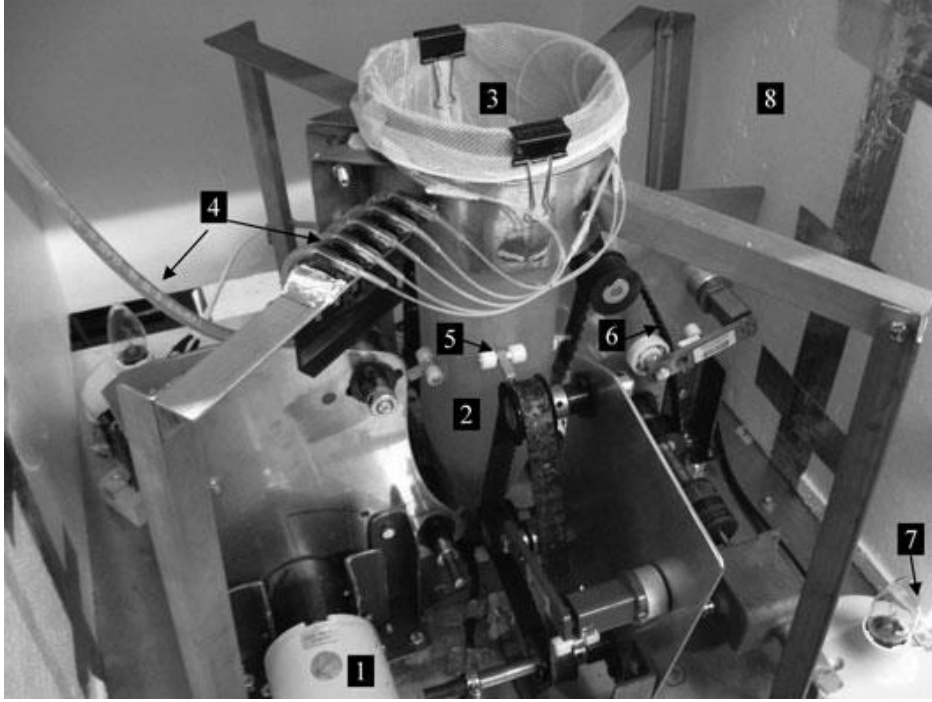
Şekil 2.7. Gastrointestinal bölge simülatörü (Sumeri 2011).

Dinamik sindirim sistemi modeline örnek bir başka çalışmada Wickham vd (2009) insan midesinin kimyasal, biyokimyasal, fiziksel çevre ve proses koşullarını simüle eden dinamik mide modelini (Dynamic gastric model, DGM) geliştirmişlerdir. DGM, homojen olmayan mide karışımı, mideden onikiparmak bağırsağına kayarak geçiş, normal fizyolojik düzeyde asitlendirme ve gastrik enzim ilavesi ile onikiparmak bağırsağına ulaşma hızını kapsamaktadır. Mide salgılarının ilavesi, gerçek zamanlı mide ortamı değişikliklerine (pH ve mide hacmi) bağlı olarak akış hızının modifiye edilmesiyle bilgisayar kontrolü gerçekleştirilmektedir. pH, sıcaklık, karıştırma, sindirime uğraması istenen örneğin kayarak yer değiştirmesi, örneğin midede kalma süresi ve mide boşalma hızı da kontrol altında tutulmakta ve normal fizyolojik düzeylere uygun olacak şekilde değiştirilmektedir. DGM, antrumdan onikiparmak bağırsağına doğru boşalan mide içeriğini simüle etmeye yönelik çeşitli çalışmalarda kullanılmaktadır (Pitino vd 2010). DGM, midenin bölümleri olan korpus ve antrumu simüle eden iki kısımdan oluşmaktadır (Şekil 2.8). Antrum bölmesinde gıdaların parçalanması ve karışması ile ilgili mekanik işlemleri taklit etmeye yönelik piston ve burğu hareketleri gerçekleşirken, korpusta mide sıvılarının dinamik ilavesi gerçekleşmektedir. Korpus ve antrum arasında, materyallerin ters yönde akışı ve aynı zamanda kimüsün onikiparmak bağırsağına geçişi bir valf ile kontrol edilmektedir (Garbacz ve Klein 2012).



Şekil 2.8. Dinamik mide modeli (DGM) (Anonymous 2006).
(A) Ana bölüm, (B) antrum (mide boşluğu), (C) boşaltım.

Kong ve Singh (2010) *in vivo* araştırmalardakine benzer şekilde mide duvarının sürekli peristaltik hareketini üretebilmek amacıyla insan mide simülatörünü (Human Gastric Simulator, HGS) geliştirmişlerdir. Araştırmacıların gerçek peristaltik dalgalar ile kombine ettikleri bu simülatörde, sindirim simülasyonunun daha iyi sağlanması amacıyla gıdalar üzerine etki eden mekanik kuvvetler üretilmektedir. Ayrıca midede dinamik sindirim prosesini simüle etmek için mide salgılarını, boşaltım sistemlerini ve sıcaklık kontrol sistemini modele dahil etmişlerdir. Mideyi taklit eden lateks kaplı bölme, mide duvarlarına itme kuvveti uygulamak amacıyla bir motor yardımıyla hareket ettirilen kayışlar üzerine yerleştirilmiş on iki adet silindirden oluşan mekanik sürücü sistemi, mide salgısı, boşaltım sistemleri ve sıcaklık kontrolü HGS'nin ana kısımlarını oluşturmaktadır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. İnsan mide simülatörü (HGS) (Kong ve Singh 2010).

(1) Motor, (2) lateks kaplı bölme, (3) file, (4) salgı boruları, (5) silindir, (6) kayış, (7) sıcaklık kontrolü için ampül, (8) plastik köpük izolatörü.

Tüm bu bilgiler ışığında konu değerlendirildiğinde, dinamik bir *in vitro* gastrointestinal model geliştirilmesi ve farklı probiyotik süt ürünleri üretiminde kullanılan probiyotik bakterilerin canlılık düzeyinin geliştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelde tespiti, çalışmanın en önemli amaçları arasında yer almıştır. Probiyotik bakterilerin canlılığı ve stabilitesindeki azalma; mikroenkapsülasyon, prebiyotik kullanımı, askorbik asit ilavesi, bakterinin stres koşullarına direnç mekanizmasının geliştirilmesi, iki basamaklı fermantasyon, asit ve safra tuzuna dayanıklı suşların seçimi ve oksijen geçirgenliği olmayan ya da düşük oksijen geçirgenliği olan ambalaj kullanımı gibi uygulamalarla önlenmeye ya da en aza indirilmeye çalışılmaktadır. Söz konusu uygulamalara yönelik çeşitli çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, üretimlerinde aynı probiyotik bakterinin kullanıldığı farklı süt ürünlerinin dinamik *in vitro* gastrointestinal modelde incelenmesi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Yapılan bu çalışmada probiyotik bakteri olarak *L. acidophilus*'un iki farklı suşu (*L. acidophilus* DSM 20079 ve *L. acidophilus* HOWARU) kullanılarak probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt olmak üzere dört farklı süt ürünü üretilmiş ve aynı zamanda laboratuvar koşullarında dinamik bir gastrointestinal model geliştirilmiştir. Her iki suşu ile ayrı üretilen dört farklı süt ürününün üretiminde kullanılan *L. acidophilus*'un söz konusu ürünlerin üretimi, depolanması ve modelden geçişi sırasında canlılığını ve bazı probiyotik özelliklerini koruyup korumadığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt üretimlerinde Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Döner Sermayesi'ne bağlı Sığır Çiftliği'nden temin edilen inek sütü kullanılmıştır. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinin üretimi Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Probiyotik dondurmaların üretiminde kullanılan yağsız süt tozu, krema, şeker ve stabilizatör piyasadan satın alınmıştır. Probiyotik peynirlerin üretiminde pıhtılaştırıcı enzim olarak Mayasan A.Ş. (İstanbul, Türkiye) firmasından satın alınan ve etiketi üzerinde 1:16000 kuvvetinde olduğu belirtilen ticari sıvı şirden mayası kullanılmıştır. *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 Münih Teknik Üniversitesi Bakterioloji Enstitüsü'nden, *Lactobacillus acidophilus* NCFM (Howaru Dophilus) Danisco A/S (Kopenhag, Danimarka) firmasından satın alınmıştır. Yoğurt starter kültürü (CH-1 Yo-Flex) ve beyaz peynir starter kültürü (R-704-DVS, mezofilik ve homofermantatif özellikte *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* bakterilerini içermekte) Chr. Hansen A/S (Horsholm, Danimarka) firmasından temin edilmiştir. Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelde, sindirim sistemi sıvılarını simüle etmek üzere kullanılan “ α -Amylase from porcine pancreas”, “Mucin from porcine stomach”, “Bile salts mixture”, “Pepsin from porcine gastric mucosa” ve “Pancreatin from porcine pancreas” Sigma Aldrich Co. (St. Louis, Amerika Birleşik Devletleri) firmasından satın alınmıştır. Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesi amacıyla test bakterileri olarak Stratagene (Kaliforniya, Amerika Birleşik Devletleri) firmasından temin edilen *E. coli* XL1-Blue ile Helsinki Üniversitesi HAMBİ (Helsinki Üniversitesi, Ziraat ve Ormancılık Fakültesi, Mikrobiyoloji ve Biyoteknoloji Bölümü) Kültür Koleksiyonu'ndan temin edilen *Bacillus cereus* 2248 kullanılmıştır. Antibiyotiğe karşı minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK) değerinin belirlenmesi amacıyla Oxoid Ltd. (Hampshire, Birleşik Krallık) firmasından satın alınan MİK şeritleri kullanılmıştır.

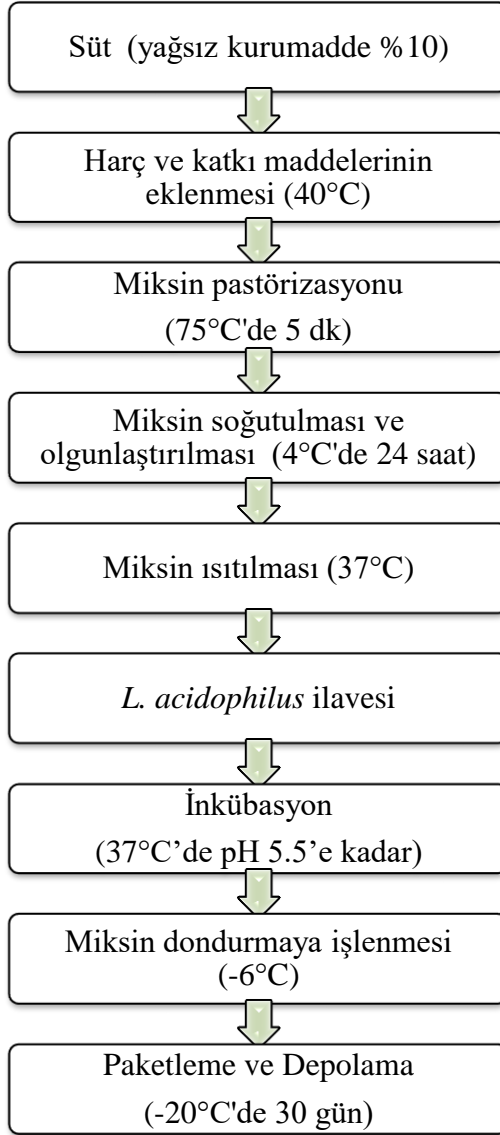
3.2. Metot

3.2.1. *L. acidophilus*'un probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt üretiminde kullanılmak üzere hazırlanması ve depolanması

Orijinal ampullerinde bulunan saf probiyotik bakteri (*L. acidophilus*)'nin her iki suşu, steril koşullar altında 1'er mL MRS sıvı besiyeri eklenip karıştırıldıktan sonra 250 mL MRS sıvı besiyerine inoküle edilerek 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon bitiminde karışım, santrifüj (6000 rpm, 5°C, 5 dk.) edilmiştir. Santrifüj sonrası santrifüj tüplerinde üste kalan sıvı kısım döküldükten sonra çöken kısımların üzerine 5 mL Nutrient sıvı besiyeri-Gliserin karışımı (0.8 gr Nutrient sıvı besiyeri + 30 mL gliserin + 70 mL saf su) ilave edilerek eppendorf tüplerine (1.5 mL'lik) 1 mL olacak şekilde konulmuştur.

3.2.2. Probiyotik dondurma üretimi

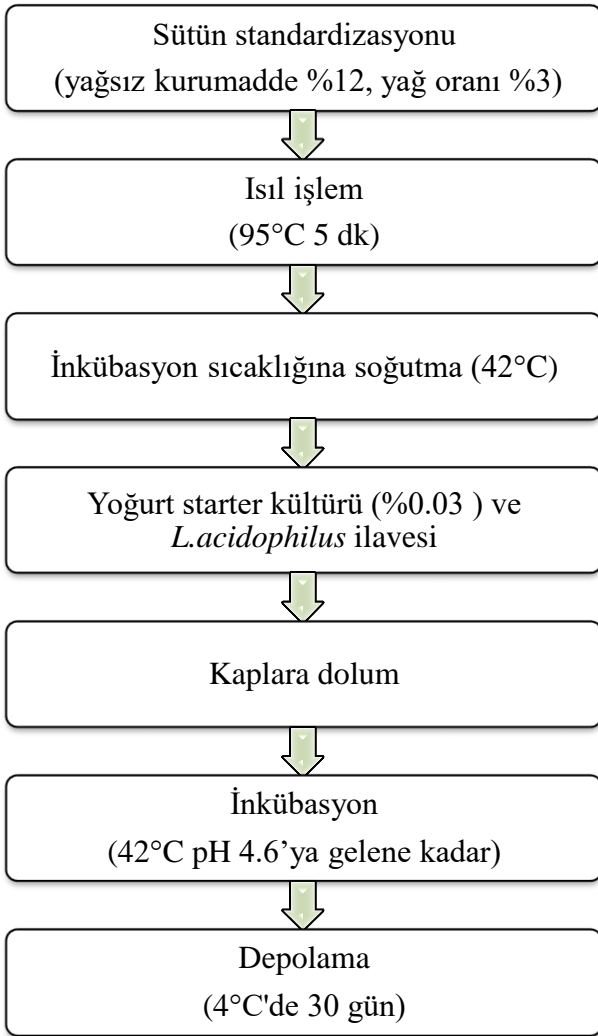
Probiyotik dondurma üretiminde kullanılan mikş; yağsız süt kurumadde oranı %10, şeker oranı %18, yağ oranı %3 ve stabilizatör oranı %0.5 olacak şekilde hazırlanmış ve 75°C'de 5 dk ısıl işleme tabi tutulup 4°C'ye soğutulmuştur. Soğutma sonrası mikş, 4°C'de 24 saat süresince tutularak olgunlaştırılmıştır. Olgunlaştırma sonrası 37°C'ye ısıtılan mikşe depolamanın ilk gününde dondurmada probiyotik bakteri sayısı en az 10^8 kob/gr olacak şekilde ön denemelerle belirlenen miktarda *L. acidophilus* aşılanmış ve mikş pH'sı 5.5'e ulaşınca kadar inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda 4°C'ye soğutulan mikş, dondurma makinası (M10C, Mehen Food Machine Manufacture Co. Ltd., Nanjing, China) kullanılarak dondurmaya işlenmiştir (Ergin 2013). Üretilen dondurma örnekleri 300 mL'lik kapaklı cam kavanozlara doldurulup -20°C'de 30 gün süresince depolanmıştır (Şekil 3.1). Çalışma süresince her bir deneme için toplam 2 kg probiyotik dondurma üretilmiştir.



Şekil 3.1. Probiyotik dondurma üretim akış şeması

3.2.3. Probiyotik yoğurt üretimi

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan çiğ süt, yağsız kurumaddesi %12'ye ve yağ oranı %3'e standardize edilerek 95°C'de 5 dk ısıtılma tabi tutulduktan sonra 42°C'ye soğutulmuştur. Soğutulmuş sütte %0.03 (w/v) oranında yoğurt starter kültürü ile depolamanın ilk gününde yoğurtta probiyotik bakteri sayısı en az 10^8 kob/gr olacak şekilde ön denemelerle belirlenen miktarda *L. acidophilus* aşılanmıştır. Probiyotik bakteri ve yoğurt starter kültürü aşılanan sütler, 300 mL'lik kapaklı cam kavanozlara doldurulup 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyona ürünün pH'sı 4.6'ya ulaşınca son verilmiştir (Çomak 2010). İnkübasyon sonunda yoğurt örnekleri 4°C'de 30 gün süresince depolanmıştır (Şekil 3.2). Çalışma süresince her bir deneme için toplam 1 kg probiyotik yoğurt üretilmiştir.

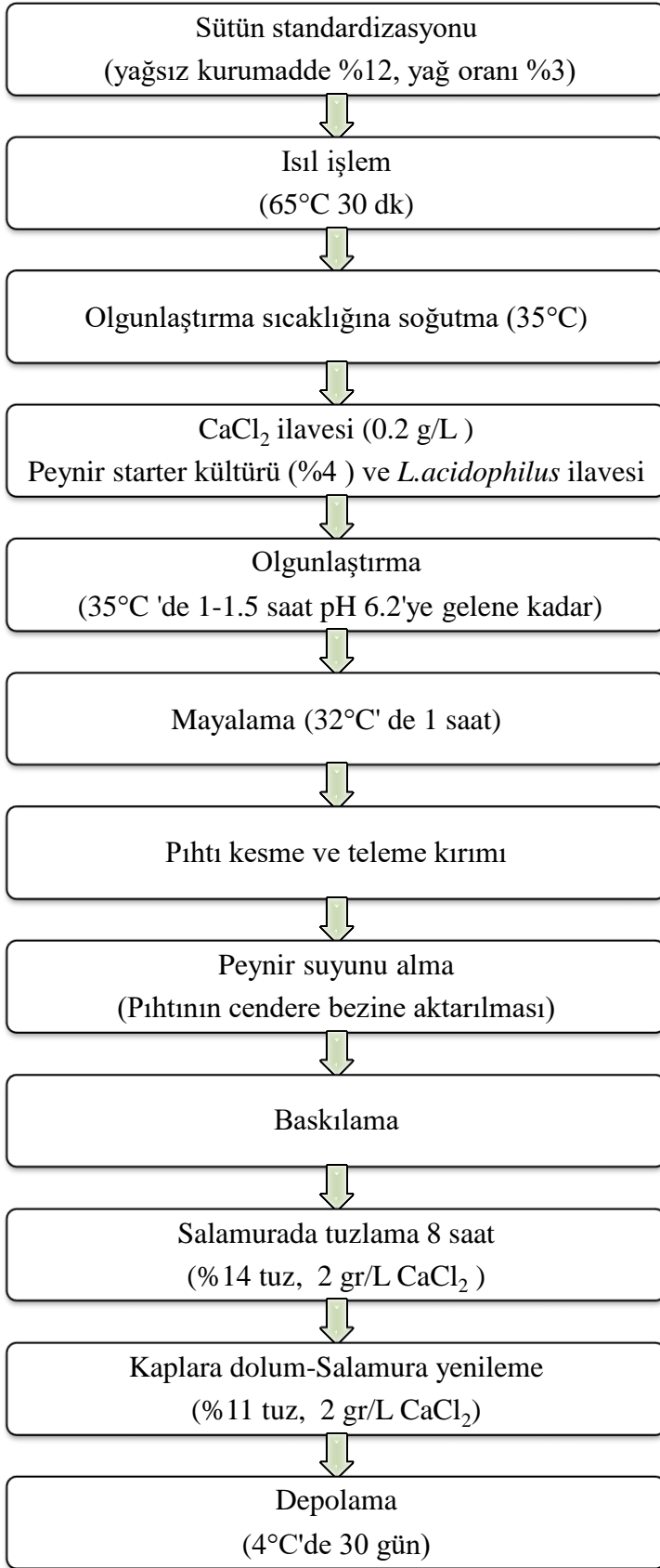


Şekil 3.2. Probiyotik yoğurt üretim akış şeması

3.2.4. Probiyotik peynir üretimi

Probiyotik peynir üretiminde kullanılan çiğ süt, yağsız kurumaddesi %12'ye ve yağ oranı %3'e standardize edilerek 65°C'de 30 dk ısıtılma tabi tutulduktan sonra

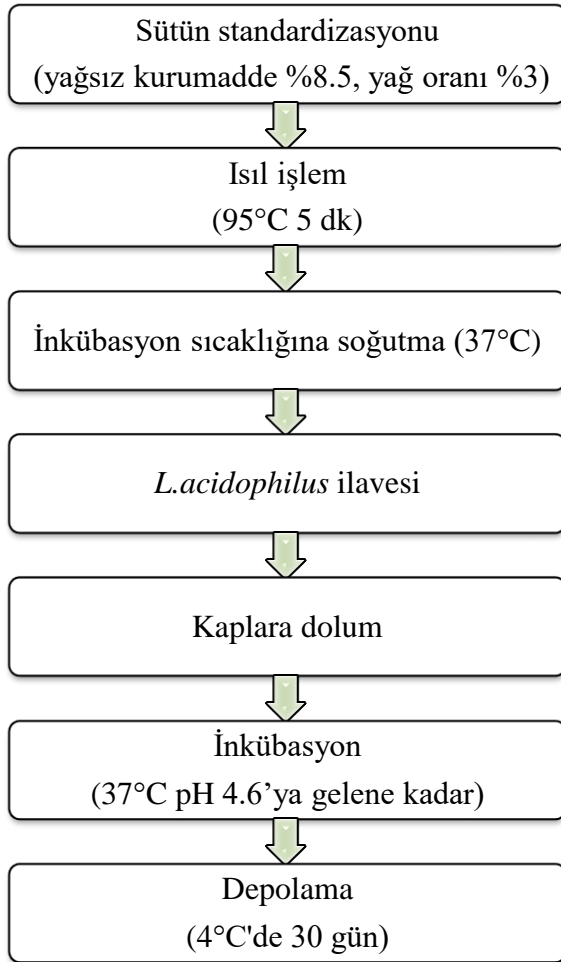
35°C'ye soğutulmuştur. Soğutulan süte 20 gr/100 L CaCl₂ eklenip, %4 oranında peynir kültürü ile depolamanın ilk gününde peynirde probiyotik bakteri sayısı en az 10⁸ kob/gr olacak şekilde ön denemelerle belirlenen miktarda *L. acidophilus* aşılandıktan sonra 35°C'de 1 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda 35°C'deki 20 mL süte, 1:10 oranında sulandırılan sıvı mayadan 1 mL ilave edilerek ilk pıhtıcaıkların oluştuğu süre tespit edilmiştir (57 saniye). Peynire işlenecek süte katılması gereken maya miktarı, pıhtının 60 dakikada kesim olgunluğuna ulaşabileceği şekilde hesaplanarak bulunmuştur. 60 dakika sonrasında oluşan pıhtı steril pıhtı kesme bıçakları ile 1 cm³ ebadında kesilmiş ve 10-15 dk kendi haline bırakılmıştır. Kesilen pıhtı, steril edilmiş cendere bezlerine aktararak 15 saat süreyle baskı (10 L süt için 7 kg ağırlık) uygulanmıştır. Baskılama işleminden sonra oluşan peynir, steril bıçaklarla kesilmiş ve %14 tuz ile 2 gr/L CaCl₂ (w/v) içeren pastörize salamura içerisinde 8 saat bekletilmiştir. Daha sonra steril cam kavanozlara alınan peynir örnekleri, peynir yüzeyini kaplayacak miktarda %11 tuz ile 2 gr/L CaCl₂ (w/v) içeren pastörize salamura ilavesi yapılarak 4°C'de 30 gün süresince depolanmıştır (Üçüncü 2005). Çalışma süresince her bir deneme için toplam 1 kg probiyotik peynir üretilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Probiyotik peynir üretim akış şeması

3.2.5. Asidofiluslu süt retimi

Asidofiluslu süt üretiminde kullanılan çiğ süt, yağsız kurumaddesi %8.5'e ve yağ oranı %3'e standardize edilerek 95°C'de 5 dk ısıl işleme tabi tutulduktan sonra 37°C'ye soğutulmuştur. Soğutulan süte depolamanın ilk gününde asidofiluslu sütte probiyotik bakteri sayısı en az 10⁸ kob/gr olacak şekilde n denemelerle belirlenen miktarda *L. acidophilus* aşılanmıştır. Probiyotik bakteri aşılanan sütler, 300 mL'lik kapaklı cam kavanozlara doldurulup 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyona ürünün pH'sı 4.6'ya ulaşınca son verilmiştir (Banina 1998). Inkübasyon sonunda asidofiluslu süt rnekleri 4°C'de 30 gün süresince depolanmıştır (şekil 3.4). Çalışma süresince her bir deneme için toplam 1 kg asidofiluslu süt üretilmiştir.



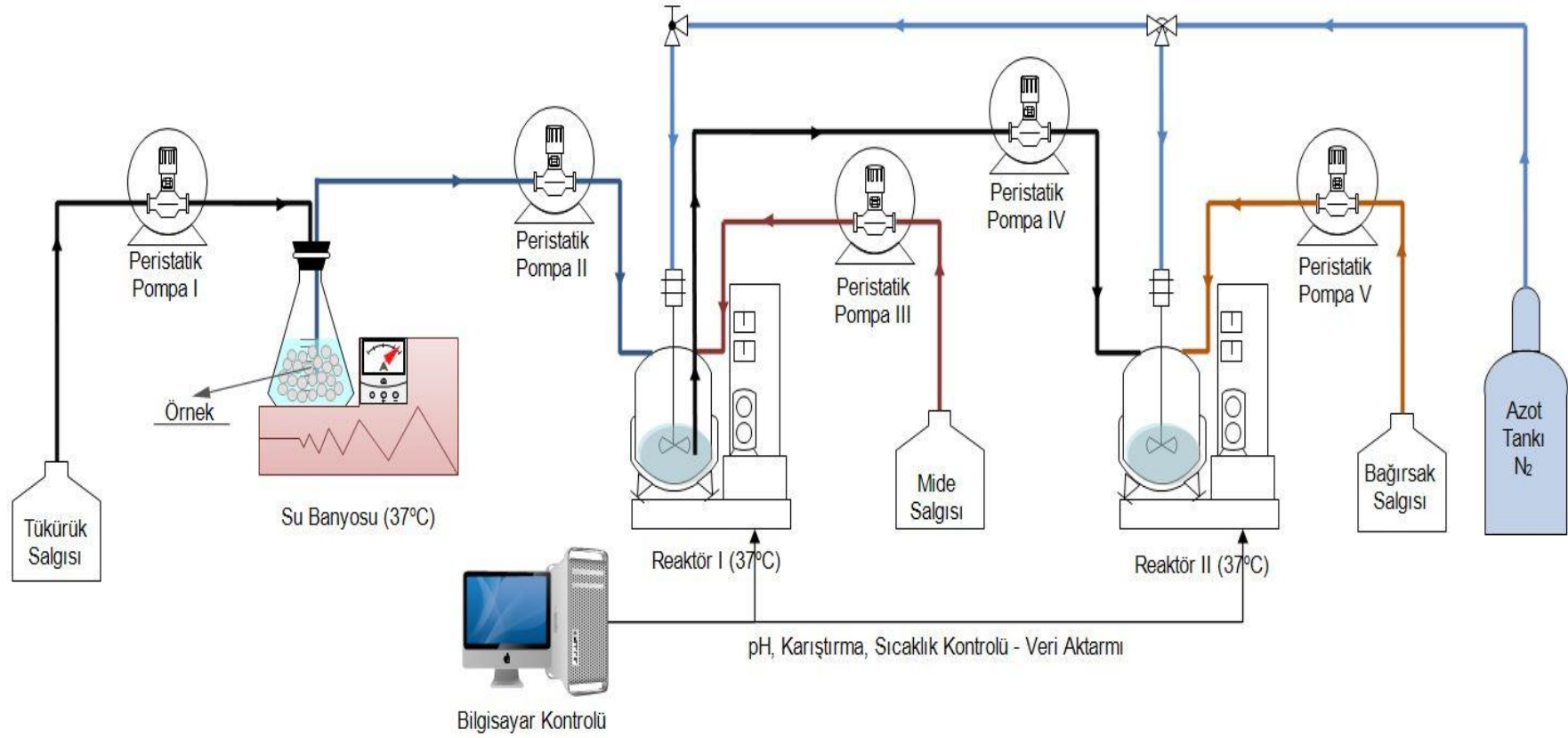
şekil 3.4. Asidofiluslu süt üretim akış şeması

3.2.6. Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelin oluşturulması

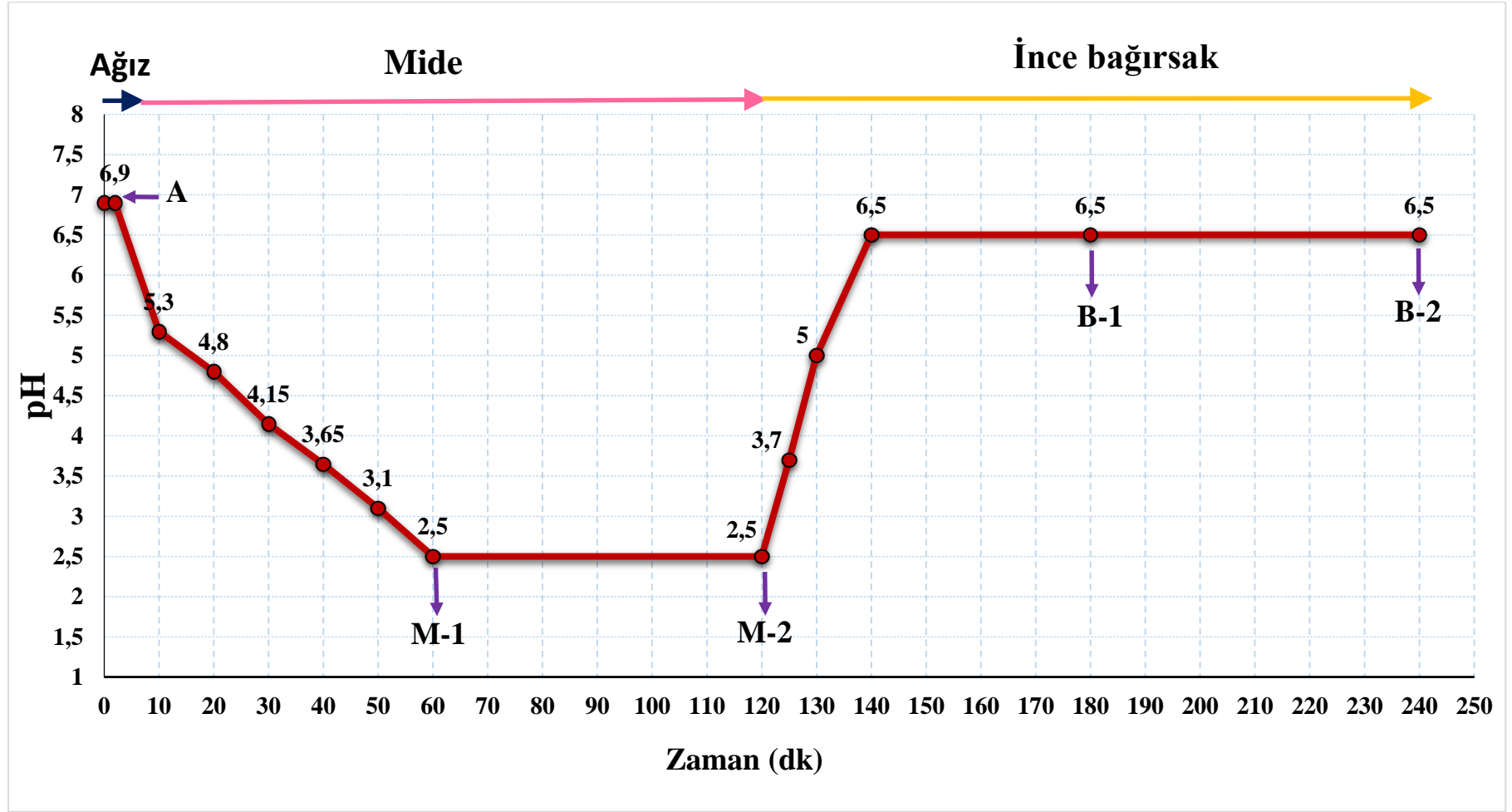
Dinamik *in vitro* gastrointestinal model; ağız, mide ve ince bağırsak bölgelerini temsil etmek üzere 3 ardışık bölümden oluşmaktadır. Ağız bölgesini temsilen sıcaklık kontrollü su banyosu (JS Research Inc., JSRC-22(C)(CL), Chungcheongnam-do, Kore), mideyi ve onikiparmak bağırsağını temsilen iki adet sıcaklık kontrollü cam biyoreaktör

(New Brunswick Scientific Co., BF-115, New Jersey, Amerika Birleşik Devletleri; Elektrolab Biotech Ltd., Fermac 320 Bioreactor, Tewkesbury, Birleşik Krallık) kullanılmıştır (Şekil 3.5). Su banyosu ve biyoreaktörlerin sıcaklığı $37.0\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 'de tutulmuş, pH ve karıştırma kontrolü yapılmış ve anaerobik şartları sağlamak için bölümlerden azot gazı geçirilmiştir. Ayrıca gastrointestinal sistemden geçiş süresi; ağız bölgesinde 2 dk, mide bölgesinde 2 saat, ince bağırsak bölgesinde 2 saat olmak üzere kontrol altında tutulmuştur. Şekil 3.6'da sindirim sistemi boyunca pH'nın zamana göre değişimi ile örnekleme noktaları gösterilmiştir.

Simüle edilecek sindirim sistemi salgılarının akışını kontrol etmek ve sindirim sistemindeki işlemlere maruz kalması istenen örneğin ağızdan mideye, mideden ince bağırsağa geçişini sağlamak için hızları ayarlanabilir 5 adet peristaltik pompa kullanılmıştır. Bununla birlikte mide ve ince bağırsak bölümlerinde pH'nın sabit tutulmasını sağlamak amacıyla da 1M NaHCO_3 ve 1M HCl akışını sağlayan 4 adet peristaltik pompa kullanılmıştır (Şekil 3.7).

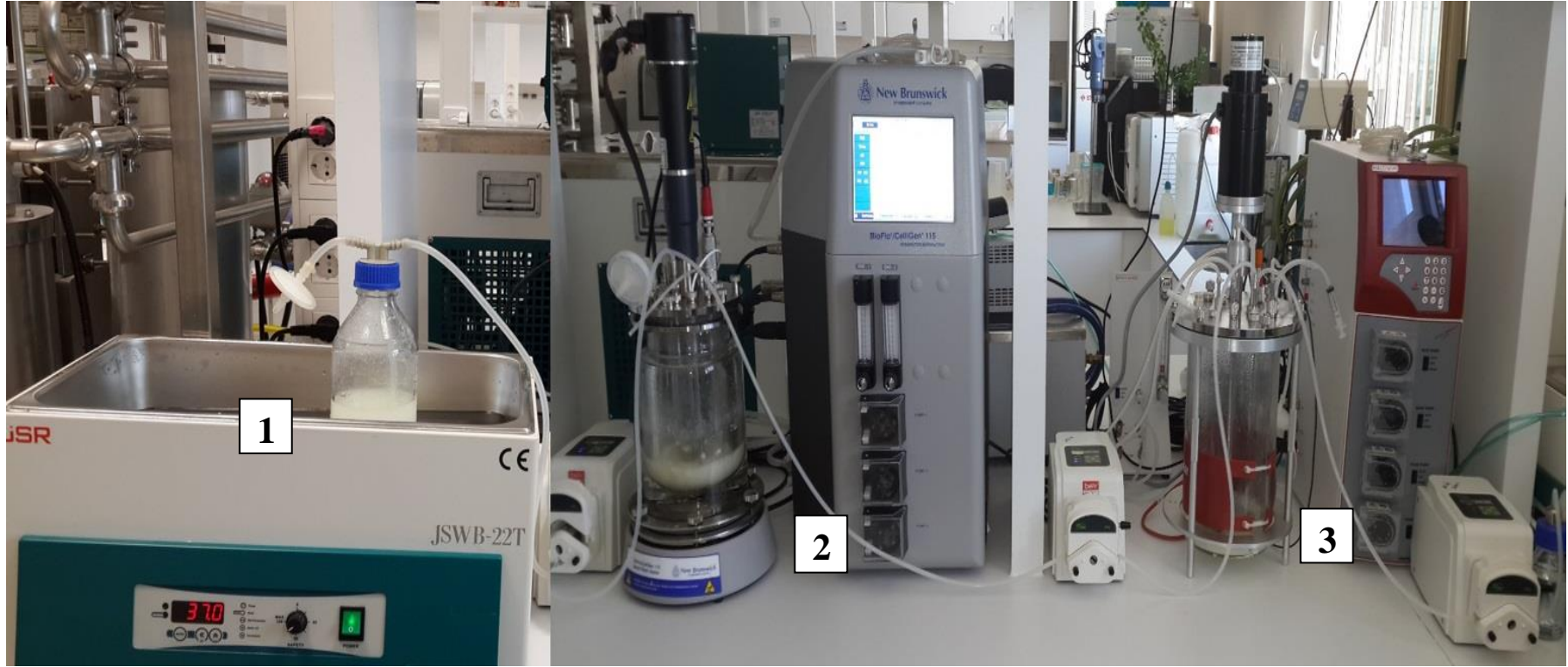


Şekil 3.5. Geliştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelin şematik gösterimi



Şekil 3.6. Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelin işleyişi.

(A, M-1, M-2, B-1 ve B-2; ağız sonu, midede 1. saatin sonu, midede 2. saatin sonu, ince bağırsakta 1. saatin sonu, ince bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.)



Şekil 3.7. Dinamik *in vitro* gastrointestinal model
(1) Ağız, (2) Mide, (3) İnce bağırsak.

Tükürük salgısını simüle etmek için müsin, α -amilaz enzimi ve %40'lık NaOH çözeltisi kullanılmıştır. Şekil 3.8'de geliştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelin ağız kısmı görülmektedir. Örnekler ağız ortamına girdikten sonra ortam pH'sı pH 6.9'a ayarlanmıştır ve 2 dk boyunca pH 6.9'da sabit kalması sağlanmıştır.



Şekil 3.8. Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelin ağız kısmı

Şekil 3.9'da geliştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelin mide kısmı görülmektedir. Mide salgısını simüle etmek için pepsin enzimi, müsin ve 1 M HCl çözeltisi kullanılmıştır. Ağız ortamından pH 6.9'da ayrılan örnek mideye ulaştıktan sonra 1 saat içerisinde kademeli olarak ortam pH'sının pH 2.5'a düşmesi ve sonrasında 1 saat boyunca pH 2.5'da sabit kalması sağlanmıştır.



Şekil 3.9. Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelin mide kısmı

Şekil 3.10'da geliştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelin ince bağırsak kısmı görülmektedir. İnce bağırsak salgısını simüle etmek için pankreatin enzimleri, safra ve 1M NaHCO₃ çözeltisi kullanılmıştır. Mide ortamından pH 2.5'ta ayrılan örnek ince bağırsağa ulaştıktan sonra 15-20 dk içerisinde kademeli olarak ortam pH'sının pH 6.5'a yükselmesi ve sindirim işlemi sonuna kadar pH 6.5'da sabit kalması sağlanmıştır.



Şekil 3.10. Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelin ince bağırsak kısmı

Sindirim işlemi boyunca uygulanan sıcaklık değerleri ve süreleri ile kullanılan tükürük, mide ve ince bağırsak salgılarının ve tampon çözeltilerin bileşimi, konsantrasyonları, akış miktarları ve akış hızları literatürden elde edilen gastrointestinal model çalışmalarından (Marteau vd 1997, Sumeri vd 2008, Makelainen 2009, Madureira vd 2011, Tharani 2012) yararlanılarak belirlenmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelde sindirim

Çiğneme	300 gr örnek oda sıcaklığında 300 gr steril su ilave edildikten sonra uygun bir karıştırıcıyla homojen hale getirilmiştir.
Simüle tükürük salgısı	2 gr/L α -amilaz enzimi ve 1 gr/L müsin steril su içerisinde çözündürülmüştür. Simüle tükürük salgısı 0.05 mL/gr örnek olacak şekilde 5mL/dk hızla ağız ortamına ilave edilmiştir.
Simüle mide salgısı	25 gr/L pepsin ve 23 gr/L müsin steril mide tampon çözeltisi* içinde çözündürülmüştür. Ağız ortamında sindirime uğrayan örnek 100 mL/dk akış hızıyla mide ortamını temsil eden reaktöre geçtikten sonra simüle mide salgısı 0.05 mL mide salgısı/gr örnek olacak şekilde mideyi temsil eden reaktöre 0.25 mL/dk hızla ilave edilmiştir.
Simüle ince bağırsak salgısı	1 gr/L pankreatin ve 12 gr/L safra steril ince bağırsak tampon çözeltisi** içinde çözündürülmüştür. Mide ortamında sindirime uğrayan örnek 100 mL/dk akış hızıyla ince bağırsağa geçtikten sonra simüle ince bağırsak salgısı 0.25 mL ince bağırsak salgısı/gr örnek olacak şekilde ince bağırsağı temsil eden reaktöre 3 mL/dk hızla ilave edilmiştir.

*Mide tampon çözeltisi: 2.2 gr/L KCl, 6.2 gr/L NaCl, 1.2 gr/L NaHCO₃, 0.22 gr/L CaCl₂

**İnce bağırsak tampon çözeltisi: 5.0 gr/L NaCl, 0.6 gr/L KCl, 0.25 gr/L CaCl₂

3.2.7. Fizikokimyasal analiz yöntemleri

Üretimlerde kullanılan sütlerin toplam kurumadde içeriği (%) gravimetrik yöntem (Anonim 1994) ile, yağ içeriği (%) Van Gulik bütirometre kullanılarak Gerber metodu (Anonim 1995) ile, kül içeriği (%) ise gravimetrik yöntem (Kurt vd 1993) ile tespit edilmiştir. Süt örneklerinin pH değerleri Thermo Scientific Orion 2 Star marka pH metre (Thermo Fisher Scientific GmbH Bremen, Germany) kullanılarak, protein içeriği (%) Kjeldahl metodu (Kurt vd 1993) ile, titrasyon asitliği (%) TS 1018 Çiğ Süt Standardında verilen referans metotta belirtilen Soxhelet-Henkel yöntemi (Anonim 1994) ile belirlenmiştir.

Yoğurt örneklerinin toplam kurumadde içerikleri (%) Uluslararası Sütçülük Federasyonu (IDF)'nin verdiği referans metoda göre gravimetrik yöntem (Anonymous 1987a) ile, protein içeriği (%) Kjeldahl metodu (Anonymous 1986) ile, yağ içeriği (%) Gerber metodu (Oysun 1991) ile belirlenmiştir. Örneklerin pH değerleri Thermo Scientific Orion 2 Star marka pH metre kullanılarak, titrasyon asitliği (%) ise IDF'nin verdiği referans metotta belirtilen Soxhelet-Henkel yöntemi (Anonymous 1991) ile tespit edilmiştir.

Peynir örneklerinin toplam kurumadde içeriği (%) gravimetrik yöntem (Anonymous 1982) ile, pH değerleri Thermo Scientific Orion 2 Star marka pH metre kullanılarak, titrasyon asitliği (%) ise Soxhlet-Henkel yöntemi (Kurt vd 1993) ile tespit edilmiştir. Yağ içeriği (%) Gerber metodu (Anonim 1978) ile, protein içeriği (%) ise Kjeldahl metodu (AOAC 1990) ile belirlenmiştir.

Dondurma örneklerinin kurumadde içeriği (%) gravimetrik yöntem (Anonim 1986) ile, yağ içeriği (%) Gerber metodu (Oysun 1991) ile, pH değeri ise Thermo Scientific Orion 2 Star marka pH metre kullanılarak belirlenmiştir. Protein içeriği (%) Kjeldahl metodu (Kurt vd 1993) ile, kül içeriği (%) gravimetrik yöntem (Kurt vd 1993) ile, titrasyon asitliği (%) ise Gürsel ve Karacabey (1998)'in belirttiği yöntemle göre tespit edilmiştir.

Asidofiluslu süt örneklerinin kurumadde içeriği (%) gravimetrik yöntem (Oysun 1996) ile, pH değerleri Thermo Scientific Orion 2 Star marka pH metre kullanılarak tespit edilmiştir. Kül içeriği (%) gravimetrik yöntem (Metin 2008) ile, protein içeriği (%) Kjeldahl metodu (Metin 2008) ile, titrasyon asitliği (%) ise Akpınar (2008)'in belirttiği yöntemle göre belirlenmiştir.

Örneklerin kurumadde, protein, kül ve yağ içerikleri depolamanın ilk gününde, titrasyon asitliği ve pH değerleri ise depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde belirlenmiştir.

3.2.8. Mikrobiyolojik analizler

Mikrobiyolojik analizler; dondurma, yoğurt, peynir ve asidofiluslu süt örnekleri ile dinamik gastrointestinal modelin ağız, mide ve ince bağırsak bölgelerindeki 4 noktada olmak üzere her bir örnek için toplam 5 farklı noktada, depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde yapılmıştır.

3.2.8.1. Seri dilüsyonların hazırlanması: Mikrobiyolojik ekimler yapılmadan önce ¼ kuvvetinde ringer çözeltisi kullanılarak aseptik şartlar altında uygun desimal seri dilüsyonlar hazırlanmıştır (Anonymous 2001).

3.2.8.2. Dondurma örneklerinde mikrobiyolojik analizler

3.2.8.2.1 *Lactobacillus acidophilus* sayımı: *L. acidophilus* sayımında pH'sı 6.0-6.4'e ayarlanmış MRS Agar besi ortamı olarak kullanılmıştır. Analiz dökme plak kültürel sayım yöntemi ile yapılmış ve inkübasyon anaerobik ortamda 37°C'de 72 saat süreyle gerçekleştirilmiştir (Anonymous 1997).

3.2.8.3. Yoğurt örneklerinde mikrobiyolojik analizler

3.2.8.3.1 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayımı: *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayımında pH'sı 5.2'ye ayarlanmış MRS Agar besi ortamı olarak kullanılmıştır. Analiz dökme plak kültürel sayım yöntemi ile yapılmış ve inkübasyon anaerobik ortamda 45°C'de 72 saat süreyle gerçekleştirilmiştir (Tabasco vd 2007).

3.2.8.3.2 *Streptococcus thermophilus* sayımı: *S. thermophilus* sayımında %1 laktoz ilave edilmiş M-17 Agar besi ortamı olarak kullanılmıştır. Analiz dökme plak kültürel sayım yöntemi ile yapılmış ve inkübasyon aerobik ortamda 45°C'de 48 saat süreyle gerçekleştirilmiştir (Tabasco vd 2007).

3.2.8.3.3 *Lactobacillus acidophilus* sayımı: *L. acidophilus* sayımında bromocresol green ve clindamycin ilave edilmiş, MRS-BC Agar besi ortamı olarak kullanılmıştır. pH'sı 6.2'ye ayarlanmış MRS Agar ve %0.2 (w/v) konsantrasyonda hazırlanmış bromocresol green çözeltilisine sterilizasyon amacıyla 121°C'de 15 dk ısı işlem uygulanmıştır. 5 mg clindamycin 100 mL saf su içerisinde çözündürülüp membran filtreden (0.45 µm) geçirilerek steril edilmiştir. Döküm sıcaklığına gelen besiyerine *L. acidophilus* dışındaki mikroorganizmaların gelişimini durdurmak amacıyla bromocresol green çözeltilisinden 20 mL/L, clindamycin çözeltilisinden ise 2 mL/L ilave edilmiş ve besiyeri petri kutularına dökülmüştür. Analiz dökme plak kültürel sayım yöntemi ile yapılmış ve inkübasyon anaerobik ortamda 37°C'de 72 saat süreyle gerçekleştirilmiştir (Phillips vd 2006).

3.2.8.4. Peynir örneklerinde mikrobiyolojik analizler

3.2.8.4.1 Toplam mezofil aerob bakteri sayımı: Toplam mezofil aerob bakteri sayımında Plate Count Agar besi ortamı olarak kullanılmıştır. Analiz dökme plak kültürel sayım yöntemi ile yapılmış ve inkübasyon aerobik ortamda 30°C'de 72 saat süreyle gerçekleştirilmiştir (Anonymous 1987b).

3.2.8.4.2 M17'de gelişen laktik asit bakteri sayımı: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (beyaz peynir starter kültüründe bulunan laktokoklar) sayımında M-17 Agar besi ortamı olarak kullanılmıştır. Analiz dökme plak kültürel sayım yöntemi ile yapılmış ve inkübasyon aerobik ortamda 30°C'de 72 saat süreyle gerçekleştirilmiştir (Yangılar 2010).

3.2.8.4.3 *Lactobacillus acidophilus* sayımı: *L. acidophilus* bakteri sayımında MRS-sorbitol agar besi ortamı olarak kullanılmıştır. MRS agar besiyerine sorbitol katılmadan önce sterilizasyon amacıyla 121°C'de 15 dk ısı işlem uygulanmıştır. 10 mg D-sorbitol 100 mL saf su içerisinde çözünürülüp membran filtreden (0.22 µm) geçirilerek steril edilmiştir. Döküm sıcaklığına gelen 90 mL MRS agar içerisine, *L. acidophilus* dışındaki mikroorganizmaların gelişimini durdurmak amacıyla 10 mL %10'luk (w/v) steril D-sorbitol çözeltilisinden ilave edilmiş ve besiyeri petri kutularına dökülmüştür. Analiz dökme plak kültürel sayım yöntemi ile yapılmış ve inkübasyon anaerobik ortamda 37°C'de 72 saat süreyle gerçekleştirilmiştir (Ong vd 2006).

3.2.8.5. Asidofiluslu süt örneklerinde mikrobiyolojik analizler

3.2.8.5.1 *Lactobacillus acidophilus* sayımı: *L. acidophilus* sayımında pH'sı 6.2'ye ayarlanmış MRS Agar besi ortamı olarak kullanılmıştır. Analiz dökme plak kültürel sayım yöntemi ile yapılmış ve inkübasyon anaerobik ortamda 37°C'de 72 saat süreyle gerçekleştirilmiştir (Anonymous 1997).

3.2.9. *In vitro* probiyotik özelliklerin belirlenmesi amacıyla yapılan analizler

In vitro probiyotik özelliklerin belirlenmesi amacıyla yapılan analizler; dondurma, yoğurt, peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.9.1. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinden *L. acidophilus*'un izolasyonu

Steril ringer çözeltisi kullanılarak seri dilüsyonlar hazırlanmış ve dondurma, yoğurt, peynir ve asidofiluslu süt örneklerinden *L. acidophilus* izolasyonu için seçici besiyerleri kullanılmıştır. Yayma plak kültürel sayım yöntemi ile ekim yapılan petri kutuları 37°C'de 18 saat anaerobik inkübasyona tabi tutulmuş ve inkübasyon süresi sonunda elde edilen izolatlar, *in vitro* probiyotik özelliklerin belirlenmesi amacıyla yapılan analizlerde kullanılmıştır.

3.2.9.2. Antimikrobiyal aktivite testi

Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesi amacıyla Reinheimer vd (1990)'nin kullandığı metot modifiye edilerek Kuyucuk Difüzyon Testi uygulanmış ve test bakterileri olarak *E. coli* XL1-Blue ile *Bacillus cereus* 2248 kullanılmıştır. Nutrient Broth sıvı besiyeri ortamında 37°C'de 18 saat tutularak aktiveleştirilen ve yoğunluğu 0.5 MacFarland değerine ayarlanmış olan *E. coli* XL1-Blue ile *Bacillus cereus* 2248'den steril petri kutularına 50 µL aktarılarak üzerine 20 mL Nutrient Agar ilave edilmiştir. Katılaştıran agar üzerine steril çubuk yardımı ile 1 cm çapında kuyucuklar açılmıştır. 3.2.9.1.'de belirtildiği şekilde örneklerden izole edilen *L. acidophilus* bakterisi taze steril MRS Broth (pH 6.2) sıvı besi ortamı içerisinde hücre yoğunluğu 1×10^8 kob/mL olacak şekilde MacFarland cihazı kullanılarak ayarlanmış ve kuyucuklara 100 µL ilave edilerek üzeri steril agar ile tekrar kapatılmıştır. Daha sonra petri kutuları 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda her bir kuyucuk çevresinde oluşan zonların çapları dijital kumpas ile ölçülerek sonuçlar milimetrik olarak kaydedilmiştir.

3.2.9.3. Minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK) testi

3.2.9.1'de belirtildiği şekilde örneklerden izole edilen *L. acidophilus* bakterisinin, amoxycillin-clavulanic acid, ampicillin, clindamycin, erythromycin, gentamicin ve tetracycline olmak üzere toplam 6 adet antibiyotiğe karşı "minimum inhibisyon konsantrasyonu" (MİK) değeri E-test yöntemiyle tespit edilmiştir. Bu yöntemde gittikçe artan konsantrasyonlarda (0.015-256 µg/mL) antibiyotik içeren inert plastik şeritler (stripler) kullanılmıştır. Plastik şeritlerin bir yüzünde antibiyotik içerikleri, diğer yüzeyinde rakamlar bulunmaktadır. MİK şeritleri üretici firmanın kullanım talimatı doğrultusunda kullanılmıştır. İzole edilen *L. acidophilus*'un steril distile su içerisinde hücre yoğunluğu 1×10^8 kob/mL olacak şekilde MacFarland cihazı kullanılarak ayarlanmıştır. Sterilize edildikten sonra 45-50°C'ye soğutulan 20 mL MRS Agar (pH 6.2) besi ortamı petri kutularına dökülmüş ve katılaşması beklenmiştir. Hücre yoğunluğu 1×10^8 kob/mL olacak şekilde MacFarland cihazı kullanılarak ayarlanan *L. acidophilus* süspansiyonu katılaştıran agar üzerine swap yardımıyla inoküle edilmiştir. *L. acidophilus* inoküle edilmiş agar yüzeyi tamamen kuruduktan sonra MİK şeritleri

petri yüzeyine yerleştirilerek 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda MİK şeritleri çevresinde oluşan zon tespit edilerek *L. acidophilus*'un gelişmesini önleyen minimum inhibisyon konsantrasyonu belirlenmiştir. *L. acidophilus*'un ampicillin, clindamycin, erhytromycin, gentamicin ve tetracycline antibiyotiklerine karşı duyarlılığı EFSA (2012)'de yer alan sınır değer tablolarındaki MİK sınır değerleri dikkate alınarak; amoxycillin-clavulanic acid'e karşı duyarlılığı ise EFSA (2012)'deki sınır değer tablolarında yer almadığı için söz konusu antibiyotiğin MİK sınır değerleri Danielsen ve Wind (2003)'de belirtilen değerler dikkate alınarak değerlendirilmiştir (Çizelge 3.2). Elde edilen MİK değeri, sınır değerinden küçük veya sınır değerine eşit (MİK değeri≤sınır değeri) ise duyarlı (S); elde edilen MİK değeri, sınır değerinden büyük (MİK değeri>sınır değeri) ise dirençli (R) olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 3.2. Antibiyotiklerin MİK sınır değerleri

Antibiyotik	<i>L. acidophilus</i> grubu için sınır değer (µg/mL)
Amoxycillin-clavulanic Acid*	2
Ampicillin**	1
Clindamycin**	1
Erhytromycin**	1
Gentamicin**	16
Tetracycline**	4

* Danielsen ve Wind (2003), ** EFSA (2012).

3.2.9.4. Adezyon (Bağırsak çeperine tutunma yeteneği) tespiti

3.2.9.4.1 Müsin adezyon tespiti

L. acidophilus'un, steril koşullar altında müsin kaplanmış 96 kuyucuklu mikro plakaya adezyonu tespit edilmiştir. Öncelikle 96 kuyucuklu mikro plaka, steril PBS tampon çözeltisi (pH 7.0) içerisinde çözündürülmüş 300 µL domuz müsini (1.0 mg/mL) ile kaplanmıştır. Plakalar, 4°C'de 1 gece bekletildikten sonra bağlanmamış müsini ortamdan uzaklaştırmak için steril PBS tampon çözeltisi ile 2 kere yıkama yapılmıştır. 3.2.9.1.'de belirtildiği şekilde örneklerden izole edilen *L. acidophilus* bakterisi steril PBS tampon çözeltisi içerisinde hücre yoğunluğu 1×10^8 kob/mL olacak şekilde MacFarland cihazı kullanılarak ayarlanmıştır. Müsin kaplanmış mikrolaka kuyucuklarına, hücre yoğunluğu ayarlanmış olan 300 µL bakteri ilave edilmiş ve 37°C'de 90 dk bekletilmiştir. Daha sonra mikrolaka kuyucukları 300 µL steril PBS tampon çözeltisi ile 5 defa yıkanmıştır. Müsin kaplı kuyucuklara tutunan bakteri hücreleri, üzerine 300 µL steril PBS tampon çözeltisi Triton X-100 karışımı [% 0.05 (v/v)] ilave edilip 37°C'de 20 dk bekletilerek serbest hale geçirilmiştir. Serbest hale geçen bakteri hücrelerinden uygun dilüsyonlar hazırlanarak MRS Agar (pH 6.2) besi ortamına dökme plak kültürel sayım yöntemi ile ekim yapılmış ve anaerobik ortamda 37°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. *L. acidophilus*'un bağırsak çeperine tutunma yeteneği, müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen bakteri sayısının tespiti ile belirlenmiştir (Dhanani ve Bagchi 2013).

3.2.9.4.2 Rekabetçi adezyon tespiti

E. coli XL1-Blue bakterisinin müsin kaplı kuyucuklara tutunma yeteneği *L. acidophilus* varlığında tespit edilmiştir. Hücre yoğunluğu 1×10^8 kob/mL olacak şekilde MacFarland cihazı kullanılarak ayarlanmış bakterilerden 150 µL *L. acidophilus* ve 150 µL *E. coli*, müsin kaplı kuyucuğa aynı anda eklenmiş ve 37°C’de 90 dk bekletilmiştir. Daha sonra mikropilaya kuyucukları 300 µL steril PBS tampon çözeltisi ile 5 defa yıkanmıştır. Müsin kaplı kuyucuklara tutunan bakteri hücreleri, üzerine 300 µL steril PBS tampon çözeltisi Triton X-100 karışımı [% 0.05 (v/v)] ilave edilip 37°C’de 20 dk bekletilerek serbest hale geçirilmiştir. Serbest hale geçen bakteri hücrelerinden uygun dilüsyonlar hazırlanarak VRB Agar besi ortamına dökme plak kültürel sayım yöntemi ile ekim yapılmış ve aerobik ortamda 37°C’de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. *E. coli*’nin tek başına iken müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısı saptanmıştır. Tek başına iken tutunabilen *E. coli* sayısı %100 olarak kabul edilerek, *L. acidophilus*’un *E.coli*’yi inhibisyon oranı belirlenmiştir (Dhanani ve Bagchi 2013).

3.2.10. İstatistiksel analizler

Araştırma 2 tekerrürlü yapılmış olup, analizler paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonunda elde edilen sonuçlar varyans analizine tabi tutulmuş ve farklı bulunan sonuçlar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır (Düzgüneş vd 1987).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Fizikokimyasal analiz sonuçları

4.1.1. Probiyotik dondurmaların fizikokimyasal özellikleri

Probiyotik dondurma üretiminde hammadde olarak kullanılan sütlerin ortalama kurumadde, toplam protein, yağ, kül, titrasyon asitliği ve pH değerleri sırasıyla %11.7±0.0, %3.0±0.1, %2.8±0.0, %1.2±0.1, %0.1±0.0 ve 6.7±0.0 olarak tespit edilmiştir. TS 1018 Çiğ İnek Sütü Standardına göre inek sütlerinde yağsız kurumadde miktarının en az %8.5, protein miktarının en az %2.8 olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim 2002). Elde edilen sonuçlara göre denemelerde kullanılan sütlerde belirlenen değerlerin, standartta belirtilen değerler ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Probiyotik dondurma örneklerinin pH ve titrasyon asitliği dışındaki diğer fizikokimyasal özellikleri yalnızca depolamanın ilk gününde belirlenmiştir. *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma örneklerinin kurumadde, protein, yağ ve kül değerleri sırasıyla %29.1±0.3, %3.4±0.1, %2.9±0.2 ve %0.8±0.1 olarak tespit edilmiştir. *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik dondurma örneklerinin kurumadde, protein, yağ ve kül değerleri ise sırasıyla %29.2±0.4, %3.5±0.1, %2.9±0.1 ve %0.8±0.0 olarak saptanmıştır.

Tiwari vd (2015) yağ ikame maddesi olarak inülin kullanımının dondurmanın kalite özellikleri üzerine etkisini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada ürettikleri dondurma örneklerinin kurumadde miktarının %37.3-37.6, yağ miktarının %3.8-9.7, protein miktarının %3.3-3.4 ve kül miktarının %1.0-1.1 arasında olduğunu saptamışlardır. Farklı ambalaj materyallerinin probiyotik dondurmaya etkisinin incelendiği bir araştırmada ise dondurmaların kurumadde miktarı %37.5-38.6, protein miktarı %4.4-4.5, yağ miktarı %9.5-9.7 ve kül miktarı %1.2-1.3 arasında belirlenmiştir (Ranadheera vd 2013). Çalışmamız sonunda probiyotik dondurma örneklerinde bulunan kurumadde, yağ, protein ve kül miktarları diğer çalışmalarla genel olarak benzerlik göstermekle birlikte, ortaya çıkan bazı farklılıkların dondurma miksini hazırlamada kullanılan farklı formülasyonlardan, mikste bulunan bileşenlerin bileşim farklılığından ve üretim yönteminden kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir.

İki farklı *L. acidophilus* suşu kullanılarak üretilen probiyotik dondurma örneklerinin ortalama pH değerleri ve bu değerlerin depolama sırasındaki değişimi Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda yapılan pH analizlerinde *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik dondurma örneklerinin ortalama pH değerlerinin 5.47 ile 5.51 arasında; *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma örneklerinde belirlenen ortalama pH değerlerinin ise 5.48 ile 5.52 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Probiyotik dondurma örneklerinin ortalama pH değerleri

Örnek	Depolama zamanı		
	1. gün	15. gün	30. gün
HD	5.51±0.01	5.50±0.00	5.47±0.00
DD	5.52±0.00	5.50±0.02	5.48±0.01

HD: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, DD: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma

Bakteri suşu ve depolama zamanının probiyotik dondurma örneklerinin ortalama pH değerleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde ana varyasyon kaynaklarından depolama zamanının probiyotik dondurma örneklerinin pH değerleri üzerine istatistiksel olarak $P<0.05$ önem düzeyinde etkili olduğu, buna karşın bakteri suşu faktörü ile bakteri suşu x depolama zamanı interaksiyonunun ise istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Depolama süresince probiyotik dondurma örneklerinde belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Bakteri suşu (B)	1	0.00003333	0.14
Depolama zamanı (D)	2	0.00123333	5.29*
B x D	2	0.00003333	0.14
Hata	6	0.00023333	

* $P<0.05$ düzeyinde önemli

Probiyotik dondurma örneklerine ait ortalama pH değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.3’te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde depolama süresince örneklerin pH değerlerinin azaldığı ve 30 günlük depolama sürecinde söz konusu azalmanın istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu, bununla birlikte probiyotik dondurma örneklerinde depolamanın 1. gününde belirlenen pH değerleri ile 15. gününde belirlenen pH değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$); ayrıca probiyotik dondurma örneklerinde depolamanın 15. gününde belirlenen pH değerleri ile 30. gününde belirlenen pH değerleri arasında da istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Probiyotik dondurma örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	pH
Bakteri suşu	
<i>L. acidophilus</i> HOWARU	5.50±0.01 a
<i>L. acidophilus</i> DSM 20079	5.50±0.01 a
Depolama zamanı	
1. gün	5.52±0.00 a
15. gün	5.50±0.00 ab
30. gün	5.48±0.01 b

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

İki farklı *L. acidophilus* suşu kullanılarak üretilen probiyotik dondurma örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerleri ve bu değerlerin depolama sırasındaki değişimi Çizelge 4.4'te verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda yapılan titrasyon asitliği analizlerinde *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik dondurma örneklerinde belirlenen ortalama titrasyon asitliği değerlerinin %0.34 ile %0.36 arasında, *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma örneklerinde belirlenen ortalama titrasyon asitliği değerlerinin ise %0.33 ile %0.38 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Probiyotik dondurma örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerleri

Örnek	Depolama zamanı		
	1. gün	15. gün	30. gün
HD	0.34±0.01	0.35±0.03	0.36±0.00
DD	0.33±0.00	0.35±0.00	0.38±0.02

HD: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, DD: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma

Varyasyon kaynaklarının probiyotik dondurma örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde; ana varyasyon kaynaklarından depolama zamanının probiyotik dondurma örneklerinin titrasyon asitliği değerleri üzerine istatistiksel olarak $P<0.05$ önem düzeyinde etkili olduğu, buna karşın bakteri suşu faktörü ile bakteri suşu x depolama zamanı interaksyonunun ise istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Depolama süresince probiyotik dondurma örneklerinde belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Bakteri suşu (B)	1	0.00000833	0.03
Depolama zamanı (D)	2	0.00122500	3.97*
B x D	2	0.00025833	0.84
Hata	6	0.00030833	

* $P < 0.05$ düzeyinde önemli

Probiyotik dondurma örneklerine ait ortalama titrasyon asitliği (%) değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde depolama süresince örneklerde tayin edilen titrasyon asitliği (%) değerlerinin arttığı ve 30 günlük depolama sürecinde söz konusu artışın istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) olduğu, bununla birlikte probiyotik dondurma örneklerinde depolamanın 1. gününde belirlenen titrasyon asitliği değerleri ile 15. gününde belirlenen titrasyon asitliği değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı ($P > 0.05$); ayrıca probiyotik dondurma örneklerinde depolamanın 15. gününde belirlenen titrasyon asitliği değerleri ile 30. gününde belirlenen titrasyon asitliği değerleri arasında da istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı ($P > 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Probiyotik dondurma örneklerinde depolama süresince belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Titrasyon asitliği (%)
Bakteri suşu	
<i>L. acidophilus</i> HOWARU	0.35±0.01 a
<i>L. acidophilus</i> DSM 20079	0.35±0.01 a
Depolama zamanı	
1. gün	0.34±0.00 b
15. gün	0.35±0.01 ab
30. gün	0.37±0.01 a

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

Vijayageetha vd (2011), dondurma mikslerine %1 ve %2 oranında *L. acidophilus* ilave ederek ürettikleri dondurma örneklerinde pH değerlerini depolamanın ilk gününde sırasıyla 5.74 ve 5.56 olarak belirlerken, titrasyon asitliği değerlerini sırasıyla % 0.33 ve %0.43 olarak tespit etmişlerdir. Konu ile ilgili yapılan farklı bir çalışmada *L. acidophilus*'un probiyotik bakteri olarak kullanılıp üretilen dondurma örneğinin pH değeri depolamanın ilk gününde 5.76, titrasyon asitliği değeri ise %0.54 olarak saptanmıştır (Turgut ve Çakmakçı 2009). Çalışmamız sonunda probiyotik dondurma örneklerinde bulunan pH ve titrasyon asitliği değerleri diğer çalışmalarla genel olarak benzerlik göstermekle birlikte, ortaya çıkan bazı farklılıkların dondurma miksini hazırlamada kullanılan farklı formülasyonlardan, mikste bulunan bileşenlerin bileşim farklılığından ve üretim yönteminden kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir.

4.1.2. Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan sütün ve probiyotik yoğurt örneklerinin fizikokimyasal özellikleri

Probiyotik yoğurt üretiminde hammadde olarak kullanılan sütlerin ortalama kurumadde, toplam protein, yağ, kül, titrasyon asitliği ve pH değerleri sırasıyla %11.8±0.1, %3.2±0.1, %2.4±0.0, %1.0±0.0, %0.2±0.0 ve 6.6±0.0 olarak tespit edilmiştir. TS 1018 Çiğ İnek Sütü Standardına göre inek sütlerinde yağsız kurumadde miktarının en az %8.5, protein miktarının en az %2.8 ve titrasyon asitliği değerinin ise laktik asit cinsinden en çok %0.2 olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim 2002). Elde edilen sonuçlara göre denemelerde kullanılan sütlerde belirlenen değerlerin, standartta belirtilen değerler ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Probiyotik yoğurt örneklerinin pH ve titrasyon asitliği dışındaki diğer fizikokimyasal özellikleri yalnızca depolamanın ilk gününde belirlenmiştir. *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin toplam kurumadde, protein, yağ ve kül değerleri sırasıyla %15.2±0.2, %4.2±0.1, %3.0±0.1 ve %1.0±0.1 olarak tespit edilmiştir. *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin toplam kurumadde, protein, yağ ve kül değerleri ise sırasıyla %15.1±0.1, %4.1±0.0, %3.0±0.0 ve %1.0±0.1 olarak saptanmıştır. TS 1330 Yoğurt Standardına göre yoğurtların yağsız kurumadde miktarının en az %12 olması gerektiği (Anonim 2006), Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre ise yoğurtların protein miktarının en az %3 olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim 2009a). Elde edilen sonuçlara göre denemelerde kullanılan yoğurtlarda belirlenen değerlerin, standartta belirtilen değerler ile uyumlu olduğu görülmüştür.

İki farklı *L. acidophilus* suşu kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama pH değerleri ve bu değerlerin depolama sırasındaki değişimi Çizelge 4.7'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda yapılan pH analizlerinde *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama pH değerlerinin 4.06 ile 4.47 arasında; *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen ortalama pH değerlerinin ise 4.01 ile 4.45 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama pH değerleri

Örnek	Depolama zamanı		
	1. gün	15. gün	30. gün
HY	4.47±0.01	4.28±0.05	4.06±0.01
DY	4.45±0.03	4.20±0.02	4.01±0.03

HY: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, DY: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt

Probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerleri üzerine bakteri suşunun istatistiksel olarak $P<0.05$ önem düzeyinde, depolama zamanının ise istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde etkisi saptanmıştır.

Çizelge 4.8. Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Bakteri suşu (B)	1	0.00750000	8.33*
Depolama zamanı (D)	2	0.18070000	200.78***
B x D	2	0.00090000	1.00
Hata	6	0.00090000	

* $P < 0.05$ düzeyinde önemli, *** $P < 0.001$ düzeyinde önemli

Probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.9’da sunulmuştur. Probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama pH değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama pH değerlerinin, *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama pH değerlerinden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca depolama süresince yoğurt örneklerinin ortalama pH değerlerinin azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel olarak önemli olduğu ($P < 0.05$), 4°C’de 30 gün depolanan probiyotik yoğurt örneklerinin en düşük ortalama pH değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	pH
Bakteri suşu	
<i>L. acidophilus</i> HOWARU	4.27±0.08 a
<i>L. acidophilus</i> DSM 20079	4.22±0.08 b
Depolama zamanı	
1. gün	4.46±0.01 a
15. gün	4.24±0.03 b
30. gün	4.04±0.01 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

İki farklı *L. acidophilus* suşu kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerleri ve bu değerlerin depolama sırasındaki değişimi Çizelge 4.10’da verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda yapılan titrasyon asitliği analizlerinde *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen ortalama titrasyon asitliği değerlerinin %1.05 ile % 1.44 arasında; *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen ortalama titrasyon asitliği değerlerinin ise %1.06 ile %1.53 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerleri

Örnek	Depolama zamanı		
	1. gün	15. gün	30. gün
HY	1.05±0.07	1.25±0.15	1.44±0.04
DY	1.06±0.09	1.38±0.11	1.53±0.06

HY: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, DY: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt

Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerleri üzerine bakteri suşu ve depolama zamanının etkisinin istatistiksel olarak önemli olup olmadığını belirleyebilmek amacıyla varyans analizi yapılmış ve bu analize ait sonuçlar Çizelge 4.11’de sunulmuştur. Çizelge incelendiğinde ana varyasyon kaynakları olan bakteri suşu ve depolama zamanının istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde, bakteri suşu x depolama zamanı interaksiyonunun ise istatistiksel olarak $P<0.01$ önem düzeyinde etkili olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.11. Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Bakteri suşu (B)	1	0.01763333	52.90***
Depolama zamanı (D)	2	0.18760000	562.80***
B x D	2	0.00373333	11.20**
Hata	6	0.00033333	

** $P < 0.01$ düzeyinde önemli, *** $P < 0.001$ düzeyinde önemli

Probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerlerinin, *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerlerinden daha düşük olduğu saptanmıştır. Ayrıca yoğurt örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerlerinin depolama süresince arttığı ve bu artışın istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0.05$), 4°C’de 30 gün depolanan probiyotik yoğurt örneklerinin en yüksek ortalama titrasyon asitliği (%) değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.12. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Titrasyon asitliği (%)
Bakteri suşu	
<i>L. acidophilus</i> HOWARU	1.25±0.07 b
<i>L. acidophilus</i> DSM 20079	1.32±0.09 a
Depolama zamanı	
1. gün	1.06±0.01 c
15. gün	1.32±0.04 b
30. gün	1.49±0.03 a

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Dave and Shah (1997) yoğurt bakterileri ve probiyotik bakterilerin canlılıklarını incelemek üzere yapmış oldukları çalışmada ürettikleri probiyotik yoğurt örneklerinin protein miktarlarını %3.5-3.6, toplam kurumadde miktarlarını %15.9-16.2 arasında saptamışlardır. Araştırmacılar örneklerin pH değerlerinin ilk günde 4.33 ile 4.64, 4°C’de 35 günlük depolama sonucunda ise 4.16 ile 4.40 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Ribeiro vd (2014) *L. acidophilus* bakterisinin yoğurtta canlılığını incelemek üzere bir araştırma yapmışlardır. Bu amaçla ürettikleri probiyotik yoğurtlarda depolamanın 1. gününde yaptıkları fizikokimyasal analizler sonucunda yoğurt örneğinin protein miktarını %3.3, yağ miktarını %3.2, toplam kurumadde miktarını %12.7, kül miktarını %0.8, pH değerini 4.34 ve titrasyon asitliği değerini %0.80 olarak tespit etmişlerdir. Probiyotik yoğurtların reolojik özelliklerini incelemek üzere yapılan bir başka çalışmada; depolamanın 1. gününde probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen pH değerlerinin 4.45-4.53 arasında, titrasyon asitliği değerlerinin ise %0.94-1.15 arasında değiştiği saptanmıştır (Marafon vd 2011). Bu değerlerin genel olarak çalışmamızda elde edilen değerler ile uyumlu olduğu görülmüştür.

4.1.3. Probiyotik peynir üretiminde kullanılan sütün ve probiyotik peynir örneklerinin fizikokimyasal özellikleri

Probiyotik peynir üretiminde hammadde olarak kullanılan sütlerin ortalama kurumadde, toplam protein, yağ, kül, titrasyon asitliği ve pH değerleri sırasıyla %11.9±0.0, %3.1±0.1, %2.9±0.0, %1.0±0.1, %0.1±0.0 ve 6.7±0.0 olarak tespit edilmiştir. TS 1018 Çiğ İnek Sütü Standardına göre inek sütlerinde yağsız kurumadde miktarının en az %8.5, protein miktarının en az %2.8 ve titrasyon asitliği değerinin ise laktik asit cinsinden en çok %0.2 olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim 2002). Elde edilen sonuçlara göre denemelerde kullanılan sütlerde belirlenen değerlerin, standartta belirtilen değerler ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Probiyotik peynir örneklerinin fizikokimyasal özellikleri yalnızca depolamanın ilk gününde belirlenmiştir. *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinin toplam kurumadde, protein, yağ ve kül değerleri sırasıyla %41.4±0.1, %17.9±0.0, %16.7±0.0 ve %2.7±0.1 olarak tespit edilmiştir. *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinin toplam kurumadde, protein, yağ ve kül değerleri ise sırasıyla %41.2±0.1, %17.7±0.6, %16.8±0.0 ve

%2.7±0.0 olarak saptanmıştır. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne göre taze beyaz peynirlerin nem miktarının en fazla %65 olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim 2015b). Elde edilen sonuçlara göre denemelerde kullanılan peynirlerde belirlenen kurumadde değerlerinin, standartta belirtilen nem değeri ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Kasımoğlu vd (2004) *L. acidophilus* kullanılarak üretilen geleneksel Türk beyaz peynirinin kalite özelliklerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Örneklerin kurumadde miktarının depolamanın 1. gününde %45.3-45.8, depolamanın 7. gününde %46.2-46.9, depolamanın 15. gününde %46.1-48.5 ve depolamanın 30. gününde %45.9-49.8 arasında olduğunu saptamışlardır. Ayrıca örneklerin protein miktarının depolamanın 1. gününde %13.4-13.7, depolamanın 7. gününde %14.1-14.6, depolamanın 15. gününde %14.0-14.4 ve depolamanın 30. gününde %14.0-14.6 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Yapılan başka bir araştırmada Kılıç vd (2009) probiyotik bakteri kullanarak ürettikleri geleneksel Türk beyaz peyniri örneklerinin yağ miktarlarının depolamanın 1. gününde %21.3-24.9, depolamanın 30. gününde %17.1-22.3 arasında olduğunu saptamışlardır. Ayrıca söz konusu örneklerin kurumadde miktarlarının depolamanın 1. gününde %39.3-45.0, depolamanın 30. gününde %34.4-40.4 arasında olduğunu belirlemişlerdir. Çalışma sonunda bulunan kurumadde, protein ve yağ miktarları ile diğer çalışmalarda elde edilen miktarlar arasında ortaya çıkan bazı farklılıkların peynir üretiminde kullanılan sütün bileşimi, süte uygulanan standardizasyon işlemi ve peynir üretim teknolojisindeki farklılıklardan kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir.

İki farklı *L. acidophilus* suşu kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinin ortalama pH değerleri ve bu değerlerin depolama sırasındaki değişimi Çizelge 4.13'te verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda yapılan pH analizlerinde *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinin ortalama pH değerlerinin 5.84 ile 5.90 arasında; *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde belirlenen ortalama pH değerlerinin ise 5.78 ile 5.86 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.13. Probiyotik peynir örneklerinin ortalama pH değerleri

Örnek	Depolama zamanı		
	1. gün	15. gün	30. gün
HP	5.90±0.01	5.87±0.00	5.84±0.01
DP	5.86±0.00	5.81±0.00	5.78±0.00

HP: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir, DP: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir

Probiyotik peynir örneklerine ait pH değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14'te verilmiştir. İncelenen ana varyasyon kaynakları olan bakteri suşu ve depolama zamanının örneklerin pH değerleri üzerine $P<0.01$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.14. Depolama süresince probiyotik peynir örneklerinde belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Bakteri suşu (B)	1	0.00853333	25.60**
Depolama zamanı (D)	2	0.00493333	14.80**
B x D	2	0.00013333	0.40
Hata	6	0.00033333	

** $P < 0.01$ düzeyinde önemli

Çizelge 4.15'te verilen probiyotik peynir örneklerine ait ortalama pH değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinin ortalama pH değerlerinin, *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinin ortalama pH değerlerinden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre, probiyotik peynir örneklerinde en yüksek ortalama pH değeri depolamanın 1. gününde belirlenmiştir. Depolamanın 1. ve 15. günlerinde probiyotik peynir örneklerinin aldığı ortalama pH değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık olmasına karşın ($P < 0.05$), depolamanın son 15 günlük periyodunda probiyotik peynir örneklerinde belirlenen ortalama pH değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık olmadığı ($P > 0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.15. Probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	pH
Bakteri suşu	
<i>L. acidophilus</i> HOWARU	5.87±0.01 a
<i>L. acidophilus</i> DSM 20079	5.82±0.02 b
Depolama zamanı	
1. gün	5.88±0.01 a
15. gün	5.84±0.02 b
30. gün	5.81±0.02 b

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

İki farklı *L. acidophilus* suşu kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerleri ve bu değerlerin depolama sırasındaki değişimi Çizelge 4.16'da verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda yapılan titrasyon asitliği analizlerinde *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde belirlenen ortalama titrasyon asitliği değerlerinin %0.25 ile %0.30 arasında; *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde belirlenen ortalama titrasyon asitliği değerlerinin ise %0.26 ile %0.31 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.16. Probiyotik peynir örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerleri

Örnek	Depolama zamanı		
	1. gün	15. gün	30. gün
HP	0.25±0.00	0.26±0.03	0.30±0.00
DP	0.26±0.05	0.29±0.01	0.31±0.04

HP: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir, DP: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir

Probiyotik peynir örneklerine ait titrasyon asitliği (%) değerleri istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.17’de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde incelenen ana varyasyon kaynaklarından depolama zamanının örneklerde belirlenen titrasyon asitliği (%) değerleri üzerinde $P<0.05$ önem düzeyinde etkili olduğu buna karşın bakteri suşu faktörü ile bakteri suşu x depolama zamanı interaksyonunun ise istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.17. Depolama süresince probiyotik peynir örneklerinde belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Bakteri suşu (B)	1	0.00083333	2.50
Depolama zamanı (D)	2	0.00253333	7.60*
B x D	2	0.00013333	0.40
Hata	6	0.00033333	

* $P<0.05$ düzeyinde önemli

Probiyotik peynir örneklerinde belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Bakteri suşu faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; probiyotik peynir örneklerindeki ortalama titrasyon asitliği (%) değerlerinin depolama süresince arttığı ve bu artışın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$), en yüksek titrasyon asitliği (%) değerine 4°C’de 30 gün depolanan örneklerin sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.18. Probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Titrasyon asitliği (%)
Bakteri suşu	
<i>L. acidophilus</i> HOWARU	0.27±0.01 a
<i>L. acidophilus</i> DSM 20079	0.29±0.01 a
Depolama zamanı	
1. gün	0.26±0.01 b
15. gün	0.28±0.01 ab
30. gün	0.31±0.01 a

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Kırmacı vd (2011) yapmış oldukları çalışmada geleneksel Türk beyaz peynirinin proteolitik özelliklerini incelemek üzere bir araştırma yapmışlardır. Bu amaçla ürettikleri beyaz peynirlerde yaptıkları analizler sonucunda örneklerin titrasyon asitliği değerlerinin depolamanın 1. gününde %0.34-0.74, depolamanın 15. gününde %0.48-0.85 ve depolamanın 30. gününde %0.51-0.99 arasında olduğunu, bununla birlikte örneklerin pH değerlerinin depolamanın 1. gününde 5.33-6.04, depolamanın 15. gününde 5.14-5.89 ve depolamanın 30. gününde ise 4.97-5.78 arasında değiştiğini saptamışlardır. Kılıç vd (2009) probiyotik bakteri kullanarak ürettikleri geleneksel Türk beyaz peyniri örneklerinin pH değerlerinin depolamanın 1. gününde 4.68-5.34, depolamanın 30. gününde 4.42-5.30 arasında değişiklik gösterdiğini tespit etmişlerdir. Çalışmamızdaki ve diğer çalışmalarda peynir örneklerinin titrasyon asitliği (%) ve pH değerleri arasında görülen farklılıkların, peynir üretimlerinde kullanılan sütün bileşimi, süte uygulanan standardizasyon işlemi ve peynir üretim teknolojilerindeki farklılıklardan kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir.

4.1.4. Asidofiluslu süt üretiminde kullanılan sütün ve asidofiluslu süt örneklerinin fizikokimyasal özellikleri

Asidofiluslu süt üretiminde hammadde olarak kullanılan sütlerin ortalama kurumadde, toplam protein, yağ, kül, titrasyon asitliği ve pH değerleri sırasıyla %11.9±0.0, %3.4±0.1, %3.0±0.0, %1.0±0.0, %0.1±0.0 ve 6.7±0.0 olarak tespit edilmiştir. TS 1018 Çiğ İnek Sütü Standardına göre inek sütlerinde yağsız kurumadde miktarının en az %8.5, protein miktarının en az %2.8 ve titrasyon asitliği değerinin ise laktik asit cinsinden en çok %0.2 olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim 2002). Elde edilen sonuçlara göre denemelerde kullanılan sütlerde belirlenen değerlerin, standartta belirtilen değerler ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre asidofiluslu sütlerin protein miktarının en az %2.7 olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim 2009a). Asidofiluslu süt örneklerinin pH ve titrasyon asitliği dışındaki fizikokimyasal özellikleri yalnızca depolamanın ilk gününde belirlenmiştir. *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinin toplam kurumadde, protein, yağ ve kül değerleri sırasıyla %11.5±0.1, %3.5±0.0, %3.0±0.0 ve %1.0±0.0 olarak tespit edilmiştir. *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinin toplam kurumadde, protein, yağ ve kül değerleri ise sırasıyla %11.5±0.1, %3.4±0.0, %3.0±0.0 ve %1.0±0.0 olarak saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre denemelerde kullanılan asidofiluslu sütlerde belirlenen protein değerlerinin, standartta belirtilen protein değeri ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Akpınar (2008) tarafından yapılan çalışmada değişik aroma maddeleri kullanarak ürettiği asidofiluslu sütlerde ortalama kurumadde miktarını %17.5, ortalama yağ miktarını %3.0, ortalama protein miktarını %3.1 ve ortalama kül miktarını %0.6 olarak saptamıştır. Çalışma sonunda bulunan protein ve yağ miktarları ile Akpınar (2008)'in yapmış olduğu çalışma sonunda elde etmiş olduğu miktarların benzerlik gösterdiği görülmektedir. Bununla birlikte kurumadde miktarları arasında ortaya çıkan bazı farklılıkların Akpınar (2008)'in asidofiluslu süt üretiminde kullanılan süte aroma maddeleri ilave etmesinden ve çalışmalarda süte uygulanan standardizasyon işlemindeki farklılıklardan kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir.

İki farklı *L. acidophilus* suşu kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinin ortalama pH değerleri ve bu değerlerin depolama sırasındaki değişimi Çizelge 4.19’da verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda yapılan pH analizlerinde *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinin ortalama pH değerlerinin 4.37 ile 4.55 arasında; *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik asidofiluslu süt örneklerinde belirlenen ortalama pH değerlerinin ise 4.43 ile 4.58 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.19. Asidofiluslu süt örneklerinin ortalama pH değerleri

Örnek	Depolama zamanı		
	1. gün	15. gün	30. gün
HS	4.55±0.01	4.46±0.00	4.37±0.03
DS	4.58±0.00	4.49±0.02	4.43±0.01

HS: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt, DS: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt

Asidofiluslu süt örneklerinde belirlenen pH değerleri istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.20’de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde ana varyasyon kaynaklarından bakteri suşunun $P < 0.05$ önem düzeyinde, depolama zamanı faktörünün ise $P < 0.01$ önem düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.20. Depolama süresince asidofiluslu süt örneklerinde belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Bakteri suşu (B)	1	0.00480000	9.60*
Depolama zamanı (D)	2	0.02730000	54.60***
B x D	2	0.00030000	0.60
Hata	6	0.00050000	

* $P < 0.05$ düzeyinde önemli, *** $P < 0.001$ düzeyinde önemli

Asidofiluslu süt örneklerinde belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Bakteri suşu faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre, *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinin ortalama pH değerlerinin, *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinin ortalama pH değerlerinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Aynı çizelgede asidofiluslu süt örneklerinde belirlenen pH değerlerinin depolama boyunca azaldığı, bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P < 0.05$) ve en düşük pH değerinin ise 4°C’de 30 gün depolanan örneklerde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.21. Asidofiluslu süt örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

pH	
Bakteri suşu	
<i>L. acidophilus</i> HOWARU	4.46±0.03 b
<i>L. acidophilus</i> DSM 20079	4.50±0.03 a
Depolama zamanı	
1. gün	4.57±0.01 a
15. gün	4.48±0.01 b
30. gün	4.40±0.02 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

İki farklı *L. acidophilus* suşu kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerleri ve bu değerlerin depolama sırasındaki değişimi Çizelge 4.22’de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda yapılan titrasyon asitliği analizlerinde *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinde belirlenen ortalama titrasyon asitliği değerlerinin %0.93-1.10 arasında; *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinde belirlenen ortalama titrasyon asitliği değerlerinin ise %0.91-1.03 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.22. Asidofiluslu süt örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerleri

Örnek	Depolama zamanı		
	1. gün	15. gün	30. gün
HS	0.93±0.01	1.04±0.02	1.10±0.00
DS	0.91±0.01	0.98±0.00	1.03±0.03

HS: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt, DS: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt

Asidofiluslu süt örneklerinde depolama süresince belirlenen titrasyon asitliği (%) değerleri istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.23’te sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde; asidofiluslu süt örneklerinde belirlenen titrasyon asitliği (%) değerleri üzerine ana varyasyon kaynaklarından bakteri suşunun istatistiksel olarak $P<0.01$ önem düzeyinde, depolama zamanının ise istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.23. Depolama süresince asidofiluslu süt örneklerinde belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Bakteri suşu (B)	1	0.01080000	32.40**
Depolama zamanı (D)	2	0.02243333	67.30***
B x D	2	0.00130000	3.90
Hata	6	0.00033333	

** $P < 0.01$ düzeyinde önemli, *** $P < 0.001$ düzeyinde önemli

Asidofiluslu süt örneklerinde belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.24'te verilmiştir. Bakteri suşu faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerlerinin, *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerlerinden düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca asidofiluslu süt örneklerinde belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerinin depolama süresince arttığı ve bu artışın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) ve en yüksek titrasyon asitliği (%) değerinin ise 4°C'de 30 gün depolanan örneklerde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.24. Asidofiluslu süt örneklerinde depolama süresince belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Titrasyon asitliği (%)
Bakteri suşu	
<i>L. acidophilus</i> HOWARU	1.03±0.03 a
<i>L. acidophilus</i> DSM 20079	0.97±0.02 b
Depolama zamanı	
1. gün	0.92±0.01 c
15. gün	1.03±0.03 b
30. gün	1.07±0.02 a

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Junaid vd (2013) yapmış oldukları çalışmada bufalo sütünden aroma maddeleri de kullanarak asidofiluslu süt üretmişlerdir. Örneklerin titrasyon asitliği değerlerinin depolamanın 1. gününde % 0.80-0.92, pH değerlerinin ise 4.30-4.52 arasında olduğunu belirlemişlerdir. Asidofiluslu süt örneklerinin titrasyon asitliği ve pH değerlerinde ortaya çıkan farklılıkların, üretimde kullanılan sütün kaynağının farklı olmasından ileri geldiği değerlendirilmiştir. Akpınar (2008), yapmış olduğu çalışmada değişik aroma maddeleri kullanarak ürettiği asidofiluslu sütlerde yaptığı analizler sonucunda; örneklerin ortalama pH değerlerini depolamanın 1. gününde pH 4.22, 14. gününde pH 4.06 ve 28. gününde pH 3.95 olarak saptamıştır. Ayrıca depolama süresince belirlenen ortalama titrasyon asitliği değerlerini depolamanın 1. gününde %0.73, 14. gününde %0.77 ve 28. gününde %0.77 olarak tespit etmiştir. Akpınar (2008)'in yapmış olduğu çalışma sonunda elde etmiş olduğu sonuçların, yaptığımız çalışma ile elde edilen sonuçlara benzerlik gösterdiği grlmştir.

4.2. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

4.2.1. Probiyotik dondurma örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları

4.2.1.1. *Lactobacillus acidophilus* sayısı

retiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik dondurma örneklerinde depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen *L. acidophilus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişim Çizelge 4.25'te

görülmektedir. Çizelgede sunulduğu üzere *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik dondurma örneklerinde 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayısının 8.55-8.92 log kob/gr arasında değiştiği; 30 gün süresince depolanan söz konusu örneklerde depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sonrasında belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayısının 6.81-7.63 log kob/gr arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.25. Depolama boyunca *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik dondurma örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr)

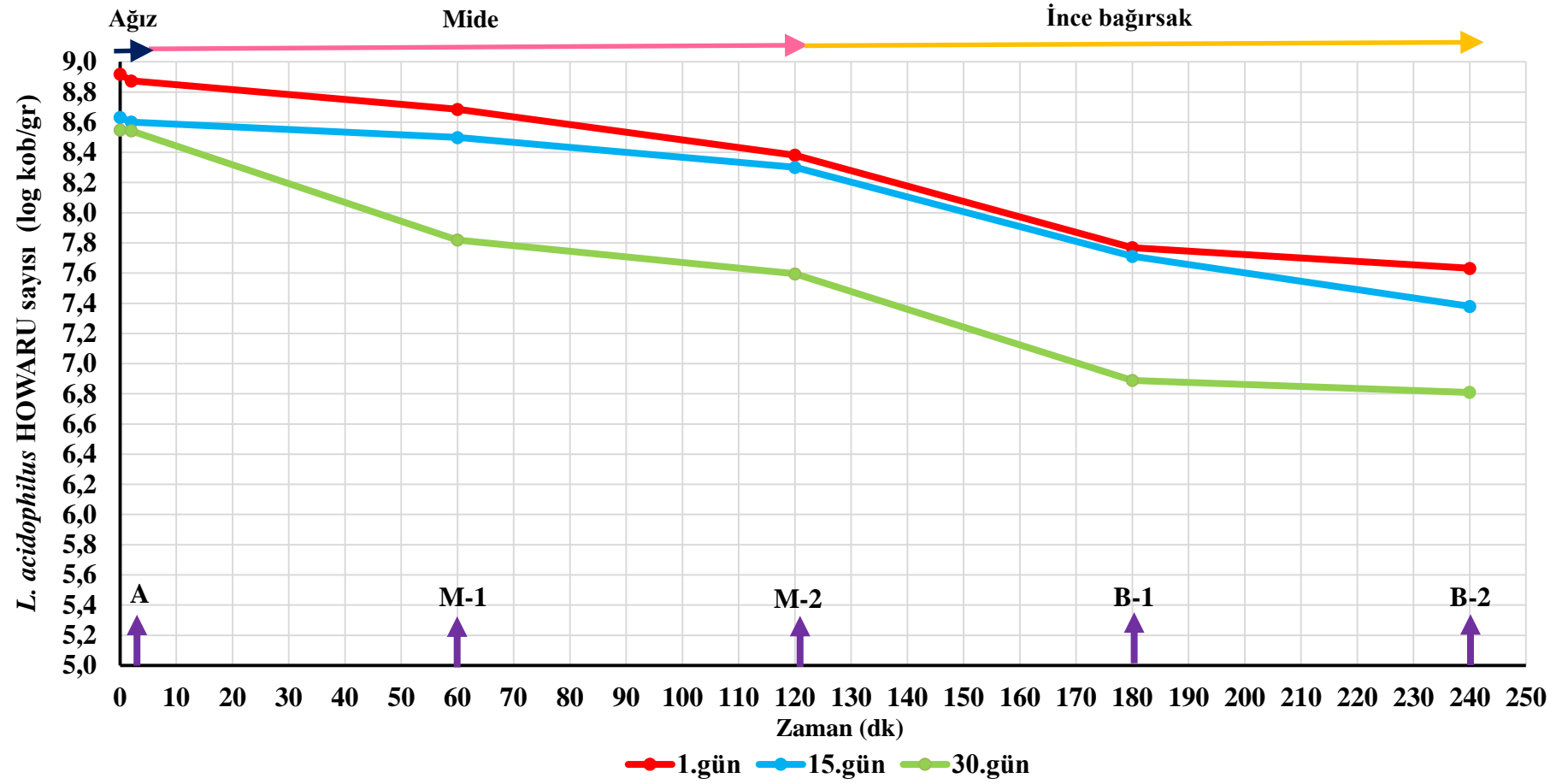
Örnek*	Süre (dk)**	1. gün	15. gün	30. gün
HD	0	8.92±0.04***	8.63±0.03	8.55±0.03
A	2	8.87±0.03	8.60±0.03	8.54±0.04
M-1	60	8.69±0.01	8.50±0.01	7.82±0.03
M-2	120	8.38±0.11	8.30±0.03	7.60±0.04
B-1	180	7.77±0.06	7.71±0.02	6.89±0.02
B-2	240	7.63±0.06	7.38±0.03	6.81±0.02

* HD: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, A:Ağız sonu, M-1:Midede 1. saatin sonu, M-2:Midede 2. saatin sonu, B-1: İnce bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: İnce bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

** Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresi

*** Ortalama değer ± standart sapma

Depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında azalma olduğu saptanmıştır. Depolama periyodu boyunca *L. acidophilus* HOWARU içeren dondurma örneklerinde yapılan sayım sonuçları incelendiğinde; örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında depolamanın 15. gününde depolamanın 1. gününe kıyasla 0.29 log kob/gr (%3.2) azalma, depolamanın 30. gününde ise depolamanın 1. gününe göre 0.37 log kob/gr (%4.1) azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama süresince *L. acidophilus* HOWARU içeren dondurma örneklerinin sayım sonuçları ile dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçerek sindirime uğramış örneklerin sayım sonuçları karşılaştırıldığında; sindirime uğrayan örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında depolamanın 1. gününde 1.29 log kob/gr (%14.4), 15. gününde 1.25 log kob/gr (%14.5), 30. gününde 1.74 log kob/gr (%20.4) azalma olduğu saptanmıştır. *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen dondurma örneği probiyotik bakterinin üründeki bulunabilirliği açısından değerlendirildiğinde, depolama süresince dondurmaların $>10^8$ kob/gr *L. acidophilus* içerdiği belirlenmiştir. *L. acidophilus* HOWARU içeren probiyotik dondurma örneklerinde 30 günlük depolama periyodunda üç farklı zamanda gerçekleştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişimin daha net gösterilebilmesi amacıyla hazırlanan grafik Şekil 4.1'de sunulmuştur.



Şekil 4.1. Depolama boyunca probiyotik dondurma örneklerinde bulunan *L. acidophilus* HOWARU'nun dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr). A:ağız sonu, M-1:midede 1. saatin sonu, M-2:midede 2. saatin sonu, B-1:ince bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: ince bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

L. acidophilus HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik dondurma örneklerine ait *L. acidophilus* sayıları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.26'da sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde ana varyasyon kaynakları gastrointestinal sistem ve depolama zamanı ile gastrointestinal sistem x depolama zamanı interaksyonunun probiyotik dondurma örneklerine ait *L. acidophilus* sayıları üzerine istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.26. Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik dondurma örneklerinde depolama süresince dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi sırasında belirlenen *L. acidophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gastrointestinal sistem (G)	4	2.08977167	1101.81***
Depolama zamanı (D)	2	1.48190333	781.32***
G x D	8	0.05059917	26.68***
Hata	15	0.00189667	

*** $P<0.001$ düzeyinde önemli

L. acidophilus HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik dondurma örneklerinde belirlenen *L. acidophilus* sayılarına ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.27'de verilmiştir. Gastrointestinal sistem faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; *L. acidophilus* sayısının gastrointestinal sistemden geçiş sürecinde azaldığı saptanmış olup, örneklerdeki en düşük *L. acidophilus* sayısı dinamik *in vitro* gastrointestinal modelde ince bağırsakta 2 saat sindirim sonunda belirlenmiştir. Bununla birlikte probiyotik dondurma örneklerindeki ortalama *L. acidophilus* sayısının depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.27. Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik dondurma örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. acidophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	<i>L. acidophilus</i> sayısı (log kob/gr)
Gastrointestinal sistem	
Ağız sonu (A)	8.67±0.07 a
Midede 1. saatin sonu (M-1)	8.34±0.17 b
Midede 2. saatin sonu (M-2)	8.09±0.16 c
İnce bağırsakta 1. saatin sonu (B-1)	7.46±0.18 d
İnce bağırsakta 2. saatin sonu (B-2)	7.27±0.15 e
Depolama zamanı	
1. gün	8.27±0.17 a
15. gün	8.10±0.16 b
30. gün	7.53±0.21 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik dondurma örneklerinde depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen *L. acidophilus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişim Çizelge 4.28’de görülmektedir. Çizelgede sunulduğu üzere *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma örneklerinde 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayısının 8.69-8.87 log kob/gr arasında değiştiği; 30 gün süresince depolanan söz konusu örneklerde depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sonrasında belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayısının 6.86-7.07 log kob/gr arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.28. Depolama boyunca *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma örneklerinde bulunan *L. acidophilus*’un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr)

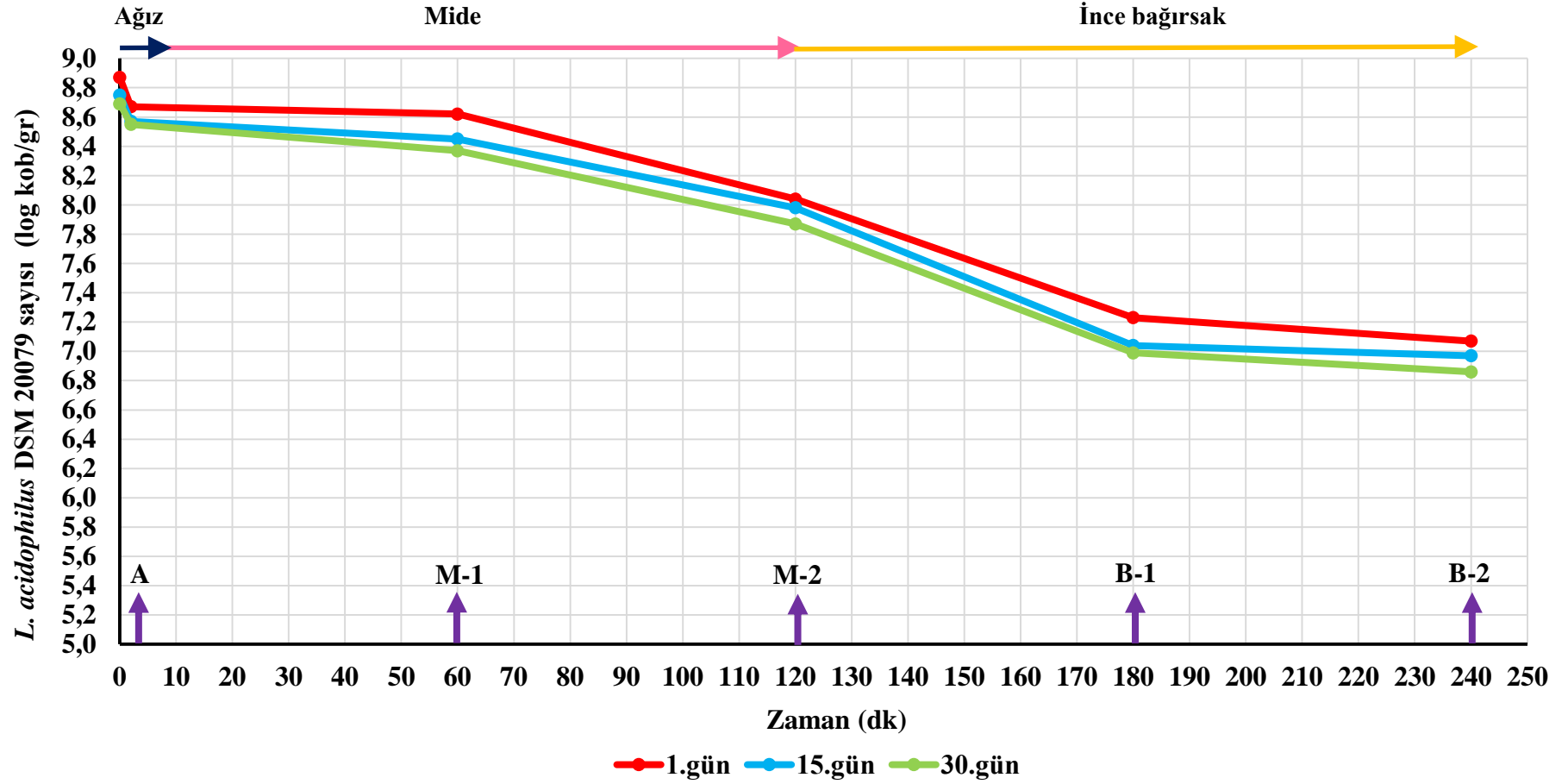
Örnek*	Süre (dk)**	1. gün	15. gün	30. gün
DD	0	8.87±0.03***	8.75±0.03	8.69±0.04
A	2	8.67±0.01	8.57±0.00	8.55±0.01
M-1	60	8.62±0.03	8.45±0.01	8.37±0.04
M-2	120	8.04±0.06	7.98±0.02	7.87±0.03
B-1	180	7.23±0.03	7.04±0.01	6.99±0.04
B-2	240	7.07±0.05	6.97±0.00	6.86±0.04

* DD: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, A: Ağız sonu, M-1: Midede 1. saatin sonu, M-2: Midede 2. saatin sonu, B-1: İnce bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: İnce bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

** Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresi

*** Ortalama değer ± standart sapma

Depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında azalma olduğu saptanmıştır. Depolama periyodu boyunca *L. acidophilus* DSM 20079 içeren dondurma örneklerinde yapılan sayım sonuçları incelendiğinde; örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında depolamanın 15. gününde depolamanın 1. gününe kıyasla 0.12 log kob/gr (%1.4), depolamanın 30. gününde ise depolamanın 1. gününe göre 0.18 log kob/gr (%2.0) azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama süresince *L. acidophilus* DSM 20079 içeren dondurma örneklerinin sayım sonuçları ile dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçerek sindirime uğramış örneklerin sayım sonuçları karşılaştırıldığında; sindirime uğrayan örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında depolamanın 1. gününde 1.80 log kob/gr (% 20.3), 15. gününde 1.78 log kob/gr (%20.4) ve 30. gününde 1.83 log kob/gr (%21.0) azalma olduğu saptanmıştır. *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen dondurma örneği probiyotik bakterinin ürünlerdeki bulunabilirliği açısından değerlendirildiğinde, depolama süresince dondurmaların $>10^8$ kob/gr *L. acidophilus* içerdiği belirlenmiştir. *L. acidophilus* DSM 20079 içeren probiyotik dondurma örneklerinde 30 günlük depolama periyodunda üç farklı zamanda gerçekleştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişimin daha net gösterilebilmesi amacıyla hazırlanan grafik Şekil 4.2’de sunulmuştur.



Şekil 4.2. Depolama boyunca probiyotik dondurma örneklerinde bulunan *L. acidophilus* DSM 20079'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr). A:ağız sonu, M-1:midede 1. saatin sonu, M-2:midede 2. saatin sonu, B-1: ince bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: ince bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

L. acidophilus DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma örneklerine ait *L. acidophilus* sayıları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.29'da sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde ana varyasyon kaynakları gastrointestinal sistem ve depolama zamanının probiyotik dondurma örneklerine ait *L. acidophilus* DSM 20079 sayıları üzerine istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde, gastrointestinal sistem x depolama zamanı interaksyonunun ise probiyotik dondurma örneklerine ait *L. acidophilus* sayıları üzerine istatistiksel olarak $P<0.05$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.29. Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik dondurma örneklerinde depolama süresince dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen *L. acidophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gastrointestinal sistem (G)	4	3.48372167	4035.20***
Depolama zamanı (D)	2	0.09993000	115.75***
G x D	8	0.00259667	3.01*
Hata	15	0.00086333	

* $P<0.05$ düzeyinde önemli, *** $P<0.001$ düzeyinde önemli

L. acidophilus DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma örneklerinde belirlenen *L. acidophilus* sayılarına ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir. Gastrointestinal sistem faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; *L. acidophilus* sayısının gastrointestinal sistemden geçiş sürecinde azaldığı saptanmış olup, örneklerdeki en düşük *L. acidophilus* sayısı dinamik *in vitro* gastrointestinal modelde ince bağırsakta 2 saat sindirim sonunda belirlenmiştir. Bununla birlikte probiyotik dondurma örneklerindeki ortalama *L. acidophilus* sayısının depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.30. Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik dondurma örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. acidophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	<i>L. acidophilus</i> sayısı (log kob/gr)
Gastrointestinal sistem	
Ağız sonu (A)	8.60±0.02 a
Midede 1. saatin sonu (M-1)	8.48±0.05 b
Midede 2. saatin sonu (M-2)	7.96±0.03 c
İnce bağırsakta 1. saatin sonu (B-1)	7.09±0.05 d
İnce bağırsakta 2. saatin sonu (B-2)	6.97±0.04 e
Depolama zamanı	
1. gün	7.93±0.02 a
15. gün	7.80±0.23 b
30. gün	7.73±0.23 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Tharani (2012), *L. acidophilus* La-5 kullanarak ürettiği dondurma örneğini insan mide simülöründe (HGS) (Bkz. Şekil 2.9) 2 saat boyunca sindirim işlemine maruz bırakarak probiyotik bakteri canlılığını takip etmiştir. Başlangıçta 7.89 log kob/gr *L. acidophilus* La-5 içeren dondurma örneklerindeki probiyotik bakteri sayısı, sindirim işleminin 30. dakikasında 6.57 log kob/gr, 60. dakikasında 5.71 log kob/gr ve 120. dakikasında 3.76 log kob/gr olarak tespit edilmiştir. 2 saatlik sindirim sonrasında probiyotik bakteri sayısında başlangıca göre 4.13 log kob/gr'lık bir azalma olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada dondurma üretiminde kullanılan *L. acidophilus* suşu ve denemelerde kullanılan insan mide simülörü bizim çalışmamızdan farklı olmakla birlikte, her iki çalışma sonucunda da benzer sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

4.2.2. Probiyotik yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları

4.2.2.1. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı

Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişim Çizelge 4.31'de görülmektedir. Çizelgede sunulduğu üzere *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda belirlenen ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının 6.87-7.93 log kob/gr arasında değiştiği; 30 gün süresince depolanan söz konusu örneklerde depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sonrasında belirlenen ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının 2.92-3.70 log kob/gr arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.31. Depolama boyunca *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr)

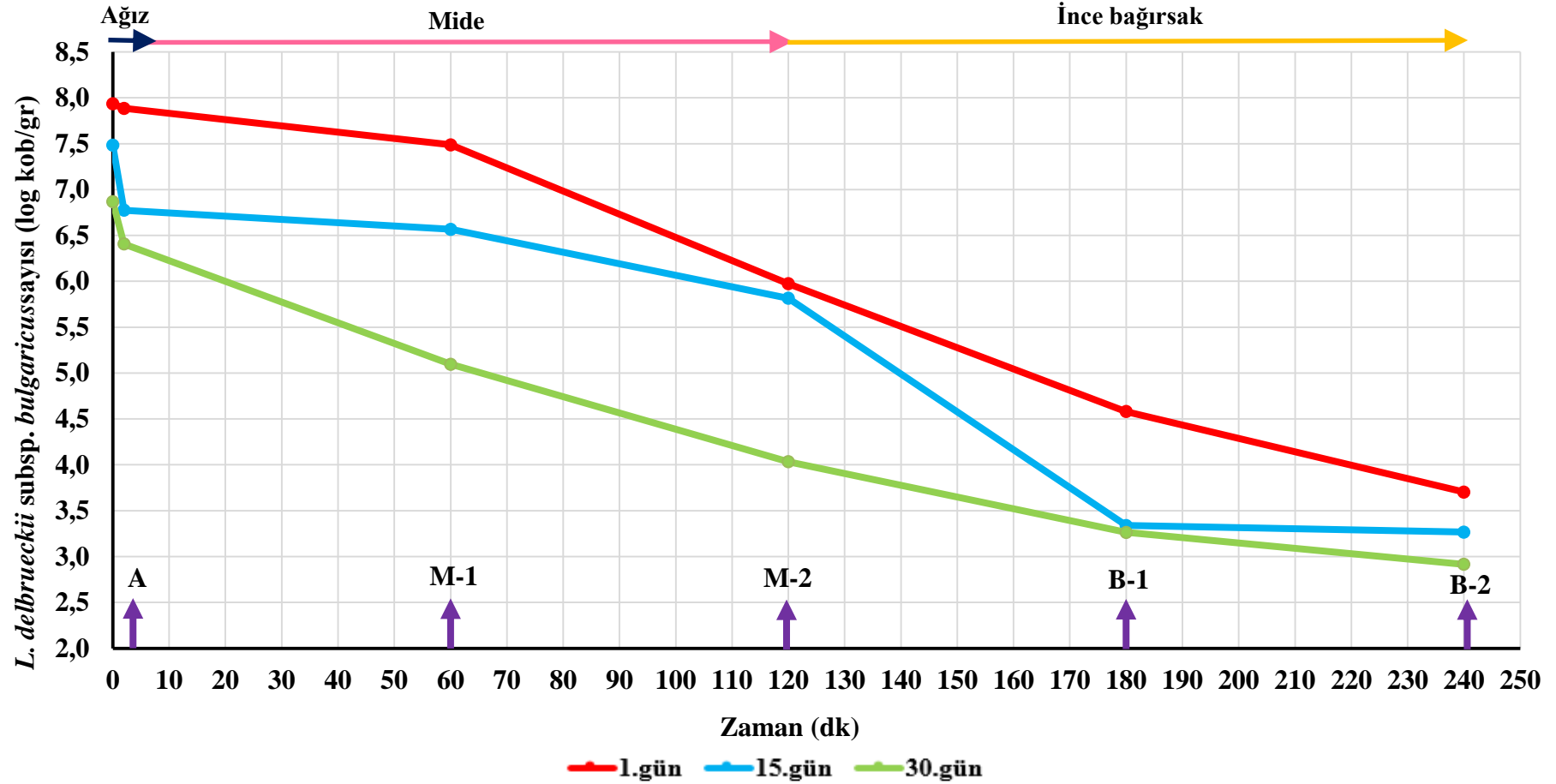
Örnek*	Süre (dk)**	1. gün	15. gün	30. gün
HY	0	7.93±0.01***	7.48±0.04	6.87±0.02
A	2	7.89±0.04	6.77±0.04	6.41±0.01
M-1	60	7.49±0.07	6.57±0.05	5.10±0.02
M-2	120	5.97±0.03	5.82±0.04	4.03±0.11
B-1	180	4.58±0.02	3.34±0.15	3.26±0.06
B-2	240	3.70±0.24	3.27±0.02	2.92±0.03

* HY: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, A:Ağız sonu, M-1:Midede 1. saatin sonu, M-2:Midede 2. saatin sonu, B-1: İnce bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: İnce bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

** Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresi

*** Ortalama değer ± standart sapma

Depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince örneklerdeki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısında azalma olduğu saptanmıştır. Depolama periyodu boyunca *L. acidophilus* HOWARU içeren yoğurt örneklerinde yapılan sayım sonuçları incelendiğinde; örneklerdeki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısında depolamanın 15. gününde depolamanın 1. gününe kıyasla 0.45 log kob/gr (%5.7), depolamanın 30. gününde ise depolamanın 1. gününe göre 1.07 log kob/gr (%13.4) azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama süresince *L. acidophilus* HOWARU içeren yoğurt örneklerinin sayım sonuçları ile dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçerek sindirime uğramış örneklerin sayım sonuçları karşılaştırıldığında; sindirime uğrayan örneklerdeki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısında depolamanın 1. gününde 4.23 log kob/gr (% 53.3), 15. gününde 4.22 log kob/gr (%56.4) ve 30. gününde 3.95 log kob/gr (%57.6) azalma olduğu saptanmıştır. *L. acidophilus* HOWARU içeren probiyotik yoğurt örneklerinde 30 günlük depolama periyodunda üç farklı zamanda gerçekleştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişimin daha net gösterilebilmesi amacıyla hazırlanan grafik Şekil 4.3'te sunulmuştur.



Şekil 4.3. Depolama boyunca *L. acidophilus* HOWARU ile üretilmiş probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr). A:ağız sonu, M-1:midede 1. saatin sonu, M-2:midede 2. saatin sonu, B-1: ince bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: ince bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

L. acidophilus HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerine ait *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.32’de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde ana varyasyon kaynakları gastrointestinal sistem ve depolama zamanı ile gastrointestinal sistem x depolama zamanı interaksiyonunun probiyotik dondurma örneklerine ait *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları üzerine istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.32. Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gastrointestinal sistem (G)	4	15.73629500	2048.11***
Depolama zamanı (D)	2	6.26612333	815.55***
G x D	8	0.39020250	50.79***
Hata	15	0.00768333	

*** $P<0.001$ düzeyinde önemli

L. acidophilus HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarına ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.33’te verilmiştir. Gastrointestinal sistem faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının gastrointestinal sistemden geçiş sürecinde azaldığı saptanmış olup, örneklerdeki en düşük *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı dinamik *in vitro* gastrointestinal modelde ince bağırsakta 2 saat sindirim sonunda belirlenmiştir. Bununla birlikte probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.33. Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayısı (log kob/gr)	
Gastrointestinal sistem	
Ağız sonu (A)	7.02±2.28 a
Midede 1. saatin sonu (M-1)	6.38±0.44 b
Midede 2. saatin sonu (M-2)	5.27±0.39 c
İnce bağırsakta 1. saatin sonu (B-1)	3.73±0.27 d
İnce bağırsakta 2. saatin sonu (B-2)	3.30±0.15 e
Depolama zamanı	
1. gün	5.93±0.54 a
15. gün	5.15±0.51 b
30. gün	4.34±0.42 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişim Çizelge 4.34'te görülmektedir. Çizelgede sunulduğu üzere *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda belirlenen ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının 6.48-7.89 log kob/gr arasında değiştiği; 30 gün süresince depolanan söz konusu örneklerde depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sonrasında belirlenen ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının 2.92-4.14 log kob/gr arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.34. Depolama boyunca *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr)

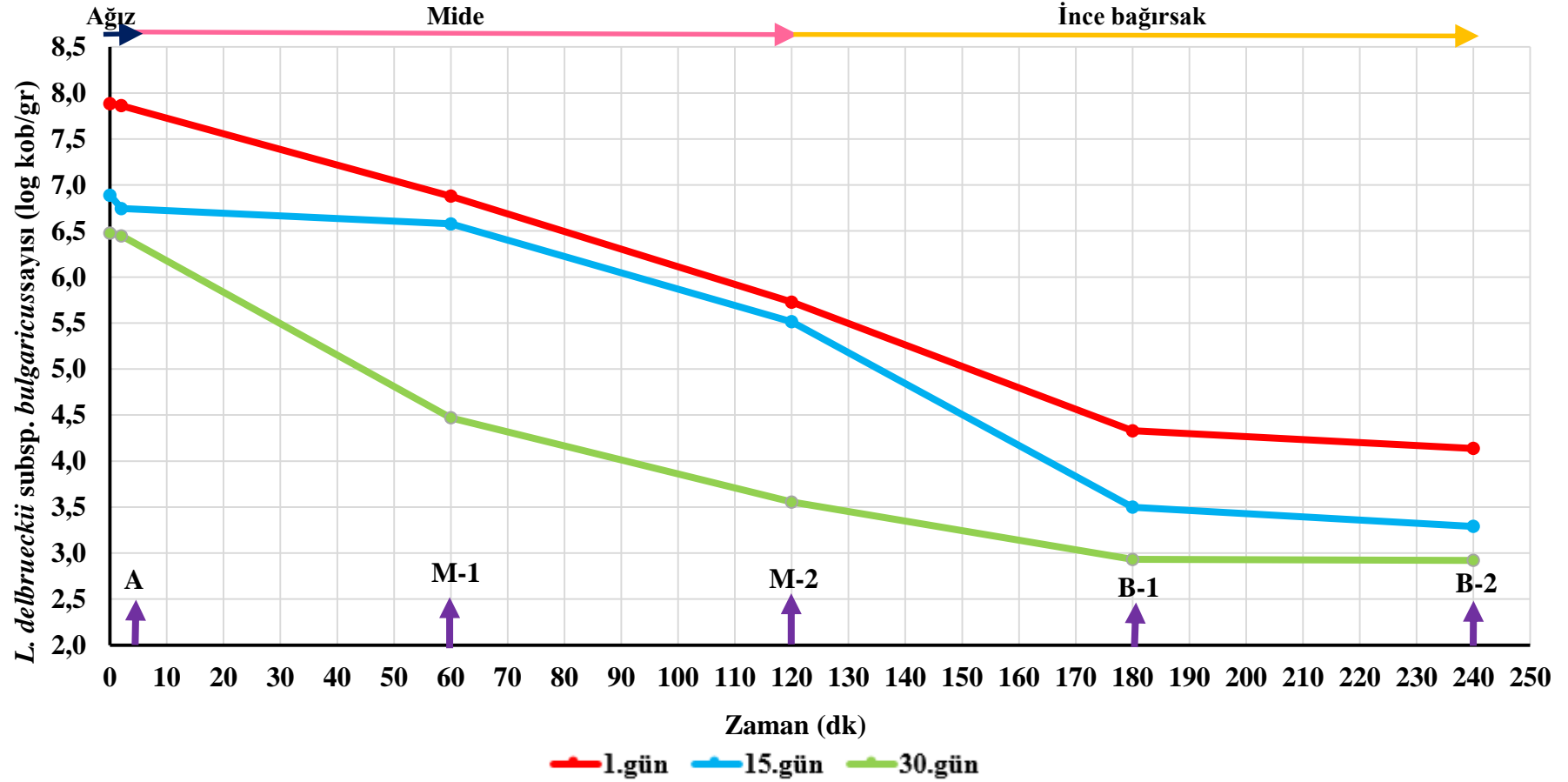
Örnek*	Süre (dk)**	1. gün	15. gün	30. gün
DY	0	7.89±0.05***	6.89±0.00	6.48±0.02
A	2	7.86±0.04	6.74±0.01	6.45±0.02
M-1	60	6.88±0.00	6.58±0.01	4.47±0.15
M-2	120	5.73±0.02	5.51±0.09	3.56±0.03
B-1	180	4.33±0.02	3.50±0.00	2.93±0.03
B-2	240	4.14±0.06	3.29±0.02	2.92±0.00

* DY: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, A:Ağız sonu, M-1:Midede 1. saatin sonu, M-2:Midede 2. saatin sonu, B-1: İnce bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: İnce bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

** Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresi

*** Ortalama değer ± standart sapma

Depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş suresince örneklerdeki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısında azalma olduğu saptanmıştır. Depolama periyodunda *L. acidophilus* DSM 20079 içeren yoğurt örneklerinde yapılan sayım sonuçları incelendiğinde; örneklerdeki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısında depolamanın 15. gününde depolamanın 1. gününe kıyasla 1.14 log kob/gr (%14.5), depolamanın 30. gününde ise depolamanın 1. gününe göre 1.41 log kob/gr (%17.9) azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama suresince *L. acidophilus* DSM 20079 içeren yoğurt örneklerinin sayım sonuçları ile dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçerek sindirime uğramış örneklerin sayım sonuçları karşılaştırıldığında; sindirime uğrayan örneklerdeki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısında depolamanın 1. gününde 3.75 log kob/gr (% 47.5), 15. gününde 3.45 log kob/gr (%51.2) ve 30. gününde 3.56 log kob/gr (%54.9) azalma olduğu saptanmıştır. *L. acidophilus* DSM 20079 içeren probiyotik yoğurt örneklerinde 30 günlük depolama periyodunda üç farklı zamanda gerçekleştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş suresince belirlenen ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişimin daha net gösterilebilmesi amacıyla hazırlanan grafik Şekil 4.4'te sunulmuştur.



Şekil 4.4. Depolama boyunca *L. acidophilus* DSM 20079 ile üretilmiş probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr). A:ağız sonu, M-1:midede 1. saatin sonu, M-2:midede 2. saatin sonu, B-1: ince bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: ince bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

L. acidophilus DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerine ait *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.35'te verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde ana varyasyon kaynakları gastrointestinal sistem ve depolama zamanı ile gastrointestinal sistem x depolama zamanı interaksiyonunun probiyotik yoğurt örneklerine ait *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları üzerine istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.35. Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gastrointestinal sistem (G)	4	14.13751333	5097.66***
Depolama zamanı (D)	2	7.56377333	2727.32***
G x D	8	0.41119833	148.27***
Hata	15	0.00277333	

*** $P<0.001$ düzeyinde önemli

L. acidophilus DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarına ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir. Gastrointestinal sistem faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının gastrointestinal sistemden geçiş sürecinde azaldığı saptanmış olup, örneklerdeki en düşük *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı dinamik *in vitro* gastrointestinal modelde ince bağırsakta 2 saat sindirim sonunda belirlenmiştir. Bununla birlikte probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.36. Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayısı (log kob/gr)	
Gastrointestinal sistem	
Ağız sonu (A)	7.02±0.27 a
Midede 1. saatin sonu (M-1)	5.98±0.48 b
Midede 2. saatin sonu (M-2)	4.93±0.44 c
İnce bağırsakta 1. saatin sonu (B-1)	3.59±0.26 d
İnce bağırsakta 2. saatin sonu (B-2)	3.45±0.23 e
Depolama zamanı	
1. gün	5.79±0.48 a
15. gün	5.13±0.49 b
30. gün	4.06±0.44 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

4.2.2.2. *Streptococcus thermophilus* sayısı

Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen *S. thermophilus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişim Çizelge 4.37’de görülmektedir. Çizelgede sunulduğu üzere *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda belirlenen ortalama *S. thermophilus* sayısının 8.57-8.87 log kob/gr arasında değiştiği saptanmıştır. 30 gün süresince depolanan söz konusu örneklerde depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sonrasında *S. thermophilus* tespit edilememiştir.

Çizelge 4.37. Depolama boyunca *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *S. thermophilus*’un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr)

Örnek*	Süre (dk)**	1. gün	15. gün	30. gün
HY	0	8.87±0.02***	8.72±0.02	8.57±0.04
A	2	8.75±0.06	8.71±0.05	8.38±0.03
M-1	60	8.11±0.04	7.55±0.01	5.55±0.02
M-2	120	4.44±0.01	3.60±0.03	3.18±0.01
B-1	180	t.e****	t.e	t.e
B-2	240	t.e	t.e	t.e

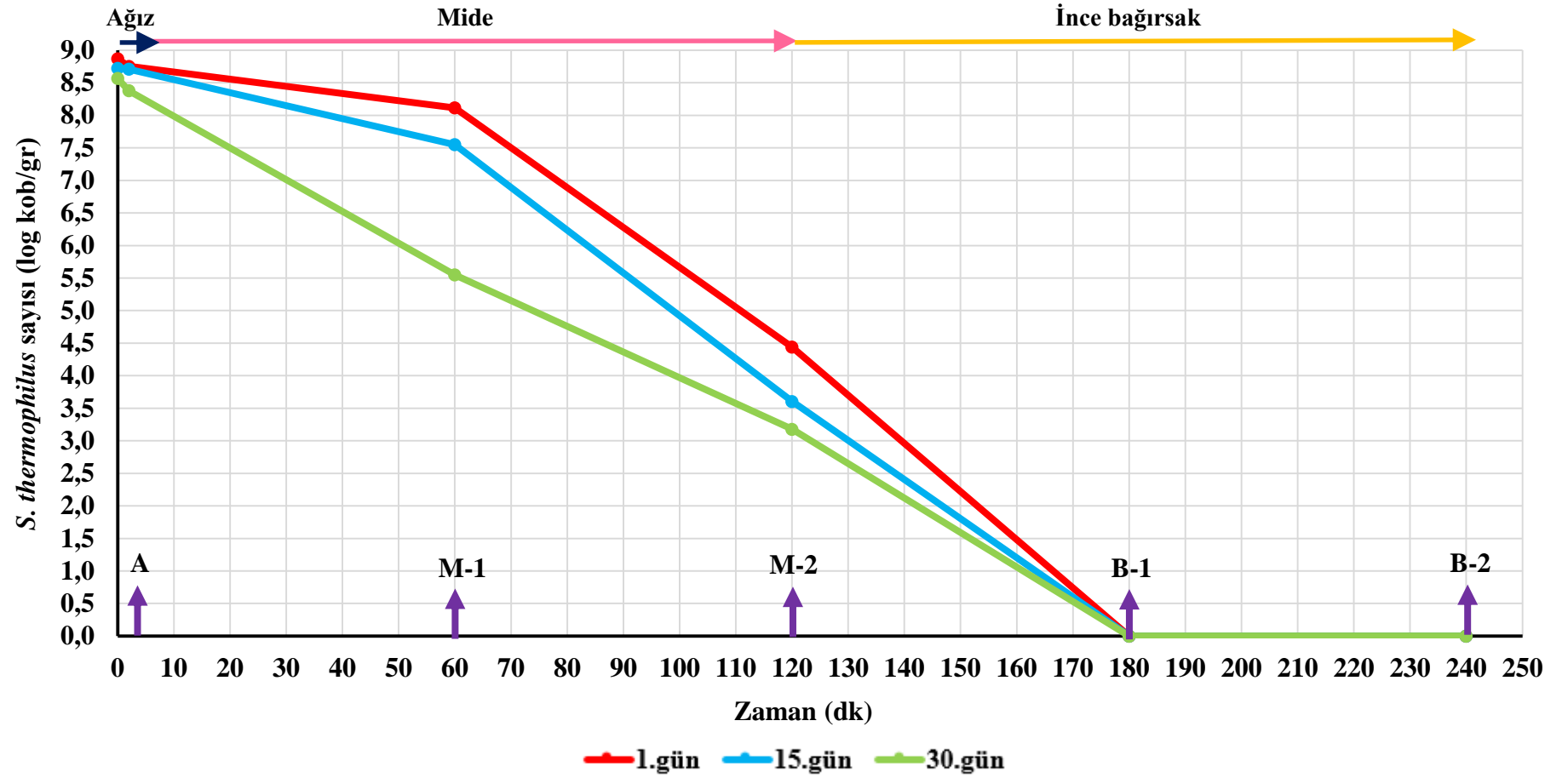
* HY: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, A:Ağız sonu, M-1:Midede 1. saatin sonu, M-2:Midede 2. saatin sonu, B-1: İnce bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: İnce bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

** Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresi

*** Ortalama değer ± standart sapma

**** t.e.: Örneklerde *S. thermophilus* tespit edilemedi.

Depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş suresince örneklerdeki *S. thermophilus* sayısında azalma olduğu saptanmıştır. Depolama periyodunda *L. acidophilus* HOWARU içeren yoğurt örneklerinde yapılan sayım sonuçları incelendiğinde; örneklerdeki *S. thermophilus* sayısında depolamanın 15. gününde depolamanın 1. gününe kıyasla 0.15 log kob/gr (%1.6), depolamanın 30. gününde ise depolamanın 1. gününe göre 0.49 log kob/gr (%5.5) azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama suresince *L. acidophilus* HOWARU içeren yoğurt örneklerinin sayım sonuçları ile dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçerek sindirime uğramış örneklerin sayım sonuçları karşılaştırıldığında; sindirime uğrayan örneklerdeki *S. thermophilus* sayısında depolamanın 1. gününde 8.87 log kob/gr (%100.0), 15. gününde 8.72 log kob/gr (%100.0) ve 30. gününde 8.38 log kob/gr (%100.0) azalma olduğu saptanmıştır. *L. acidophilus* HOWARU içeren probiyotik yoğurt örneklerinde 30 günlük depolama periyodunda üç farklı zamanda gerçekleştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş suresince belirlenen ortalama *S. thermophilus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişimin daha net gösterilebilmesi amacıyla hazırlanan grafik Şekil 4.5'te sunulmuştur.



Şekil 4.5. Depolama boyunca *L. acidophilus* HOWARU ile üretilmiş probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *S.thermophilus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr). A:ağız sonu, M-1:midede 1. saatin sonu, M-2:midede 2. saatin sonu, B-1: ince bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: ince bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

L. acidophilus HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerine ait *S. thermophilus* sayıları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.38’de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde ana varyasyon kaynakları gastrointestinal sistem ve depolama zamanı ile gastrointestinal sistem x depolama zamanı interaksiyonunun probiyotik yoğurt örneklerine ait *S. thermophilus* sayıları üzerine istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.38. Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen *S. thermophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gastrointestinal sistem (G)	4	94.1021050	112473***
Depolama zamanı (D)	2	1.8212033	2176.74***
G x D	8	0.6793200	811.94***
Hata	15	0.0008367	

*** $P<0.001$ düzeyinde önemli

L. acidophilus HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen *S. thermophilus* sayılarına ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.39’da verilmiştir. Gastrointestinal sistem faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; *S. thermophilus* sayısının gastrointestinal sistemden geçiş sürecinde azaldığı saptanmış olup, bununla birlikte ince bağırsakta 1. saatin sonunda örneklerde elde edilen ortalama *S. thermophilus* sayısı ile ince bağırsakta 2. saatin sonunda elde edilen ortalama *S. thermophilus* sayısı arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Ayrıca probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *S. thermophilus* sayısının depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.39. Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen *S. thermophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

<i>S. thermophilus</i> sayısı (log kob/gr)	
Gastrointestinal sistem	
Ağız sonu (A)	8.62±0.08 a
Midede 1. saatin sonu (M-1)	7.07±0.49 b
Midede 2. saatin sonu (M-2)	3.74±0.23 c
İnce bağırsakta 1. saatin sonu (B-1)	0.00±0.00 d
İnce bağırsakta 2. saatin sonu (B-2)	0.00±0.00 d
Depolama zamanı	
1. gün	4.26±1.26 a
15. gün	3.97±1.22 b
30. gün	3.42±1.08 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen *S. thermophilus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişim Çizelge 4.40'da görülmektedir. Çizelgede sunulduğu üzere *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda belirlenen ortalama *S. thermophilus* sayısının 8.64-8.93 log kob/gr arasında değiştiği saptanmıştır. 30 gün süresince depolanan söz konusu örneklerde depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sonrasında *S. thermophilus* tespit edilememiştir.

Çizelge 4.40. Depolama boyunca *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *S. thermophilus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr)

Örnek*	Süre (dk)**	1. gün	15. gün	30. gün
DY	0	8.93±0.05***	8.91±0.03	8.64±0.05
A	2	8.92±0.07	8.84±0.06	8.61±0.14
M-1	60	7.92±0.01	7.22±0.06	5.26±0.02
M-2	120	2.85±0.19	2.62±0.02	2.50±0.02
B-1	180	t.e****	t.e	t.e
B-2	240	t.e	t.e	t.e

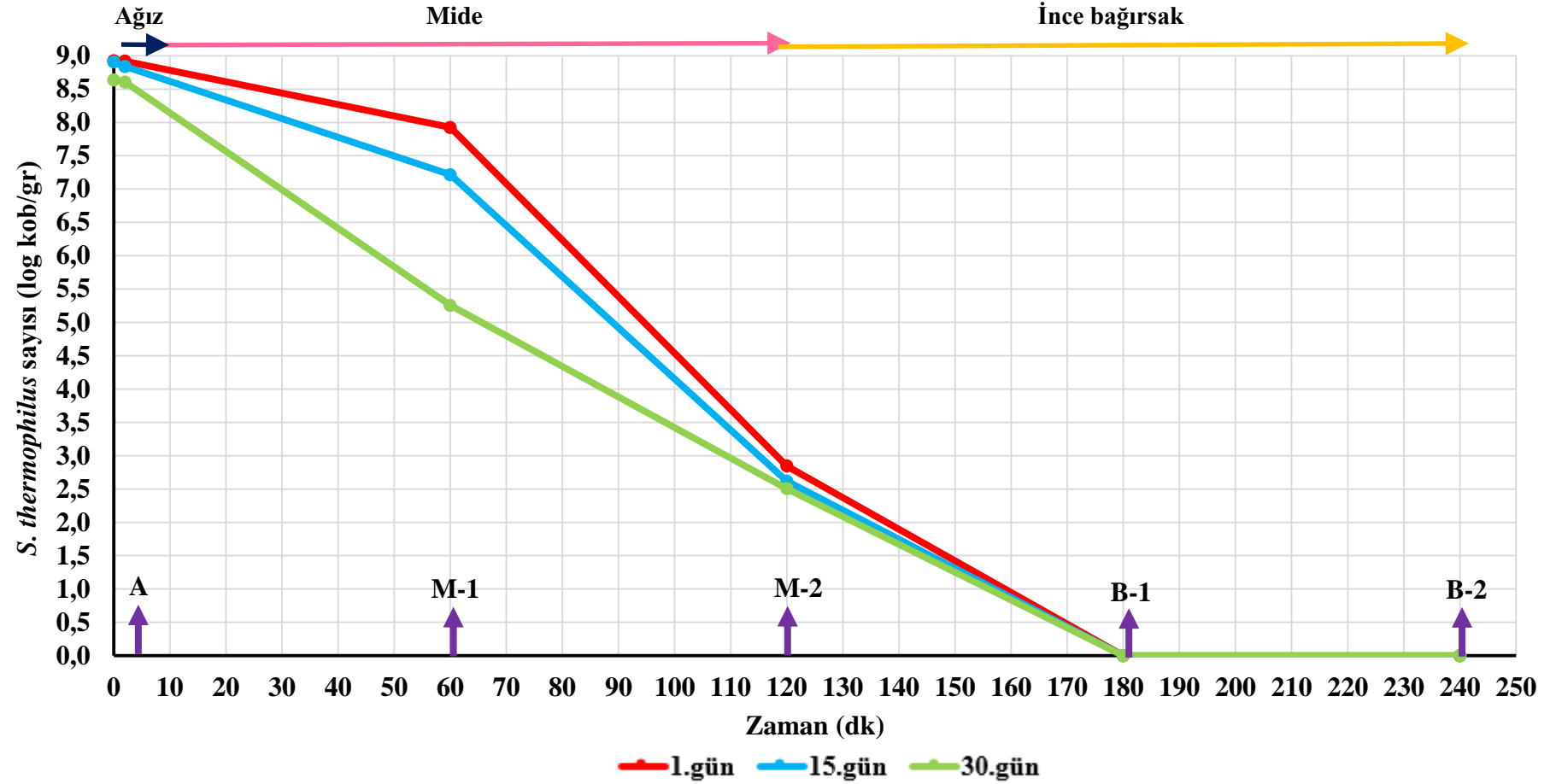
* DY: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, A:Ağız sonu, M-1:Midede 1. saatin sonu, M-2:Midede 2. saatin sonu, B-1: İnce bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: İnce bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

** Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresi

*** Ortalama değer ± standart sapma

**** t.e.: Örneklerde *S. thermophilus* tespit edilemedi.

Depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş suresince örneklerdeki *S. thermophilus* sayısında azalma olduğu saptanmıştır. Depolama periyodunda *L. acidophilus* DSM 20079 içeren yoğurt örneklerinde yapılan sayım sonuçları incelendiğinde; örneklerdeki *S. thermophilus* sayısında depolamanın 15. gününde depolamanın 1. gününe kıyasla 0.02 log kob/gr (%0.2), depolamanın 30. gününde ise depolamanın 1. gününe göre 0.29 log kob/gr (%3.2) azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama suresince *L. acidophilus* DSM 20079 içeren yoğurt örneklerinin sayım sonuçları ile dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçip sindirime uğramış örneklerin sayım sonuçları karşılaştırıldığında; sindirime uğrayan örneklerdeki *S. thermophilus* sayısında depolamanın 1. gününde 8.93 log kob/gr (%100.0), 15. gününde 8.91 log kob/gr (%100.0) ve 30. gününde 8.64 log kob/gr (%100.0) azalma olduğu saptanmıştır. *L. acidophilus* DSM 20079 içeren probiyotik yoğurt örneklerinde 30 günlük depolama periyodunda üç farklı zamanda gerçekleştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş suresince belirlenen ortalama *S. thermophilus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişimin daha net gösterilebilmesi amacıyla hazırlanan grafik Şekil 4.6'da sunulmuştur.



Şekil 4.6. Depolama boyunca *L. acidophilus* DSM 20079 ile üretilmiş probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *S. thermophilus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr). A:ağız sonu, M-1:midede 1. saatin sonu, M-2:midede 2. saatin sonu, B-1: ince bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: ince bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

L. acidophilus DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerine ait *S. thermophilus* sayıları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.41’de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde ana varyasyon kaynakları gastrointestinal sistem ve depolama zamanı ile gastrointestinal sistem x depolama zamanı interaksiyonunun probiyotik yoğurt örneklerine ait *S. thermophilus* sayıları üzerine istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.41. Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen *S. thermophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gastrointestinal sistem (G)	4	95.9607133	21612.8***
Depolama zamanı (D)	2	1.1606033	261.40***
G x D	8	0.6955908	156.66***
Hata	15	0.0044400	

*** $P<0.001$ düzeyinde önemli

L. acidophilus DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen *S. thermophilus* sayılarına ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.42’de verilmiştir. Gastrointestinal sistem faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; *S. thermophilus* sayısının gastrointestinal sistemden geçiş sürecinde azaldığı saptanmış olup, bununla birlikte ince bağırsakta 1. saatin sonunda örneklerde elde edilen ortalama *S. thermophilus* sayısı ile ince bağırsakta 2. saatin sonunda elde edilen ortalama *S. thermophilus* sayısı arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Ayrıca probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *S. thermophilus* sayısının depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.42. Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen *S. thermophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	<i>S. thermophilus</i> sayısı (log kob/gr)
Gastrointestinal sistem	
Ağız sonu (A)	8.79±0.07 a
Midede 1. saatin sonu (M-1)	6.80±0.51 b
Midede 2. saatin sonu (M-2)	2.66±0.07 c
İnce bağırsakta 1. saatin sonu (B-1)	0.00±0.00 d
İnce bağırsakta 2. saatin sonu (B-2)	0.00±0.00 d
Depolama zamanı	
1. gün	3.94±1.27 a
15. gün	3.74±1.22 b
30. gün	3.27±1.10 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

Marteau vd (1997), geliştirmiş oldukları dinamik çok bölmeli gastrointestinal modeli (TIM) (Bkz. Şekil 2.5) valide etmek amacıyla bir çalışma yapmışlar ve söz konusu modelde laktik asit bakterilerinin canlılığını takip etmişlerdir. Bu amaçla *B. bifidum* ve *L. acidophilus* kullanılarak üretilen fermente süt ürünü ile *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* LB9 ve *S. thermophilus* ST20 kullanılarak üretilen yoğurt örneği kullanılmıştır. Mide ve ince bağırsağın boşaltılması bilgisayar kontrollü pompa vanaları vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir. Mide bölmesinde sindirim devam ederken kimüsün kademeli olarak ince bağırsağa geçmesi sağlanmıştır (yarılanma süresi 70 dakika). Araştırmacılar söz konusu modelde mide bölmesinde 0., 20., 40., 70., 106., 127., ve 180. dakikalarda örnek olarak bakteri sayımı yapmışlardır. İnce bağırsak bölmesinde de 0., 20., 40., 70., 106., 127., ve 180. dakikalarda örnek olarak bakteri sayımı yapılmıştır. Mide bölmesinin başlangıcında *L. acidophilus* sayısı 3.6×10^6 kob/ml, *B. bifidum* sayısı 2.2×10^7 kob/ml, *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayısı 7.8×10^7 kob/ml ve *S. thermophilus* sayısı 2.1×10^8 kob/ml olarak belirlenmiştir. Midede 40 dk'lık sindirim sonrasında yoğurttaki canlı kalan *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* sayısının, fermente süt ürünüde canlı kalan *L. acidophilus* ve *B. bifidum* sayısına göre önemli ölçüde düşük olduğu tespit edilmiştir. 70. dakikada *S. thermophilus*, 110. dakikada *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* canlı sayısının %1'in altına düştüğü gözlemlenmiştir. Midede 120 dakika sindirim sonrasında *L. acidophilus* ve *B. bifidum* bakterilerinin %40'ından fazlasının canlı kaldığı saptanmıştır. Mide bölmesinden ince bağırsak bölmesine canlı olarak geçen *S. thermophilus* (%12) ve *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*'un (%26), *L. acidophilus* (%64) ve *B. bifidum*'a (%67) göre önemli ölçüde daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada fermente süt ve yoğurt üretiminde kullanılan bakteri suşları ile denemelerde kullanılan dinamik çok bölmeli gastrointestinal model bizim çalışmamızdan farklı olmakla birlikte, her iki çalışma sonucunda da benzer sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

4.2.2.3. *Lactobacillus acidophilus* sayısı

Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen *L. acidophilus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişim Çizelge 4.43'te görülmektedir. Çizelgede sunulduğu üzere *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayısının 8.62-8.66 log kob/gr arasında değiştiği; 30 gün süresince depolanan söz konusu örneklerde depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sonrasında belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayısının 6.00-6.85 log kob/gr arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.43. Depolama boyunca *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr)

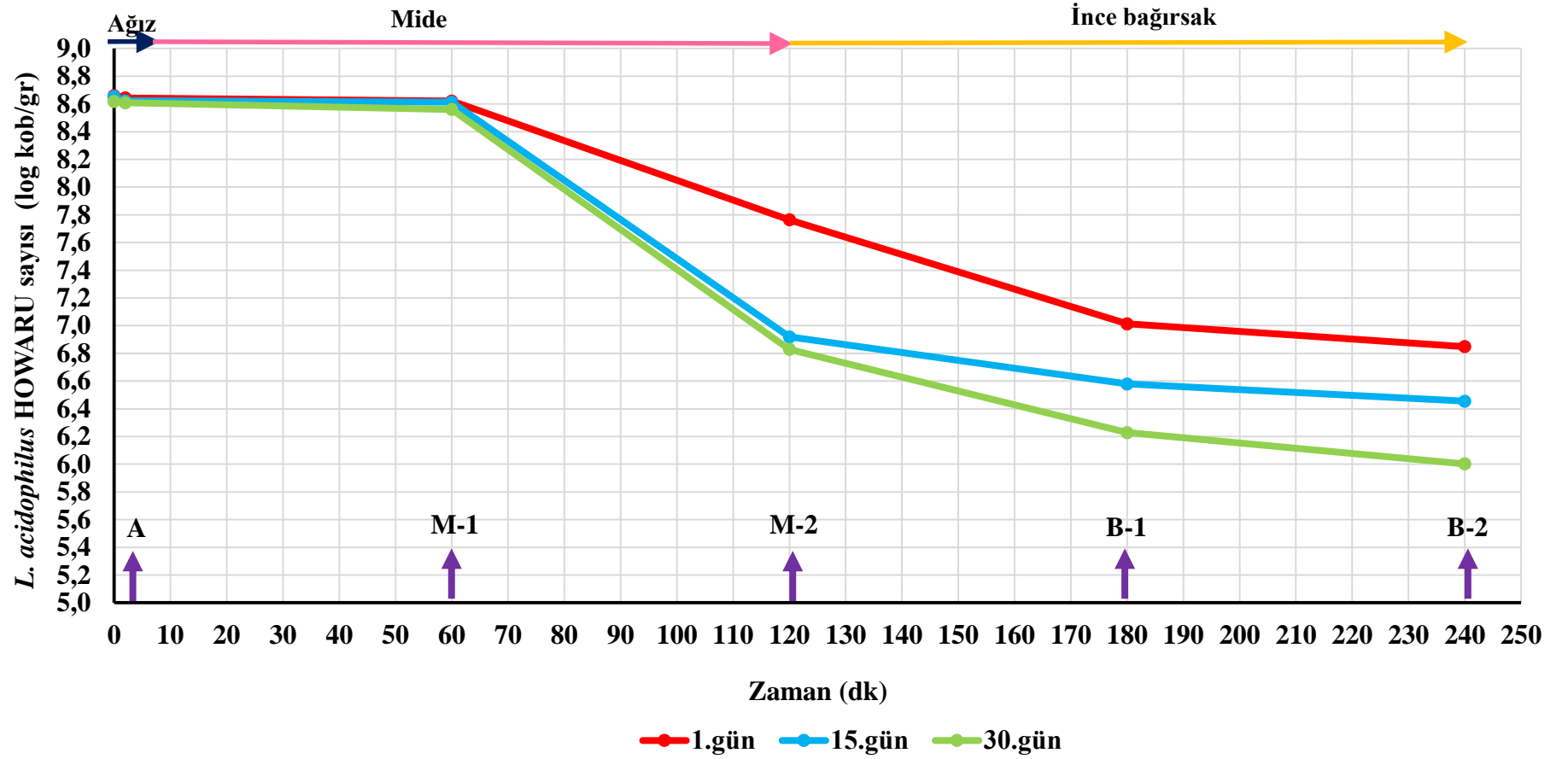
Örnek*	Süre (dk)**	1. gün	15. gün	30. gün
HY	0	8.66±0.00***	8.65±0.02	8.62±0.02
A	2	8.64±0.01	8.62±0.03	8.61±0.03
M-1	60	8.62±0.01	8.61±0.01	8.56±0.06
M-2	120	7.76±0.01	6.92±0.02	6.83±0.02
B-1	180	7.01±0.02	6.58±0.01	6.23±0.09
B-2	240	6.85±0.01	6.46±0.02	6.00±0.07

* HY: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, A:Ağız sonu, M-1:Midede 1. saatin sonu, M-2:Midede 2. saatin sonu, B-1: İnce bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: İnce bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

** Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresi

*** Ortalama değer ± standart sapma

Depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında azalma olduğu saptanmıştır. Depolama periyodu boyunca *L. acidophilus* HOWARU içeren yoğurt örneklerinde yapılan sayım sonuçları incelendiğinde; örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında depolamanın 15. gününde depolamanın 1. gününe kıyasla 0.01 log kob/gr (%0.1), depolamanın 30. gününde ise depolamanın 1. gününe göre 0.04 log kob/gr (%0.5) azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama periyodu boyunca *L. acidophilus* HOWARU içeren yoğurt örneklerinin sayım sonuçları ile dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçerek sindirime uğramış örneklerin sayım sonuçları karşılaştırıldığında; sindirime uğrayan örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında depolamanın 1. gününde 1.81 log kob/gr (%20.9), 15. gününde 2.20 log kob/gr (%25.4) ve 30. gününde 2.62 log kob/gr (%30.4) azalma olduğu saptanmıştır. *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneği probiyotik bakterinin ürünlerdeki bulunabilirliği açısından değerlendirildiğinde depolama süresince yoğurtların $>10^8$ kob/gr *L. acidophilus* içerdiği belirlenmiştir. *L. acidophilus* HOWARU içeren probiyotik yoğurt örneklerinin 30 günlük depolama periyodunda üç farklı zamanda gerçekleştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişimin daha net gösterilebilmesi amacıyla hazırlanan grafik Şekil 4.7'de sunulmuştur.



Şekil 4.7. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus* HOWARU'nun dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr). A:ağız sonu, M-1:midede 1. saatin sonu, M-2:midede 2. saatin sonu, B-1: ince bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: ince bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

L. acidophilus HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerine ait *L. acidophilus* sayıları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.44'te sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde ana varyasyon kaynakları gastrointestinal sistem ve depolama zamanı ile gastrointestinal sistem x depolama zamanı interaksiyonunun probiyotik yoğurt örneklerine ait *L. acidophilus* sayıları üzerine istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.44. Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen *L. acidophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gastrointestinal sistem (G)	4	7.20069881	2245.83***
Depolama zamanı (D)	2	0.75001860	233.92***
G x D	8	0.11743345	36.63***
Hata	16	0.00320625	

*** $P<0.001$ düzeyinde önemli

L. acidophilus HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen *L. acidophilus* sayılarına ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.45'te verilmiştir. Gastrointestinal sistem faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; *L. acidophilus* sayısının gastrointestinal sistemden geçiş sürecinde azaldığı saptanmış olup, bununla birlikte ağız sonunda örneklerde elde edilen ortalama *L. acidophilus* sayısı ile midede 1. saatin sonunda elde edilen ortalama *L. acidophilus* sayısı arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Örneklerdeki en düşük *L. acidophilus* sayısı, dinamik *in vitro* gastrointestinal modelde ince bağırsakta 2 saat sindirim sonunda belirlenmiştir. Ayrıca probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *L. acidophilus* sayısının depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.45. Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. acidophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	<i>L. acidophilus</i> sayısı (log kob/gr)
Gastrointestinal sistem	
Ağız sonu (A)	8.66±0.03 a
Midede 1. saatin sonu (M-1)	8.60±0.02 a
Midede 2. saatin sonu (M-2)	7.17±0.19 b
İnce bağırsakta 1. saatin sonu (B-1)	6.61±0.15 c
İnce bağırsakta 2. saatin sonu (B-2)	6.44±0.16 d
Depolama zamanı	
1. gün	7.88±0.25 a
15. gün	7.44±0.33 b
30. gün	7.25±0.38 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen *L. acidophilus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişim Çizelge 4.46'da görülmektedir. Çizelgede sunulduğu üzere *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayısının 8.67-8.94 log kob/gr arasında değiştiği; 30 gün süresince depolanan söz konusu örneklerde depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sonrasında belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayısının 6.14-7.10 log kob/gr arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.46. Depolama boyunca *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr)

Örnek*	Süre (dk)**	1. gün	15. gün	30. gün
DY	0	8.94±0.06***	8.88±0.02	8.67±0.02
A	2	8.68±0.01	8.62±0.00	8.61±0.00
M-1	60	8.60±0.08	8.60±0.01	8.55±0.01
M-2	120	7.96±0.02	6.92±0.10	6.90±0.05
B-1	180	7.38±0.03	6.47±0.06	6.28±0.11
B-2	240	7.10±0.15	6.33±0.01	6.14±0.09

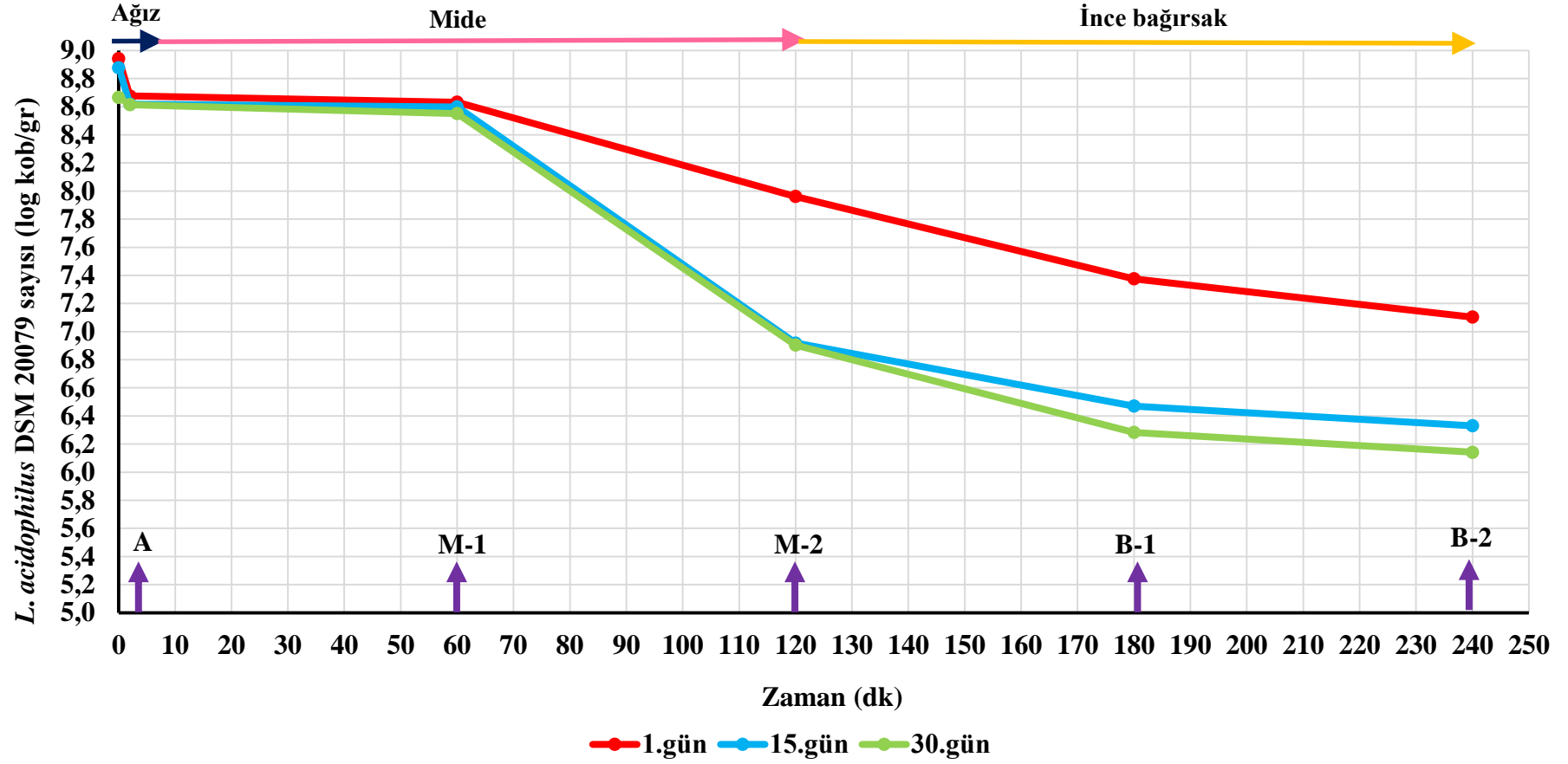
* DY: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, A:Ağız sonu, M-1:Midede 1. saatin sonu, M-2:Midede 2. saatin sonu, B-1: İnce bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: İnce bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

** Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresi

*** Ortalama değer ± standart sapma

Depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında azalma olduğu saptanmıştır. Depolama periyodu

boyunca *L. acidophilus* DSM 20079 içeren yoğurt örneklerinde yapılan sayım sonuçları incelendiğinde; örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında depolamanın 15. gününde depolamanın 1. gününe kıyasla 0.06 log kob/gr (%0.7), depolamanın 30. gününde ise depolamanın 1. gününe göre 0.27 log kob/gr (%3.1) azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama süresince *L. acidophilus* HOWARU içeren yoğurt örneklerinin sayım sonuçları ile dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçerek sindirime uğramış örneklerin sayım sonuçları karşılaştırıldığında; sindirime uğrayan örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında depolamanın 1. gününde 1.84 log kob/gr (%20.6), 15. gününde 2.41 log kob/gr (%28.7) ve 30. gününde 2.53 log kob/gr (%29.1) azalma olduğu saptanmıştır. *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen yoğurt örneği probiyotik bakterinin üründeki bulunabilirliği açısından değerlendirildiğinde depolama süresince yoğurtların $>10^8$ kob/gr *L. acidophilus* içerdiği görülmektedir. *L. acidophilus* DSM 20079 içeren probiyotik yoğurt örneklerinde 30 günlük depolama periyodunda üç farklı zamanda gerçekleştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişimin daha net gösterilebilmesi amacıyla hazırlanan grafik Şekil 4.8’de sunulmuştur.



Şekil 4.8. Depolama boyunca probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus* DSM 20079'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr). A:ağız sonu, M-1:midede 1. saatin sonu, M-2:midede 2. saatin sonu, B-1: ince bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: ince bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

L. acidophilus DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerine ait *L. acidophilus* sayıları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.47’de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde ana varyasyon kaynakları gastrointestinal sistem ve depolama zamanı ile gastrointestinal sistem x depolama zamanı interaksiyonunun probiyotik yoğurt örneklerine ait *L. acidophilus* sayıları üzerine istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.47. Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen *L. acidophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gastrointestinal sistem (G)	4	6.15659167	1365.10***
Depolama zamanı (D)	2	1.24348000	275.72***
G x D	8	0.17469667	38.74***
Hata	15	0.00451000	

*** $P<0.001$ düzeyinde önemli

L. acidophilus DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen *L. acidophilus* sayılarına ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.48’de verilmiştir. Gastrointestinal sistem faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; *L. acidophilus* DSM 20079 sayısının gastrointestinal sistemden geçiş sürecinde azaldığı saptanmış olup, bununla birlikte örneklerde ağız sonunda örneklerde elde edilen ortalama *L. acidophilus* sayısı ile midede 1. saatin sonunda elde edilen ortalama *L. acidophilus* sayısı arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Örneklerdeki en düşük *L. acidophilus* sayısı, dinamik *in vitro* gastrointestinal modelde ince bağırsakta 2 saat sindirim sonunda belirlenmiştir. Ayrıca probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *L. acidophilus* sayısının depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.48. Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. acidophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	<i>L. acidophilus</i> sayısı (log kob/gr)
Gastrointestinal sistem	
Ağız sonu (A)	8.64±0.01 a
Midede 1. saatin sonu (M-1)	8.59±0.02 a
Midede 2. saatin sonu (M-2)	7.26±0.22 b
İnce bağırsakta 1. saatin sonu (B-1)	6.71±0.21 c
İnce bağırsakta 2. saatin sonu (B-2)	6.53±0.19 d
Depolama zamanı	
1. gün	7.95±0.21 a
15. gün	7.39±0.34 b
30. gün	7.30±0.36 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

4.2.3. Probiyotik peynir örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları

4.2.3.1. Toplam mezofil aerob bakteri sayısı

Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen toplam mezofil aerob bakteri sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişim Çizelge 4.49'da görülmektedir. Çizelgede sunulduğu üzere *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda belirlenen ortalama toplam mezofil aerob bakteri sayısının 7.24-8.57 log kob/gr arasında değiştiği; 30 gün süresince depolanan söz konusu örneklerde depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sonrasında belirlenen ortalama toplam mezofil aerob bakteri sayısının 4.17-5.43 log kob/gr arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.49. Depolama boyunca *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde bulunan toplam mezofil aerob bakterilerin dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr)

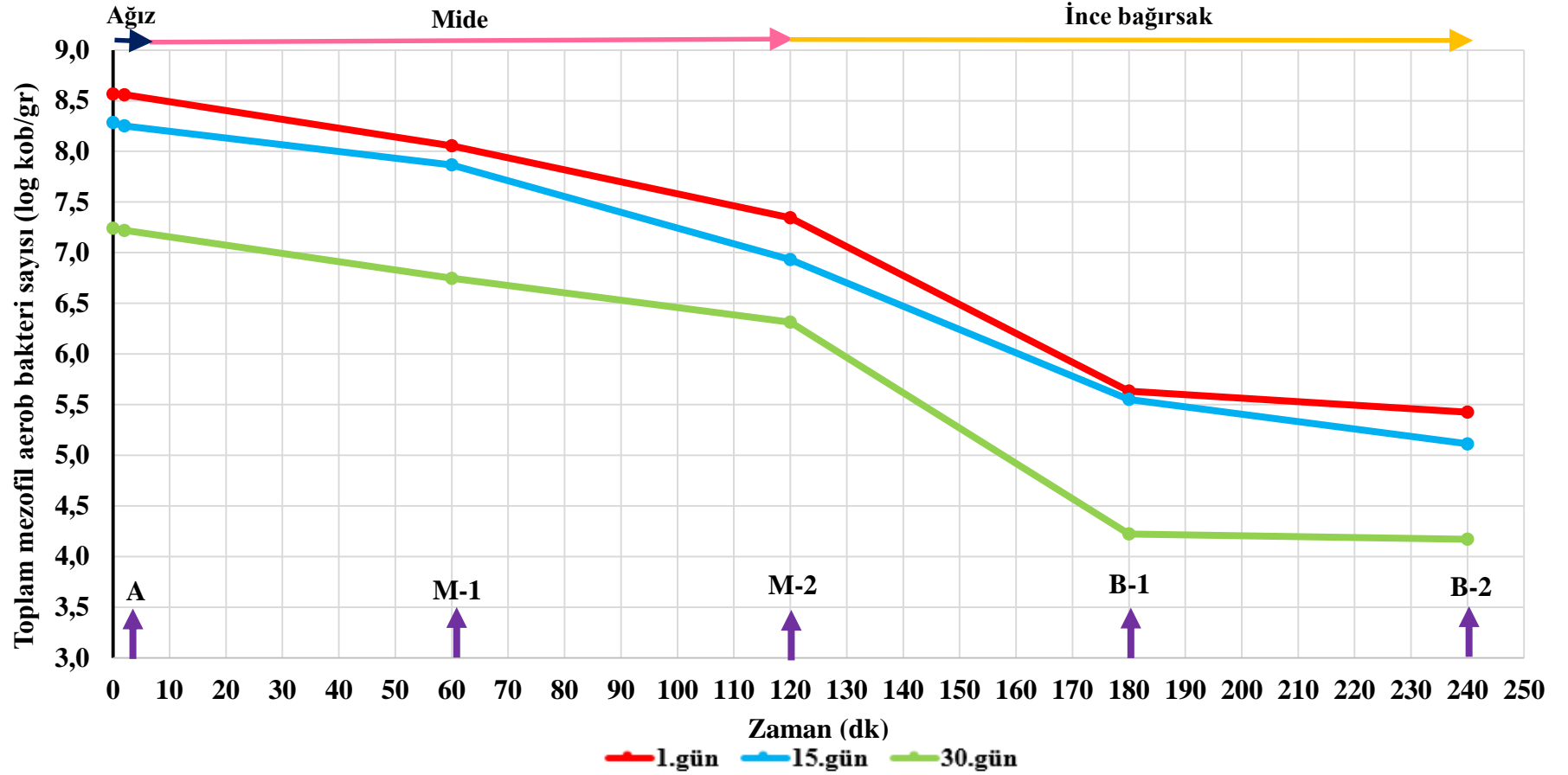
Örnek*	Süre (dk)**	1. gün	15. gün	30. gün
HP	0	8.57±0.05***	8.28±0.02	7.24±0.05
A	2	8.56±0.03	8.25±0.01	7.22±0.02
M-1	60	8.06±0.04	7.87±0.07	6.75±0.03
M-2	120	7.34±0.03	6.93±0.03	6.31±0.02
B-1	180	5.63±0.05	5.55±0.07	4.22±0.04
B-2	240	5.43±0.05	5.11±0.01	4.17±0.07

* HP: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir, A:Ağız sonu, M-1:Midede 1. saatin sonu, M-2:Midede 2. saatin sonu, B-1: İnce bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: İnce bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

** Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresi

*** Ortalama değer ± standart sapma

Depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince örneklerdeki toplam mezofil aerob bakteri sayısında azalma olduğu saptanmıştır. Depolama periyodunda *L. acidophilus* HOWARU içeren peynir örneklerinde yapılan sayım sonuçları incelendiğinde; toplam mezofil aerob bakteri sayısında depolamanın 15. gününde depolamanın 1. gününe kıyasla 0.28 log kob/gr (%3.3), depolamanın 30. gününde ise depolamanın 1. gününe göre 1.33 log kob/gr (%15.5) azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama periyodu boyunca *L. acidophilus* HOWARU içeren peynir örneklerinin sayım sonuçları ile dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçerek sindirime uğramış örneklerin sayım sonuçları karşılaştırıldığında; sindirime uğrayan örneklerdeki toplam mezofil aerob bakteri sayısında depolamanın 1. gününde 3.14 log kob/gr (%36.7), 15. gününde 3.17 log kob/gr (%38.3) ve 30. gününde 3.07 log kob/gr (%42.4) azalma olduğu saptanmıştır. *L. acidophilus* HOWARU içeren probiyotik peynir örneklerinde 30 günlük depolama periyodunda üç farklı zamanda gerçekleştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen ortalama toplam mezofil aerob bakteri sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişimin daha net gösterilebilmesi amacıyla hazırlanan grafik Şekil 4.9'da sunulmuştur.



Şekil 4.9. Depolama boyunca *L. acidophilus* HOWARU ile üretilmiş probiyotik peynir örneklerinde bulunan toplam mezofil aerob bakterilerin dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr). A:ağız sonu, M-1:midede 1. saatin sonu, M-2:midede 2. saatin sonu, B-1: ince bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: ince bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

L. acidophilus HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerine ait toplam mezofil aerob bakteri sayıları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.50’de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde ana varyasyon kaynakları gastrointestinal sistem ve depolama zamanı ile gastrointestinal sistem x depolama zamanı interaksyonunun probiyotik peynir örneklerine ait toplam mezofil aerob bakteri sayıları üzerine istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.50. Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen toplam mezofil aerob bakteri sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gastrointestinal sistem (G)	4	11.90474667	6517.20***
Depolama zamanı (D)	2	4.49091000	2458.53***
G x D	8	0.03571417	19.55***
Hata	15	0.00182667	

*** $P<0.001$ düzeyinde önemli

L. acidophilus HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde belirlenen toplam mezofil aerob bakteri sayılarına ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.51’de verilmiştir. Gastrointestinal sistem faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; toplam mezofil aerob bakteri sayısının gastrointestinal sistemden geçiş sürecinde azaldığı saptanmış olup, örneklerdeki en düşük toplam mezofil aerob bakteri sayısı dinamik *in vitro* gastrointestinal modelde ince bağırsakta 2 saat sindirim sonunda belirlenmiştir. Ayrıca probiyotik peynir örneklerindeki ortalama toplam mezofil aerob bakteri sayısının depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.51. Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen toplam mezofil aerob bakteri sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Toplam mezofil aerob bakteri sayısı (log kob/gr)	
Gastrointestinal sistem	
Ağız sonu (A)	8.01±0.26 a
Midede 1. saatin sonu (M-1)	7.56±0.26 b
Midede 2. saatin sonu (M-2)	6.86±0.19 c
İnce bağırsakta 1. saatin sonu (B-1)	5.14±0.29 d
İnce bağırsakta 2. saatin sonu (B-2)	4.90±0.24 e
Depolama zamanı	
1. gün	7.00±0.42 a
15. gün	6.74±0.41 b
30. gün	5.74±0.43 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen toplam mezofil aerob bakteri sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişim Çizelge 4.52'de görülmektedir. Çizelgede sunulduğu üzere *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda belirlenen ortalama toplam mezofil aerob bakteri sayısının 7.82-8.15 log kob/gr arasında değiştiği; 30 gün süresince depolanan söz konusu örneklerde depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sonrasında belirlenen ortalama toplam mezofil aerob bakteri sayısının 4.93-5.95 log kob/gr arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.52. Depolama boyunca *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde bulunan toplam mezofil aerob bakterilerin dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr)

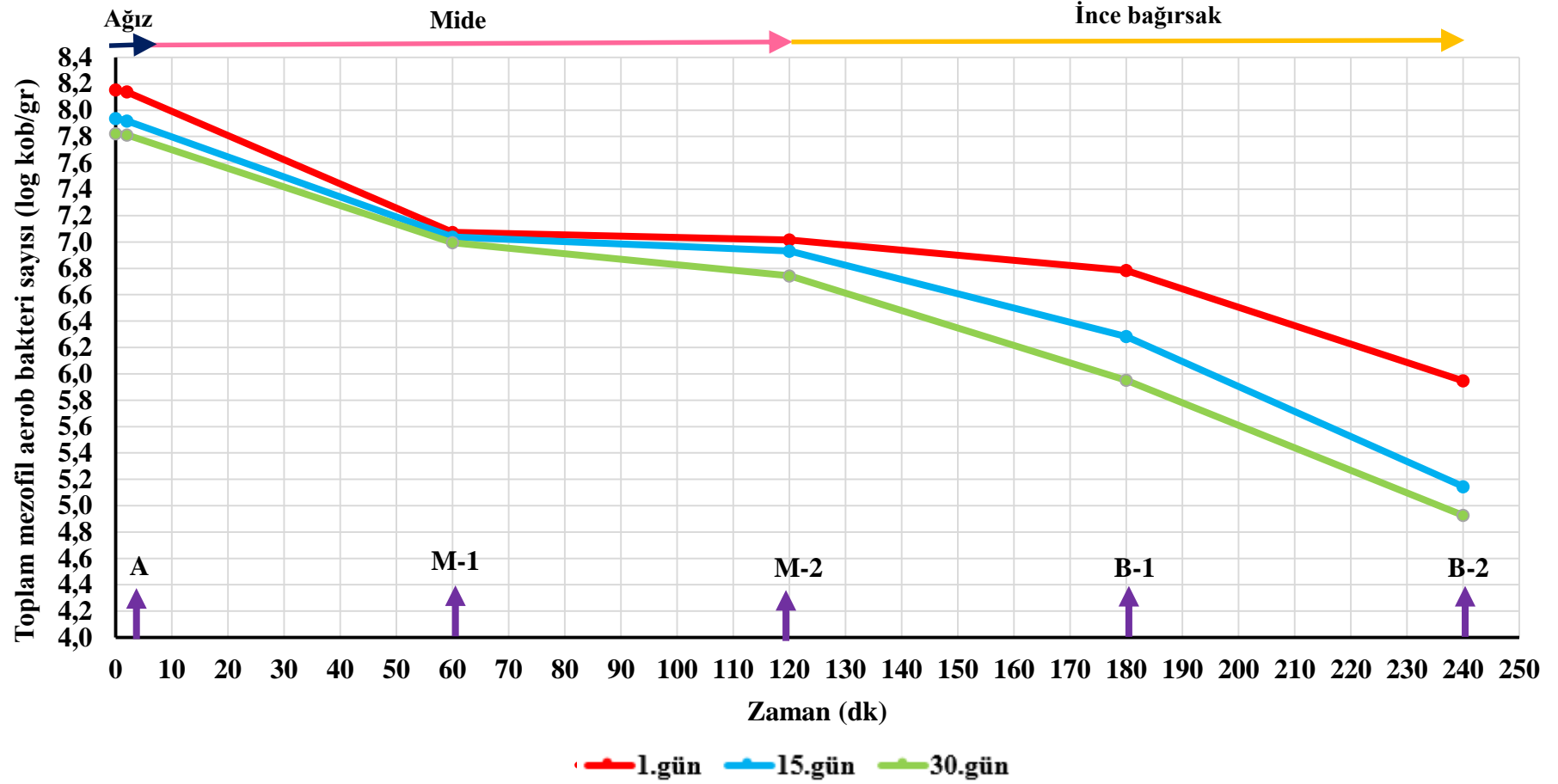
Örnek*	Süre (dk)**	1. gün	15. gün	30. gün
DP	0	8.15±0.02***	7.94±0.02	7.82±0.01
A	2	8.14±0.05	7.92±0.04	7.81±0.03
M-1	60	7.07±0.04	7.04±0.02	6.99±0.03
M-2	120	7.02±0.04	6.93±0.04	6.74±0.06
B-1	180	6.78±0.04	6.28±0.11	5.95±0.02
B-2	240	5.95±0.01	5.14±0.01	4.93±0.03

* DP: *L. acidophilus* DSM 20079 içeren probiyotik peynir, A:Ağız sonu, M-1:Midede 1. saatin sonu, M-2:Midede 2. saatin sonu, B-1: İnce bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: İnce bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

** Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresi

*** Ortalama değer ± standart sapma

Depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş suresince örneklerdeki toplam mezofil aerob bakteri sayısında azalma olduğu saptanmıştır. Depolama periyodu boyunca *L. acidophilus* DSM 20079 içeren peynir örneklerinde yapılan sayım sonuçları incelendiğinde; örneklerdeki toplam mezofil aerob bakteri sayısında depolamanın 15. gunnde depolamanın 1. gunne kıyasla 0.22 log kob/gr (%2.7), depolamanın 30. gunnde ise depolamanın 1. gunne göre 0.33 log kob/gr (%4.1) azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama suresince *L. acidophilus* DSM 20079 içeren peynir örneklerinin sayım sonuçları ile dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçerek sindirime uğramış örneklerin sayım sonuçları karşılaştırıldığında; sindirime uğrayan örneklerdeki toplam mezofil aerob bakteri sayısında depolamanın 1. gunnde 2.21 log kob/gr (% 27.1), 15. gunnde 2.79 log kob/gr (%35.2) ve 30. gunnde 2.90 log kob/gr (%37.0) azalma olduğu saptanmıştır. *L. acidophilus* DSM 20079 içeren probiyotik peynir örneklerinin 30 günlük depolama periyodunda üç farklı zamanda gerçekleştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş suresince belirlenen ortalama toplam mezofil aerob bakteri sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişimin daha net gösterilebilmesi amacıyla hazırlanan grafik Şekil 4.10’da sunulmuştur.



Şekil 4.10. Depolama boyunca *L. acidophilus* DSM 20079 ile üretilmiş probiyotik peynir örneklerinde bulunan toplam mezofil aerob bakterilerin dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr). A:ağız sonu, M-1:midede 1. saatin sonu, M-2:midede 2. saatin sonu, B-1: ince bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: ince bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

L. acidophilus DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerine ait toplam mezofil aerob bakteri sayıları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.53'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde ana varyasyon kaynakları gastrointestinal sistem ve depolama zamanı ile gastrointestinal sistem x depolama zamanı interaksyonunun probiyotik peynir örneklerine ait toplam mezofil aerob bakteri sayıları üzerine istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.53. Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen toplam mezofil aerob bakteri sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gastrointestinal sistem (G)	4	5.57384500	2650.01***
Depolama zamanı (D)	2	0.66441333	315.89***
G x D	8	0.09114250	43.33***
Hata	15	0.00210333	

*** $P<0.001$ düzeyinde önemli

L. acidophilus DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde belirlenen toplam mezofil aerob bakteri sayılarına ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.54'te verilmiştir. Gastrointestinal sistem faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; toplam mezofil aerob bakteri sayısının gastrointestinal sistem boyunca azaldığı saptanmış, en düşük toplam mezofil aerob bakteri sayısı dinamik *in vitro* gastrointestinal modelde ince bağırsakta 2 saat sindirim sonunda belirlenmiştir. Ayrıca probiyotik peynir örneklerindeki ortalama toplam mezofil aerob bakteri sayısının depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.54. Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen toplam mezofil aerob bakteri sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Toplam mezofil aerob bakteri sayısı (log kob/gr)	
Gastrointestinal sistem	
Ağız sonu (A)	7.96±0.06 a
Midede 1. saatin sonu (M-1)	7.04±0.02 b
Midede 2. saatin sonu (M-2)	6.90±0.05 c
İnce bağırsakta 1. saatin sonu (B-1)	6.34±0.16 d
İnce bağırsakta 2. saatin sonu (B-2)	5.34±0.20 e
Depolama zamanı	
1. gün	6.99±0.23 a
15. gün	6.66±0.31 b
30. gün	6.49±0.33 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

4.2.3.2. M17’de gelişen laktik asit bakteri sayısı

Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen M17’de gelişen laktik asit bakterilerinin sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişim Çizelge 4.55’te görülmektedir. Çizelgede sunulduğu üzere *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda belirlenen ortalama M17’de gelişen laktik asit bakterileri sayısının 6.86-8.03 log kob/gr arasında değiştiği; 30 gün süresince depolanan söz konusu örneklerde depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sonrasında belirlenen ortalama M17’de gelişen laktik asit bakterileri sayısının 4.02-5.33 log kob/gr arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.55. Depolama boyunca *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde bulunan M17’de gelişen laktik asit bakterilerinin dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr)

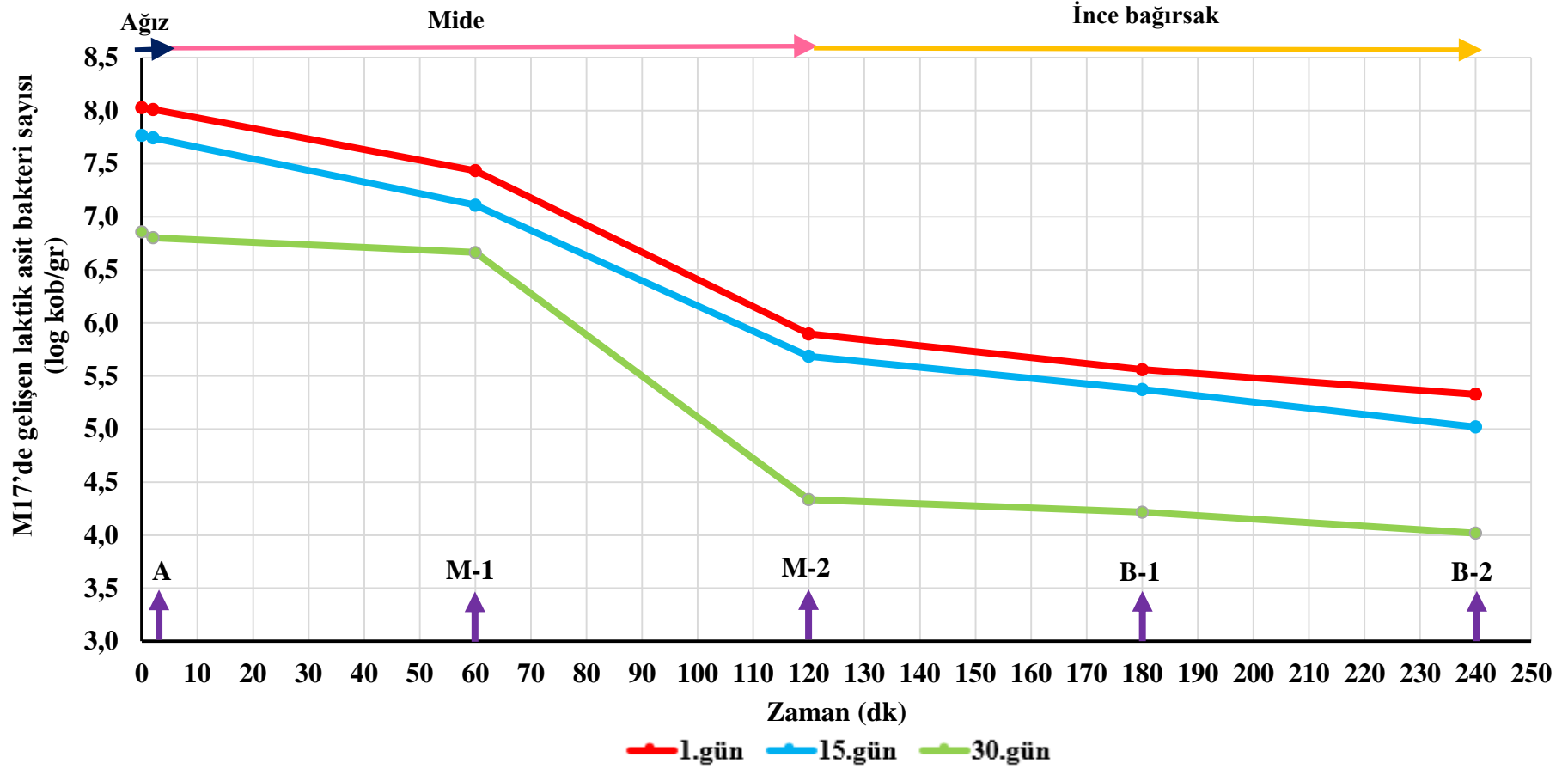
Örnek*	Süre (dk)**	1. gün	15. gün	30. gün
HP	0	8.03±0.03***	7.77±0.02	6.86±0.00
A	2	8.01±0.01	7.74±0.04	6.80±0.04
M-1	60	7.43±0.16	7.11±0.10	6.66±0.02
M-2	120	5.90±0.07	5.68±0.11	4.33±0.08
B-1	180	5.56±0.00	5.37±0.01	4.22±0.06
B-2	240	5.33±0.06	5.02±0.07	4.02±0.05

* HP: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir, A:Ağız sonu, M-1:Midede 1. saatin sonu, M-2:Midede 2. saatin sonu, B-1: İnce bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: İnce bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

** Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresi

*** Ortalama değer ± standart sapma

Depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş suresince örneklerdeki M17’de gelişen laktik asit bakterileri sayısında azalma olduğu saptanmıştır. Depolama periyodu boyunca *L. acidophilus* HOWARU içeren peynir örneklerinde yapılan sayım sonuçları incelendiğinde; örneklerdeki M17’de gelişen laktik asit bakterileri sayısında depolamanın 15. gününde depolamanın 1. gününe kıyasla 0.26 log kob/gr (%3.3), depolamanın 30. gününde ise depolamanın 1. gününe göre 1.17 log kob/gr (%14.6) azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama suresince *L. acidophilus* HOWARU içeren peynir örneklerinin sayım sonuçları ile dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçerek sindirime uğramış örneklerin sayım sonuçları karşılaştırıldığında; sindirime uğrayan örneklerdeki M17’de gelişen laktik asit bakterileri sayısında depolamanın 1. gününde 2.70 log kob/gr (%33.6), 15. gününde 2.75 log kob/gr (%35.4) ve 30. gününde 2.84 log kob/gr (%41.4) azalma olduğu saptanmıştır. *L. acidophilus* HOWARU içeren probiyotik peynir örneklerinde 30 günlük depolama periyodunda üç farklı zamanda gerçekleştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş suresince belirlenen ortalama M17’de gelişen laktik asit bakterilerinin sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişimin daha net gösterilebilmesi amacıyla hazırlanan grafik Şekil 4.11’de sunulmuştur.



Şekil 4.11. Depolama boyunca *L. acidophilus* HOWARU ile üretilmiş probiyotik peynir örneklerinde bulunan M17'de gelişen laktik asit bakterilerinin dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr). A:ağız sonu, M-1:midede 1. saatin sonu, M-2:midede 2. saatin sonu, B-1: ince bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: ince bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

L. acidophilus HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerine ait M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayıları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.56’da sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde ana varyasyon kaynakları gastrointestinal sistem ve depolama zamanı ile gastrointestinal sistem x depolama zamanı interaksiyonunun probiyotik peynir örneklerine ait M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayıları üzerine istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.56. Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gastrointestinal sistem (G)	4	9.41178667	1829.90***
Depolama zamanı (D)	2	4.25882333	828.03***
G x D	8	0.06784417	13.19***
Hata	15	0.00514333	

*** $P<0.001$ düzeyinde önemli

L. acidophilus HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde belirlenen M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayılarına ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.57’de verilmiştir. Gastrointestinal sistem faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayısının gastrointestinal sistemden geçiş sürecinde azaldığı saptanmış olup, örneklerdeki en düşük M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayısı dinamik *in vitro* gastrointestinal modelde ince bağırsakta 2 saat sindirim sonunda belirlenmiştir. Bununla birlikte probiyotik peynir örneklerindeki ortalama M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayısının depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.57. Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayısı (log kob/gr)	
Gastrointestinal sistem	
Ağız sonu (A)	7.52±0.23 a
Midede 1. saatin sonu (M-1)	7.07±0.14 b
Midede 2. saatin sonu (M-2)	5.31±0.31 c
İnce bağırsakta 1. saatin sonu (B-1)	5.05±0.26 d
İnce bağırsakta 2. saatin sonu (B-2)	4.79±0.25 e
Depolama zamanı	
1. gün	6.45±0.36 a
15. gün	6.19±0.35 b
30. gün	5.21±0.42 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen M17’de gelişen laktik asit bakterilerinin sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişim Çizelge 4.58’de görülmektedir. Çizelgede sunulduğu üzere *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda belirlenen ortalama M17’de gelişen laktik asit bakterileri sayısının 7.83-8.18 log kob/gr arasında değiştiği; 30 gün süresince depolanan söz konusu örneklerde depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sonrasında belirlenen ortalama M17’de gelişen laktik asit bakterileri sayısının 4.73-5.77 log kob/gr arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.58. Depolama boyunca *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde bulunan M17’de gelişen laktik asit bakterilerinin dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr)

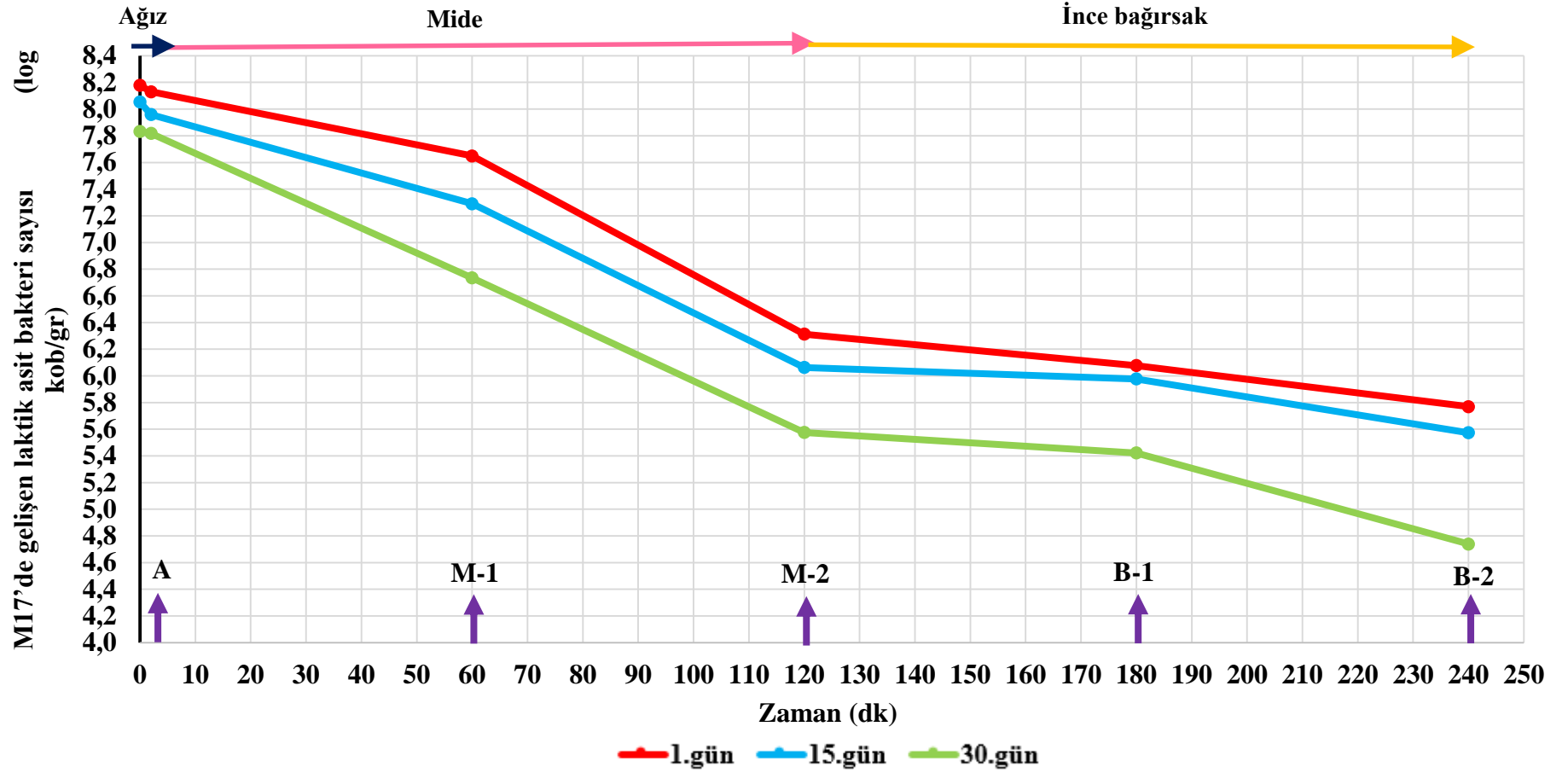
Örnek*	Süre (dk)**	1. gün	15. gün	30. gün
DP	0	8.18±0.04***	8.05±0.01	7.83±0.00
A	2	8.13±0.02	7.96±0.01	7.79±0.04
M-1	60	7.65±0.01	7.29±0.02	6.70±0.04
M-2	120	6.31±0.02	6.06±0.02	5.49±0.12
B-1	180	6.08±0.03	5.98±0.01	5.44±0.03
B-2	240	5.77±0.03	5.57±0.11	4.73±0.01

* DP: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir, A:Ağız sonu, M-1:Midede 1. saatin sonu, M-2:Midede 2. saatin sonu, B-1: İnce bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: İnce bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

** Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresi

*** Ortalama değer ± standart sapma

Depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş suresince örneklerdeki M17’de gelişen laktik asit bakterileri sayısında azalma olduğu saptanmıştır. Depolama periyodu boyunca *L. acidophilus* DSM 20079 içeren peynir örneklerinde yapılan sayım sonuçları incelendiğinde; örneklerdeki M17’de gelişen laktik asit bakterileri sayısında depolamanın 15. gününde depolamanın 1. gününe kıyasla 0.12 log kob/gr (%1.5), depolamanın 30. gününde depolama suresince *L. acidophilus* DSM 20079 içeren peynir örneklerinin sayım sonuçları ile dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçerek sindirime uğramış örneklerin sayım sonuçları karşılaştırıldığında; sindirime uğrayan örneklerdeki M17’de gelişen laktik asit bakterileri sayısında depolamanın 1. gününde 2.41 log kob/gr (%29.5), 15. gününde 2.48 log kob/gr (%30.8) ve 30. gününde 3.09 log kob/gr (%39.5) ise depolamanın 1. gününe göre 0.35 log kob/gr (%4.2) azalma tespit edilmiştir. Ayrıca azalma olduğu saptanmıştır. *L. acidophilus* DSM 20079 içeren probiyotik peynir örneklerinde 30 günlük depolama periyodunda üç farklı zamanda gerçekleştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş suresince belirlenen ortalama M17’de gelişen laktik asit bakterilerinin sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişimin daha net gösterilebilmesi amacıyla hazırlanan grafik Şekil 4.12’de sunulmuştur.



Şekil 4.12. Depolama boyunca *L. acidophilus* DSM 20079 ile üretilmiş probiyotik peynir örneklerinde bulunan M17’de gelişen laktik asit bakterilerinin dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr). A:ağız sonu, M-1:midede 1. saatin sonu, M-2:midede 2. saatin sonu, B-1: ince bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: ince bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

L. acidophilus DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerine ait M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayıları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.59’da sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde ana varyasyon kaynakları gastrointestinal sistem ve depolama zamanı ile gastrointestinal sistem x depolama zamanı interaksiyonunun probiyotik peynir örneklerine ait M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayıları üzerine istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.59. Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gastrointestinal sistem (G)	4	7.06248333	2963.28***
Depolama zamanı (D)	2	1.40625333	590.04***
G x D	8	0.04927833	20.68***
Hata	15	0.00238333	

*** $P<0.001$ düzeyinde önemli

L. acidophilus DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayılarına ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.60’da verilmiştir. Gastrointestinal sistem faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayısının gastrointestinal sistemden geçiş sürecinde azaldığı saptanmış olup, örneklerdeki en düşük M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayısı dinamik *in vitro* gastrointestinal modelde ince bağırsakta 2 saat sindirim sonunda belirlenmiştir. Bununla birlikte probiyotik peynir örneklerindeki ortalama M17’de gelişen laktik asit bakterisi sayısının depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.60. Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen M17'de gelişen laktik asit bakterisi sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

M17'de gelişen laktik asit bakterisi sayısı (log kob/gr)	
Gastrointestinal sistem	
Ağız sonu (A)	7.97±0.06 a
Midede 1. saatin sonu (M-1)	7.22±0.17 b
Midede 2. saatin sonu (M-2)	5.98±0.14 c
İnce bağırsakta 1. saatin sonu (B-1)	5.82±0.13 d
İnce bağırsakta 2. saatin sonu (B-2)	5.36±0.20 e
Depolama zamanı	
1. gün	6.79±0.31 a
15. gün	6.57±0.30 b
30. gün	6.06±0.36 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Sumeri vd (2012), Finlandiya ve Estonya'daki iki farklı firmadan temin ettikleri 90 gün boyunca olgunlaştırılmış yarı sert peynirlerin, sindirim öncesinde ve gastrointestinal bölge simülatöründe (Bkz. Şekil 2.7) sindirim sonrasında mikrobiyal popülasyonunu incelemişlerdir. Çalışma sonucunda gastrointestinal bölge simülatöründe sindirim işlemine maruz kalan peynir örneklerindeki starter kültür bakterilerinin canlılığının belirgin bir şekilde değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmacılar; Finlandiya firmasından temin edilen peynirdeki laktik asit bakterilerinin %30.7'sinin, Estonya firmasından temin edilen peynirdeki laktik asit bakterilerinin %63.6'sının starter laktokok türlerinden (*L. lactis* subsp. *lactis*, *L. lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*) oluştuğunu tespit etmişlerdir. Gastrointestinal bölge simülatöründe sindirim işlemine maruz kaldıktan sonra Finlandiya firmasından temin edilen peynirdeki laktik asit bakterilerinin laktokok oranının %18.1'e, Estonya firmasından temin edilen peynirdeki laktik asit bakterilerinin laktokok oranı ise %34.7'ye düştüğü belirlenmiştir. Söz konusu düşüşle birlikte Finlandiya firmasından temin edilen peynirdeki laktokokların %3.0, Estonya firmasından temin edilen peynirdeki laktokokların %1.6 oranında canlılığını koruduğu saptanmıştır. *L. lactis* subsp. *cremoris* bakterisi, peynir örnekleri sindirim işlemine maruz kaldıktan sonra canlı olarak tespit edilemezken, starter kültürdeki bakteriler arasında en dirençli suş olan *L. lactis* subsp. *lactis*'in sindirim sonrası canlı kalma oranının da %3'ün altına düştüğü saptanmıştır. Pepsin ve pankreatin enzimlerinin gastrointestinal bölge simülatöründe kullanımının bakteriyel çeşitliliği ve bakterilerin canlı kalma oranlarını önemli düzeyde düşürdüğü gözlemlenmiştir. Bu çalışmada peynir üretiminde kullanılan bakteri suşları ve denemelerde kullanılan gastrointestinal bölge simülatörü bizim çalışmamızdan farklı olmakla birlikte, her iki çalışma sonucunda da benzer sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

4.2.3.3. *Lactobacillus acidophilus* sayısı

Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen *L. acidophilus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişim Çizelge 4.61’de görülmektedir. Çizelgede sunulduğu üzere *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayısının 8.57-8.90 log kob/gr arasında değiştiği; 30 gün süresince depolanan söz konusu örneklerde depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sonrasında belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayısının 5.98-7.16 log kob/gr arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.61. Depolama boyunca *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde bulunan *L. acidophilus*’un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr)

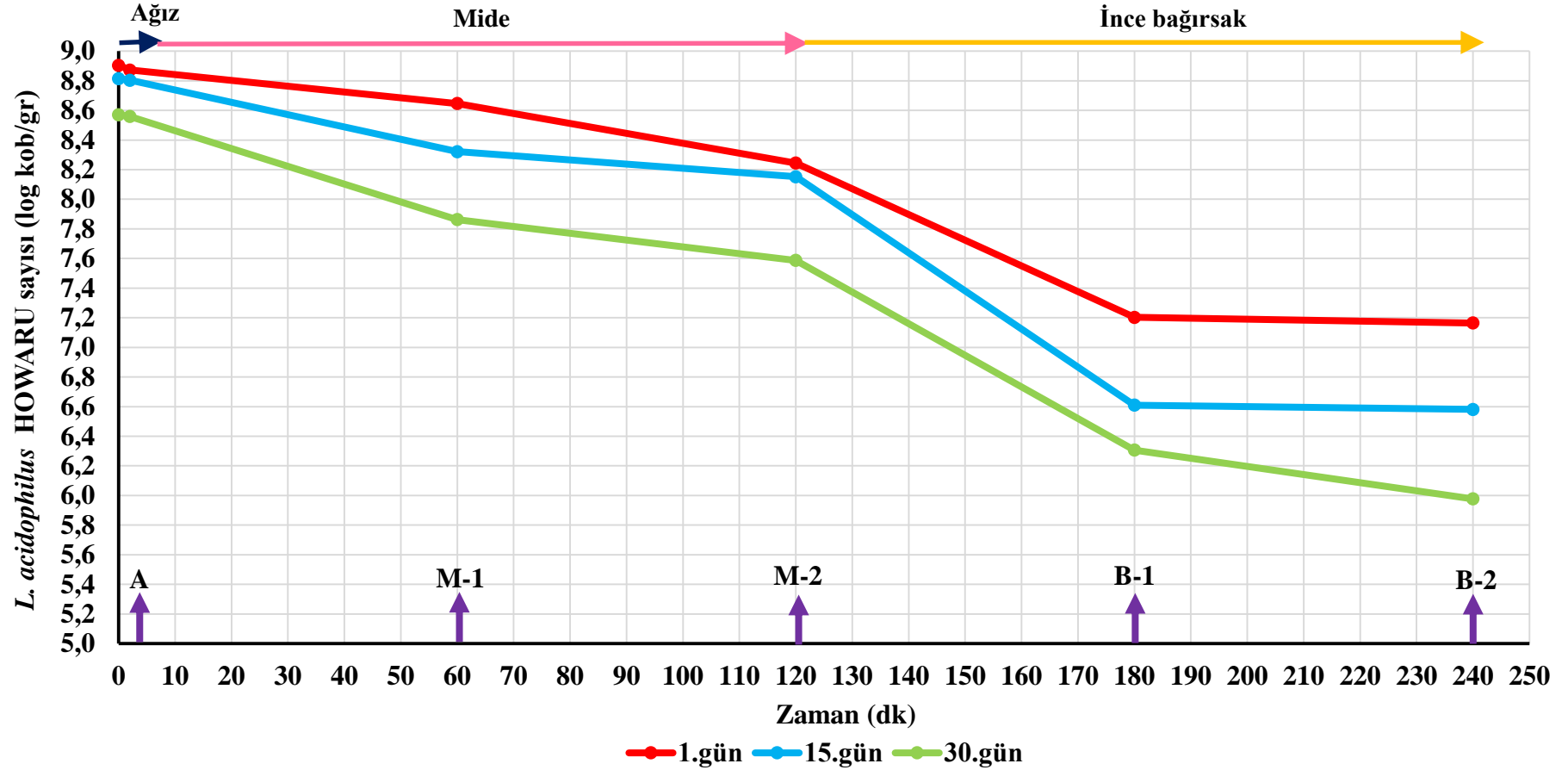
Örnek*	Süre (dk)**	1. gün	15. gün	30. gün
HP	0	8.90±0.06***	8.81±0.02	8.57±0.04
A	2	8.87±0.01	8.80±0.03	8.56±0.69
M-1	60	8.65±0.04	8.32±0.00	7.86±0.36
M-2	120	8.24±0.02	8.15±0.12	7.59±0.03
B-1	180	7.20±0.03	6.61±0.05	6.31±0.02
B-2	240	7.16±0.11	6.58±0.01	5.98±0.01

* HP: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir, A:Ağız sonu, M-1:Midede 1. saatin sonu, M-2:Midede 2. saatin sonu, B-1: İnce bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: İnce bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

** Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresi

*** Ortalama değer ± standart sapma

Depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında azalma olduğu saptanmıştır. Depolama periyodu boyunca *L. acidophilus* HOWARU içeren peynir örneklerinde yapılan sayım sonuçları incelendiğinde; örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında depolamanın 15. gününde depolamanın 1. gününe kıyasla 0.09 log kob/gr (%1.0), depolamanın 30. gününde ise depolamanın 1. gününe göre 0.33 log kob/gr (%3.8) azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama süresince *L. acidophilus* HOWARU içeren peynir örneklerinin sayım sonuçları ile dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçerek sindirime uğramış örneklerin sayım sonuçları karşılaştırıldığında; sindirime uğrayan örneklerdeki canlı sayısında depolamanın 1. gününde 1.74 log kob/gr (% 19.5), 15. gününde 2.23 log kob/gr (%25.3) ve 30. gününde 3.03 log kob/gr (%35.3) azalma olduğu saptanmıştır. *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen peynir örneği probiyotik bakterinin üründeki bulunabilirliği açısından değerlendirildiğinde depolama süresince peynirlerin $>10^8$ kob/gr *L. acidophilus* içerdiği belirlenmiştir. *L. acidophilus* HOWARU içeren probiyotik peynir örneklerinde 30 günlük depolama periyodunda üç farklı zamanda gerçekleştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişimin daha net gösterilebilmesi amacıyla hazırlanan grafik Şekil 4.13’te sunulmuştur.



Şekil 4.13. Depolama boyunca probiyotik peynir örneklerinde bulunan *L. acidophilus* HOWARU'nun dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr). A:ağız sonu, M-1:midede 1. saatin sonu, M-2:midede 2. saatin sonu, B-1: ince bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: ince bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

L. acidophilus HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerine ait *L. acidophilus* sayıları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.62’de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde ana varyasyon kaynakları gastrointestinal sistem ve depolama zamanının probiyotik peynir örneklerine ait *L. acidophilus* sayıları üzerine istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte gastrointestinal sistem x depolama zamanı interaksyonunun probiyotik peynir örneklerine ait *L. acidophilus* sayıları üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.62. Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen *L. acidophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gastrointestinal sistem (G)	4	5.62453833	132.21***
Depolama zamanı (D)	2	1.47991000	34.79***
G x D	8	0.06414333	1.51
Hata	15	0.04254333	

*** $P<0.001$ düzeyinde önemli

L. acidophilus HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. acidophilus* sayılarına ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.63’te verilmiştir. Gastrointestinal sistem faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; *L. acidophilus* sayısının gastrointestinal sistemden geçiş sürecinde azaldığı saptanmış olup, bununla birlikte ince bağırsakta 1. saatin sonunda elde edilen ortalama *L. acidophilus* sayısı ile ince bağırsakta 2. saatin sonunda elde edilen ortalama *L. acidophilus* sayısı arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Bununla birlikte probiyotik peynir örneklerindeki ortalama *L. acidophilus* sayısının depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.63. Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. acidophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	<i>L. acidophilus</i> sayısı (log kob/gr)
Gastrointestinal sistem	
Ağız sonu (A)	8.74±0.14 a
Midede 1. saatin sonu (M-1)	8.28±0.16 b
Midede 2. saatin sonu (M-2)	8.00±0.13 c
İnce bağırsakta 1. saatin sonu (B-1)	6.71±0.17 d
İnce bağırsakta 2. saatin sonu (B-2)	6.58±0.22 d
Depolama zamanı	
1. gün	8.03±0.24 a
15. gün	7.69±0.31 b
30. gün	7.26±0.33 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen *L. acidophilus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişim Çizelge 4.64'te görülmektedir. Çizelgede sunulduğu üzere *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayısının 8.22-8.45 log kob/gr arasında değiştiği; 30 gün süresince depolanan söz konusu örneklerde depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sonrasında belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayısının 6.24-7.10 log kob/gr arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.64. Depolama boyunca *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr)

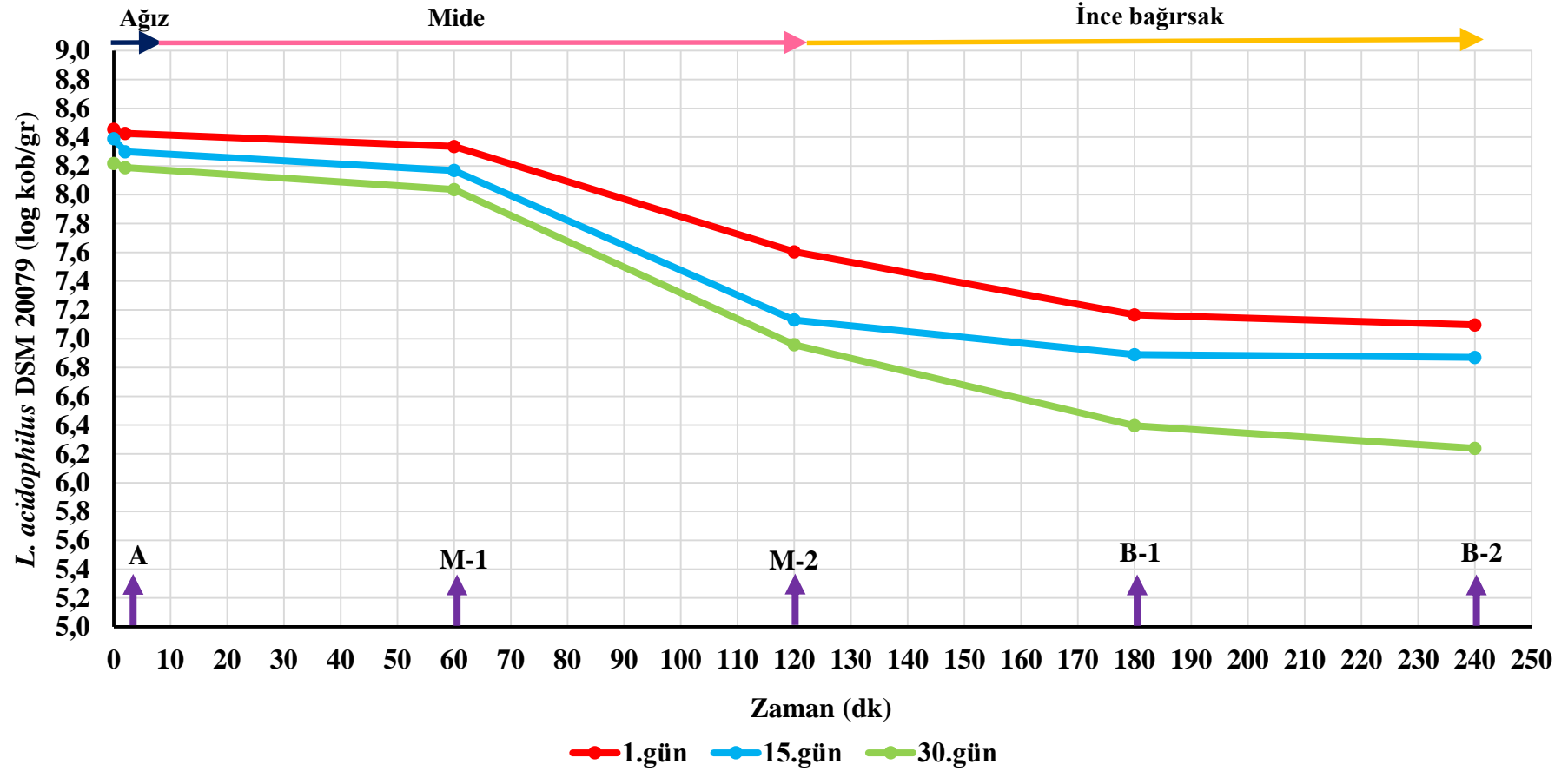
Örnek*	Süre (dk)**	1. gün	15. gün	30. gün
DP	0	8.45±0.01***	8.39±0.04	8.22±0.00
A	2	8.43±0.07	8.30±0.00	8.19±0.01
M-1	60	8.34±0.03	8.17±0.04	8.04±0.06
M-2	120	7.60±0.01	7.13±0.02	6.96±0.01
B-1	180	7.17±0.01	6.89±0.04	6.40±0.01
B-2	240	7.10±0.06	6.87±0.02	6.24±0.04

* DP: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir, A:Ağız sonu, M-1:Midede 1. saatin sonu, M-2:Midede 2. saatin sonu, B-1: İnce bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: İnce bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

** Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresi

*** Ortalama değer ± standart sapma

Depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince örneklerdeki *L. acidophilus* DSM 20079 sayısında azalma olduğu saptanmıştır. Depolama periyodu boyunca *L. acidophilus* DSM 20079 içeren peynir örneklerinde yapılan sayım sonuçları incelendiğinde; örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında depolamanın 15. gününde depolamanın 1. gününe kıyasla 0.07 log kob/gr (%0.8), depolamanın 30. gününde ise depolamanın 1. gününe göre 0.24 log kob/gr (%2.8) azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama süresince *L. acidophilus* DSM 20079 içeren peynir örneklerinin sayım sonuçları ile dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçerek sindirime uğramış örneklerin sayım sonuçları karşılaştırıldığında; sindirime uğramış örneklerdeki canlı sayısında depolamanın 1. gününde 1.36 log kob/gr (%16.1), 15. gününde 1.52 log kob/gr (%18.1) ve 30. gününde 1.98 log kob/gr (%24.1) oranında azalma olduğu saptanmıştır. *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen peynir örneği probiyotik bakterinin ürünlerdeki bulunabilirliği açısından değerlendirildiğinde depolama süresince peynirlerin $>10^8$ kob/gr *L. acidophilus* içerdiği belirlenmiştir. *L. acidophilus* DSM 20079 içeren probiyotik peynir örneklerinde 30 günlük depolama periyodunda üç farklı zamanda gerçekleştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişimin daha net gösterilebilmesi amacıyla hazırlanan grafik Şekil 4.14'te sunulmuştur.



Şekil 4.14. Depolama boyunca probiyotik peynir örneklerinde bulunan *L. acidophilus* DSM 20079'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr). A:ağız sonu, M-1:midede 1. saatin sonu, M-2:midede 2. saatin sonu, B-1: ince bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: ince bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

L. acidophilus DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerine ait *L. acidophilus* sayıları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.65'te sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde ana varyasyon kaynakları gastrointestinal sistem ve depolama zamanı ile gastrointestinal sistem x depolama zamanı interaksiyonunun probiyotik peynir örneklerine ait *L. acidophilus* sayıları üzerine istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.65. Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen *L. acidophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gastrointestinal sistem (G)	4	3.32627000	2668.13***
Depolama zamanı (D)	2	0.78625333	630.68***
G x D	8	0.05153250	41.34***
Hata	15	0.00124667	

*** $P<0.001$ düzeyinde önemli

L. acidophilus DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. acidophilus* sayılarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.66'da verilmiştir. Gastrointestinal sistem faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; *L. acidophilus* sayısının gastrointestinal sistemden geçiş sürecinde azaldığı saptanmış olup, örneklerdeki en düşük *L. acidophilus* sayısı dinamik *in vitro* gastrointestinal modelde ince bağırsakta 2 saat sindirim sonunda belirlenmiştir. Bununla birlikte probiyotik peynir örneklerindeki ortalama *L. acidophilus* sayısının depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.66. Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan probiyotik peynir örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. acidophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	<i>L. acidophilus</i> sayısı (log kob/gr)
Gastrointestinal sistem	
Ağız sonu (A)	8.31±0.04 a
Midede 1. saatin sonu (M-1)	8.18±0.06 b
Midede 2. saatin sonu (M-2)	7.23±0.12 c
İnce bağırsakta 1. saatin sonu (B-1)	6.82±0.14 d
İnce bağırsakta 2. saatin sonu (B-2)	6.74±0.16 e
Depolama zamanı	
1. gün	7.73±0.19 a
15. gün	7.47±0.21 b
30. gün	7.17±0.27 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

4.2.4. Asidofiluslu süt örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları

4.2.4.1. *Lactobacillus acidophilus* sayısı

retiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan asidofiluslu süt örneklerinde depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen *L. acidophilus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişim izelge 4.67'de görülmektedir. Çizelgede sunulduğu üzere *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinde 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayısının 8.77-8.92 log kob/gr arasında değiştiği; 30 gün süresince depolanan söz konusu örneklerde depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sonrasında belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayısının 5.72-7.17 log kob/gr arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.67. Depolama boyunca *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr)

rnek*	Süre (dk)**	1. gün	15. gün	30. gün
HS	0	8.92±0.02***	8.79±0.02	8.77±0.06
Ağız	2	8.90±0.01	8.76±0.01	8.75±0.01
M-1	60	8.80±0.02	8.73±0.02	8.65±0.07
M-2	120	8.61±0.01	8.12±0.01	6.73±0.15
B-1	180	7.33±0.02	6.83±0.01	5.85±0.04
B-2	240	7.17±0.01	6.30±0.05	5.72±0.01

* HS: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt, A:Ağız sonu, M-1:Midede 1. saatin sonu, M-2:Midede 2. saatin sonu, B-1: İnce bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: İnce bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

** Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresi

*** Ortalama değer ± standart sapma

Depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında azalma olduğu saptanmıştır. Depolama periyodu boyunca *L. acidophilus* HOWARU içeren asidofiluslu süt örneklerinde yapılan sayım sonuçları incelendiğinde; örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında depolamanın 15. gününde depolamanın 1. gününe kıyasla 0.13 log kob/gr (%1.4), depolamanın 30. gününde ise depolamanın 1. gününe göre 0.15 log kob/gr (%1.6) azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama süresince *L. acidophilus* HOWARU içeren asidofiluslu süt örneklerinin sayım sonuçları ile dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçerek sindirime uğramış örneklerin sayım sonuçları karşılaştırıldığında; sindirime uğrayan örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında depolamanın 1. gününde 1.75 log kob/gr (%19.6), 15. gününde 2.49 log kob/gr (%28.4) ve 30. gününde 3.06 log kob/gr (%34.9) azalma olduğu saptanmıştır. *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt rneği probiyotik bakterinin üründeki bulunabilirliği açısından değerlendirildiğinde depolama süresince asidofiluslu sütlerin $>10^8$ kob/gr *L. acidophilus* içerdiği belirlenmiştir. *L. acidophilus* HOWARU içeren asidofiluslu süt örneklerinde 30 günlük depolama periyodunda üç farklı zamanda gerçekleştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayılarına

ait logaritmik değerlerdeki değişimin daha net gösterilebilmesi amacıyla hazırlanan grafik Şekil 4.15'te sunulmuştur.

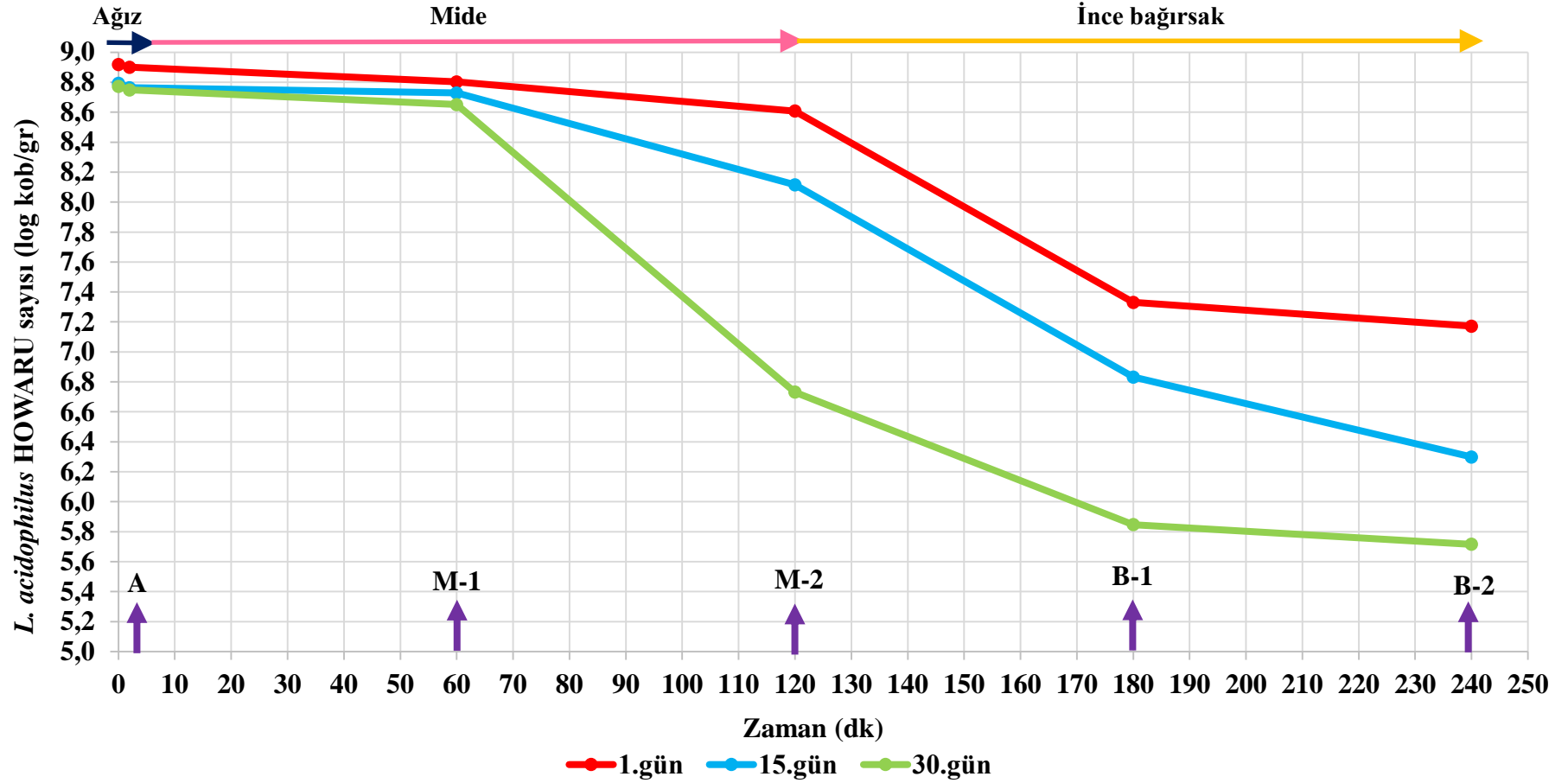
L. acidophilus HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerine ait *L. acidophilus* sayıları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.68'de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde ana varyasyon kaynakları gastrointestinal sistem ve depolama zamanı ile gastrointestinal sistem x depolama zamanı interaksiyonunun asidofiluslu süt örneklerine ait *L. acidophilus* sayıları üzerine istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.68. Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan asidofiluslu süt örneklerinde depolama süresince dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen *L. acidophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gastrointestinal sistem (G)	4	7.57681667	3247.21***
Depolama zamanı (D)	2	2.65280333	1136.92***
G x D	8	0.37004917	158.59***
Hata	15	0.00233333	

*** $P<0.001$ düzeyinde önemli

L. acidophilus HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. acidophilus* HOWARU sayılarına ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.69'da verilmiştir. Gastrointestinal sistem faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; *L. acidophilus* sayısının gastrointestinal sistemden geçiş sürecinde azaldığı saptanmış olup, örneklerdeki en düşük *L. acidophilus* sayısı dinamik *in vitro* gastrointestinal modelde ince bağırsakta 2 saat sindirim sonunda belirlenmiştir. Bununla birlikte asidofiluslu süt örneklerindeki ortalama *L. acidophilus* sayısının depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir.



Şekil 4.15. Depolama boyunca asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus* HOWARU'nun dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr). A:ağız sonu, M-1:midede 1. saatin sonu, M-2:midede 2. saatin sonu, B-1: ince bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: ince bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

Çizelge 4.69. Üretiminde *L. acidophilus* HOWARU kullanılan asidofiluslu süt örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. acidophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	<i>L. acidophilus</i> sayısı (log kob/gr)
Gastrointestinal sistem	
Ağız sonu (A)	8.81±0.03 a
Midede 1. saatin sonu (M-1)	8.73±0.03 b
Midede 2. saatin sonu (M-2)	7.82±0.36 c
İnce bağırsakta 1. saatin sonu (B-1)	6.67±0.28 d
İnce bağırsakta 2. saatin sonu (B-2)	6.40±0.27 e
Depolama zamanı	
1. gün	8.16±0.25 a
15. gün	7.75±0.34 b
30. gün	7.14±0.44 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan asidofiluslu süt örneklerinde depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen *L. acidophilus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişim Çizelge 4.70'de görülmektedir. Çizelgede sunulduğu üzere *L. acidophilus* kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinde 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayısının 8.85-8.96 log kob/gr arasında değiştiği; 30 gün süresince depolanan söz konusu örneklerde depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sonrasında belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayısının 6.51-6.97 log kob/gr arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.70. Depolama boyunca *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen sayım sonuçları (log kob/gr)

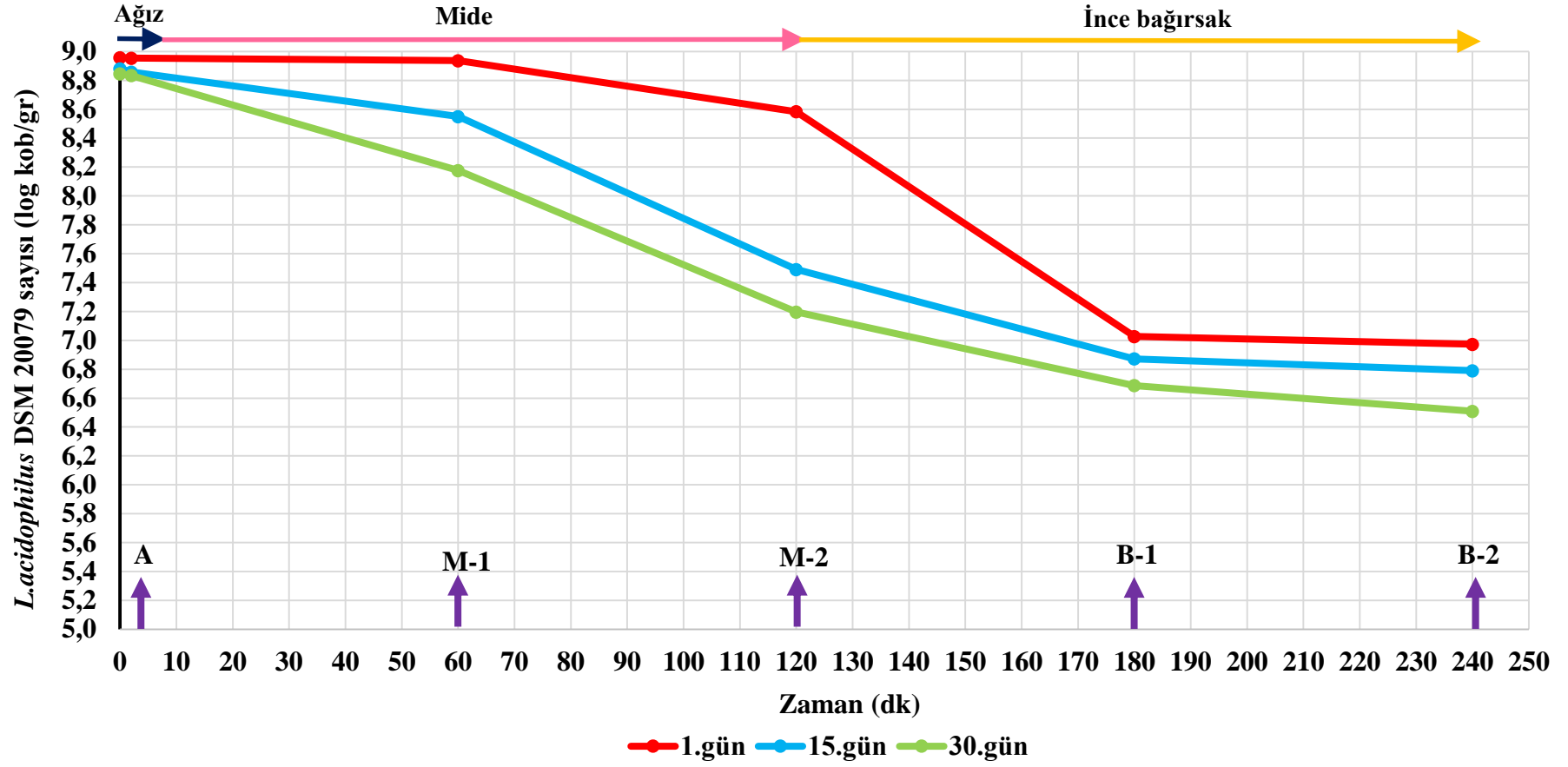
Örnek*	Süre (dk)**	1. gün	15. gün	30. gün
DS	0	8.96±0.01***	8.88±0.02	8.85±0.01
A	2	8.95±0.01	8.86±0.01	8.83±0.01
M-1	60	8.94±0.02	8.55±0.04	8.18±0.04
M-2	120	8.58±0.06	7.49±0.04	7.20±0.07
B-1	180	7.03±0.03	6.87±0.02	6.69±0.08
B-2	240	6.97±0.01	6.79±0.10	6.51±0.02

* DS: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt, A:Ağız sonu, M-1:Midede 1. saatin sonu, M-2:Midede 2. saatin sonu, B-1: İnce bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: İnce bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

** Dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresi

*** Ortalama değer ± standart sapma

Depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında azalma olduğu saptanmıştır. Depolama periyodu boyunca *L. acidophilus* DSM 20079 içeren asidofiluslu süt örneklerinde yapılan sayım sonuçları incelendiğinde; örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında depolamanın 15. gününde depolamanın 1. gününe kıyasla 0.08 log kob/gr (%0.9), depolamanın 30. gününde ise depolamanın 1. gününe göre 0.11 log kob/gr (%1.3) azalma olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama süresince *L. acidophilus* HOWARU içeren asidofiluslu süt örneklerinin sayım sonuçları ile dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçerek sindirime uğramış örneklerin sayım sonuçları karşılaştırıldığında; sindirime uğrayan örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında depolamanın 1. gününde 1.98 log kob/gr (%22.2), 15. gününde 2.09 log kob/gr (%23.4) ve 30. gününde 2.34 log kob/gr (%26.4) azalma olduğu saptanmıştır. *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt rneği probiyotik bakterinin üründeki bulunabilirliği açısından değerlendirildiğinde depolama süresince asidofiluslu sütlerin $>10^8$ kob/gr *L. acidophilus* içerdiği belirlenmiştir. *L. acidophilus* DSM 20079 içeren asidofiluslu süt örneklerinde 30 günlük depolama periyodunda üç farklı zamanda gerçekleştirilen dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince belirlenen ortalama *L. acidophilus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişimin daha net gösterilebilmesi amacıyla hazırlanan grafik Şekil 4.16'da sunulmuştur.



Şekil 4.16. Depolama boyunca asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus* DSM 20079'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi süresince değerlerindeki değişim (log kob/gr). A:ağız sonu, M-1:midede 1. saatin sonu, M-2:midede 2. saatin sonu, B-1: ince bağırsakta 1. saatin sonu, B-2: ince bağırsakta 2. saatin sonu olmak üzere örnekleme noktalarını temsil etmektedir.

L. acidophilus DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerine ait *L. acidophilus* sayıları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.71’de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde ana varyasyon kaynakları gastrointestinal sistem ve depolama zamanı ile gastrointestinal sistem x depolama zamanı interaksyonunun asidofiluslu süt örneklerine ait *L. acidophilus* sayıları üzerine istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.71. Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan asidofiluslu süt örneklerinde depolama süresince dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş sırasında belirlenen *L. acidophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Gastrointestinal sistem (G)	4	5.55127167	2656.11***
Depolama zamanı (D)	2	0.95842333	458.58***
G x D	8	0.14163167	67.77***
Hata	15	0.00209000	

*** $P<0.001$ düzeyinde önemli

L. acidophilus DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. acidophilus* sayılarına ait ortalama değerlerin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.72’de verilmiştir. Gastrointestinal sistem faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; *L. acidophilus* sayısının gastrointestinal sistemden geçiş sürecinde azaldığı saptanmış olup, örneklerdeki en düşük *L. acidophilus* sayısı dinamik *in vitro* gastrointestinal modelde ince bağırsakta 2 saat sindirim sonunda belirlenmiştir. Bununla birlikte asidofiluslu süt örneklerindeki ortalama *L. acidophilus* sayısının depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.72. Üretiminde *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılan asidofiluslu süt örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. acidophilus* sayım sonuçlarına (log kob/gr) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	<i>L. acidophilus</i> DSM 20079 sayısı (log kob/gr)
Gastrointestinal sistem	
Ağız sonu (A)	8.88±0.02 a
Midede 1. saatin sonu (M-1)	8.56±0.14 b
Midede 2. saatin sonu (M-2)	7.76±0.27 c
İnce bağırsakta 1. saatin sonu (B-1)	6.86±0.06 d
İnce bağırsakta 2. saatin sonu (B-2)	6.76±0.09 e
Depolama zamanı	
1. gün	8.09±0.30 a
15. gün	7.71±0.28 b
30. gün	7.48±0.30 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

L. acidophilus HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi esnasında canlılık değerinde azalma miktarı üzerine örnek çeşidi, bakteri suşu, gastrointestinal sistem basamakları ve depolama zamanının istatistiksel olarak etkili olup olmadığını belirleyebilmek amacıyla varyans analizi yapılmış ve bu analize ait sonuçlar Çizelge 4.73'te sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde; canlılık değerinde azalma miktarı üzerine örnek çeşidi, gastrointestinal sistem ve depolama zamanı faktörlerinin istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu, bakteri suşu faktörünün ise istatistiksel olarak herhangi bir etkisinin olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Ayrıca örneklerde bulunan *L. acidophilus*'un canlılık değerinde azalma miktarı üzerine örnek çeşidi x gastrointestinal sistem interaksiyonu ile gastrointestinal sistem x depolama zamanı interaksiyonunun istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde, örnek çeşidi x bakteri suşu, örnek çeşidi x depolama zamanı ve bakteri suşu x depolama zamanı interaksiyonlarının istatistiksel olarak $P<0.01$ önem düzeyinde ve örnek çeşidi x bakteri suşu x gastrointestinal sistem interaksiyonunun ise istatistiksel olarak $P<0.05$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından bakteri suşunun ise örneklerde bulunan *L. acidophilus*'un canlılık değerinde azalma miktarı üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.73. *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079 suşları kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi esnasında canlılık değerinde azalma oranlarına (%) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Örnek çeşidi (Ö)	3	101.29888	25.25***
Bakteri suşu (B)	1	4.16269	1.04
Gastrointestinal sistem (G)	4	2513.89704	626.72***
Depolama zamanı (D)	2	263.61221	65.72***
Ö x B	3	25.17454	6.28**
Ö x G	12	33.98508	8.47***
Ö x D	6	21.37587	5.33**
B x G	4	10.02097	2.50
B x D	2	31.99187	7.98**
G x D	8	32.10066	8.00***
Ö x B x G	12	11.96690	2.98*
Ö x B x D	6	3.65966	0.91
Ö x G x D	24	6.01869	1.50
B x G x D	8	4.14808	1.03
Hata	24	4.01121	

* $P<0.05$ düzeyinde önemli, ** $P<0.01$ düzeyinde önemli, *** $P<0.001$ düzeyinde önemli

L. acidophilus HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt

örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi esnasında canlılık değerinde azalma oranlarına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.74'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde *L. acidophilus*'un canlılık değerinde en yüksek azalma oranının yoğurt örneğinde olduğu, *L. acidophilus*'un canlılık değerinde en düşük azalma oranının ise dondurma örneğinde olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte gastrointestinal sistem basamaklarında belirlenen örneklerdeki *L. acidophilus*'un canlılık değerinde azalma oranı incelendiğinde, canlılık değerinde en yüksek azalma oranının dinamik *in vitro* gastrointestinal modelde ince bağırsakta 2 saat sindirim sonunda gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ayrıca *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince canlılık değerinde azalma oranının örneklerin depolama süresince arttığı ve bu artışın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P < 0.05$) tespit edilmiştir.

Çalışmamızda incelediğimiz probiyotik süt ürünleri arasında, depolama ve gastrointestinal sistemden geçişi esnasında *L. acidophilus* suşlarının canlılığını en yüksek düzeyde koruyabilen ürünün dondurma olduğu tespit edilmiştir. Ortamda bulunan fermente edilebilir karbonhidrat varlığının bakteri hücresi içerisinde ATP üretimini sağlayarak, bakteri sitoplazmasındaki asidin dışarı pompalanmasını sağladığı ve böylelikle bakteri suşunun simüle edilmiş gastrik ortamda daha yüksek düzeyde canlılık gösterdiği bildirilmiştir (Farnworth ve Champagne 2010). Probiyotik dondurma üretimi için hazırlanmış olduğumuz dondurma miksini bileşimindeki fermente edilebilir karbonhidrat (%18 şeker) varlığının probiyotik dondurma ürünleri içerisindeki *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079 suşları üzerinde simüle edilmiş gastrik ortama karşı koruyucu etki yaratmış olabileceği değerlendirilmiştir.

Aynı zamanda ürünün pH değerinin de probiyotik mikroorganizma canlılığını etkilediği; pH 4.4'ün altındaki ortamlarda probiyotik mikroorganizmaların canlılık düzeyinde önemli seviyede azalma gözlemlendiği bildirilmiştir (Shah 2016). Çalışmamızda ürettiğimiz probiyotik dondurma örneklerinin pH değerlerinin depolama süresince 5.52-5.47 arasında değiştiği, probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerinin depolama süresince 4.47-4.01 arasında değiştiği, probiyotik peynir örneklerinin pH değerlerinin depolama süresince 5.90-5.78 arasında değiştiği ve asidofiluslu süt örneklerinin pH değerlerinin ise depolama süresince 4.58-4.37 arasında değiştiği belirlenmiştir. Örneklerin pH değerleri dikkate alındığında, probiyotik yoğurt örneğinin depolama süresince diğer örneklerle kıyasla en düşük pH değerine sahip olduğu saptanmış; *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079 suşlarının depolama süresince dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi esnasında canlılık değerinde görülen en yüksek azalma miktarının probiyotik yoğurt örneğinde görülmesinin bu nedenle olabileceği değerlendirilmiştir.

Ayrıca peynir gibi katı gıda ürünlerindeki jel yapısının, probiyotik mikroorganizma üzerinde zararlı etki yaratan faktörlere karşı mikroorganizmayı destekleyici etki gösterdiği; söz konusu yapının bileşimindeki yüksek yağ oranı, mikroorganizmaya sağladığı anaerobik ortam ve yüksek tamponlama kapasitesi sayesinde hem üründe hemde simüle edilmiş gastrointestinal sistemden geçişi esnasında probiyotik mikroorganizma hücrelerini koruduğu bildirilmiştir (Tripathi ve Gri 2014).

Çizelge 4.74. *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079 suşları kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi esnasında canlılık değerinde azalma oranlarına (%) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

<i>L. acidophilus</i> 'un canlılık değerinde azalma oranı (%)	
Örnek çeşidi	
Probiyotik dondurma	9.67±1.37 d
Probiyotik yoğurt	13.97±2.08 a
Probiyotik peynir	11.71±1.74 c
Asidofiluslu süt	12.87±2.14 b
Bakteri suşu	
<i>L. acidophilus</i> HOWARU	11.87±1.39 a
<i>L. acidophilus</i> DSM 20079	12.24±1.24 a
Gastrointestinal sistem	
Ağız sonu (A)	0.74±0.19 a
Midede 1. saatin sonu (M-1)	2.92±0.49 b
Midede 2. saatin sonu (M-2)	12.21±1.24 c
İnce bağırsakta 1. saatin sonu (B-1)	21.30±1.05 d
İnce bağırsakta 2. saatin sonu (B-2)	23.10±1.08 e
Depolama zamanı	
1. gün	9.48±1.28 c
15. gün	12.07±1.60 b
30. gün	14.61±1.83 a

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$).

Sumeri vd (2008) gıdaların probiyotik potansiyellerini değerlendirmek amacıyla bir *in vitro* biyoreaktör sindirim modeli tasarlamışlardır (Bkz. Şekil 2.7). Söz konusu çalışmada *Lactobacillus acidophilus* La-5, *Lactobacillus johnsoni* NCC 533, *Lactobacillus casei* Shirota ve *Lactobacillus rhamnosus* GG bakterileri besiyeri ortamında çoğalma ve durma evrelerine kadar geliştirilmiş ve bakteri içeren besiyeri ortamları *in vitro* biyoreaktör sindirim modelinde sindirime uğratılmışlardır. Ayrıca *L. rhamnosus* GG içeren zengin besiyeri ortamı ile *L. rhamnosus* GG kullanılarak üretilen bebek maması, emmental peyniri ve süt de *in vitro* biyoreaktör sindirim modelinde sindirime uğratılmıştır. Model gıdalardan ve gefilus marka ürünlerden sindirime uğramadan önce, asit muamelesinden sonra (duodenum girişinde), safra muamelesinden sonra, jejunum girişinde ve ileumun sonunda olmak üzere 5 farklı noktadan örnek alınmış ve örneklerdeki probiyotik bakteri sayısı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda gelişim evresine bağlı kalmaksızın *L. acidophilus* La-5 ve *L. johnsoni* NCC 533 bakterilerinin *L. casei* Shirota ve *L. rhamnosus* GG bakterilerine göre safra asidine daha fazla direnç göstererek sindirim sonrasında daha yüksek canlılık gösterdiği saptanmıştır. Bununla birlikte *L. rhamnosus* GG kullanılarak üretilen gefilus marka bebek maması, emmental peyniri ve sütteki *L. rhamnosus* GG bakterisinin *L. rhamnosus* GG içeren zengin besiyeri ortamındaki *L. rhamnosus* GG bakterisine

kıyasla sindirim işlemine daha fazla direnç göstererek canlılığını daha yüksek oranda koruduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar; *L. rhamnosus* GG kullanılarak üretilen bebek maması, emmental peyniri ve sütü probiyotik bakteri bulunabilirliği açısından karşılaştırdıklarında *L. rhamnosus* GG bakterisinin, emmental peyniri ve sütte, bebek mamasına kıyasla daha yüksek canlılık gösterdiğini saptamışlardır.

Konu ile ilgili yapılan farklı bir çalışmada Bove vd (2013) tasarlamış oldukları insan oro-gastrik-intestinal *in vitro* sisteminde, farklı taşıyıcı gıda matrislerinin koruyucu özelliklerinin ve tampon kapasitelerinin *Lactobacillus plantarum* WCFS1 bakterisinin canlılığı üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar; taşıyıcı gıda matrisi olarak rekonstitüye süt (%10 yağsız süt tozundan üretilmiş), MRS sıvı besiyeri, salin çözeltisi (%0.85 NaCl), normal makarna ve beta glukan ile zenginleştirilmiş arpa unu katkılı makarna kullanmışlardır. Ağız ortamında (pH 6.0) 5 dakika sindirime uğrayan örnekler, ortam pH'sının kademeli olarak pH 1.5'a kadar düşürüldüğü mide ortamında 100 dakika, ardından ince bağırsak ortamında (pH 6.5) 2 saat sindirime uğratılmıştır. Ağız ortamından 1, mide ortamından 7 ve ince bağırsak ortamından 14 farklı noktadan örnek alınmış ve örneklerdeki probiyotik bakteri sayısı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda tüm örneklerdeki *L. plantarum* WCFS1 bakterisinin canlılığının mide ortamında 1 saat sindirim sonrasında etkilenmediği, canlılıktaki büyük düşüşlerin mide pH'sının pH 1.5-2.0'ye düşürüldüğü 2. saatte görüldüğü belirlenmiştir. Süt proteinleri ve yağlar gibi fermente olabilen substratlar varlığında bakteriyel metabolizmanın devam ettirilebildiği ve prokaryotik hücrelerin sindirim ortamında karşılaştığı kötü çevre koşullarından korunabildiği saptanmıştır. Buna karşın hem bakteriyel metabolizmanın devamlılığı için gereken besinlerin eksikliği hem de sindirim ortamında karşılaştığı kötü çevre koşullarına karşı gösterdiği düşük bariyer etkisi sebebiyle salin çözeltisinin taşıyıcı matris olarak kullanılmasının probiyotik bakterilerde yüksek oranda canlılık kaybına yol açtığı tespit edilmiştir.

Kheadr vd (2011), laktokokların yanısıra *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* içeren 30 gr peynir ve *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus rhamnosus* ve *Bifidobacterium longum* içeren 175 gr fermente süt örneklerini dinamik gastrointestinal TIM-1 modelinde (Bkz. Şekil 2.5) sindirime uğratmışlardır. Sindirim öncesinde taze peynir örneğindeki *L. paracasei* subsp. *paracasei* sayısı 3.0×10^6 kob/gr, 30 gün olgunlaştırılmış peynir örneğindeki *L. paracasei* subsp. *paracasei* sayısı 5.8×10^7 kob/gr olarak; sindirim sonrasında kolona ulaşan taze peynir örneğindeki *L. paracasei* subsp. *paracasei* sayısı 6.8×10^6 kob/gr, 30 gün olgunlaştırılmış peynir örneğindeki *L. paracasei* subsp. *paracasei* sayısı 6.0×10^7 kob/gr olarak belirlenmiştir. Sindirim öncesinde fermente süt ürünündeki *B. longum* sayısı 5×10^7 kob/gr, *L. rhamnosus* sayısı 5×10^7 kob/gr ve *S. thermophilus* sayısı 6×10^7 kob/gr olarak; sindirim sonrasında kolona ulaşan fermente süt ürünündeki *B. longum* sayısı 5×10^7 kob/gr, *L. rhamnosus* sayısı 2×10^8 kob/gr ve *S. thermophilus* sayısı 3.5×10^8 kob/gr olarak belirlenmiştir. Bakteri sayılarındaki söz konusu artışın dinamik gastrointestinal TIM-1 modelinde jejunum ve ileum bölümlerinde gerçekleşen diyaliz işlemi sonucunda su hacminde meydana gelen azalış ile birlikte bakteri konsantrasyonunda meydana gelen artıştan kaynaklandığı gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda günlük 30 gr peynir tüketimi veya 175 gr fermente süt tüketimi ile 10^7 canlı probiyotik bakterinin kolona ulaşabildiğini tespit etmişlerdir.

Yapılan literatür taramasında probiyotik süt ürünlerinde, statik model olarak simüle edilmiş sindirim sıvıları içerisinde belirli sürelerde bekletildikten sonra probiyotik bakteri sayımının yapıldığı birçok çalışmaya rastlanılmıştır. Söz konusu statik modellerde zamana bağlı olarak değişen ortam pH'sı ve enzim konsantrasyonu gibi dinamik parametreler bulunmadığı için bu çalışmaların sonuçları ile çalışmamızda elde ettiğimiz verilerin karşılaştırılması yapılamamaktadır. Bununla birlikte literatürde statik modeller ile ilgili çalışmalarda, simüle edilmiş sindirim sıvıları içerisinde bekletme süresince ürünlerdeki laktik asit bakterileri sayısında görülen azalmaya (Ranadheera 2012, Chaves ve Gigante 2016) benzer şekilde, çalışmamızda da dinamik gastrointestinal modelden geçiş süresince ürünlerdeki laktik asit bakterileri sayısında azalma görülmektedir.

Literatürde dinamik modellerle ilgili de birçok çalışma bulunmakla birlikte söz konusu çalışmalar içerisinde dinamik modelde sindirime uğratılan probiyotik süt ürünleri ile ilgili araştırmaların sınırlı sayıda olduğu gözlemlenmiştir. Bu araştırmalarda üretimde kullanılan bakteri suşu ve ürün sindirime uğratılmadan önceki başlangıç probiyotik bakteri yükü ile modelin içerdiği basamak sayısı, sindirim süresi ve sindirim sıvılarının bileşiminin değişkenlik göstermiş olması çalışmamızda elde ettiğimiz verilerle kıyaslama yapmayı zorlaştırmaktadır. Bununla birlikte literatürde dinamik modeller ile ilgili çalışmalarda, dinamik gastrointestinal modelden geçişi süresince ürünlerdeki probiyotik bakteri sayısında görülen azalmaya (Marteau vd 1997, Sumeri vd 2008) benzer şekilde, çalışmamızda da dinamik gastrointestinal modelden geçiş süresince ürünlerdeki probiyotik bakteri sayısında azalma görülmektedir.

4.3. *In Vitro* Probiyotik Özelliklerin Belirlenmesi Amacıyla Yapılan Analizlere Ait Sonuçlar

4.3.1. Antimikrobiyal Aktivite Testi

Laktik asit bakterilerinin diğer mikroorganizmalara karşı gösterdiği antagonistik aktivite, ürettikleri laktik ve asetik asit gibi organik asitler, H₂O₂, bakteriyosin veya bakteriyosin benzeri metabolitler, diasetil, alkol ve CO₂ gibi antimikrobiyal bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Çon ve Gökalp 2000). Söz konusu antimikrobiyal bileşikler üretildikleri mikroorganizmaya, gastrointestinal sistemde istenmeyen türlerle yarışabilme yeteneği kazandırmaktadır (Gülgör ve Özçelik 2014). *L. acidophilus* tarafından üretilen acidophilin ve lactocidin gibi bakteriyosinler aracılığıyla *B. cereus* ve *E. coli* gibi gıda kökenli patojen bakteriler inhibe edilebilmektedir (Dinçer vd 2010).

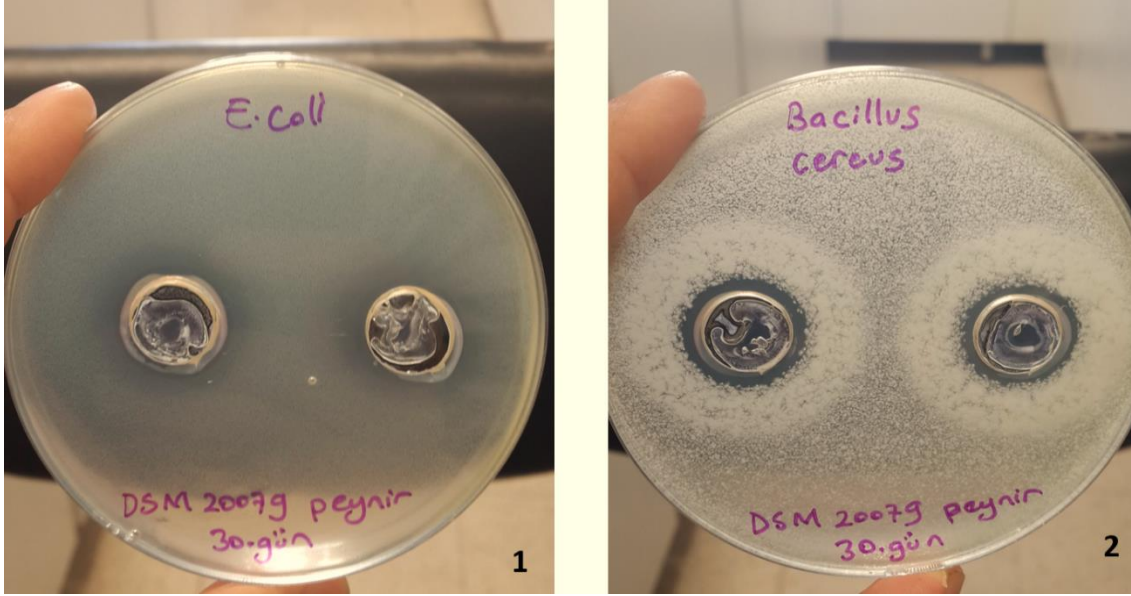
Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079 bakterilerinin depolama süresince *E. coli* XL1-Blue ve *B. cereus* 2248'e karşı antimikrobiyal aktivite değerleri Çizelge 4.75'te verilmiştir.

Çizelge 4.75. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince *E.coli* ve *B.cereus*'a karşı antimikrobiyal etkisi

Örnek*	Bakteri	İnhibisyon zon çapları (mm)		
		Depolama**		
		1. gün	15. gün	30. gün
HD	<i>E. coli</i>	19.09±0.36	18.92±0.64	16.60±0.32
	<i>B. cereus</i>	17.69±0.27	17.23±0.34	17.19±0.82
DD	<i>E. coli</i>	18.93±0.30	18.64±0.24	15.34±0.14
	<i>B. cereus</i>	17.16±0.50	16.74±0.25	16.37±0.21
HY	<i>E. coli</i>	18.25±0.35	16.59±0.37	16.16±0.68
	<i>B. cereus</i>	18.24±0.56	16.81±0.45	15.99±0.49
DY	<i>E. coli</i>	16.90±1.00	16.74±0.71	16.65±0.32
	<i>B. cereus</i>	18.15±0.29	17.42±1.20	16.55±0.37
HP	<i>E. coli</i>	15.36±0.56	15.30±0.93	14.87±0.39
	<i>B. cereus</i>	18.80±1.10	17.74±0.28	17.45±0.33
DP	<i>E. coli</i>	17.37±0.90	16.59±0.32	15.90±0.34
	<i>B. cereus</i>	18.41±0.28	18.20±0.11	17.78±0.34
HS	<i>E. coli</i>	15.95±0.76	15.25±0.45	14.98±0.26
	<i>B. cereus</i>	18.99±0.62	17.82±0.40	17.78±0.38
DS	<i>E. coli</i>	16.96±0.79	15.47±0.22	15.22±0.20
	<i>B. cereus</i>	18.98±0.45	17.74±0.72	17.78±0.42

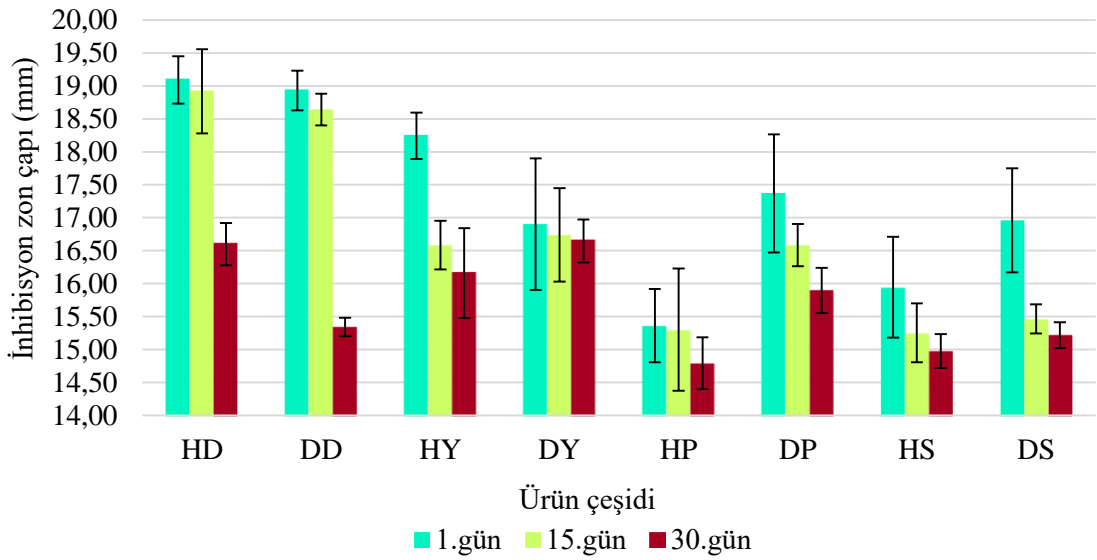
*HD: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, DD: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, HY: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, DY: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, HP: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir, DP: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir, HS: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt, DS: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt. **Probiyotik dondurma örneğinin depolama sıcaklığı -20°C, probiyotik yoğurt örneğinin depolama sıcaklığı +4°C, probiyotik peynir örneğinin depolama sıcaklığı +4°C, asidofiluslu süt örneğinin depolama sıcaklığı +4°C.

Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079 bakterilerinin *E. coli* XL1-Blue ve *B. cereus* 2248'e karşı belirlenen inhibisyon zon görünüşleri Şekil 4.17'de verilmiştir.



Şekil 4.17. *L. acidophilus*'un *E. coli* XL1-Blue (1) ve *B. cereus* 2248'e (2) karşı inhibisyon zon görünümü

Çizelge 4.75'de görüldüğü üzere depolama süresince probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı belirlenen ortalama inhibisyon zon çapları 14.87-19.09 mm arasında değişmektedir. Depolamanın 1. günü ile 30. gününe ait inhibisyon zon çapı değerleri karşılaştırıldığında probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus* HOWARU'nun *E. coli*'ye karşı gösterdiği antimikrobiyal aktivite değerinin %3.2 ile %13.0 arasında azaldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus* DSM 2079'un *E. coli*'ye karşı gösterdiği antimikrobiyal aktivite değerinin %1.5 ile %18.9 arasında azaldığı tespit edilmiştir. Depolama süresince probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı belirlenen ortalama inhibisyon zon çaplarındaki değişimin daha net gösterilebilmesi amacıyla hazırlanan grafik Şekil 4.18'de sunulmuştur.



HD: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, DD: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, HY: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, DY: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, HP: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir, DP: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir, HS: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt, DS: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt. Probiyotik dondurma örneğinin depolama sıcaklığı -20°C , probiyotik yoğurt örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$, probiyotik peynir örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$, asidofiluslu süt örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$.

Şekil 4.18. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince *E. coli*'ye karşı belirlenen inhibisyon zon çaplarındaki değişim (mm)

Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı göstermiş olduğu antimikrobiyal aktivite değerlerinin istatistiksel analizi sonucunda, incelenen ana varyasyon kaynaklarından örnek çeşidi ve depolama zamanı ile örnek çeşidi x bakteri suşu ve örnek çeşidi x depolama zamanı interaksiyonlarının örneklerde bulunan *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı göstermiş olduğu antimikrobiyal aktivite değerleri üzerine istatistiksel olarak $P<0.001$ düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bakteri suşu faktörünün örneklerde bulunan *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı göstermiş olduğu antimikrobiyal aktivite değerleri üzerine istatistiksel olarak $P<0.05$ düzeyinde, örnek çeşidi x bakteri suşu x depolama zamanı interaksiyonunun ise istatistiksel olarak $P<0.01$ düzeyinde etkili olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.76).

Çizelge 4.76. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince *E. coli*'ye karşı belirlenen antimikrobiyal aktivitelere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Örnek çeşidi (Ö)	3	25.93382778	88.12***
Bakteri suşu (B)	1	1.92666667	6.55*
Depolama zamanı (D)	2	21.68805417	73.70***
Ö x B	3	4.72875556	16.07***
Ö x D	6	3.43234861	11.66***
B x D	2	0.15542917	0.53
Ö x B x D	6	1.13850139	3.87**
Hata	72	0.2942903	

* $P < 0.05$ düzeyinde önemli, ** $P < 0.01$ düzeyinde önemli, *** $P < 0.001$ düzeyinde önemli

Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı göstermiş olduğu ortalama antimikrobiyal aktivite değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.77'de verilmiştir. Örnek çeşidi faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; probiyotik dondurma örneklerindeki *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı belirlenen ortalama inhibisyon zon çapı değerinin diğer örneklere göre daha yüksek olduğu, bir başka deyişle probiyotik dondurma örneklerindeki *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı antimikrobiyal aktivite değerinin diğer örneklere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerindeki *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı belirlenen ortalama inhibisyon zon çapı değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı saptanmıştır ($P < 0.05$). Farklı bakteri suşlarına ait ortalama inhibisyon zon çapı değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık olduğu ($P < 0.05$); *L. acidophilus* DSM 20079 suşunun *E. coli*'ye karşı göstermiş olduğu ortalama antimikrobiyal aktivite değerinin, *L. acidophilus* HOWARU suşunun *E. coli*'ye karşı göstermiş olduğu ortalama antimikrobiyal aktivite değerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çizelgeden de görüleceği üzere örneklerdeki *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı belirlenen ortalama inhibisyon zon çapı değerlerinin depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P < 0.05$) tespit edilmiştir.

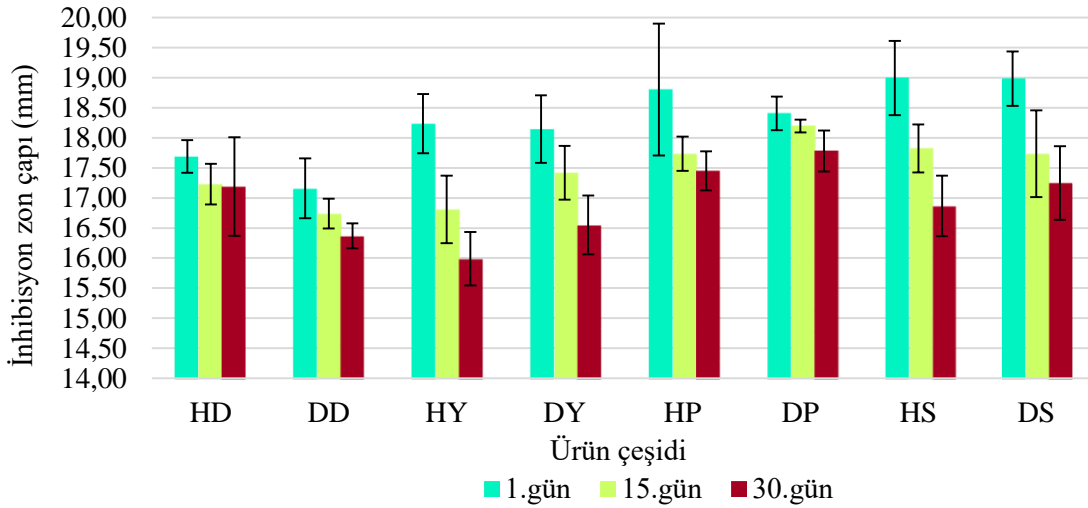
Çizelge 4.77. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince *E. coli*'ye karşı belirlenen inhibisyon zon çapı ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	İnhibisyon zon çapları (mm)
Örnek çeşidi	
Probiyotik dondurma	17.92±0.31 a
Probiyotik yoğurt	16.88±0.18 b
Probiyotik peynir	15.90±0.21 c
Asidofiluslu süt	15.64±0.17 c
Bakteri suşu	
<i>L. acidophilus</i> HOWARU	16.44±0.22 b
<i>L. acidophilus</i> DSM 20079	16.72±0.18 a
Depolama zamanı*	
1. gün	17.35±0.25 a
15. gün	16.69±0.25 b
30. gün	15.71±0.13 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$). *Probiyotik dondurma örneğinin depolama sıcaklığı -20°C , probiyotik yoğurt örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$, probiyotik peynir örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$, asidofiluslu süt örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$.

Yavuzdurmaz (2007) anne sütünden izole ettiği laktik asit bakterilerinin probiyotik özelliklerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. İzole ettiği suşların *E. coli* NRRL B-3008 ve *E. coli* O157:H7 NCTC 129000 suşlarına karşı antimikrobiyal aktivitelerini saptamıştır. *Lactobacillus oris* izolatının *E. coli* NRRL B-3008'e karşı gösterdiği inhibisyon zon çapı 41 mm, aynı izolatın *E. coli* O157:H7 NCTC 129000'e karşı gösterdiği inhibisyon zon çapının ise 22 mm olduğu gözlemlenmiştir. Aynı çalışmada *L. fermentum* izolatının *E. coli* NRRL B-3008'e karşı gösterdiği inhibisyon zon çapı 43 mm iken, aynı izolatın *E. coli* O157:H7 NCTC 129000'e karşı gösterdiği inhibisyon zon çapının 25 mm olduğu belirlenmiştir. Söz konusu çalışmada test edilen bakteri suşlarının çalışmamızda test ettiğimiz bakteri suşlarından farklı olmasının, elde edilen sonuçlar arasında farklılık olmasına yol açtığı değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.75'de görüldüğü üzere tüm depolama süresince probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *B. cereus*'a karşı göstermiş olduğu antimikrobiyal aktivite değerleri 16.37-18.99 mm arasında değişmiştir. Depolamanın 1. günü ile 30. gününe ait değerler karşılaştırıldığında probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus* HOWARU'nun *B. cereus*'a karşı gösterdiği antimikrobiyal aktivite değerinin %2.8 ile %12.2 arasında azaldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus* DSM 2079'un *B. cereus*'a karşı gösterdiği antimikrobiyal aktivite değerinin %3.4 ile %9.1 arasında azaldığı tespit edilmiştir. Depolama süresince probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *B. cereus*'a karşı olan inhibisyon zon çaplarındaki değişimin daha net gösterilmesi amacıyla hazırlanan grafik Şekil 4.19'da verilmiştir.



HD: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, DD: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, HY: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, DY: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, HP: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir, DP: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir, HS: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt, DS: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt. Probiyotik dondurma örneğinin depolama sıcaklığı -20°C , probiyotik yoğurt örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$, probiyotik peynir örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$, asidofiluslu süt örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$.

Şekil 4.19. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince *B. cereus*'a karşı belirlenen inhibisyon zon çaplarındaki değişim (mm)

Çizelge 4.78'de probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince *B. cereus*'a karşı belirlenen antimikrobiyal aktivite değerleri istatistiksel açıdan değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde; probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerindeki *L. acidophilus*'un *B. cereus*'a karşı olan antimikrobiyal aktivite değerleri üzerine örnek çeşidi ve depolama zamanının istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde, örnek çeşidi x bakteri suşu ve örnek çeşidi x depolama zamanı interaksiyonlarının ise istatistiksel olarak $P<0.05$ önem düzeyinde etkili olduğu görülmektedir. Ana varyasyon kaynaklarından bakteri suşunun ise istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.78. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince *B. cereus*'a karşı belirlenen antimikrobiyal aktivitelerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Örnek çeşidi (Ö)	3	6.24188715	21.00***
Bakteri suşu (B)	1	0.00087604	0.00
Depolama zamanı (D)	2	15.28724063	51.43***
Ö x B	3	1.05475660	3.55*
Ö x D	6	0.86465590	2.91*
B x D	2	0.37585104	1.26
Ö x B x D	6	0.17987743	0.61
Hata	72	0.29722674	

* $P < 0.05$ düzeyinde önemli, *** $P < 0.001$ düzeyinde önemli

Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *B. cereus*'a karşı göstermiş olduğu ortalama antimikrobiyal aktivite değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.79'da verilmiştir. Örnek çeşidi faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerindeki *L. acidophilus*'un *B. cereus*'a karşı belirlenen ortalama inhibisyon zon çapı değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık olmadığı ($P > 0.05$), ayrıca probiyotik dondurma ve probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un *B. cereus*'a karşı belirlenen ortalama inhibisyon zon çapı değerleri arasında da istatistiksel açıdan önemli bir farklılık olmadığı ($P > 0.05$) saptanmıştır. Örneklerdeki *L. acidophilus*'un *B. cereus*'a karşı belirlenen ortalama inhibisyon zon çapı değerlerinin depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P < 0.05$) tespit edilmiştir.

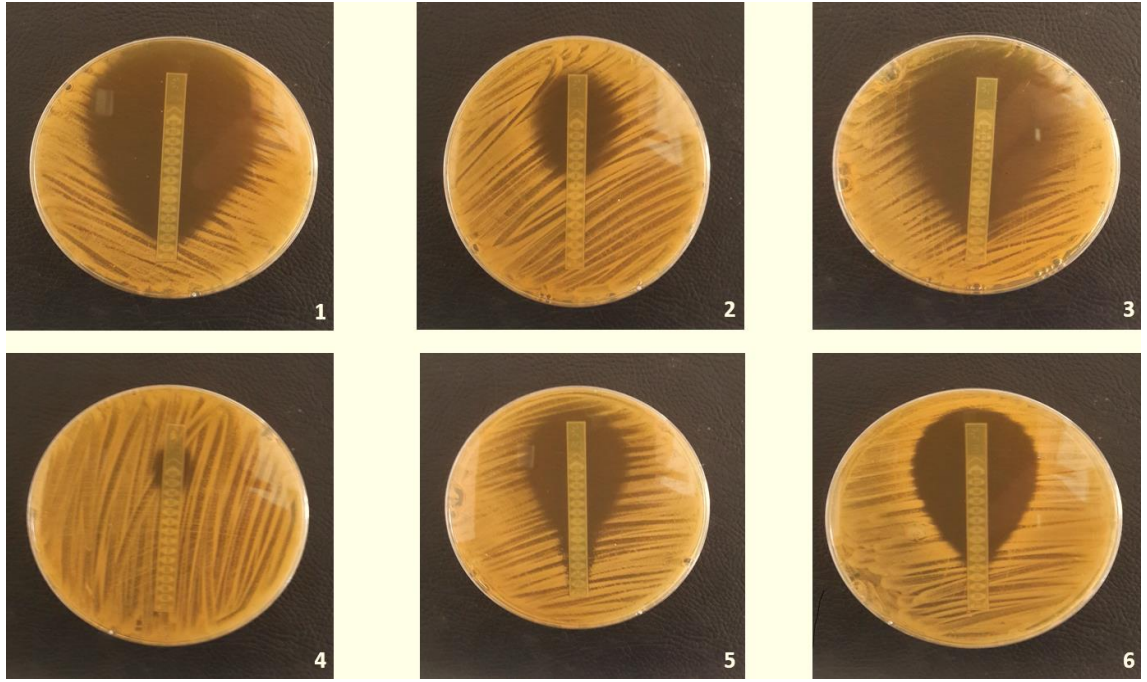
Çizelge 4.79. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince *B. cereus*'a karşı belirlenen inhibisyon zon çapı ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

İnhibisyon zon çapları (mm)	
Örnek çeşidi	
Probiyotik dondurma	17.06±0.12 b
Probiyotik yoğurt	17.19±0.21 b
Probiyotik peynir	18.06±0.13 a
Asidofiluslu süt	17.94±0.20 a
Bakteri suşu	
<i>L. acidophilus</i> HOWARU	17.57±0.14 a
<i>L. acidophilus</i> DSM 20079	17.56±0.13 a
Depolama zamanı*	
1. gün	18.30±0.14 a
15. gün	17.46±0.12 b
30. gün	16.93±0.71 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$). *Probiyotik dondurma örneğinin depolama sıcaklığı -20°C , probiyotik yoğurt örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$, probiyotik peynir örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$, asidofiluslu süt örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$.

4.3.2. Minimum İnhibisyon Konsantrasyonu (MİK) Testi

Genellikle bazı bakteri ve mantar gibi canlı mikroorganizmalar tarafından üreme ortamlarında sentezlenen, birçok mikroorganizmanın üremesini durdurucu ve öldürücü etki gösteren ve enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde kullanılan maddelere antibiyotik denmektedir. Kimyasal yapıları belli veya yapay olarak elde edilen maddelere kemoterapotik; doğal kaynaklı olanlara ise antibiyotik denmesine karşın günümüzde antibiyotiklerin çoğunun sentetik ya da yarısentetik yöntemlerle elde edilmesi mümkün olduğundan antibiyotik deyimi tedavide kullanılan kemoterapotik ve antibiyotik niteliğindeki maddeler için genel olarak kullanılmaktadır (Anonim 2011). Enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde kullanılacak olan antibiyotiklerin etkene yönelik seçilmesinde, duyarlılık testlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Optimum seviye genel olarak ilgili mikroorganizma üzerinde etkili olan en düşük doz olarak kabul edilmektedir. Etken maddenin incelenen mikroorganizma üzerindeki etkili dozları belirlendikten sonra etkin en düşük konsantrasyon, MİK değeri olarak belirlenmektedir. MİK değeri; denenen test mikroorganizma kültüründe test koşullarında üremeyi, yani mevcut canlı hücre sayısının artışını inhibe eden (önleyen) en düşük antimikrobiyal madde konsantrasyonudur (Anonim 2013). E-test yönteminde MİK değeri MİK şeritleri etrafında oluşan inhibisyon elipsinin şerit üzerindeki ölçülebilir kesiti noktasıdır (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. E-test yönteminde inhibisyon zonunun MİK şeritleriyle ölçüm görüntüleri. 1.Amoxyccillin-clavulanic acid, 2. Tetracycline, 3. Ampicillin, 4. Gentamicin, 5. Clindamycin, 6. Erhytromycin.

Amoxyccillin-clavulanic acid, tetracycline, ampicillin, gentamicin, clindamycin ve erhytromycin olmak üzere toplam 6 adet antibiyotiğin, probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerindeki *L. acidophilus*'un depolanması sırasında gelişmesini önleyen minimum inhibisyon konsantrasyon (MİK) değerleri Çizelge 4.80'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerindeki *L. acidophilus*'un amoxyccillin-clavulanic acid, ampicillin ve erhytromycin'e karşı duyarlı; tetracycline, gentamicin ve clindamycin'e karşı dirençli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.80. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerindeki *L. acidophilus*'un depolanması sırasında gelişmesini önleyen antibiyotiklerin, minimum inhibisyon konsantrasyon değerleri ($\mu\text{g/mL}$)

Örnek *	Depolama **	Amoxycillin CA	Tetracycline	Ampicillin	Gentamicin	Clindamycin	Erhytromycin
HD	1. gün	0.06 (S)	8 (R)	0.12 (S)	128 (R)	2 (R)	0.5 (S)
	15. gün	0.06 (S)	8 (R)	0.12 (S)	128 (R)	2 (R)	0.5 (S)
	30. gün	0.06 (S)	8 (R)	0.12 (S)	128 (R)	2 (R)	0.5 (S)
DD	1. gün	0.06 (S)	8 (R)	0.06 (S)	128 (R)	2 (R)	0.5 (S)
	15. gün	0.06 (S)	8 (R)	0.06 (S)	128 (R)	2 (R)	0.5 (S)
	30. gün	0.06 (S)	8 (R)	0.06 (S)	128 (R)	2 (R)	0.5 (S)
HY	1. gün	0.06 (S)	8 (R)	0.12 (S)	128 (R)	2 (R)	0.5 (S)
	15. gün	0.06 (S)	8 (R)	0.12 (S)	128 (R)	2 (R)	0.5 (S)
	30. gün	0.06 (S)	8 (R)	0.12 (S)	128 (R)	2 (R)	0.5 (S)
DY	1. gün	0.06 (S)	8 (R)	0.06 (S)	128 (R)	2 (R)	1 (S)
	15. gün	0.06 (S)	8 (R)	0.06 (S)	128 (R)	2 (R)	0.5 (S)
	30. gün	0.06 (S)	8 (R)	0.06 (S)	128 (R)	2 (R)	0.5 (S)
HP	1. gün	0.06 (S)	8 (R)	0.06 (S)	128 (R)	4 (R)	1 (S)
	15. gün	0.06 (S)	8 (R)	0.06 (S)	64 (R)	4 (R)	1 (S)
	30. gün	0.06 (S)	8 (R)	0.06 (S)	64 (R)	2 (R)	1 (S)
DP	1. gün	0.06 (S)	8 (R)	0.06 (S)	128 (R)	4 (R)	1 (S)
	15. gün	0.06 (S)	8 (R)	0.06 (S)	64 (R)	4 (R)	0.5 (S)
	30. gün	0.03 (S)	8 (R)	0.06 (S)	64 (R)	2 (R)	0.25 (S)
HS	1. gün	0.06 (S)	16 (R)	0.06 (S)	128 (R)	4 (R)	1 (S)
	15. gün	0.06 (S)	8 (R)	0.06 (S)	128 (R)	4 (R)	1 (S)
	30. gün	0.06 (S)	8 (R)	0.06 (S)	64 (R)	2 (R)	0.5 (S)
DS	1. gün	0.03 (S)	8 (R)	0.06 (S)	128 (R)	4 (R)	1 (S)
	15. gün	0.03 (S)	8 (R)	0.06 (S)	64 (R)	2 (R)	0.5 (S)
	30. gün	0.03 (S)	8 (R)	0.06 (S)	64 (R)	2 (R)	0.5 (S)

*HD: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, DD: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, HY: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, DY: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, HP: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir, DP: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir, HS: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt, DS: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt. **Probiyotik dondurma örneğinin depolama sıcaklığı -20°C , probiyotik yoğurt örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$, probiyotik peynir örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$, asidofiluslu süt örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$.

(S):Duyarlı, (R):Dirençli

Amoxycillin-clavulanic acid'in probiyotik dondurma ve probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079'un gelişmesini önleyen MİK değerleri 0.06 µg/mL olarak saptanmış, depolama süresince söz konusu MİK değerlerinde değişiklik olmadığı belirlenmiştir. Amoxycillin-clavulanic acid'in probiyotik peynir örneklerindeki *L. acidophilus* HOWARU'nun gelişmesini önleyen MİK değeri 0.06 µg/mL olarak saptanmış, depolama süresince söz konusu MİK değerinde değişiklik olmadığı belirlenmiş, bununla birlikte probiyotik peynir örneklerindeki *L. acidophilus* DSM 20079'un gelişmesini önleyen MİK değeri depolamanın 1. ve 15. günlerinde 0.06 µg/mL, depolamanın 30. gününde ise 0.03 µg/mL olarak tespit edilmiştir. Amoxycillin-clavulanic acid'in asidofiluslu süt örneklerindeki *L. acidophilus* HOWARU'nun gelişmesini önleyen MİK değeri 0.06 µg/mL iken, *L. acidophilus* DSM 20079'un gelişmesini önleyen MİK değeri 0.03 µg/mL olarak saptanmış, depolama süresince söz konusu MİK değerlerinde değişiklik olmadığı belirlenmiştir.

Tetracycline'nin probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt ve probiyotik peynir örneklerindeki *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079'un gelişmesini önleyen MİK değerleri 8 µg/mL olarak saptanmış, depolama süresince söz konusu MİK değerlerinde değişiklik olmadığı belirlenmiştir. Tetracycline'nin asidofiluslu süt örneklerindeki *L. acidophilus* HOWARU'nun gelişmesini önleyen MİK değeri depolamanın 1. gününde 16 µg/mL, depolamanın 15. ve 30. günlerinde ise 8 µg/mL olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte tetracycline'nin asidofiluslu süt örneklerindeki *L. acidophilus* DSM 20079'un gelişmesini önleyen MİK değeri 8 µg/mL olarak saptanmış, depolama süresince söz konusu MİK değerinde değişiklik olmadığı görülmüştür.

Ampicillin'in probiyotik dondurma ve probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus* HOWARU'nun gelişmesini önleyen MİK değeri 0.12 µg/mL iken, probiyotik dondurma ve probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus* DSM 20079'un gelişmesini önleyen MİK değeri 0.06 µg/mL olarak saptanmış, depolama süresince söz konusu MİK değerlerinde değişiklik olmadığı belirlenmiştir. Ampicillin'in probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerindeki *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079'un gelişmesini önleyen MİK değerleri ise 0.06 µg/mL olarak saptanmış, depolama süresince söz konusu MİK değerlerinde değişiklik olmadığı tespit edilmiştir.

Gentamicin'in probiyotik dondurma ve probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079'un gelişmesini önleyen MİK değerleri 128 µg/mL olarak saptanmış, depolama süresince söz konusu MİK değerlerinde değişiklik olmadığı belirlenmiştir. Gentamicin'in probiyotik peynir örneklerindeki *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079'un gelişmesini önleyen MİK değerleri depolamanın 1. gününde 128 µg/mL, depolamanın 15. ve 30. günlerinde ise 64 µg/mL olarak tespit edilmiştir. Gentamicin'in asidofiluslu süt örneklerindeki *L. acidophilus* HOWARU'nun gelişmesini önleyen MİK değeri depolamanın 1. ve 15. günlerinde 128 µg/mL, depolamanın 30. gününde ise 64 µg/mL olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte gentamicin'in asidofiluslu süt örneklerindeki *L. acidophilus* DSM 20079'un gelişmesini önleyen MİK değeri depolamanın 1.

gününde 128 µg/mL, depolamanın 15. ve 30. günlerinde ise 64 µg/mL olarak saptanmıştır.

Clindamycin'in probiyotik dondurma ve probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079'un gelişmesini önleyen MİK değerleri 2 µg/mL olarak saptanmış, depolama süresince söz konusu MİK değerlerinde değişiklik olmadığı belirlenmiştir. Clindamycin'in probiyotik peynir örneklerindeki *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079'un gelişmesini önleyen MİK değerleri depolamanın 1. ve 15. günlerinde 4 µg/mL, depolamanın 30. gününde ise 2 µg/mL olarak tespit edilmiştir. Clindamycin'in asidofiluslu süt örneklerindeki *L. acidophilus* HOWARU'nun gelişmesini önleyen MİK değeri depolamanın 1. ve 15. günlerinde 4 µg/mL, depolamanın 30. gününde ise 2 µg/mL olarak saptanmıştır. Bununla birlikte clindamycin'in asidofiluslu süt örneklerindeki *L. acidophilus* DSM 20079'un gelişmesini önleyen MİK değeri depolamanın 1. gününde 4 µg/mL, depolamanın 15. ve 30. günlerinde ise 2 µg/mL olarak belirlenmiştir.

Erhytromycin'in probiyotik dondurma örneklerindeki *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079'un gelişmesini önleyen MİK değerleri 0.5 µg/mL olarak saptanmış, depolama süresince söz konusu MİK değerlerinde değişiklik olmadığı belirlenmiştir. Erhytromycin'in probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus* HOWARU'nun gelişmesini önleyen MİK değeri 0.5 µg/mL olarak tespit edilmiş, depolama süresince söz konusu MİK değerinde değişiklik olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte erhytromycin'in probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus* DSM 20079'un gelişmesini önleyen MİK değeri depolamanın 1. gününde 1 µg/mL, depolamanın 15. ve 30. günlerinde ise 0.5 µg/mL olarak saptanmıştır. Erhytromycin'in probiyotik peynir örneklerindeki *L. acidophilus* HOWARU'nun gelişmesini önleyen MİK değeri 1 µg/mL olarak tespit edilmiş, depolama süresince söz konusu MİK değerinde değişiklik olmadığı belirlenmiştir. Erhytromycin'in probiyotik peynir örneklerindeki *L. acidophilus* DSM 20079'un gelişmesini önleyen MİK değeri depolamanın 1. gününde 1 µg/mL, depolamanın 15. gününde 0.5 µg/mL, depolamanın 30. gününde ise 0.25 µg/mL olarak saptanmıştır. Erhytromycin'in asidofiluslu süt örneklerindeki *L. acidophilus* HOWARU'nun gelişmesini önleyen MİK değeri depolamanın 1. ve 15. günlerinde 1 µg/mL, depolamanın 30. gününde ise 0.5 µg/mL olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte erhytromycin'in asidofiluslu süt örneklerindeki *L. acidophilus* DSM 20079'un gelişmesini önleyen MİK değeri depolamanın 1. gününde 1 µg/mL, depolamanın 15. ve 30. günlerinde ise 0.5 µg/mL olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızda kullandığımız antibiyotiklerden amoxycillin-clavulanic acid ve ampicillin, bakterilerin hücre duvarı sentezini inhibe ederek; tetracycline, gentamicin, clindamycin ve erhytromycin ise bakteri hücrelerinin ribozomlarında protein sentezini inhibe ederek bakteriler üzerinde etki göstermektedir (Abriouel vd 2015). Elde ettiğimiz sonuçlar antibiyotikler açısından değerlendirildiğinde; probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerindeki *L. acidophilus*'un gelişmesini önleyen en yüksek MİK değerini bakterilerin hücre duvarı sentezini inhibe ederek etki eden gentamicin'in (128 µg/mL), en düşük MİK değerini ise bakteri hücrelerinin ribozomlarında protein sentezini inhibe ederek etki eden amoxycillin-clavulanic acid'in (0.06 µg/mL) gösterdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte bakterilerin

hücre duvarı sentezini inhibe ederek bakteriler üzerinde etki gösteren amoxycillin-clavulanic acid ve ampicillin antibiyotiklerinin, bakteri hücrelerinin ribozomlarında protein sentezini inhibe ederek bakteriler üzerinde etki gösteren tetracycline, gentamicin, clindamycin ve erythromycin antibiyotiklerine göre daha düşük MİK değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Monteagudo-Mera vd (2012) *Lactococcus lactis* ATCC 11454, *Lactococcus lactis* 660, *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 53103, *Lactobacillus paracasei* ATCC 27092, *Lactobacillus paracasei* 34 ve *Lactobacillus casei* ATCC 393 suşlarının erythromycin, ampicillin, gentamicin ve tetracycline antibiyotiklerine karşı dirençlerini ölçmek amacıyla MİK testi yapmışlardır. Söz konusu suşların tümünün ampicillin, tetracycline ve erythromycin'e karşı duyarlı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca *L. lactis* ATCC 11454, *L. lactis* 660 suşlarının gentamicin'e karşı duyarlı olduğunu, buna karşın *L. rhamnosus* ATCC 53103, *L. paracasei* ATCC 27092, *L. paracasei* 34 ve *L. casei* ATCC 393 suşlarının gentamicin'e karşı direnç gösterdiğini tespit etmişlerdir. Solieri vd (2014) uzun süre olgunlaştırılmış Parmigiano Reggiano peynirinden izole ettikleri 47 farklı starter olmayan laktik asit bakteri suşunun (22 *Lactobacillus rhamnosus*, 18 *Lactobacillus paracasei*, 3 *Lactobacillus casei*, 2 *Lactobacillus harbinensis* ve 2 *Lactobacillus fermentum* suşu) ampicillin ve tetracycline'e karşı dirençlerini MİK testi uygulayarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar çalışma sonucunda tüm suşların ampicillin ve tetracycline'e karşı duyarlı olduğunu saptamışlardır. Konuyla ilgili yapılan farklı bir araştırma sonucunda Yu vd (2013) fermente ürünlerden izole ettikleri *Lactobacillus rhamnosus* GG suşu ile 7 farklı *Lactobacillus plantarum* suşunun erythromycin'e karşı duyarlı, gentamicin'e karşı dirençli olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmamızda test edilen bakteri suşlarının diğer çalışmadakilerden farklı olmasının, elde edilen sonuçlar arasında farklılık olmasına yol açtığı değerlendirilmiştir.

4.3.3. Adezyon (Bağırsak Çeperine Tutunma Yeteneği) Tespiti

4.3.3.1. Müsin Adezyon Tespiti

Bir mikroorganizmanın probiyotik olarak kullanılabilmesi için bağırsak epitel yüzeyine tutunabilmesi ve burada baskın flora halini alabilmesi şarttır. Bağırsak epiteline tutunamayan ancak bakteriyosin üretebilen bir laktik asit bakterisi, dışkı yolu ile hızla vücuttan atılacağından, sağlık üzerine olumlu etkileri de gözlemlenemeyecektir (Gülgör ve Özçelik 2014). Probiyotik bakterilerin bağırsaktaki epitel yüzeylere tutunması; kolonizasyonun, immün sistemin aktive edilmesinin ve patojenlere karşı antagonistik aktivitenin ön şartı olarak kabul görmektedir (Doğan 2012). Bağırsak epitel tabakalarını kaplayan mukus, mikroorganizmalar için bağırsaktaki ilk yüzeysel temas yeridir. Mukus, bağırsak epitelini kaplayan mukozal bezler ve goblet hücreleri tarafından salgılanan jel benzeri bir yapıdır. Mukusun yapısal bileşimini disülfid bağları ile birbirine bağlanan müsin (yüksek glikolizatlı protein monomerlerinin polimeri) gibi büyük moleküller oluşturmaktadır (Önal vd 2005).

Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısı (log kob/gr) belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.81'de sunulmuştur. Probiyotik dondurma örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsin

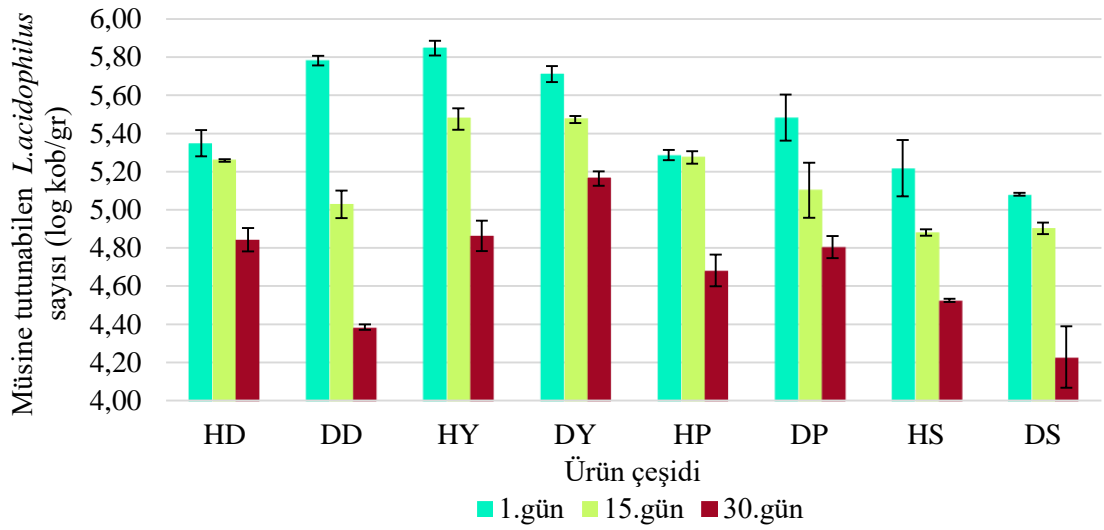
kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısının 4.38-5.78 log kob/gr; probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsün kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısının 4.86-5.85 log kob/gr; probiyotik peynir örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsün kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısının 4.68-5.48 log kob/gr; asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsün kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısının ise 4.23-5.22 log kob/gr arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.81. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsün kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısı (log (kob/gr))

Örnek*	Örneklerdeki <i>L. acidophilus</i> 'un depolama süresince müsün kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısı (log (kob/gr))		
	Depolama**		
	1. gün	15. gün	30. gün
HD	5.35±0.07	5.26±0.01	4.84±0.06
DD	5.78±0.03	5.03±0.07	4.38±0.01
HY	5.85±0.04	5.48±0.06	4.86±0.08
DY	5.71±0.04	5.47±0.02	5.16±0.04
HP	5.29±0.03	5.27±0.03	4.68±0.08
DP	5.48±0.12	5.10±0.14	4.80±0.06
HS	5.22±0.05	4.88±0.02	4.52±0.01
DS	5.08±0.01	4.90±0.01	4.23±0.16

*HD: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, DD: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, HY: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, DY: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, HP: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir, DP: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir, HS: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt, DS: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt. **Probiyotik dondurma örneğinin depolama sıcaklığı -20°C, probiyotik yoğurt örneğinin depolama sıcaklığı +4°C, probiyotik peynir örneğinin depolama sıcaklığı +4°C, asidofiluslu süt örneğinin depolama sıcaklığı +4°C.

Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsün kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısındaki değişimin (log kob/gr) daha net gösterilebilmesi amacıyla hazırlanan grafik Şekil 4.21 'de sunulmuştur.



HD: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, DD: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, HY: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, DY: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, HP: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir, DP: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir, HS: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt, DS: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt. Probiyotik dondurma örneğinin depolama sıcaklığı -20°C , probiyotik yoğurt örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$, probiyotik peynir örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$, asidofiluslu süt örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$.

Şekil 4.21. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısındaki değişim (log kob/gr)

Örnek çeşidi, bakteri suşu ve depolama zamanının probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısı (log kob/gr) üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.82'de verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere, örneklerden izole edilen *L. acidophilus*'un müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısı üzerine örnek çeşidi ve depolama zamanı ile örnek çeşidi x bakteri suşu x depolama zamanı interaksiyonunun istatistiksel olarak $P < 0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu; örnek çeşidi x bakteri suşu interaksiyonunu ile bakteri suşu x depolama zamanı interaksiyonunun istatistiksel olarak $P < 0.01$ önem düzeyinde etkili olduğu; örnek çeşidi x depolama zamanı interaksiyonunun ise istatistiksel olarak $P < 0.05$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından bakteri suşunun ise istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı ($P > 0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.82. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısına (log kob/gr) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Örnek çeşidi (Ö)	3	0.76701389	144.95***
Bakteri suşu (B)	1	0.01140833	2.16
Depolama zamanı (D)	2	2.51006458	474.34***
Ö x B	3	0.02739167	5.18**
Ö x D	6	0.01771181	3.35*
B x D	2	0.04302708	8.13**
Ö x B x D	6	0.09555208	18.06***
Hata	72	0.00529167	

* $P < 0.05$ düzeyinde önemli, ** $P < 0.01$ düzeyinde önemli, *** $P < 0.001$ düzeyinde önemli

Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısının ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.83'te verilmiştir. Örnek çeşidi faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek ortalama müsin adezyon değerine probiyotik yoğurt örneğinde bulunan *L. acidophilus*'un, en düşük ortalama müsin adezyon değerine ise asidofiluslu süt örneğinde bulunan *L. acidophilus*'un sahip olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte probiyotik dondurma ve probiyotik peynir örneğinde bulunan *L. acidophilus*'un ortalama müsin adezyon değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı ($P > 0.05$) saptanmıştır. Örneklerde bulunan *L. acidophilus*'un ortalama müsin adezyon değerlerinin depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel olarak önemli olduğu ($P < 0.05$) belirlenmiş, örneklerdeki en düşük ortalama müsin adezyon değeri ise depolamanın 30. gününde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.83. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısının (log kob/gr) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen <i>L. acidophilus</i> sayısı(log kob/gr)	
Örnek çeşidi	
Probiyotik dondurma	5.11±0.13 b
Probiyotik yoğurt	5.42±0.10 a
Probiyotik peynir	5.11±0.09 b
Asidofiluslu süt	4.81±0.10 c
Bakteri suşu	
<i>L. acidophilus</i> HOWARU	5.13±0.08 a
<i>L. acidophilus</i> DSM 20079	5.10±0.10 a
Depolama zamanı*	
1. gün	5.47±0.07 a
15. gün	5.17±0.06 b
30. gün	4.69±0.07 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$). *Probiyotik dondurma örneğinin depolama sıcaklığı -20°C , probiyotik yoğurt örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$, probiyotik peynir örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$, asidofiluslu süt örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$.

Yapılan literatür taramasında müsin adezyon tespiti yöntemini kullanarak *L. acidophilus*'un bakteriyel adezyon yeteneğinin ölçüldüğü herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Tallon vd (2007), *L. plantarum*'un farklı suşlarının müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısını tespit etmek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar *L. plantarum*'un 31 suşunu hayvansal ve bitkisel kaynaklı farklı fermente ürünlerden izole etmişlerdir. *L. plantarum* suşlarının müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısının 1.5×10^4 - 2.0×10^4 kob/plaka arasında değiştiği belirlenmiştir. Test edilen *L. plantarum* suşlarından, mısır silajından izole edilen *L. plantarum* FV ve *L. plantarum* CBE suşlarının en yüksek müsin adezyon yeteneğine sahip olduğu belirlenmiştir.

4.3.3.2. Rekabetçi Adezyon Tespiti

Patojen bakterilerin mukozal yüzeylere yapışmasının bağırsak enfeksiyonlarının ilk aşaması olduğu düşünülmektedir. Söz konusu yapışmaya özel mukozal resöptör olarak tanımlanan bakteri yapışkanları aracılık etmektedir. Patojenlerin yapışmasının engellenmesi, patojenlerin bağırsağa kolonizasyonunu, böylece oluşacak enfeksiyonu önleyebilmektedir (Önal vd 2005). Probiyotikler sayı ve hacim avantajları ile patojenlerin adezyonunu önleyebilmekte ve dokulara yayılmasına engel olmaktadır (Sezen 2013).

Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen *E. coli* bakterisini inhibisyon oranı (%) belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.84'te sunulmuştur. Probiyotik dondurma örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen *E. coli* bakterisini inhibisyon

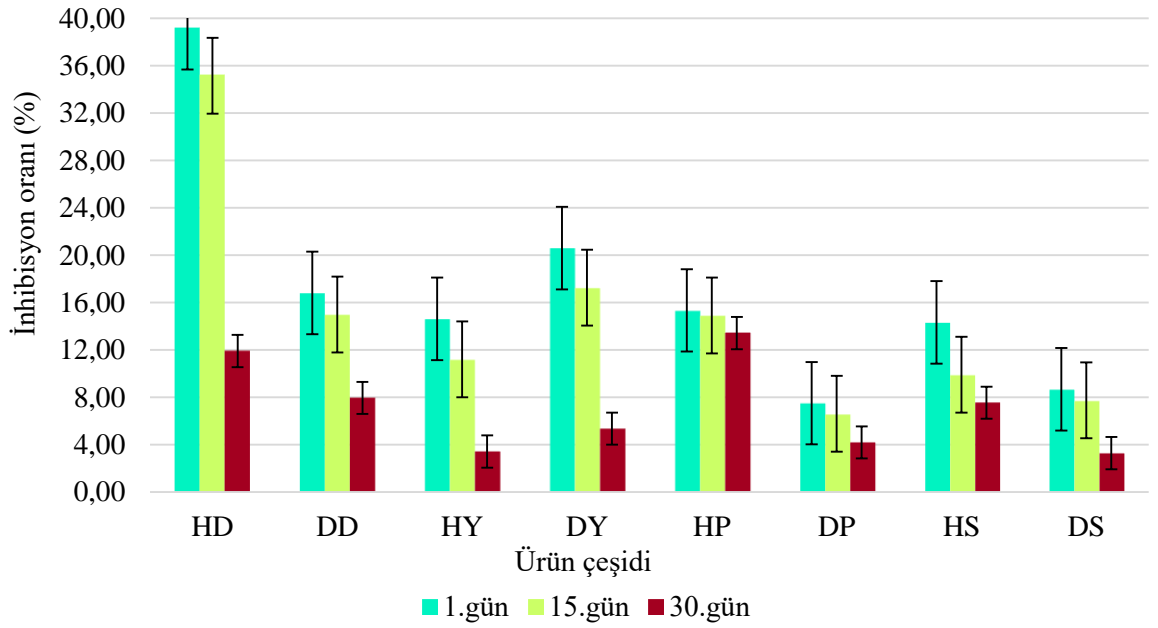
oranının %7.95-39.17 arasında; probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen *E. coli* bakterisini inhibisyon oranının %3.43-20.60 arasında; probiyotik peynir örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen *E. coli* bakterisini inhibisyon oranının %4.20-15.35 arasında; asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen *E. coli* bakterisini inhibisyon oranının ise % 3.29-14.33 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.84. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen *E.coli*'yi inhibisyon oranı (%)

Örnek*	Örneklerdeki <i>L. acidophilus</i> 'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen <i>E.coli</i> 'yi inhibisyon oranı (%)		
	Depolama**		
	1. gün	15. gün	30. gün
HD	39.17±3.13	35.16±1.06	11.9±1.62
DD	16.82±1.28	15.00±2.36	7.95±1.62
HY	14.64±0.34	11.21±0.54	3.43±0.27
DY	20.60±0.00	17.26±0.11	5.36±1.00
HP	15.35±2.20	14.92±1.42	13.42±0.55
DP	7.51±1.29	6.61±2.61	4.20±1.34
HS	14.33±1.10	9.92±2.20	7.56±0.54
DS	8.68±3.37	6.91±1.63	3.29±1.55

*HD: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, DD: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, HY: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, DY: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, HP: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir, DP: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir, HS: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt, DS: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt. **Probiyotik dondurma örneğinin depolama sıcaklığı -20°C, probiyotik yoğurt örneğinin depolama sıcaklığı +4°C, probiyotik peynir örneğinin depolama sıcaklığı +4°C, asidofiluslu süt örneğinin depolama sıcaklığı +4°C.

Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen *E.coli* bakterisini inhibisyon oranındaki (%) değişimin daha net gösterilebilmesi amacıyla hazırlanan grafik Şekil 4.22'de sunulmuştur.



HD: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, DD: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, HY: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, DY: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt, HP: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik peynir, DP: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik peynir, HS: *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt, DS: *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt. Probiyotik dondurma örneğinin depolama sıcaklığı -20°C , probiyotik yoğurt örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$, probiyotik peynir örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$, asidofiluslu süt örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$.

Şekil 4.22. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen *E.coli*'yi inhibisyon oranındaki değişim (%)

Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen *E. coli*'yi inhibisyon oranı (%) verileri istatistiksel açıdan değerlendirilmiştir (Çizelge 4.85). Varyans analiz sonuçları incelendiğinde; örneklerden izole edilen *L. acidophilus*'un müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen *E. coli*'yi inhibisyon oranı üzerine ana varyasyon kaynakları örnek çeşidi, bakteri suşu ve depolama zamanı ile örnek çeşidi x bakteri suşu, örnek çeşidi x depolama zamanı, örnek çeşidi x bakteri suşu x depolama zamanı interaksiyonlarının istatistiksel olarak $P<0.001$ önem düzeyinde, bakteri suşu x depolama zamanı interaksiyonunun ise istatistiksel olarak $P<0.01$ önem düzeyinde etkili olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.85. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince *E.coli*'yi inhibisyon oranına (%) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
Örnek çeşidi (Ö)	3	370.785576	136.79***
Bakteri suşu (B)	1	417.985869	154.20***
Depolama zamanı (D)	2	432.699868	159.63***
Ö x B	3	212.248990	78.30***
Ö x D	6	58.900886	21.73***
B x D	2	13.517450	4.99*
Ö x B x D	6	31.728961	11.71***
Hata	24	65.055552	

* $P < 0.05$ düzeyinde önemli, *** $P < 0.001$ düzeyinde önemli

Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince *E. coli*'yi inhibisyon oranı (%) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.86'da verilmiştir. Örnek çeşidi faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde; en yüksek ortalama *E. coli*'yi inhibisyon oranı değerine dondurma örneğinde bulunan *L. acidophilus*'un, en düşük ortalama *E. coli*'yi inhibisyon oranı değerine ise asidofiluslu süt örneğinde bulunan *L. acidophilus*'un sahip olduğu tespit edilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere en düşük ortalama *E. coli*'yi inhibisyon oranı değerlerinin *L. acidophilus* DSM 20079 suşunda olduğu saptanmıştır. Örneklerde bulunan *L. acidophilus*'un ortalama *E.coli*'yi inhibisyon oranı değerlerinin depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel olarak önemli olduğu ($P < 0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.86. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince *E.coli*'yi inhibisyon oranı (%) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	<i>L. acidophilus</i> 'un <i>E. coli</i> 'yi inhibisyon oranı (%)
Örnek çeşidi	
Probiyotik dondurma	21.00±3.59 a
Probiyotik yoğurt	12.09±1.86 b
Probiyotik peynir	10.4±1.37 c
Asidofiluslu süt	8.45±1.09 d
Bakteri suşu	
<i>L. acidophilus</i> HOWARU	15.92±2.12 a
<i>L. acidophilus</i> DSM 20079	1.02±1.19 b
Depolama zamanı*	
1. gün	17.14±2.41 a
15. gün	14.62±2.23 b
30. gün	7.14±0.95 c

Farklı harfle işaretlenen ortalama değerler istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P<0.05$). *Probiyotik dondurma örneğinin depolama sıcaklığı -20°C , probiyotik yoğurt örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$, probiyotik peynir örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$, asidofiluslu süt örneğinin depolama sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$.

Dhanani ve Bagchi (2013), farklı *Lactobacillus* suşlarının (*Lactobacillus rhamnosus* GG, *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014, *Lactobacillus fermentum* ASt1, *Lactobacillus delbrueckii* M, *Lactobacillus casei* CS5.2, *Lactobacillus plantarum* CS23, *Lactobacillus plantarum* CS24.2, *Lactobacillus rhamnosus* CS25) müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısını tespit etmek ve söz konusu suşların müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen *E.coli*'yi inhibisyon oranını belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Test edilen tüm suşların müsin kaplı kuyucuklara tutunabildiği bununla birlikte söz konusu suşlar arasında tek probiyotik suş olan *L. rhamnosus* GG'nin en yüksek müsin adezyon yeteneğine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca en düşük müsin adezyon yeteneğini *L. fermentum* ASt1 suşunda tespit etmişlerdir. Bununla birlikte *L. fermentum* ASt1 ve *L. casei* CS5.2 suşlarının *E. coli*'ye karşı rekabetçi adezyon yeteneklerinin diğer suşlara göre düşük olduğunu; *L. rhamnosus* GG, *L. plantarum* ATCC 8014 ve *L. delbrueckii* M'nin müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen *E. coli*'yi daha yüksek oranda inhibe ettiklerini saptamışlardır.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt üretilmiştir. Üretilen probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinin toplam kurumadde (%), yağ (%), kül (%) ve protein (%) değerleri depolamanın ilk gününde, pH ve titrasyon asitliği (%) değerleri ise depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde belirlenmiştir. Sindirim sistemindeki işlemlere maruz kalması istenen probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örnekleri, laboratuvar koşullarında oluşturulan dinamik gastrointestinal modelden geçirilmiştir. Mikrobiyolojik analizler; probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örnekleri ile dinamik gastrointestinal modelin ağız, mide ve ince bağırsak bölgelerindeki 4 noktada olmak üzere her bir örnek için toplam 5 farklı noktada, depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde yapılmıştır. Ayrıca depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde örneklerden izole edilen *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079 suşlarının bazı *in vitro* probiyotik özellikleri belirlenmiştir. Araştırma sonunda elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde sunulmuştur:

1. *L. acidophilus* HOWARU ve *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinin pH ve titrasyon asitliği değerleri depolama süresince belirlenmiş olup, söz konusu örneklerin pH değerlerinin depolama süresince azaldığı, örneklerin titrasyon asitliği değerlerinin ise depolama süresince arttığı saptanmıştır. *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt ve probiyotik peynir örneklerinin pH değerlerinin *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt ve probiyotik peynir örneklerinin pH değerlerinden daha yüksek olduğu, *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinin pH değerlerinin ise *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinin pH değerlerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt ve probiyotik peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt ve probiyotik peynir örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinden daha düşük olduğu, *L. acidophilus* HOWARU kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin ise *L. acidophilus* DSM 20079 kullanılarak üretilen asidofiluslu süt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

2. Probiyotik dondurma örneklerinin mikrobiyolojik özelliklerinin tespiti için depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince probiyotik dondurma örneklerinde *L. acidophilus* sayımı yapılmıştır. Probiyotik dondurma örneklerindeki ortalama *L. acidophilus* sayısının depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince azaldığı tespit edilmiştir.

3. Probiyotik yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik özelliklerinin tespiti için depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince probiyotik yoğurt örneklerinde *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *S. thermophilus* ve *L. acidophilus* sayımı yapılmıştır. Probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*,

5. *thermophilus* ve *L. acidophilus* sayılarının depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince azaldığı belirlenmiştir.

4. Probiyotik peynir örneklerinin mikrobiyolojik özelliklerinin tespiti için depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince probiyotik peynir örneklerinde toplam mezofil aerob bakteri, M17'de gelişen bakteri ve *L. acidophilus* sayımı yapılmıştır. Probiyotik peynir örneklerindeki ortalama toplam mezofil aerob bakteri, M17'de gelişen bakteri ve *L. acidophilus* sayılarının depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince azaldığı saptanmıştır.

5. Asidofiluslu süt örneklerinin mikrobiyolojik özelliklerinin tespiti için depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince asidofiluslu süt örneklerinde *L. acidophilus* sayımı yapılmıştır. Asidofiluslu süt örneklerindeki ortalama *L. acidophilus* sayısının depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince azaldığı tespit edilmiştir.

6. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçişi sırasında canlılık değerinde azalma miktarları (%) incelendiğinde; en yüksek azalma miktarının probiyotik yoğurt örneğinde belirlendiği ve probiyotik yoğurt örneğini sırasıyla asidofiluslu süt, probiyotik peynir ve probiyotik dondurma örneklerinin takip ettiği belirlenmiştir. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt üretimlerinde kullanılan *L. acidophilus*'daki suş farklılığının söz konusu azalma üzerinde etkisinin olmadığı saptanmıştır. Çalışmamızda incelediğimiz söz konusu probiyotik süt ürünleri içerisinde depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince *L. acidophilus*'un canlılığını en yüksek düzeyde koruyan süt ürününün probiyotik dondurma olduğu sonucuna varılmıştır.

7. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinden izole edilen *L. acidophilus*'un antimikrobiyal aktivitesinin tespiti için kuyucuk difüzyon testi uygulanmıştır. Söz konusu örneklerden izole edilen *L. acidophilus*'un, *E.coli* ve *B. cereus*'a karşı belirlenen ortalama inhibisyon zon çapı değerlerinin depolama süresince azaldığı belirlenmiştir. Üretimlerde kullanılan *L. acidophilus*'daki suş farklılığının *E.coli*'ye karşı belirlenen ortalama inhibisyon zon çapı değerleri arasında önemli bir farklılığa ($P<0.05$) yol açtığı, buna karşın aynı farklılığın *B. cereus*'a karşı belirlenen ortalama inhibisyon zon çapı değerleri arasında önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. Ayrıca farklı örneklerden izole edilen *L. acidophilus*'un antimikrobiyal aktivitesinin değişkenlik gösterdiği görülmüştür.

8. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinden izole edilen *L. acidophilus*'un antibiyotiklere karşı gösterdiği direncin değerlendirilmesi için MİK testi uygulanmıştır. Söz konusu örneklerden izole edilen *L. acidophilus*'un amoxycillin-clavulanic acid, tetracycline, ampicillin, gentamicin, clindamycin ve erhytromycin'e karşı dirençliliği üzerine örnek çeşidi, suş çeşidi ve depolama zamanının etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır. *L. acidophilus*'un amoxycillin-clavulanic acid, ampicillin ve erhytromycin'e karşı duyarlı; tetracycline, gentamicin ve clindamycin'e karşı dirençli olduğu belirlenmiştir.

9. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinden izole edilen *L. acidophilus*'un bağırsak çeperine tutunma yeteneğinin değerlendirilmesi için müsin adezyon testi uygulanmıştır. Söz konusu örneklerden izole edilen *L. acidophilus*'un, müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısının depolama süresince azaldığı belirlenmiştir. Üretimlerde kullanılan *L. acidophilus*'daki suş farklılığının müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen sayıları üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0.05$), bununla birlikte farklı örneklerden izole edilen *L. acidophilus*'un müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen sayısının değişkenlik gösterdiği görülmüştür.

10. Probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt örneklerinden izole edilen *L. acidophilus*'un rekabetçi adezyon yeteneği belirlenmiştir. Söz konusu örneklerden izole edilen *L. acidophilus*'un müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen *E.coli*'yi inhibisyon oranının depolama süresince azaldığı saptanmıştır. Üretimlerde kullanılan *L. acidophilus*'daki suş farklılığının *E.coli*'yi inhibisyon oranları üzerine önemli etkisinin ($P<0.05$) görüldüğü, ayrıca farklı örneklerden izole edilen *L. acidophilus*'un müsin kaplı kuyucuklara tutunabilen *E.coli*'yi inhibisyon oranının değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde; probiyotik dondurma, probiyotik yoğurt, probiyotik peynir ve asidofiluslu süt ürünlerinin üretim prosesleri esnasında ısıl işlem, dondurma işlemi, inkübasyon sıcaklığı, inkübasyon sonlandırma pH'sı, rekabetçi starter kültür varlığı gibi ortak veya ürüne özgü işlem parametrelerinden kaynaklı farklı streslere maruz kalmasının ve söz konusu ürünlerin bileşimindeki yağ (%), şeker (%), kurumadde (%) miktarlarındaki farklıların üretimlerde kullanılan *L. acidophilus*'un depolama ve dinamik *in vitro* gastrointestinal modelden geçiş süresince canlılığını ve *in vitro* probiyotik özelliklerini önemli derecede etkilediği görülmüştür. Elde ettiğimiz sonuçlar neticesinde, fonksiyonel gıda pazarı içerisinde probiyotik dondurmanın daha çok ön plana çıkması gerektiği değerlendirilmiştir. Konu ile ilgili bundan sonraki çalışmalarda, dinamik *in vitro* gastrointestinal modele mikrobiyal flora yüklenerek söz konusu floranın probiyotiklerle antagonistik etkileşiminin probiyotik bakterilerin canlılığı üzerine etkisinin ortaya konulması bir gerekliliktir. Ayrıca laboratuvar koşullarında geliştirmiş olduğumuz dinamik gastrointestinal sistemin *in vivo* çalışmalarla valide edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- ABRIOUEL, H., CASADO MUÑOZ, M.D.C., LAVILLA LERMA, L., MONTORO, B.P. , BOCKELMANN, W., PICHNER, R., KABISCH J., CHO G.S., FRANZ C., GÁLVEZ, A. and BENOMAR, N. 2015. New insights in antibiotic resistance of *Lactobacillus* species from fermented foods. *Food Research International*, 78:465-481.
- AKALIN, S., GÖNÇ, S. ve SENDERYA, S. 2000. Probiyotik süt ürünleri ve prebiyotikler. VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Süt Mikrobiyoloji ve Katkı Maddeleri, 29-36 ss, Tekirdağ.
- AKMAN, E. 2009. Bazı laktik asit bakterilerinin probiyotik özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 48ss, İstanbul.
- AKPINAR, A. 2008. Değişik aroma maddeleri katılarak üretilen asidofiluslu sütün özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 93 ss, İzmir.
- AKTÜMSEK, A. 2001. Anatomi ve Fizyoloji. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 504ss.
- ALP, G. ve ASLIM, B. 2009. İnsan bağırsak sisteminde probiyotik olarak bifidobakterilerin önemi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknolojileri Dergisi*, 10(2):343-354.
- ANONİM. 1978. Peynirde Yağ Miktarı Tayini (Van Gulik Metodu). Türk Standartları Enstitüsü TS 3046, Ankara.
- ANONİM. 1986. TS 4851 Dondurma-Toplam Katı Madde Miktarı Tayini-Referans Metot Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, 5 ss, Ankara.
- ANONİM. 1994. TS 1018 Çiğ İnek Sütü Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, 14 ss, Ankara.
- ANONİM. 1995. TS 8189 Sütte Yağ Tayini-Gerber Metodu (Rutin Metod) Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, 10 ss, Ankara.
- ANONİM. 2002. TS 1018 İnek Sütü-Çiğ Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, 14 ss, Ankara.
- ANONİM. 2004. Türk Gıda Kodeksi-Dondurma Tebliği. Tebliğ No: 2004/45. T.C. Resmi Gazete 13.01.2005 tarih ve 25699 sayı. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, Ankara.
- ANONİM. 2006. Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliği. Tebliğ No: 2006/34. T.C. Resmi Gazete 07.07.2006

tarikh 26221 sayı. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, Ankara.

ANONİM. 2009a. Türk Gıda Kodeksi-Fermente Süt Ürünleri Tebliği. Tebliğ No:2009/25. T.C. Resmi Gazete 16.02.2009 tarih ve 27143 sayı. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, Ankara.

ANONİM. 2009b. Sindirim sistemleri.
<http://www.biyolojisesi.net/tum%20uniteler/sindirim/>

ANONİM. 2011. Antibiyotik duyarlılık testleri.
http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Antibiyotik%20Duyarl%C4%B1%C4%B1k%20Testi.pdf

ANONİM. 2012a. Türk Gıda Kodeksi Etiketleme Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazete 11.02.2012 tarih 28201 sayı. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, Ankara.

ANONİM. 2012b. Sindirim sistemi sınırları.
<http://www.mustafaaltinisik.org.uk/89-2-08.pdf>

ANONİM. 2013. Antimikrobiyal madde testleri.
http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Antimikrobiyal%20Madde%20Testleri.pdf

ANONİM. 2015a. Probiyotik peynir: Hayal mi, fırsat mı?
<http://www.sutdunyasi.com/yazar/973-probiyotik-peynir-hayal-mi-firsat-mi.html>

ANONİM. 2015b. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği. Tebliği No:2015/6. T.C. Resmi Gazete 08.02.2015 tarih ve 29261 sayı, Ankara.

ANONYMOUS. 1982. Cheese and Processed Cheese. Determination of the Total Solids Content (Reference Method). International Dairy Federation Standard 4A, Brussels.

ANONYMOUS. 1986. Milk Determination of Nitrogen (Kjeldahl Method) and Calculation of Crude Protein Content. International Dairy Federation Standard 20A, Belgium.

ANONYMOUS. 1987a. Milk, Cream and Evaporated Milk. Determination of Total Solids Content. Reference Method. International Dairy Federation Standard 21B, Belgium.

ANONYMOUS. 1987b. Milk and Milk Products Enumeration of Microorganisms-Colony Count at 30°C. International Dairy Federation Standard 100A, Brussels.

ANONYMOUS. 1991. Yoghurt - Determination of Titratable Acidity. International Dairy Federation Standard 150, Belgium.

- ANONYMOUS. 1997. Dairy Starter Cultures of Lactic Acid Bacteria (LAB) Standart of Identity. International Dairy Federation Standart 149A, Belgium.
- ANONYMOUS. 2001. Milk and milk products-general guidance for the preparation of test samples, initial suspensions and decimal dilutions for microbiological examination. *International Dairy Federation Standard*, Belgium, 122: 12 p.
- ANONYMOUS. 2006. The dynamic gastric model and the model gut. <http://www.pbltechnology.com/cms.php?pageid=235>
- ANONYMOUS. 2013. The digestive system. <http://classes.midlandstech.com/carterp/Courses/bio211/chap23/chap23.htm>
- ANONYMOUS. 2015a. Mechanisms of action of probiotics. http://www.customprobiotics.com/about_probiotics_continued.htm
- ANONYMOUS. 2015b. Sales of probiotic products worldwide from 2010 to 2015, by region (in billion U.S. dollars). <http://www.statista.com/statistics/252941/probiotic-products-sales-worldwide-by-region/>
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis (15th ed.). Washington DC, USA: Association of Official Analysis Chemists.
- ARICIOĞLU, F. 2008. Sindirim Sistemi Hastalıkları ve Tedavisi. Türk Eczacıları Birliği Eczacılık Akademisi Yayınları, Ankara, 158ss.
- BADUR, S. 2013. Probiyotiklerde mikrobiyota. *Yetişkin ve Çocuklarda Probiyotikler Dergisi*, 1(1): 13-20.
- BAKIRCI, İ. ve KAVAZ, A. 2006. Probiyotikler ve prebiyotiklerin beslenme ve sağlık üzerindeki etkileri. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, 893 ss, Bolu.
- BANINA, A., VUKASINOVIC, M., BRANKOVIC, S., FIRA, D., KOJIC, M. and TOPISIROVIC, L. 1998. Characterization of natural isolate *Lactobacillus acidophilus* BGRA43 useful for acidophilus milk production. *Journal of Applied Microbiology*, 84(4):593-599.
- BAŞARAN, A. 2010. Tıbbi Biyoloji Ders Kitabı. Pelikan Yayıncılık, Ankara, 543ss.
- BAŞOĞLU, M.T. 2014. Probiyotikler. *İzmir Üniversitesi Tıp Dergisi*, 3:37-40.
- BAŞYİĞİT, G. 2004. Bazı laktik asit bakterilerinin probiyotik olarak kullanılma özellikleri. Yüksek lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 96ss, Isparta.
- BOVE, P., RUSSO, P., CAPOZZI, V., GALLONE, A., SPANO, G. and FIOCCO, D. 2013. *Lactobacillus plantarum* passage through an oro-gastro-intestinal tract

simulator: Carrier matrix effect and transcriptional analysis of genes associated to stress and probiosis. *Microbiological Research*, 168(6):351-359.

- BULAT, T. 2011. Beyaz peynir üretiminde probiyotik *Enterococcus faecium*'un ek kültür olarak kullanımı ve bunun oksidasyon-redüksiyon potansiyeli ve peynir kalitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 124ss, Ankara.
- BURUCU, H. 2008. Ayran üretiminde peyniraltı suyu ürünleri ile kappa karragenan kullanımının duyuşal fiziko-kimyasal ve probiyotik özelliklerin üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 69 ss, Konya.
- CEYHAN, N. ve ALIÇ, H. 2012. Bağırsak mikroflorası ve probiyotikler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5(1):107-113.
- CHAVES, K. S. and GIGANTE, M. L. 2016. Prato cheese as suitable carrier for *Lactobacillus acidophilus* La-5 and *Bifidobacterium* Bb12. *International Dairy Journal*, 52:10-18.
- CHEN, J., GAIKWAD, V., HOLMES, M., MURRAY, B., POVEY, M., WANG, Y. and ZHANG, Y. 2011. Development of a simple model device for *in vitro* gastric digestion investigation. *Food and Function*, 2:174-182.
- COŞKUN, T. 2006. Pro-, pre- ve sinbiyotikler. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 49:128-148.
- ÇAKIR, İ. ve ÇAKMAKÇI, M. L. 2002. Probiyotik teknolojisi ve Türkiye'deki durumu. Türkiye 7. Gıda Kongresi, 179-187, Ankara.
- ÇAKIR, İ. ve ÇAKMAKÇI, L. 2004. Probiyotikler: tanımı, etki mekanizması, seçim ve güvenilirlik kriterleri. *Gıda*, 29 (6):427-434.
- ÇETİN, A.R., KARABEKİROĞLU, S. ve ÜNLÜ, N. 2011. Probiyotikler ve ağız sağlığına etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 3(1):19-29.
- ÇOMAK, E.M. 2010. Farklı inkübasyon sıcaklıkları ve sonlandırma pH'larının acidophiluslu yoğurdun fizikokimyasal, mikrobiyolojik, duyuşal ve probiyotik özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 103 ss, Antalya.
- ÇON, A.H. ve GÖKALP, H.Y. 2000. Laktik asit bakterilerinin antimikrobiyal metabolitleri ve etki şekilleri. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 30(3-4):180-190.
- DANIELSEN, M. ve WIND, A. 2003. Susceptibility of *Lactobacillus* spp. to antimicrobial agents. *International Journal of Food Microbiology*, 82:1-11.

- DAVE, I.R. ve SHAH, N.P. 1997. Viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starter cultures. *International Dairy Journal*, 7:31-41.
- DE BOEVER, P., DEPLANCKE, B. and VERSTRAETE, W. 2000. Fermentation by gut microbiota cultured in a simulator of the human intestinal microbial ecosystem is improved by supplementing a soygerm powder. *The Journal of Nutrition*, 130(10):2599-2606.
- DHANANI, A.S. and BAGCHI, T. 2013. The expression of adhesin EF-Tu in response to mucin and its role in *Lactobacillus* adhesion and competitive inhibition of enteropathogens to mucin. *Journal of Applied Microbiology*, 115:546-554.
- DİNÇER, E., KIVANÇ, M. ve KARACA, H. 2010. Biyokoruyucu olarak laktik asit bakterileri ve bakteriyosinler. *Gıda Dergisi*, 35(1):1-8.
- DOĞAN, M. 2012. Probiyotik bakterilerin gastrointestinal sistemdeki etki mekanizması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(1):20-27.
- DRIESSEN, F.M. and BOER, R. 1989. Fermented milks with selected intestinal bacteria; A healthy trend in new products. *Netherlands Milk and Dairy Journal*, 43:367-382.
- DÜZGÜNEŞ, O., KESİCİ, T., KAVUNCU, O. ve GÜRBÜZ, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1021, Ankara, 381 ss.
- EDEN, D.V. 1988. Growth of yoghurt consumption by the American consumer. *Cultured Dairy Products Journal*, 23(4):26-37.
- EFSA (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY), 2012. Scientific opinion of the panel on additives and products or substances used in animal feed (FEEDAP) on the updating of the criteria used in the assessment of bacterial resistance to antibiotics of human or veterinary importance. *Efsa Journal*, 10(6): 2740-2750.
- ERGİN, F. 2013. Farklı sıcaklık-süre kombinasyonlarında ısıl strese maruz bırakılan *Lactobacillus acidophilus*'un dondurma üretiminde kullanımının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 72ss, Antalya.
- ERİŞİR, D. 2005. Dondurma üretiminde probiyotik bakteri ve fruktooligosakkarit kullanımının ürün özelliklerine etkisi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 74 ss, İzmir.
- ERKMEN, O. 2000. Probiyotik bakterilerin önemi. *Gıda Teknolojisi*, 5(1):26-33.
- ERKMEN, O. 2010. Gıda Mikrobiyolojisi. Efil Yayınevi. Ankara, 552 ss.

- ERTEKİN, Ö. ve ÇON, A.H. 2014. Farklı gıdalardan izole edilen laktik asit bakterilerinin endüstriyel ve probiyotik özellikleri. *Akademik Gıda*, 12(4):6-16.
- FARNWORTH, E.R. and CHAMPAGNE, C. 2010. Production of Probiotic Cultures and Their Incorporation into Foods. In: R. R. Watson and V. R. Preedy (Editor), *Bioactive Foods in Promoting Health: Probiotics and Prebiotics*, Elsevier, pp 3-17, United Kingdom.
- GARBACZ, G. and KLEIN S. 2012. Dissolution testing of oral modified-release dosage forms. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 64:944-968.
- GÖNÇ, S. ve AKALIN, A.S. 1995. Yoğurтта canlı olarak bulunan *Lactobacillus acidophilus* ve *Lactobacillus bifidus*'un organizma ve sağlık üzerine etkisi. *Gıda*, 20(2):75-80.
- GUERRA, A., ETIENNE-MESMIN, L., LIVRELLI, V., DENIS, S., BLANQUET-DIOT, S. and ALRIC, M. 2012. Relevance and challenges in modeling human gastric and small intestinal digestion. *Trends in Biotechnology*, 30(11):591-600.
- GÜLGÖR, G. ve ÖZÇELİK, F. 2014. Bakteriyosin üreten laktik asit bakterilerinin probiyotik amaçlı kullanımı. *Akademik Gıda*, 12(1):63-68.
- GÜNAY, Ö. 2012. Türkiye kökenli *Lactococcus lactis* suşlarının kromozomal farklılıklarının tanımlanması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü, 86ss, Ankara.
- GÜRSEL, A. ve KARACABEY, A. 1998. Dondurma Teknolojisine İlişkin Hesaplamalar, Reçeteler ve Kalite Kontrol Testleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No:1498, Ankara, 172 ss.
- GÜRSOY, O., KINIK, Ö. ve GÖNEN, İ. 2005. Probiyotikler ve gastrointestinal sağlığa etkileri. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 35:136-148.
- GÜRSOY, O. ve KINIK, Ö. 2005. Peynir üretiminde probiyotik bakterilerin kullanımı: probiyotik peynir. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(1):105-106.
- GÜVEN, A. ve GÜLMEZ M. 2006. Fonksiyonel gıdalar ve sağlıkla ilişkisi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 12(1):91-96.
- HALL, J.E., 2010. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 12th ed. W.B. Saunders Co., Philadelphia, PA, USA.
- HAYNES, I.N. and PLAYNE, M.J. 2002. Survival of probiotic cultures in low-fat ice-cream. *The Australian Journal of Dairy Technology*, 57, 10-14.
- HOMAYOUNI, A., ALIZADEH, M., ALIKHAH, H. and ZIJAH, V. 2012. Functional Dairy Probiotic Food Development: Trends, Concepts and Products. *Probiotics*,

Prof. Everlon Rigobelo (Ed.), ISBN: 978-953-51-0776-7, InTech, DOI: 10.5772/48797.

HUR, S.J., LIM, B.O., DECKER E.A. and MCCLEMENTS, D.J. 2011. *In vitro* human digestion models for food applications. *Food Chemistry*, 125:1–12.

İNANÇ, N., ŞAHİN, H. ve ÇİÇEK, B. 2005. Probiyotik ve prebiyotiklerin sağlık üzerine etkileri. *Erciyes Tıp Dergisi*, 27(3):122-127.

JUNAID, M., JAVED, I., GULZAR, M., AYAZ, M., ABDULLAH, M., YOUNAS, U. and NASIR, J. 2013. Flavored probiotic (*acidophilus*) buffalo milk: development and quality assessment. *Buffalo Bulletin*, 32(2):1300-1304.

KALANTZOPOULOS, G. 1997. Fermented products with probiotics qualities. *Anaerobe*, 3(2-3):185-190.

KASIMOĞLU, A., GÖNCÜOĞLU, M. ve AKGÜN, S. 2004. Probiotic white cheese with *Lactobacillus acidophilus*. *International Dairy Journal*, 14:1067-1073.

KAVAS, G. ve KINIK, Ö. 2000. Probiyotik etkili fermente süt ürünlerinin insan sağlığındaki rolü. *Gıda*, 6(4):44-49.

KHALF, M., DABOUR, N., KHEADR, E. and FLISS, I. 2010. Viability of probiotic bacteria in maple sap products under storage and gastrointestinal conditions. *Bioresource Technology*, 101(20):7966–7972.

KHEADR, E.E., DABOUR, N., GENEVIEVE, P. and VUILLEMARD, J.C. 2011. Probiotic-delivering capacity of dairy products: *In vitro* assessment using a gastrointestinal dynamic model. *International Journal of Probiotics and Prebiotics*, 6(2):73-80.

KILIÇ, S. 2001. Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No:542, İzmir, 451 ss.

KILIÇ, G.B., KULEAŞAN, H., ERALP, I. ve KARAHAN, A.G. 2009. Manufacture of Turkish Beyaz cheese added with probiotic strains. *Food Science and Technology*, 42 :1003–1008.

KIM, H.S. and GILLIAND, S.E. 1983. *Lactobacillus acidophilus* as dietary adjunct for milk to aid lactose digestion in humans. *Journal of Dairy Science*, 66:959-966.

KIRDAR, S. 2000. Süt Teknolojisinde *L. acidophilus* Yeri ve Önemi. M. Demirci (Editör), Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri, VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı, 287-294ss, Tekirdağ.

KIRMACI, H.A., HAYALOĞLU, A., ÖZER, B., AKCELİK, M. and AKKOC, N. 2011. Proteolytic properties of Turkish white-brined cheese (Beyaz peynir) made

by using wild-type Lactococcal strains. *International Journal of Dairy Technology*, 64(3):394-401.

KONG, F. ve SINGH, R.P. 2010. A human gastric simülätör (HGS) to study food digestion in human stomach. *Journal of Food Science*, 75(9):627-635.

KURT, A., ÇAKMAKCI, S. ve ÇAĞLAR, A. 1993. Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:252, Erzurum, 238 ss.

KÜLTÜRSAY, N. 2009. Bebeklikte bağırsak florası gelişimi ve immun sisteme etkileri. *Journal of Pediatric Infection*, 3: 75-8.

MADUREIRA, A.R., AMORIM, M., GOMES, A.N., PINTADO, M.E. and MALCATA, F.X. 2011. Protective effect of whey cheese matrix on probiotic strains exposed to simulated gastrointestinal conditions. *Food Research International*, 44:465-470.

MAINVILLE, I. ARCAND, Y. and FARNWORTH, E.R. 2005. A dynamic model that simulates the human upper gastrointestinal tract for the study of probiotics. *International Journal of Food Microbiology*, 99:287-296.

MAKELAINEN, H., FORSSTEN, S. OLLI, K., GRANLUND, L., RAUTONEN, N. and OUWEHAND, A.C. 2009. Probiotic lactobacilli in a semi-soft cheese survive in the simulated human gastrointestinal tract. *International Dairy Journal*, 19(11):675-683.

MARAFON, A.N., SUMI, A., ALCANTARA, M.R., TAMIME, A.Y. and OLIVEIRA, M.N. 2011. Optimization of the rheological properties of probiotic yoghurts supplemented with milk proteins. *Food Science and Technology*, 44:511-519.

MARTEAU, P., MINEKUS, M., HAVENAAR, R. and HUIS ISN'T VELD, J.H.J. 1997. Survival of lactic acid bacteria in a dynamic model of the stomach and small intestine: validation and the effects of bile. *Journal of Dairy Science*, 80(6):1031-1037.

METİN, M. 2008. Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri. Ege Üniv. Yayınları-Ege Meslek Yüksek Okulu Yayını: 24, İzmir, 438 ss.

MONTEAGUDO-MERAA, A., RODRÍGUEZ-APARICIOA, L., RÚAA, J., MARTÍNEZ-BLANCOA, H., NAVASAA, N., GARCÍA-ARMESTO, M.R. and FERRERO, M.A. 2012. *In vitro* evaluation of physiological probiotic properties of different lactic acid bacteria strains of dairy and human origin. *Journal of Functional Foods*, 4:531-541.

MORTAZAVIAN, A.M., MOHAMMADI, R. and SOHRABVANDI, S. 2012. Delivery of Probiotic Microorganisms into Gastrointestinal Tract by Food Products. In: T.

Brzozowski (Editor), New Advances in the Basic and Clinical Gastroenterology, InTech, pp.121-147, Croatia.

- ONG, L., HENRIKSSON, A. and SHAH, N.P. 2006. Development of probiotic Cheddar cheese containing *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. casei*, *Lb. paracasei* and *Bifidobacterium* spp. and the influence of these bacteria on proteolytic patterns and production of organic acid. *International Dairy Journal*, 16(5):446-456.
- OOMEN, A.G., HACK, A., MINEKUS, M., ZEIJDNER, E., CORNELIS, C., SCHOETERS, G., VERSTRAETE, W., VAN DE WIELE, T., WRAGG, J., ROMPELBERG, C.J.M., SIPS, A.J.A.M. and VAN WIJNEN, J.H. 2002. Comparison of five in vitro digestion models to study the bioaccessibility of soil contaminants. *Environmental Science Technology*, 36:3326–3334.
- OYSUN, G. 1991. Süt Ürünlerinde Analiz Yöntemleri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Basımevi, İzmir, 230 ss.
- OYSUN, G. 1996. Süt ve Ürünlerinde Analiz Yöntemleri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:504, Bornova- İzmir, s 306
- ÖNAL, D., BEYATLI, Y. ve ASLIM, B. 2005. Probiyotik bakterilerin epitel yüzeylere yapışması. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 3(9):1-10.
- ÖZBAŞ, Z. Y. 1993. Bifidobakter'ler ve *Lactobacillus acidophilus*: Özellikleri, diyetetik amaçlar için kullanımları, yararlı etkileri ve ürün uygulamaları. *Gıda*, 18(4):247-251.
- ÖZCAN, T. ve KURDAL, E. 1997. Bursa ili merkezinde satılan meyveli dondurmaların kimyasal ve mikrobiyolojik nitelikleri üzerine araştırma. *Gıda*, 22(3): 217-225.
- ÖZDEN, A. 2005. Gastro-intestinal sistem ve probiyotik-prebiyotik synbiyotik. *Güncel Gastroenteroloji*, 9(3):124-133.
- ÖZDEN, A. 2013. Probiyotik “Sağlıklı yaşam için yararlı dost bakteriler”. *Güncel Gastroenteroloji*, 17(1):22-38.
- ÖZER, B. 2006. Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Sidas Medya, Şanlıurfa, 488ss.
- ÖZER, D. 2001. Acidophilus-Bifidus (AB) Yoğurtların Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Laktuloz ve İnülinin Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 82 ss. Şanlıurfa
- PHILLIPS, M., KAILASAPATHY, K. and TRAN, L. 2006. Viability of commercial probiotic cultures (*L. acidophilus*, *Bifidobacterium* sp., *L. casei*, *L. paracasei* and *L. rhamnosus*) in cheddar cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 108(2):276-280.

- PITINO, I., RANDAZZO, C.L., MANDALARI, G., CURTO, A.L., FAULKS, R.M., MARC, Y.L., BISIGNANO, C., CAGGIA, C. and WICKHAM, M.S.J. 2010. Survival of *Lactobacillus rhamnosus* strains in the upper gastrointestinal tract. *Food Microbiology*, 27:1121-1127.
- RANADHEERA, C.S., EVANS, S.C., ADAMS, M.C. and BAINES S.K. 2012. *In vitro* analysis of gastrointestinal tolerance and intestinal cell adhesion of probiotics in goat's milk ice cream and yoghurt. *Food Research International*, 49:619-625.
- RANADHEERA, C.S., EVANS, S.C., ADAMS, M.C. and BAINES S.K. 2013. Production of probiotic ice cream from goat's milk and effect of packaging materials on product quality. *Small Ruminant Research*, 112: 174-180.
- RASIC, J.L. and KURMANN, I.J. 1983. *Bifidobacteria and Their Role*. Birkhäuser Verlag, Basel, 295pp.
- REINHEIMER, J.A., GUTNICK, D. and CANDIOTI, M.C. 1990. Inhibition of coliform bacteria by lactic cultures. *The Australian Journal of Dairy Technology*, 45(1):5-9.
- RIBEIRO, M.C.E., CHAVES, K.S., GEBARA, C., INFANTE, F.N.S., GROSSO, C.R.F. and GIGANTE, M.L. 2014. Effect of microencapsulation of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 on physicochemical, sensory and microbiological characteristics of stirred probiotic yoghurt. *Food Research International*, 66:424–431.
- ROBINSON, R.K. 1989. Special yoghurt the potential health benefits. *Dairy Industries International*, 54 (7): 23-25.
- ROGERS, K. 2011. *The Digestive System*. Britannica Educational Publishing, New York, 258ss.
- SANDERS, M.E. and MARCO, M.L. 2010. Food formats for effective delivery of probiotics. *Annual Review of Food Science Technology*, 1:65–85.
- SAXELIN, M., GRENOV, B., SWEENSSON, U., FONDER, R., RENIERO, R. and MATTILA SANDHOLM, T. 1999. The technology of probiotics. *Trends in Food Science and Technology*, 10(12):387-392.
- SEZEN, A. G. 2013. Prebiyotik, probiyotik ve sinbiyotiklerin insan ve hayvan sağlığı üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 8(3):248-258.
- SHAH, N.P. 2016. Novel Dairy Probiotic Products. In: P. Foerst and C. Santivarongkna (EditorS), *Advances In Probiotic Technology*, CRC Press, pp.338-356, Boca Raton.
- SHORTT, C. 1999. The probiotic century: Historical and current perspectives. *Trends in Food Science and Technology*, 10:411-417.

- SOLIERI, L., BIANCHI, A., MOTTOLESE, G., LEMMETTI, F. and GIUDICI, P. 2014. Tailoring the probiotic potential of non-starter *Lactobacillus* strains from ripened Parmigiano Reggiano cheese by *in vitro* screening and principal component analysis. *Food Microbiology*, 38:240–249.
- SOOMRO, A.H. and MASUD, T. 2012. Probiotic characteristics of *Lactobacillus* spp. isolated from fermented milk product dahi. *Food Science and Technology Research*, 18(1):91-98.
- SUMERI, I., ARIKE, L., ADAMBERG, K. and PAALME, T. 2008. Single bioreactor gastrointestinal tract simulator for study of survival of probiotic bacteria. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 80:317-324.
- SUMERI, I. 2011. *In vitro* gastro-intestinal tract model for probiotic research. *Gate2tech Newsletter*, 0:1-3.
- SUMERI, I., ADAMBERG, S., UUSNA, R., SARAND, I. and PAALME, T. 2012. Survival of cheese bacteria in a gastrointestinal tract simulator. *International Dairy Journal*, 25:36-41.
- TABASCO, R., PAARUP, T., JANER, C., PELÁEZ, C. and REQUENA, T. 2007. Selective enumeration and identification of mixed cultures of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. paracasei* subsp. *paracasei* and *Bifidobacterium lactis* in fermented milk. *International Dairy Journal*, 17(9):1107- 1114.
- TALLON, R., ARIAS, S., BRESSOLLIER, P. and URDACI, M. C. 2007. Strain- and matrix-dependent adhesion of *Lactobacillus plantarum* is mediated by proteinaceous bacterial compounds. *Journal of Applied Microbiology*, 102:442-451.
- TAMIME, A.Y. and ROBINSON, R.K. 1988. Fermented milks and their future trends. Part II. Technological aspects. *Journal of Dairy Research*, 55:281-307.
- THARANI, T. 2012. Evaluation of viability of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 during simulated digestion process using a dynamic *in vitro* model stomach. M. Sc. Thesis. Faculty of California Polytechnic State University, 122 pp, San Luis Obispo.
- TIWARI, A., SHARMA, H. K. , KUMAR, N. and KAUR, M. 2015. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of low-fat ice cream. *International Journal of Dairy Technology*, 68(3):374-380.
- TOK, E. ve ASLIM, S. 2007. Probiyotik olarak kullanılan bazı laktik asit bakterilerinin kolesterol asimilasyonu ve safra tuzları dekonjugasyonundaki rolleri. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 37(1):62-68.

- TOKUÇ, K. 2007. Bebek Orijinli *Lactobacillus* spp. Kullanarak Probiyotik Dondurma Üretimi ve Depolama Süresince Probiyotik Bakteri Canlılığı ile Diğer Bazı Özelliklerin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 87ss, Tekirdağ.
- TOPRAK KAVAS, S. 2007. Probiyotik mikroorganizmaların gastrointestinal sistem uyumluluğu ve enterik patojenlere etkisi. Uzmanlık Tezi. Pamukkale Üniversitesi, Tıp Fakültesi, İnfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, 66ss, Denizli.
- TOSUN, H. ve DEMİREL, N. N. 2006. *Lactobacillus acidophilus* ve bifidobakterlerin özellikleri ve süt endüstrisinde kullanımı. *Akademik Gıda Dergisi*, 4(21):13-14.
- TRIPATHI, M.K. and GRI, S.K. 2014. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of Functional Foods*, 9:225-241.
- TUNAİL, N. 2009. Mikrobiyoloji. Palme Yayıncılık, Ankara, 433ss.
- TURGUT, T. 2006. Bazı probiyotik bakterilerin dondurma üretiminde kullanım imkanları. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 168ss, Erzurum.
- TURGUT, T. ve ÇAKMAKCI, S. 2009. Investigation of the possible use of probiotics in ice cream manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 62(3): 444-451.
- UYMAZ, B. 2010. Probiyotikler ve kullanım alanları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1):95-104.
- ÜÇÜNCÜ, M. 2005. Süt ve Mamülleri Teknolojisi. Meta Basım Matbaacılık, İzmir, 571 ss.
- ÜNAL, E. ve ERGİNKAYA, Z. 2010. Probiyotik mikroorganizmaların mikroenkapsülasyonu. *Gıda*, 35(4):297-304.
- VAN DE CASTEELE, S., VANHEUVERZWIJN, T., RUYSSSEN, T., VAN ASSCHE, P., SWINGS, J. and HUYS, G. 2006. Evaluation of culture media for selective enumeration of probiotic strains of lactobacilli and bifidobacteria in combination with yoghurt or cheese starters. *International Dairy Journal*, 16 (12): 1470-1476.<
- VIJAYAGEETHA, V., BEGUM, K. and REDDY, Y.K. 2011. Technology and quality attributes of probiotic ice cream. *Tamilnadu Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 7(6): 299-302.
- VURAL, T. ve ÇELEN, B. 2005. Gastrointestinal sistemle dost mikroorganizmalar ve probiyotikler. *Güncel Gastroenteroloji*, 9:3(115-122).

- WICKHAM, M., FAULKS, R. and MILLS, C. 2009. In vitro digestion methods for assessing the effect of food structure on allergen breakdown. *Molecular Nutrition and Food Research*, 53: 952-958.
- YANGILAR, F. 2010. Farklı probiyotik kültürler kullanılarak üretilen beyaz peynirin olgunlaşma periyodu boyunca bazı kalite kriterlerinin araştırılması. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 106ss, Erzurum.
- YANGILAR, F. 2015. Probiyotik mikroorganizmaların biyokoruyucu özelliği. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 20(1):119-130.
- YAŞAR, B. ve KURDAŞ, O. Ö. 2009. Probiyotikler ve gastrointestinal sistem. *Güncel Gastroenteroloji*, 13(1):23-28.
- YAVUZDURMAZ, H. 2007. Isolation, characterization, determination of probiotic properties of lactic acid bacteria from human milk. Yüksek Lisans Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 69ss, İzmir.
- YAYGIN, H. 1999. Yoğurt Teknolojisi. Akdeniz Üniversitesi Yayın No:75, 330ss, Antalya.
- YILMAZ, L. 2006. Yoğurt benzeri fermente süt ürünleri üretiminde farklı probiyotik kültür kombinasyonlarının kullanımı. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 25ss, Uludağ.
- YOO, M.J.Y. and CHEN, X.D. 2006. GIT Physicochemical modeling – A Critical review. *International Journal of Food Engineering*, 2:4:4.
- YU, Z., ZHANG, X., LI, S., LI, C., LI, D. and YANG, Z. 2013. Evaluation of probiotic properties of *Lactobacillus plantarum* strains isolated from Chinese sauerkraut. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 29(3):489-498.
- YURDAKÖK, M. 2013. Yoğurdun öyküsü, probiyotiklerin tarihi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi* 56:43-60.

ÖZGEÇMİŞ

Emine Mine ÇOMAK GÖÇER 1986 yılında Antalya’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Antalya’da tamamladı. 2004 yılında girdiği Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nden 2008 yılında mezun oldu. Eylül 2008- Mayıs 2010 tarihleri arasında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı.

Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Eylül 2010 tarihinde doktora programına başlamış olup, Aralık 2010 tarihinden itibaren Akdeniz Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu Beslenme ve Diyetetik Bölümü’nde Öğretim Görevlisi olarak görev yapmaktadır.