

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

**FARKLI İNKÜBASYON SICAKLIKLARI VE SONLANDIRMA pH'LARININ
ACİDOPHİLUSLU YOĞURDUN FİZİKOKİMYASAL, MİKROBİYOLOJİK,
DUYUSAL VE PROBİYOTİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

EMİNE MİNE ÇOMAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

2010

**FARKLI İNKÜBASYON SICAKLIKLARI VE SONLANDIRMA pH'LARININ
ACİDOPHİLUSLU YOĞURDUN FİZİKOKİMYASAL, MİKROBİYOLOJİK,
DUYUSAL VE PROBİYOTİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

EMİNE MİNE ÇOMAK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Bu tez 2009.02.0121.022 proje numarasıyla Akdeniz Üniversitesi Bilimsel
Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.**

2010

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI İNKÜBASYON SICAKLIKLARI VE SONLANDIRMA pH'LARININ
ACİDOPHİLUSLU YOĞURDUN FİZİKOKİMYASAL, MİKROBİYOLOJİK,
DUYUSAL VE PROBİYOTİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

EMİNE MİNE ÇOMAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

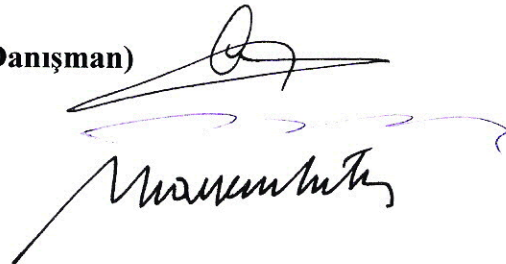
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 13./05/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından (4,00) not takdir edilerek
Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN (Danışman)

Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ

Prof. Dr. Muharrem CERTEL



ÖZET

FARKLI İNKÜBASYON SICAKLIKLARI VE SONLANDIRMA pH'LARININ ACİDOPHİLUSLU YOĞURDUN FİZİKOKİMYASAL, MİKROBİYOLOJİK, DUYUSAL VE PROBİYOTİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

EMİNE MİNE ÇOMAK

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN
Mayıs 2010, 103 Sayfa

Bu çalışmada, yoğurt starter kültürü, probiyotik bakteri (*Lactobacillus acidophilus*) ve farklı inkübasyon sıcaklıkları (37°C, 42°C ve 45°C) ile farklı inkübasyon sonlandırma pH'ları (4.8, 4.6 ve 4.4) kullanılarak probiyotik yoğurt üretilmiştir. Üretilen yoğurt örnekleri, 4°C'de 30 gün süreyle depolanmış ve depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde fizikokimyasal, mikrobiyolojik, duyusal ve probiyotik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla analizlere tabi tutulmuştur.

Depolama süresi sonunda yoğurt örneklerindeki *Lactobacillus debrueckii* spp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* ve *L. acidophilus* sayılarında azalma; örneklerin su tutma kapasitesi, sertlik ve viskozite değerlerinde ise artma olduğu belirlenmiştir. Depolama sonunda probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan probiyotik bakterilerin antimikrobiyal aktivitesi, antibiyotiğe duyarlılığı, bakteriyel adezyonu ile mide öz suyuna ve safra tuzuna karşı direncinde azalma olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan duyusal analizler sonucunda tüm örneklerin depolama süresince duyusal özelliklerinin azaldığı belirlenmiştir. Örnekler dış görünüş ve kıvam açısından değerlendirildiğinde 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış probiyotik yoğurdun, koku ve tat açısından değerlendirildiğinde ise 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış probiyotik yoğurdun en fazla tercih edilen örnek olduğu belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Probiyotik yoğurt, *L. acidophilus*, inkübasyon sıcaklığı, inkübasyon sonlandırma pH'sı, depolama.

JÜRİ: Doç. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN (Danışman)

Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ

Prof. Dr. Muharrem CERTEL

ABSTRACT

THE EFFECT USE OF DIFFERENT INCUBATION TEMPERATURE AND DIFFERENT FINAL INCUBATION pH ON PHYSICOCHEMICAL, MICROBIOLOGICAL, SENSORIAL AND PROBIOTIC PROPERTIES OF ACIDOPHILUS YOGHURT

E.MİNE ÇOMAK

M. Sc. Thesis in Food Engineering
Adviser: Assoc. Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN
May 2010, 103 pages

In this study, probiotic yoghurt was manufactured by using yoghurt starter culture, probiotic bacteria (*Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356) and different incubation temperatures and final incubation pH's. The yoghurt samples were stored at 4°C for 30 days, and physicochemical, microbiological, sensorial and probiotic properties of the yoghurts were determined on day 1, 15 and 30 of the storage.

At the final stage of the storage period; the counts of *Lactobacillus debrueckii* spp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* and *L. acidophilus* in the samples decreased; in contrast syneresis, hardness and viscosity of the samples increased. At the end of the storage, antimicrobial activity, antibiotic sensitivity, bacterial adhesion, gastric juice and bile resistance of probiotic bacteria in the samples decreased.

Based on the results of sensory analysis, the sensory properties of the samples decreased during the storage. Regarding appearance and consistency, and odour and taste the yoghurt sample incubated at 45°C until pH 4.6 and the yoghurt sample incubated at 37°C until pH 4.4 were more preferred, respectively.

KEY WORDS: Probiotic yoghurt, *L. acidophilus*, incubation temperature, final incubation pH, storage.

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN (Adviser)

Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ

Prof. Dr. Muharrem CERTEL

ÖNSÖZ

Günümüzde tüketici bilincinin ve sağlıklı gıdalara olan yönelimin artmasıyla fonksiyonel gıdaların üretimi hız kazanmıştır. Gelişen fonksiyonel gıda piyasasında süt ve süt ürünlerinin ayrı bir yeri bulunmaktadır. Keşfedilmesinden günümüze kadar insan sağlığına olan olumlu etkilerinden dolayı yoğurt, süt ürünleri içerisinde en çok tercih edilen ürünlerin başında gelmektedir. Bu durum probiyotik bakterilerin vücuda alınmasında, yoğurdun önemli bir kaynak oluşturabileceği düşüncesini güçlendirmektedir.

Literatürde farklı inkübasyon sıcaklıklarının ve inkübasyon sonlandırma pH'larının probiyotik yoğurtların fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisini belirlemeye yönelik bazı çalışmalar olmasına rağmen, depolama süresince özellikle ürünün probiyotik niteliklerini ortaya koyan bir çalışmaya rastlanamamıştır. Dolayısı ile *L. acidophilus* ile aşılanan sütler kullanılarak farklı inkübasyon sıcaklıklarında (37°C, 42°C ve 45°C) ve farklı inkübasyon sonlandırma pH'larında (4.8, 4.6 ve 4.4) üretilen probiyotik yoğurdun fizikokimyasal, mikrobiyolojik, duyu ve probiyotik özellikleri üzerine olan etkisinin depolamaya bağlı olarak belirlenmesine yönelik bu çalışmanın yapılması gerektiği düşünülmüştür. Çalışmada, süt endüstrisinde ve daha sonra yapılacak araştırmalarda kullanılacak değerli verilerin elde edildiğine inanılmaktadır.

Yüksek lisans eğitimimin her aşamasında bilgi ve önerileri ile bana yol gösteren, hayata dair pek çok konuda bilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN'e ve gıda mühendisliği bölümünde eğitimime başladığım günden beri her türlü konuda yardım ve desteğini her zaman hissettiğim Değerli Hocam Sayın Prof. Dr. Muharrem CERTEL'e, ayrıca tez çalışmamda verdikleri ilgi ve destekten dolayı ekip arkadaşlarıma teşekkür ederim

Son olarak maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan, şu an bulunduğum noktada olmamda en büyük payın sahipleri canım aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI.....	4
3. MATERYAL ve METOT.....	15
3.1. Materyal.....	15
3.2. Metot.....	15
3.2.1. <i>L.acidophilus</i> 'un yoğurt üretiminde kullanılmak üzere hazırlanması ve depolanması.....	15
3.2.2. Probiyotik yoğurt üretimi	15
3.2.3. Fizikokimyasal analiz yöntemleri.....	16
3.2.3.1. Sütte yapılan analizler.....	16
3.2.3.1.1. Kurumadde tayini.....	16
3.2.3.1.2. Yağ tayini.....	17
3.2.3.1.3. Protein tayini	17
3.2.3.1.4. pH tayini	17
3.2.3.1.5. Titrasyon asitliği tayini	17
3.2.3.1.6. Kül tayini.....	17
3.2.3.2. Yoğurtta yapılan analizler.....	17
3.2.3.2.1. Kurumadde tayini.....	17
3.2.3.2.2. Yağ tayini.....	17
3.2.3.2.3. Protein tayini	17
3.2.3.2.4. Kül tayini.....	18
3.2.3.2.5. Titrasyon asitliği tayini.....	18
3.2.3.2.6. pH tayini.....	18
3.2.3.2.7. Sertlik analizi.....	18

3.2.3.2.8. Viskozite analizi.....	18
3.2.3.2.9. Su tutma kapasitesi analizi.....	18
3.2.4. Mikrobiyolojik analizler.....	18
3.2.4.1. Seri dilüsyonların hazırlanması.....	19
3.2.4.2. <i>Lactobacillus delbrueckii</i> spp. <i>bulgaricus</i> sayımı.....	19
3.2.4.3. <i>Streptococcus thermophilus</i> sayımı.....	19
3.2.4.4. <i>Lactobacillus acidophilus</i> sayımı.....	19
3.2.5. Probiyotik özelliklerin belirlenmesi amacıyla yapılan analizler.....	19
3.2.5.1. <i>Lactobacillus acidophilus</i> bakterisini izolasyonu.....	20
3.2.5.2. Antimikrobiyal aktivite.....	20
3.2.5.3. Antibiyotik duyarlılık testi.....	20
3.2.5.4. Mide öz suyuna direnç testi.....	21
3.2.5.5. Safra tuzuna direnç testi.....	21
3.2.5.6. Bakteriyel adezyon (Bağırsak çeperine tutunma yeteneği) tespiti.....	22
3.2.6. Duyusal analiz.....	22
3.2.7. İstatistiksel analiz.....	23
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	24
4.1. Fizikokimyasal Analiz Sonuçları.....	24
4.1.1. Yoğurt üretiminde kullanılan sütün fizikokimyasal özellikleri.....	24
4.1.2. Yoğurtların fizikokimyasal özellikleri.....	24
4.1.3. Yoğurtların pH ve titrasyon asitliği değerleri.....	24
4.1.4. Yoğurtlara ait viskozite değerleri.....	31
4.1.5. Yoğurt örneklerine ait sertlik değerleri.....	34
4.1.6. Yoğurt örneklerinde su tutma kapasitesi.....	37
4.2. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	40
4.2.1. <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayısı.....	42
4.2.2. <i>Streptococcus thermophilus</i> sayısı.....	44
4.2.3. <i>Lactobacillus acidophilus</i> sayısı.....	47
4.3. Probiyotik Özelliklerin Belirlenmesi Amacıyla Yapılan Analiz Sonuçları...	50
4.3.1. Antimikrobiyal aktivite testi.....	50
4.3.2. Antibiyotik duyarlılık testi.....	57

4.3.3. Mide öz suyuna direnç testi.....	61
4.3.4. Safra tuzuna direnç testi.....	73
4.3.5. Bakteriyel adezyon tespiti.....	79
4.4. Duyusal Analiz Sonuçları.....	82
4.4.1. Dış görünüş.....	82
4.4.2. Kıvam	86
4.4.3. Koku.....	89
4.4.4. Tat.....	92
5. SONUÇ.....	95
6. KAYNAKLAR.....	97
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

kg	Kilogram
kal	Kalori
kob	Koloni oluşturan birim sayısı
mM	Milimolar
rpm	Dakikadaki devir sayısı
L	Litre
mL	Mililitre
°C	Santigrat derece
mm	Milimetre
cP	Centi-poise
dk	Dakika

Kısaltmalar

KO	Kareler ortalaması
OY	Optik yoğunluk
SD	Serbestlik derecesi
TS	Türk Standartları

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1.	Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama pH değerleri.....	25
Şekil 4.2.	Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama titrasyon asitliği değerleri.....	28
Şekil 4.3.	Probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama viskozite değerleri.....	32
Şekil 4.4.	Probiyotik yoğurt örneklerine ait sertlik değerleri.....	35
Şekil 4.5.	Probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama su tutma kapasitesi değerleri.....	38
Şekil 4.6.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> (log kob/g) değerlerindeki değişimi.....	42
Şekil 4.7.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca <i>S. thermophilus</i> (log kob/g) değerlerindeki değişimi.....	45
Şekil 4.8.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> (log kob/g) değerlerindeki değişimi.....	48
Şekil 4.9.	Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan probiyotik bakterilerin depolama süresince <i>S. aureus</i> 'a karşı belirlenen inhibisyon zon çaplarındaki değişim.....	52
Şekil 4.10.	Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan probiyotik bakterilerin depolama süresince <i>E. coli</i> 'ye karşı belirlenen inhibisyon zon çaplarındaki değişim.....	55
Şekil 4.11.	Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un depolama süresince mide öz suyuna (pH=2) direncindeki değişim.....	62
Şekil 4.12.	Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un depolama süresince mide öz suyu (pH=2.0) ortamındaki canlı kalma oranı (%) değişimi.....	63
Şekil 4.13.	Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un depolama süresince mide öz suyu (pH=3) ortamındaki canlı kalma oranı (%) değişimi.....	69

Şekil 4.14.	Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un depolama süresince mide öz suyuna (pH=3) direncindeki değişim.....	70
Şekil 4.15.	Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un depolama süresince safra ortamındaki canlı kalma oranı (%) değişimi.....	75
Şekil 4.16.	Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un depolama süresince depolama süresince safra tuzuna direncindeki değişim.....	76
Şekil 4.17	Yoğurt örneklerinde bulunan probiyotik bakterilerin depolama süresince bakteriyel adezyon değerlerindeki değişim.....	80
Şekil 4.18.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince dış görünüş puanlarına ait değişim.....	83
Şekil 4.19.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince kıvam puanlarına ait değişim.....	87
Şekil 4.20.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince koku puanlarına ait değişim.....	90
Şekil 4.21.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince tat puanlarına ait değişim.....	93

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1	Probiyotik yoğurt örneklerinin duyusal niteliklerinin saptanmasında kullanılan puanlama ölçütleri.....	23
Çizelge 4.1.	Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama pH değerleri.....	25
Çizelge 4.2.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	26
Çizelge 4.3.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	27
Çizelge 4.4.	Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerleri.....	28
Çizelge 4.5.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	29
Çizelge 4.6.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	30
Çizelge 4.7.	Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama viskozite değerleri (cP)	31
Çizelge 4.8.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince belirlenen viskozite değerlerine (cP) değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	32
Çizelge 4.9.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince belirlenen viskozite değerlerine (cP) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	33
Çizelge 4.10.	Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama sertlik değerleri (g).....	34
Çizelge 4.11.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince belirlenen sertlik değerlerine (g) ait varyans analiz sonuçları.....	35
Çizelge 4.12.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince belirlenen sertlik değerlerine (g) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	35

Çizelge 4.13.	Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama su tutma kapasitesi (%) değerleri	36
Çizelge 4.14.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince belirlenen su tutma kapasitesi değerlerine (%) ait varyans analiz sonuçları.....	38
Çizelge 4.15.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince belirlenen su tutma kapasitesi değerlerine (%) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	39
Çizelge 4.16.	Probiyotik yoğurt örneklerinin <i>L. acidophilus</i> , <i>S. thermophilus</i> , <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> 'a ait sayım sonuçları (log kob/g).....	41
Çizelge 4.17	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince belirlenen <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> değerlerine (log kob/g) ait varyans analiz sonuçları.....	43
Çizelge 4.18.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince belirlenen <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> değerlerine (log kob/g) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	44
Çizelge 4.19.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince belirlenen <i>S. thermophilus</i> değerlerine (log kob/g) ait varyans analiz sonuçları.....	46
Çizelge 4.20.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince belirlenen <i>S. thermophilus</i> değerlerine (log kob/g) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	47
Çizelge 4.21.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince belirlenen <i>L. acidophilus</i> değerlerine (log kob/g) ait varyans analiz sonuçları.....	48
Çizelge 4.22.	Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince belirlenen <i>L. acidophilus</i> değerlerine (log kob/g) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	49
Çizelge 4.23.	Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan probiyotik bakterilerin <i>S.aureus</i> ve <i>E.coli</i> 'ye karşı antimikrobiyal etkisi.....	51

Çizelge 4.24.	Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan probiyotik bakterilerin <i>S. aureus</i> 'a karşı belirlenen antimikrobiyal aktivitelere ait varyans analiz sonuçları.....	53
Çizelge 4.25.	Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan probiyotik bakterilerin <i>S. aureus</i> 'a karşı belirlenen inhibisyon zon çapı ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	54
Çizelge 4.26.	Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan probiyotik bakterilerin <i>E. coli</i> 'ye karşı belirlenen antimikrobiyal aktivitelere ait varyans analiz sonuçları.....	56
Çizelge 4.27.	Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan probiyotik bakterilerin <i>E. coli</i> 'ye karşı belirlenen inhibisyon zon çapı ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	57
Çizelge 4.28.	Probiyotik yoğurt örneklerindeki <i>L. acidophilus</i> 'un depolama sırasında antibiyotiklere karşı duyarlılığı (mm).....	58
Çizelge 4.29.	Yoğurt örneklerinde bulunan probiyotik bakterilerin mide öz suyuna (pH=2.0) direnci (log kob/g).....	64
Çizelge 4.30.	Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un mide öz suyu (pH=2.0) ortamındaki canlı kalma oranı (%).....	65
Çizelge 4.31.	Probiyotik yoğurt örneklerindeki <i>L. acidophilus</i> 'un mide öz suyu (pH=2.0) ortamındaki canlı kalma oranına ait varyans analiz sonuçları.....	65
Çizelge 4.32.	Probiyotik yoğurt örneklerindeki <i>L. acidophilus</i> 'un mide öz suyu (pH=2.0) ortamındaki canlı kalma oranına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	66
Çizelge 4.33.	Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan probiyotik bakterilerin mide öz suyuna (pH=3.0) direnci (log kob/g).....	68
Çizelge 4.34.	Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un mide öz suyu (pH=3.0) ortamındaki canlı kalma oranı (%).....	71
Çizelge 4.35.	Probiyotik yoğurt örneklerindeki <i>L. acidophilus</i> 'un mide öz suyu (pH=3.0) ortamındaki canlı kalma oranına ait varyans analiz sonuçları.....	71

Çizelge 4.36.	Probiyotik yoğurt örneklerindeki <i>L. acidophilus</i> 'un mide özsuyu ortamındaki (pH=3.0) canlı kalma oranına (%) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	73
Çizelge 4.37.	Yoğurt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un safra tuzuna direnci (log kob/g).....	74
Çizelge 4.38.	Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan <i>L. acidophilus</i> 'un % 0.3'lük safra tuzu içeren ortamdaki canlı kalma oranı (%).....	77
Çizelge 4.39.	Probiyotik yoğurt örneklerindeki <i>L. acidophilus</i> 'un % 0.3'lük safra tuzu içeren ortamdaki canlı kalma oranına ait varyans analiz sonuçları.....	77
Çizelge 4.40.	Probiyotik yoğurt örneklerindeki <i>L. acidophilus</i> 'un % 0.3'lük safra tuzu içeren ortamdaki canlı kalma oranına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	78
Çizelge 4.41.	Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan probiyotik bakterilerin adezyonu (%).....	80
Çizelge 4.42.	Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan probiyotik bakterilerin bakteriyel adezyon değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	81
Çizelge 4.43.	Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan probiyotik bakterilerin ortalama bakteriyel adezyon değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	82
Çizelge 4.44.	Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama dış görünüş puanları....	83
Çizelge 4.45.	Probiyotik yoğurt örneklerinin dış görünüş puanlarına ait varyans analiz sonuçları.....	85
Çizelge 4.46.	Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama dış görünüş puanlarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	85
Çizelge 4.47.	Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama kıvam puanları.....	86
Çizelge 4.48.	Probiyotik yoğurt örneklerinin kıvam puanlarına ait varyans analiz sonuçları.....	87
Çizelge 4.49.	Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama kıvam puanlarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	88
Çizelge 4.50.	Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama koku puanları.....	89

Çizelge 4.51.	Probiyotik yoğurt örneklerinin koku puanlarına ait varyans analiz sonuçları.....	90
Çizelge 4.52.	Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama koku puanlarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	91
Çizelge 4.53.	Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama tat puanları.....	92
Çizelge 4.54.	Probiyotik yoğurt örneklerinin tat puanlarına ait varyans analiz sonuçları.....	93
Çizelge 4.55.	Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama tat puanlarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	94

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun her geçen gün artış göstermesi, insanların beslenmesinde yer alan doğal kaynakların daha verimli kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir. Ülkelerin ulusal gelirleri ya da yaşam düzeyleri yükseldikçe, bitkisel gıdalar yerini daha kaliteli ve protein yönünden zengin olan hayvansal kaynaklı gıdalara bırakmaktadır. Hayvansal gıdalar içerisinde besin değeri bakımından süt ve süt ürünleri önemli yer tutmaktadır (Akyüz ve Coşkun 1995). Süt, beslenme için gerekli olan besin öğelerinin büyük bir çoğunluğu ile hücre reaksiyonlarında yer alan enzim ve metabolitleri de içeren tek gıda maddesidir. İnsan beslenmesinde bu kadar önemli olmasının yanı sıra hacimli olması, naklinin zor olması ve çabuk bozulması gibi nedenler, sütün daha dayanıklı ürünlere işlenmesini zorunlu hale getirmektedir (Milci 2008). Bu dayanıklı süt ürünleri içerisinde insan beslenmesindeki önemi ve sağlıkla ilgili yararlılığından dolayı dünyada tüketimi giderek artan yoğurt dikkat çekmektedir (Yetişmeyen ve Deveci 2000).

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 2009). Yoğurt protein, yağ ve mineral maddelerce zengin bir gıdadır. Yoğurdun kimyasal bileşimi süte benzemekte; ancak fermantasyon aşamasında meydana gelen değişimlerden dolayı yoğurtta 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).

Yoğurt önemli bir gıda maddesi olmasının yanı sıra antimikrobiyal ve terapatik özellikleri bakımından da dikkat çekmektedir. Yoğurdun fermantasyonu sırasında laktozunun bir kısmı monosakkaritlere hidrolize olmakta, böylece laktoz intolerans olan

kişiler süt yerine yoğurt tüketebilmektedir. Yoğurt üretiminde fermantasyon sırasında üretilen laktik asit ve hidrojen peroksit gibi bileşenler insan bağırsağında bulunan patojenlerin gelişimini engellemektedir. Antibiyotik kullanımıyla insan bağırsak florasında az miktarda bulunan patojen mikroorganizmalar artmakta olup bu mikroorganizmaların olumsuz etkileri yoğurdun sistematik olarak tüketilmesiyle azaltılabilmektedir. Yoğurdun çocuklarda diyareye neden olan rota virüsün viral enfeksiyonunun önlenmesinde, bağışıklık sisteminin güçlendirilmesinde, bazı alerjik reaksiyonların azalmasında, ülserle neden olan *Helicobacter pylori*'nin gelişiminin engellenmesinde, serum kolesterolünün düşmesinde ve kanserin önlenmesinde etkili olduğu bildirilmektedir (Çakmakçı ve Gündoğdu 2005).

Gıdalar tüketiciler tarafından yalnızca lezzet ve besin içeriklerine göre değil, aynı zamanda spesifik yararlar sağlayıp sağlamadıklarına göre de değerlendirilmektedir. Sağlık üzerine yararlı etkileri olan ve bağırsaklarda canlılığını koruyabilen mikroorganizmalar olarak tanımlanan probiyotiklere olan ilgi Rus bilim adamı Metchnikoff'un daha uzun bir yaşam için laktobasilleri içeren fermente süt ürünlerinin tüketimini tavsiye etmesiyle başlamıştır. Probiyotiklerin sağlık üzerindeki yararlı etkileri ise daha sonraki yıllarda anlaşılmıştır. Probiyotik gıdaların tüketilmesiyle, vücut hücrelerinin yenilediği, sindirim sistemindeki rahatsızlıkların iyileştiği, diyarenin azaldığı, kolon kanserinin baskılandığı, kolesterol seviyesinin düştüğü ve bağışıklık sisteminin düzenlendiği bildirilmektedir (Bakırcı ve Kavaz 2006).

Yoğurdun sağlıkla ilgili yararlarının artırılabilmesi için probiyotik mikroorganizma içeren probiyotik yoğurtlar üretilmektedir. Probiyotik ürünlerden beklenen yararların sağlanabilmesi, içerdikleri probiyotik bakterilerin büyük ölçüde canlılıklarını korumasına bağlı olup; probiyotik bakterilerin ürünlerde en az 10^6 - 10^7 kob/g düzeyinde bulunması gerektiği belirtilmektedir (Shortt 1999). Fermente süt ürünlerinin yeterli sayıda probiyotik bakterinin tüketiciye ulaştırılmasında en uygun taşıyıcılardan biri olduğu düşünülmektedir (Van De Castele vd 2006). Bu nedenle son yıllarda üretiminde probiyotik bakterilerin kullanıldığı çeşitli fermente süt ürünleri ile ilgili yapılan araştırmalar artmıştır.

Birçok faktör probiyotik bakterilerin yoğurt içerisinde yaşamını sürdürmesini etkileyebilmektedir. Bu faktörler arasında probiyotik bakteri türü, ortamın pH'sı, hidrojen peroksit ve çözünmüş oksijen varlığı, laktik asit ve asetik asit gibi metabolitlerin konsantrasyonu, aşılama miktarı, inkübasyon sıcaklığı, fermantasyon süresi ve depolama sıcaklığı sayılmaktadır (Donkor vd 2006).

Probiyotik yoğurtların probiyotik özellikleri ile kalite karakteristikleri birarada düşünüldüğünde, üretiminde farklı inkübasyon sıcaklıkları ve inkübasyon sonlandırma pH'ları kullanılan probiyotik yoğurdun depolama süresince fizikokimyasal, mikrobiyolojik, duyuşal ve özellikle probiyotik niteliklerinin bir arada ortaya konulmasının önemli bir eksikliği gidereceği öngörölmüştür. Yapılan bu araştırmada, farklı inkübasyon sıcaklıkları (37°C, 42°C ve 45°C) ve inkübasyon sonlandırma pH'larının (4.8, 4.6 ve 4.4) kullanılmasıyla üretilmiş olan probiyotik yoğurtların probiyotik özellikleri ile diğer bazı önemli kalite unsurları karşılaştırmalı olarak ortaya konulmuştur. Çalışmada, probiyotik yoğurdun fizikokimyasal, mikrobiyolojik, duyuşal ve probiyotik özellikleri belirlenmiş ve elde edilen veriler istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen verilerin süt endüstrisi ve konu ile ilgili daha sonra yapılacak olan çalışmalara katkıda bulunacağı umulmaktadır.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

İnsanın doğduğu andan itibaren tüm yaşamında önemli yeri olan süt ve süt ürünlerinin tüketimi hayat boyunca sayısız yararlar sağlamaktadır (Özcan vd 1998). Sütün vücutta en iyi değerlendirilme şekli içme sütü olarak tüketilmesidir. Ancak içme sütü alışkanlığımızın olmayışı, sütün hacimli ve çok çabuk bozulabilen bir gıda olması, üretilen sütün büyük bir kısmının süt ürünlerine işlenmesini zorunlu kılmaktadır. (Dervişoğlu 1995, Kırdar ve Gün 2002).

Yoğurdun ilk kez nerede ve nasıl üretildiği ile ilgili çok değişik bilgiler bulunmakla birlikte, tarihsel kayıtlar bunun bir Türk ürünü olduğunu göstermektedir. Yoğurt, sütün *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bakterileri kullanılarak laktik asit fermantasyonuna uğratılmasıyla elde edilen fermente bir süt ürünüdür (Tamime ve Robinson 1988). *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 *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus casei* ve *Bifidobacterium* subsp. gibi probiyotik bakterileri içeren kültürler kullanılabilir (Yılmaz 2006). Probiyotik bakterilerin 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).

Yoğurt zengin bir protein, yağ, vitamin, kalsiyum ve fosfor kaynağıdır. Yoğurtta bulunan protein insanın günlük protein ihtiyacının %20'sini karşılamaktadır (Anonymous 2008a). Ayrıca yoğurt bakterileri fermantasyon ile proteinleri pepton ve aminoasitlere; süt yağını da yağ asitlerine kadar parçalamaktadır. Bu parçalanmalar yoğurdun hazmını kolaylaştırmaktadır (Yaygın 1999). Yoğurtta bulunan karbonhidratların en önemlisi olan laktoz, enerji kaynağı olmasından başka fizyolojik öneme de sahiptir (Yalçınkaya vd 2003). Yoğurdun bileşiminde yer alan kalsiyum, osteoporozun önlenmesi ve güçlü kemik oluşumu için oldukça önemlidir. Batı Avrupa'da diyetle alınan kalsiyumun yaklaşık %75'i, süt ürünleri özellikle de yoğurt

kaynaklıdır (Ward vd 1999). Yoğurt, üretim sırasında uygulanan teknolojik işlemlerden dolayı hammaddesi olan süte göre protein, yağ, mineral maddelerce daha zengin olabilmektedir. (Tamime ve Robinson 1999).

İnsan beslenmesindeki önemi ve sağlıkla ilgili yararlılığından dolayı yoğurdun dünyadaki tüketimi giderek artmaktadır (Yetişmeyen ve Deveci 2000). Örneğin 2001 yılında süt içecekleri ile yoğurdun da dahil olduğu fermente süt ürünlerinin kişi başına tüketimi Avrupa Birliği'nin 25 ülkesinde ortalama 17.3 kg iken 2008 yılında yaklaşık %17 oranında artarak 20.3 kg'a çıkmıştır (Anonymous 2009). Yapmış olduğu çalışmalar sonucunda yoğurdun insan ömrünü uzattığını ortaya koyan Metchnikoff, söz konusu çalışmaları ile 1908 yılında Nobel ödülünü kazanmıştır (Yaygın 1999). Metchnikoff'un bu çalışmaları araştırmacıları yoğurt üzerinde yoğun bir şekilde çalışmaya teşvik etmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda, diyetle yoğurt bulunması ile kişilerde laktoz intolerans, osteoporoz, gastrit ve diyare belirtilerinin daha az görüldüğü belirlenmiştir. Ayrıca yoğurdun; serum kolesterolünü düşürücü, antibiyotik tedavisinin yan etkilerini önleyici, antimikrobiyal ve antitümör etkilere sahip olduğu bildirilmiştir (Küçükçetin ve Yaygın 2003).

Yüksek oranda su içeriğine sahip olması (~%85) ve düşük sıcaklık derecelerinde bile bakteri faaliyetlerinin durdurulamaması gibi etmenler, bu değerli ürünün raf ömrünü sınırlı kılmaktadır (Kırdar ve Gün 2002). Yoğurdun muhafaza süresi, üretim sırasında uygulanan hijyen kurallarına, imalat tekniğine ve muhafaza şartlarına bağlı olarak değişim göstermektedir. Hijyenik şartlar altında üretilen yoğurtların buzdolabında en fazla 3 hafta muhafaza edilebildiği bildirilmektedir (Gönç 1985). Bu noktadan hareketle yoğurdun dayanımının artırılması amacıyla pek çok teknik geliştirilmiş ve bunun sonucu olarak da yoğurt türevi yeni fermente ürünler ortaya çıkmıştır (Küçükçetin ve Milci 2007).

Yirminci yüzyılın başlarında Metchnikoff tarafından izole edilen ve klasik yoğurt yapımında kullanılan *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bakterilerinin insan sindirim sisteminde canlılıklarını yeteri kadar koruyamadığı belirlenmiştir (Baysal 2007). Bunun üzerine hem bu sorunu çözmek hem de yoğurdun

insan sağlığına faydalı özelliklerini arttırmak için, olumsuz Őartlara yoğurt bakterilerine göre daha dirençli olan probiyotik mikroorganizmaların yoğurt üretiminde kullanılması fikri dođmuŐtur (Anonymous 2008b).

Son yıllarda dünyanın birçok ülkesinde, klasik yoğurt bakterilerinin yanı sıra diyet ve tedavi amaçlı probiyotik bakteriler de kullanılarak Bifiyoğurt, Bioyoğurt ve Biyogarde gibi yoğurt benzeri ürünlerin üretimi de gittikçe artmaktadır. Bu rnlerin üretiminde genellikle *L. acidophilus* ile *Bifidobakterilerden* yararlanılmaktadır. Probiyotik ürünlere talebin artması ürünlerde yer alan probiyotik bakterilerin antimikrobiyal özelliklerine, çeşitli enfeksiyonların kontrolüne ve iyileŐmesine yardımcı olmalarına, tüketicinin serum kolesterol düzeyinin düŐmesine, bağışıklık sistemi üzerindeki olumlu etkilerine ve hatta bazı antikanserojenik etkilerinin bulunabilmesine bağlanmaktadır (Kavaz 2006).

Probiyotikler insan orijinli, sağlığa ilişkin olumlu özellikler gösteren, patojen olmayan ve toksin üretmeyen, patojenlere karşı antagonistik etkiye sahip olan, asit ve safra tuzlarına dayanıklılık gösterip canlı olarak bağırsak sistemine geçebilen, bağırsak hücrelerine tutunabilen, antimikrobiyal bileşikler oluŐturabilen ve bağırsak mikroflorasını stabilize edebilen canlı mikrobiyal gıda katkı maddeleridir (Erişir 2005).

Bir mikroorganizma türünün probiyotik olarak kabul edilebilmesi için öncelikle Şu Őartları taŐıması gerekmektedir (Tonguç 2006).

- Söz konusu mikroorganizma bilimsel literatürde rapor edilmiş olmalıdır.
- Sağlığı destekleyici olduğuna dair açık ve net kanıtlar olmalıdır.
- Gastrointestinal bölgede kolonize olarak bu bölgede mikroorganizmaların dengesini yönetici role sahip olmalıdır.
- Doğal antibiyotik etkisine sahip olarak patojenleri durdurmalıdır.
- Tüketilmesi güvenli olmalıdır.
- Ticari retimde kullanılmaya elveriŐli olmalıdır.

Bakteriyel kaynaklı kolon hastalıklarının oluŐum riskini azaltmak amacıyla sindirim sisteminde bulunan yararlı bakterilerin desteklenmesi çalışmaları, probiyotik

ürünlere yönelik ilginin artmasına neden olmuştur. Fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi bakımından değerlendirildiğinde ise, başta fermente süt ürünleri olmak üzere, fermente et ürünlerinde, bebek mamalarında ve geliştirilme aşamasında olan birçok gıdanın üretilmesinde probiyotik mikroorganizmalar kullanılmaktadır (Menrad 2003).

Bir mikroorganizmanın probiyotik özelliklerini gösterebilmesi için endüstriyel prosesler esnasında ve tüketimi sonrası sindirim sisteminde canlı kalması gerekmektedir. Bu nedenle kullanılan suşların mide asitliğine ve safra tuzlarına karşı dirençli olmaları şarttır. Buna ek olarak, probiyotik mikroorganizmalar bağırsak iç çeperlerine tutunabilme yeteneğine sahip olmalıdır. Probiyotik mikroorganizma seçim kriterlerinden biri de patojenlere ve bozulma etmeni mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktivite gösterebilmeleridir (Özer 2001, Kılıç 2003, Başıyigit 2004).

L. acidophilus'un, probiyotik ürünlerde kullanılan mikroorganizmalar içinde en güvenilir olanlarından biri olduğu belirtilmektedir. *L. acidophilus*'un diyetetik ve tedavi edici özelliklerine ilişkin çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu bakteriyle üretilen fermente süt ürünlerindeki besin maddeleri bir ön fermantasyona tabi tutulduğu için, ürünlerin besleyici değeri artmakta, sindirilmeleri de süte kıyasla daha kolay olmaktadır. Protein ve yağın kısmen parçalanması da ürünün sindirilebilirliğini arttırmaktadır. Laktozun hidrolize olup, β -galaktozidaz enzim aktivitesinin artması, laktoz intolerans kişilerin bu ürünleri rahatlıkla tüketebilmelerini sağlamaktadır (Kim ve Gilliland 1983, Tamime ve Robinson 1988, Driessen ve Boer 1989). Ayrıca *L. acidophilus* ile üretilen fermente süt ürünlerindeki kalsiyum ve 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, ilk olarak 1900 yılında Alman bilim adamı Ernst Moro tarafından çocuk dışkılarından izole edilmiştir. 1936 yılında Winther tarafından "*Thermobacterium intestinale*" olarak adlandırılan bu bakteri, 1970 yılında Hansen ve Møcquat tarafından *L. acidophilus* olarak resmen kabul edilmiştir. Bu terim, asidik ortamda gelişme gösterebilen laktik asit bakterisi anlamına gelmektedir. 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 olup %0.3-1.0 oranında DL formunda laktik asit üretmektedir (Kılıç 2001). Argininden amonyak üretmemekte olup amigdalin, sellobiyoz, fruktoz, glukoz, galaktoz, mannoz, trehaloz, sakkaroz, eskülin ve maltozu fermente edebilmekte ve mannitolü kullanamamaktadır (Yılmaz 2006). *L. acidophilus* Gram (+) ve Gram (-) bakterilere karşı etkili olan ve acidolin, acidophilin ve lactocidin adı verilen antimikrobiyal bileşikler üretmektedir (Mehta vd 1984, Chuayana vd 2003).

Taş ve Erginkaya (2008), probiyotik özellik gösteren *L. acidophilus* NCC68, *Lactobacillus rhamnosus* ve *Lactobacillus casei* Shirota suşlarının *Escherichia coli* 0157:H7 35150 üzerindeki antibakteriyel etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, kullanılan tüm laktik asit bakteri suşlarının *E. coli* 0157:H7 üzerine antibakteriyel etkiye sahip olduğu tespit edilmiş olup, en etkili laktik asit bakteri suşlarının ise *L. acidophilus* ve *L. casei* olduğu belirlenmiştir.

Bir başka çalışmada farklı dozlarda *E. coli* 0157:H7 (10^2 , 10^4 ve 10^6 kob/mL) inoküle edilmiş süt kullanılarak acidophiluslu ve geleneksel yoğurt üretilmiş ve *E. coli* 0157:H7'nin yoğurt üretim prosesine dayanımı ile yoğurtların depolanması sırasındaki canlı kalma durumu incelenmiştir. *E. coli*'nin inkübasyonundan itibaren örneklerde 0., 3., 24., 48. ve 72. saatlerde *E. coli*, *S. thermophilus* ve *L. debrueckii* subsp. *bulgaricus* sayımları yapılmıştır. Çalışmada 10^2 kob/mL oranında *E. coli* inoküle edilmiş olan acidophiluslu yoğurtta bu bakterinin eliminasyon süresi 3 saat olarak belirlenirken, 10^4 ve 10^6 kob/mL oranında *E. coli* inoküle edilen acidophiluslu yoğurtlarda ise bu sürenin 48 saat olduğu tespit edilmiştir. Geleneksel yoğurtlarda ise 10^2 ve 10^4 kob/mL oranında *E. coli* inoküle edilenlerde eliminasyon süresi 48 saat iken 10^6 kob/mL olanda ise 72 saat olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, *E. coli*'nin eliminasyon süresinin acidophiluslu yoğurtlarda üretim prosesi ve depolama sırasında geleneksel yoğurtlara göre daha kısa olduğu saptanmıştır (Kasımoğlu ve Akgün 2004).

L. acidophilus, 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 florası 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* içeren kültür ile hastanın tedavisi önerilmektedir (Rasic ve Kurman 1983).

İnsanlar üzerinde gerçekleştirilen denemelerde *Clostridium difficile*, *Campylobacter*, *Salmonella*, *Clostridium botulinum* ve *Shigella* gibi patojenlerin üremelerinin durdurulmasında ya da bu tip patojenlerin floradan tamamen yok edilmesinde probiyotik bakterilerin önemi vurgulanmıştır (Kınık ve Kavas 2000). *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* türlerinin; *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Yersinia enterocolitica* ve *Clostridium perfringens* gibi patojenler üzerine antagonistik etkiye sahip olduğu, *Escherichia coli*, *Salmonella* ve *Shigella* gibi bakterilerin neden olduğu diyarenin önlenmesinde/tedavisi başarılı olduğu belirtilmektedir (Çakmakçı ve Turgut 2008).

Hem vücutta sentezlenen hem de gıdalarla alınan kolesterol, karaciğerde safra asitlerine dönüşerek safra kesesine iletilmekte, oradan da konjuge formda günde 500-700 mL miktarında ince bağırsağa salgılanmaktadır. Daha sonra safra asitleri kalın bağırsağa geçerek mikrobiyal aktivite sonucu tamamen 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(+) 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).

Vinderola ve Reinheimer (2003), safra tuzu ortamının probiyotik bakterilere göre laktik asit bakterileri için daha fazla inhibe edici etkiye sahip olduğunu

belirlemişlerdir. *S. thermophilus* suşlarının çoğu %0.5 safra tuzu ortamında inhibe olmaktadır. *Lactococcus lactis* suşlarının %1 safra tuzu ortamında az ya da çok direnç gösterebildiği tespit edilmiştir. Aynı çalışmada %1 safra tuzu ortamına karşı en fazla direnci *L. acidophilus* suşlarının gösterdiği, bunu sırasıyla *L. casei*, *Lactobacillus rhamnosus* ve *Bifidobakteri* suşlarının takip ettiği belirlenmiştir.

İnsan saęlıęına faydalı olduęu dűřünűlen probiyotik mikroorganizmaların vűcuda alınımı; fermente sűt őrűnleri gibi gıdalarla veya bu mikroorganizmaların canlı hűcrelerinden hazırlanan farmakolojik őrűnler (dondurarak kurutulmuř canlı mikroorganizma preparatları) řeklinde tablet veya kapsűllerle olmaktadır (Saxelin vd 1999, Erkmn 2000, akır ve akmakı 2002). Probiyotikler, Japonya’da daha çok dondurulmuř kűltür tabletleri řeklinde, Avrupa’da ise sadece probiyotik gıdalar yoluyla kullanılmaktadır (Kalantzopoulos 1997). İlaç kullanımına olan őr yargı nedeniyle probiyotiklerin tűketicie ulařtırılmasında bir gıdanın bileřimine dahil edilmesi daha fazla tercih edilmektedir (akır ve akmakı 2002). Bu őrűnlerden *L. acidophilus* ve *B. bifidum* ilave edilerek ekstra besin ve fiziksel deęer kazanan yoęurt son yıllarda oldukça popűler olmuřtur (Lourens-Hattingh vd 2001).

Rus asıllı Bulgar bilim adamı Metchnikoff’un da belirttięi gibi saęlık kaynaęı olan yoęurda 1968’li yıllardan itibaren probiyotik bakteriler ilave edilmeye bařlanmıřtır (Akın 2006). Bu tip yoęurtlarda őrretim metodu deęiřmemekte, genelde AB kűltűrleri olarak ifade edilen *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* tűrleri ilave edilmektedir (Lourens-Hattingh vd 2001).

Yapı ve gőrűnűř olarak geleneksel yoęurda benzeyen probiyotik fermente sűt őrűnleri, kıvam bakımından daha iyi, lezzet olarak da tatlımsı bir aromaya sahiptir. Geleneksel yoęurtta baskın olarak hissedilen tereyaęımsı asetaldehit aroması bu őrűnlerde ařırı hissedilmemektedir. Probiyotik bakterilerde, geleneksel yoęurt bakterilerindeki gibi aminoasit interaksiyonu sűz konusu olmadıęı ya da çok zayıf olduęu için, inkűbasyon ile depolama sűresince pH’daki azalma çok yavař olmakta ve őrtemi yapılan őrűnler daha dűřűk bir asitlik dűzeyine sahip olmaktadır. Bu durumda

ürünün daha uzun süre depolanması söz konusu olmaktadır (Akalin ve Gönc 1995, Samona vd 1996, Gürsoy vd 1999).

Lactobacillus cinsinin 56 türünün tanımlandığı ve *L. acidophilus*'un probiyotik ürünlerin üretiminde en fazla tercih edilen mikroorganizma olduğu bildirilmiştir. *L. acidophilus*'un sütte yavaş gelişme eğiliminde olmasından dolayı istenmeyen mikroorganizmaların gelişimine neden olabilmektedir. *L. acidophilus* fermente süt ürünlerinde düşük pH nedeniyle yeterince gelişmemekte ve dolayısıyla bu tip ürünlerde *L. acidophilus*'un istenen yüksek sayılarda bulunması çok zor olmaktadır. Ürünlerde *L. acidophilus*'un istenen miktarlarda bulunamamasının diğer bir nedeni de bakteri gelişimi için gereksinim duyulan serbest aminoasitlerin ve küçük boyutlu peptitlerin sütte yeterli konsantrasyonlarda bulunmayışıdır (Dertli ve Akın 2007).

Probiyotik ürünlerden beklenen yararların sağlanabilmesi, içerdikleri probiyotik bakterilerin büyük ölçüde canlılıklarını korumasına ve bağırsak hücrelerine tutunarak kolonize olmasına bağlıdır. Bu durum, probiyotik ürünlerin özellikle patojenler üzerindeki etkileri açısından önemlidir. Ürünlerde en az 10^6 - 10^7 kob/g düzeyinde bulunması gerektiği, bununla birlikte bazı türlerin 10^7 - 10^8 kob/g düzeyinde aktif, bazı türlerin ise 10^6 kob/g gibi daha düşük miktarlarda etkili olabildiği belirtilmektedir (Shortt 1999, Kılıç 2001).

Vinderola vd (2000), üretiminde *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. acidophilus* LAI ve *Bifidobacterium bifidum* BBI kullanılan tam yağlı ve yağı azaltılmış yoğurtlarda, depolama başlangıcındaki ve sonundaki probiyotik bakteri sayısını belirlemişlerdir. 4 hafta süresince 5°C'de depolanan örneklerdeki *B. bifidum* sayısındaki azalmanın yaklaşık 2.5 log birim olduğu tespit edilmiştir. *L. acidophilus* LAI sayısındaki azalmanın ise yoğurt çeşidine göre değişiklik gösterdiği saptanmıştır.

Birçok faktör *L. acidophilus*'un yoğurt içerisinde yaşamını sürdürmesini etkileyebilmektedir. Bu faktörler arasında probiyotik bakteri türü, ortamın pH'sı, hidrojen peroksit ve çözülmüş oksijen varlığı, laktik asit ve asetik asit gibi

metabolitlerin konsantrasyonu, aşılama miktarı, inkübasyon sıcaklığı, fermentasyon süresi ve depolama sıcaklığı sayılmaktadır (Donkor vd 2006).

Probiyotik bakterilerin fermente süt ürünlerindeki kullanımı ile ilgili en önemli dezavantaj, bazı probiyotik bakterilerin asitliliğe karşı toleransının olmamasıdır. Fermentasyon esnasında laktik asit içeriği arttığı zaman pH değeri azalmakta ve bununla birlikte bakterilerin gelişimi ortamın düşük pH'sından etkilenmektedir (Klaver vd 1993). Hood ve Zottola (1988) yaptıkları bir çalışma sonucunda pH 2.0'da *L. acidophilus* sayısında ani bir düşüş gözlemlendiğini; fakat pH 4.0'da yaşayabilen hücre sayısında belirgin bir düşüş olmadığını belirlemişlerdir. *L. acidophilus*'un gelişimi ile ortam pH'sı arasındaki ilişkiyi ortaya koymak üzere Lankaputhra ve Shah (1995) tarafından yapılan bir başka çalışmada, *L. acidophilus*'un 6 farklı suşunun pH 3.0 ve daha yüksek pH'larda da gelişebildiği ve söz konusu pH değerlerinde 3 saatlik inkübasyon sonucunda *L. acidophilus* sayısının 10^7 kob/mL'den yüksek olduğu saptanmıştır.

Yoğurttaki asidik koşullar altında *L. acidophilus*'un, yoğurt bakterileri olan *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'a göre daha iyi geliştiği belirtilmiştir (Hood ve Zottola 1988, Lankaputhra ve Shah 1995). Bununla birlikte depolama süresince üründeki *L. acidophilus*'un sayısındaki azalmayı önlemek için ürün pH'sının 4.6'nın altına düşmemesi gerekmektedir. Bu nedenle inkübasyona pH 4.9-5.0'da son verilmekte; asitliğin gelişmesi, soğutma ve paketlenme gibi sonraki aşamalarda olmaktadır (Tamime ve Robinson 1988).

Donkor vd (2006) *L. bulgaricus* Lb1466, *S. thermophilus* St 1342, *L. acidophilus* LAFTI®L10, *Bifidobacterium lactis* LAFTI®B94 ve *Lactobacillus paracasei* LAFTI®L26 bakterilerini kullanarak probiyotik yoğurt üretmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar sadece yoğurt bakterileri kullanarak kontrol grubu yoğurt örnekleri üretmişlerdir. Çalışmada yoğurtların inkübasyonuna farklı pH değerlerinde (4.45, 4.50, 4.55 ve 4.60) son verilmiştir. Üretilen yoğurt örnekleri 4°C'de 28 gün depolanmış ve depolama süresince örneklerdeki yoğurt bakterileri ile probiyotik bakterilerin canlı kalma durumları incelenmiştir. Çalışma sonunda, farklı pH değerlerinde inkübasyon işleminin sonlandırılmasının probiyotik bakterilerin canlılığı üzerine önemli düzeyde bir

etkisinin olmadığı saptanmıştır. Bununla birlikte yoğurtların depolanması sırasında örneklerdeki organik asit miktarının artması ile örneklerin pH değerlerinin düştüğü ve bunun da örneklerdeki probiyotik bakterilerin canlılığını olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.

İnkübasyon süreci, yoğurt üretiminin en önemli işlem basamaklarından birisidir. Bu nedenle inkübasyon parametrelerinin seçimi büyük önem taşımaktadır. İnkübasyon sonu pH'sı yoğurdun su tutma kapasitesi üzerinde de belirleyici olmaktadır. Yüksek pH değerine sahip yoğurtlarda su tutma kapasitesi büyük ölçüde azalmaktadır. Bununla birlikte, pH 4.2-4.6 aralığında yoğurtların su tutma kapasiteleri arasında önemli farklılıklar meydana gelmektedir. Bu nedenle, yoğurt üretiminde inkübasyon sonu pH'sının 4.2-4.6 aralığında seçilmesi ve ürünün inkübasyon sonunda hızla soğutulması asitlik gelişiminin büyük ölçüde yavaşlatılması uygun fiziksel özelliklere sahip yoğurt eldesi için önem taşımaktadır (Özer 2006).

Yoğurt üretiminde seçilen inkübasyon sıcaklığı da probiyotik bakterilerin yoğurttaki canlılığını etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Lourens-Hattingh vd 2001). Konu ile ilgili olarak Qstlie vd (2005), *L. acidophilus* La5, *L. acidophilus* 1748, *Lactobacillus johnsonii* LA1, *Lactobacillus rhamnosus* GG, *Lactobacillus reuteri* SD 2112 ve *Bifidobacterium animalis* BB12 aşıladıkları sütleri farklı sıcaklıklarda (20, 30, 37 ve 45°C) 48 saat inkübe edip, söz konusu probiyotik bakterilerin gelişimi ile inkübasyon sıcaklığı arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonunda probiyotik bakterilerin gelişimi açısından değerlendirildiğinde 20°C'nin uygun bir inkübasyon sıcaklığı olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca 48 saat süresince 30, 37 ve 45°C'lerde inkübe edilen sütlerde bulunan *L. reuteri* SD 2112 dışındaki tüm probiyotik bakteri sayısının $10^{6.5}$ kob/mL değerinden yüksek olduğu, 45°C'de 24 saat ya da daha fazla süre inkübe edilen sütlerde bulunan *L. reuteri* SD 2112 sayısının ise $10^{6.0}$ kob/mL değerinden düşük olduğu belirlenmiştir.

Probiyotik yoğurt üretiminin inkübasyon sıcaklığı, ürünün duyu özelliklerini dolayısı ile tüketici beğenisini de etkilemektedir. Güler-Akın ve Akın (2007), yoğurt bakterileri ile *L. acidophilus*, *B. bifidum* ve *L. casei* bakterilerini kullanarak keçi

sütünden farklı inkübasyon sıcaklıklarında (37°C ve 42°C) probiyotik yoğurt üretmişler ve 4°C’de 14 gün depolama süresince üretilen yoğurtların duyuşal özelliklerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonunda depolama süresince tüm yoğurtlara verilen duyuşal puanların azaldığı ve 37°C’de inkübe edilen yoğurtların, 45°C’de inkübe edilen yoğurtlara göre daha fazla beğenildiğı belirlenmiştir.

Genel olarak, inkübasyon sıcaklığındaki artış ile birlikte set tipi yoğurtta reolojik özellikler sistematik olarak iyileşmektedir. Bu durum özellikle kazein molekülleri arasındaki hidrofobik interaksiyonlarda meydana gelen artıştan kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte inkübasyon sıcaklığı ile üretimde kullanılan starter kültürün suş özellikleri arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Bazı suşlar 43°C’de inkübasyon sırasında yoğurtta yüksek viskoelastik özelliklerin oluşmasına olanak tanırken, polisakkarit üretebilen bazı suşlar 37-39°C’de yoğurtta yüksek viskozite artışına neden olmaktadır (Özer 2006).

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Probiyotik yoğurt üretiminde yağsız süt tozu, *Lactobacillus acidophilus* (ATCC 4356) ve yoğurt starter kültürü (CH-1 Yo-Flex) kullanılmıştır. Yoğurt üretiminde kullanılan yağsız süt tozu (İzi Süt Gıda Mamülleri Sanayi ve Tic. A.Ş., Konya) *Lactobacillus acidophilus* suşu Alman Mikroorganizmalar ve Hücre Kültürleri Koleksiyonu (DSMZ)'den ve ticari yoğurt kültürü ise Chr. Hansen's Laboratorium Denmark A/S'nin İstanbul temsilcisi Peyma Sanayi ve Ticaret A.Ş.'den temin edilmiştir. Probiyotik yoğurt üretimi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi bünyesinde üretim yapan süt işleme tesisinde gerçekleştirilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. *Lactobacillus acidophilus*'un yoğurt üretiminde kullanılmak üzere hazırlanması ve depolanması

Orijinal ampüllerinde bulunan *Lactobacillus acidophilus* steril koşullar altında 1'er mL MRS sıvı besiyerine eklenip karıştırıldıktan sonra 250 mL MRS sıvı besiyerine aşılınmış ve 37°C'de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon bitiminde karışım, santrifüj (6000 g, 5°C, 5 dk) edilmiştir. Santrifüj sonrası santrifüj tüplerinde üstte kalan sıvı kısım döküldükten sonra çöken kısımların üzerine 5 mL Nutrient sıvı besiyeri-Gliserin karışımı (0.8 g Nutrient sıvı besiyeri + 30 mL gliserin + 70 mL saf su) ilave edilerek eppendorf tüplerine (1.5 mL'lik) 1 mL olacak şekilde konulmuş ve yoğurt üretimleri sırasında kültür hazırlanacağında kullanılmak üzere -80°C'de depolanmıştır.

3.2.2. Probiyotik yoğurt üretimi

Probiyotik yoğurt üretimlerinde probiyotik bakteri olarak kullanılan *L. acidophilus*'un üretimlerde kullanılmak üzere hazırlanmasında yapılan işlemler şu şekilde sıralanabilir: İçerisinde probiyotik bakteri bulunan 1 adet eppendorf tüpü oda sıcaklığında 1-2 dakika bekletilerek çözündürüldükten sonra 250 mL'lik MRS sıvı besiyerine aşılınmış ve 37°C'de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon bitiminde

karışım toplam 8 santrifüj tüpüne konularak santrifüj (6000 g, 5°C, 5 dk) edilmiştir. Santrifüj sonrası elde edilen santrifüj tüplerinin üstte kalan sıvı kısmı döküldükten sonra her bir santrifüj tüpündeki çöken kısımların üzerine 5 mL Nutrient sıvı besiyeri-Gliserin karışımı ve 5mL MRS sıvı besiyeri ilave edilerek 37°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Santrifüj tüplerinde inkübe edilmiş bu karışımlardan 5'er mL boş santrifüj tüplerine konulmuş ve herbirinin üzerine 5mL MRS sıvı besiyeri ilave edilmiştir. İçinde yeni karışım bulunan toplam 16 adet santrifüj tüpü aynı sıcaklık ve süre normunda inkübe edilmiştir. İnkübasyon işlemi sonunda her bir santrifüj tüpünün içindeki karışım 90'ar mL'lik MRS sıvı besiyerlerine aktarılmıştır. Elde edilen 100 mL'lik yeni karışımlar 37°C'de 48 saat inkübe edildikten sonra santrifüj (6000 g, 5°C, 5 dk) işlemine tabi tutulmuştur. Santrifüj sonrası santrifüj tüplerinde üstte kalan sıvı kısım döküldükten sonra kalan kısımlar, her bir santrifüj tüpüne 2 mL süt konularak vortex yardımıyla karıştırılıp 5 kg'lık probiyotik yoğurt üretiminde kullanılmıştır.

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılmak üzere yağsız süt tozundan distile deiyonize su kullanılarak hazırlanan rekonstitüye sütler kurumaddesi %12 olacak şekilde standardize edilmiş ve ısıl işlem öncesi 4°C'de en az 2 saat bekletilmiştir. Hazırlanan sütler, 95°C'de 5 dakika ısıl işleme tabi tutulduktan sonra 3 farklı gruba ayrılarak 37°C, 42°C ve 45°C'ye soğutulmuştur. Soğutulan sütlere %0.03 (w/v) oranında yoğurt kültürü ile yukarıda belirtilen miktarlarda probiyotik bakteri aşılantısı. Probiyotik bakteri aşılantısı sütler 37°C, 42°C ve 45°C'de inkübe edilmiş olup inkübasyonlara ürünlerin pH'sı 4.8, 4.6 ve 4.4'e ulaşıncaya son verilmiştir. İnkübasyon sonucunda yoğurt örnekleri 4°C'deki soğuk hava deposuna alınmış ve bu sıcaklıkta 30 gün süresince depolanmıştır. Çalışma süresince her bir deneme için toplam 5 kg probiyotik yoğurt üretilmiştir.

3.2.3. Fizikokimyasal analiz yöntemleri

3.2.3.1. Sütte yapılan analizler

3.2.3.1.1. Kurumadde tayini: TS 1018 Çiğ Süt Standardı'nda verilen metoda göre gravimetrik yöntem kullanılarak tespit edilmiştir (Anonim 2002).

3.2.3.1.2. Yağ tayini: Üretimlerde kullanılan sütün yağ oranı Van Gulik butirometre kullanılarak Gerber yöntemiyle tespit edilmiştir (Anonim 1995).

3.2.3.1.3. Protein tayini: Yoğurt yapımında kullanılan sütün azot miktarı Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiş ve elde edilen değer 6.38 faktörüyle çarpılarak protein miktarı bulunmuştur (Kurt vd 1993).

3.2.3.1.4. pH tayini: Sütün pH değeri WTW (Inolab pH level 2, WTW GmbH, Weilheim, Germany) marka dijital pH metre kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.3.1.5. Titrasyon asitliği tayini: TS 1018 Çiğ Süt Standardı'nda belirtilen Soxhlet-Henkel yöntemi ile yapılmış olup sonuçlar %laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (Anonim 2002).

3.2.3.1.6. Kül tayini: Sütün kül miktarı gravimetrik yöntem kullanılarak belirlenmiştir (Kurt vd 1993).

3.2.3.2. Yoğurtta yapılan analizler

3.2.3.2.1. Kurumadde tayini: Yoğurt örneklerinin toplam kurumadde içerikleri Uluslararası Sütçülük Federasyonu (IDF)'nin verdiği referans metoda göre gravimetrik yöntem kullanılarak belirlenmiştir (Anonymous 1987).

3.2.3.2.2. Yağ tayini: Yoğurt örneklerinin yağ içerikleri standart Gerber süt bütirometreleri ile TS 1330 Yoğurt Standardı esas alınarak belirlenmiştir (Anonim 2006).

3.2.3.2.3. Protein tayini: Yoğurt örneklerinde protein miktarları, Kjeldahl metodu ile belirlenmiştir (Anonymous 1986).

3.2.3.2.4. Kül tayini: Örneklerin kül içerikleri gravimetrik yöntem kullanılarak belirlenmiştir (Kurt vd 1993).

3.2.3.2.5. Titrasyon asitliği tayini: Yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği, IDF'nin verdiği referans metotta belirtilen Soxhlet-Henkel yöntemi ile yapılmıştır (Anonymous 1991).

3.2.3.2.6. pH tayini: Yoğurt örneklerinin pH değerleri WTW 537 (Inolab pH level 2, WTW GmbH, Weilheim, Germany) marka pH metre kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.3.2.7. Sertlik analizi: Yoğurtlarda sertlik değeri TA.XT Plus tekstür analiz cihazı (Stable Microsystems, Godalming, Surrey, UK) ile Haque vd (2001)'nin kullandığı yöntem modifiye edilerek tespit edilmiştir. Yoğurt örneklerinin sertlik analizi sırasında örnek sıcaklığı 4°C olup analiz, 25 mm'lik silindir prob kullanılarak ve test hızı 1 mm/s, trigger kuvveti 5 kg ve uzaklık 45 mm olacak şekilde yapılmış ve sonuçlar g cinsinden verilmiştir.

3.2.3.2.8. Viskozite analizi: Yoğurt örneklerinin viskozite değerleri Brookfield viskozimetresi (Model DV II+Pro, Brookfield Engineering Laboratories Inc, Middleboro, MA, USA) kullanılarak tespit edilmiştir. Ölçümler 4°C'de 94 numaralı spindle kullanılarak ve 1.5 rpm dönüş hızında yapılmış olup sonuçlar cP olarak verilmiştir (Shihata ve Shah 2002).

3.2.3.2.9. Su tutma kapasitesi: Su tutma kapasitesi Remeuf vd (2003)'nin bildirdiği yöntem modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. 25 g yoğurt örneği santrifüj tüpü içerisine tartılmış ve 10°C'de 10 dk 6000 g'de santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası santrifüj tüpünde üstte kalan serum kısmı döküldükten sonra kalan kısım tartılmış (son tartım) ve su tutma kapasitesi değerini aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

Su tutma kapasitesi (%) = [(son tartım - santrifüj tüpünün ağırlığı) / örnek miktarı] × 100

3.2.4. Mikrobiyolojik analizler

Yoğurtlardaki mikrobiyolojik analizler, örneklerin 4°C'deki depolamasının 1., 15. ve 30. günlerinde yapılmıştır.

3.2.4.1. Seri dilüsyonların hazırlanması: Mikrobiyolojik ekimler yapılmadan önce 1/4 kuvvetinde ringer çözeltisi kullanılarak aseptik şartlar altında uygun desimal seri dilüsyonlar hazırlanmıştır (Anonymous 2001).

3.2.4.2. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayımı: *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayımında pH'sı 5.2'ye ayarlanmış MRS Agar besi ortamı olarak kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan dökme plak yöntemi ile ekim yapılan petri kutuları anaerobik ortamda 45°C'de 72 saat süreyle inkübe edilmiştir (Tabasco vd 2007).

3.2.4.3. *Streptococcus thermophilus* sayımı: *S. thermophilus* sayımında %1 laktoz ilave edilmiş M-17 Agar besi ortamı olarak kullanılmıştır. Uygun dilüsyonların her birinden M-17 Agar'a dökme plak yöntemi ile ekim yapılmış ve petri kutuları 45°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır (Tabasco vd 2007).

3.2.4.4. *Lactobacillus acidophilus* sayımı: *L. acidophilus* sayımında bromocresol green ve clindamycin ilave edilmiş, De Man Rogosa Sharp (MRS-BC) besi ortamı olarak kullanılmıştır. pH'sı 6.2'ye ayarlanmış MRS Agar ve %0.2 (w/v) konsantrasyonda hazırlanmış bromocresol green çözeltisine sterilizasyon amacıyla 121°C'de 15 dakika ısıtma işlemi 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 çözeltisinden 20 mL/L, clindamycin çözeltisinden ise 2 mL/L ilave edilmiş ve besiyeri petri kutularına dökülmüştür. Analiz dökme plak kültürel sayım yöntemi ile yapılmış olup, inkübasyon anaerobik ortamda 37°C'de 72 saat süreyle gerçekleştirilmiştir (Phillips vd 2006).

3.2.5. Probiyotik özelliklerin belirlenmesi amacıyla yapılan analizler

Probiyotik özelliklerin belirlenmesi amacıyla yapılan analizler, 4°C'de depolanan probiyotik yoğurt örneklerinde depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.5.1. *Lactobacillus acidophilus* bakterisinin izolasyonu: Probiyotik yoğurt örneklerinden steril ringer çözeltisi kullanılarak dilüsyonlar hazırlanmıştır. Hazırlanan 10^{-1} dilüsyonlarının her birinden 0.1 mL alınarak MRS-BC Agar'a yayma plak kültürel sayım yöntemi ile ekim yapılmıştır. Ekim yapılmış olan petri kutuları 37°C 'de 72 saat anaerobik inkübasyona tabi tutulmuş ve inkübasyon süresi sonucunda elde edilen isolatlar, probiyotik özelliklerin belirlenmesi amacıyla yapılan analizlerde kullanılmıştır.

3.2.5.2. Antimikrobiyal aktivite testi: Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesi amacıyla test bakterileri olarak *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ve *Escherichia coli* ATCC 35218 kullanılmıştır. 3.2.5.1'de belirtildiği şekilde örneklerden izole edilen *L. acidophilus* bakterisi MRS sıvı besiyerine aşılanarak 37°C 'de 24 saat süreyle inkübasyona bırakılmış ve inkübasyonun ardından yoğunluğu 1.0 MacFarland değerine ayarlanmıştır. Nutrient sıvı besi ortamında 37°C 'de 24 saat tutularak aktifleştirilen ve yoğunluğu 0.5 MacFarland değerine ayarlanmış olan patojen test bakterilerinin her birinden steril petri kutularına 50 μL aktarılarak üzerine 20 mL Nutrient Agar ilave edilmiştir. Katılaştıran agar üzerine steril çubuk yardımı ile 1 cm çapında kuyucuklar açılmış ve bu kuyucukların tabanı 100 μL steril agar agar ile tekrar kapatılmıştır. Daha sonra bu kuyucuklara yukarıda bahsedildiği şekilde hazırlanan probiyotik bakteri kültürlerinden 100 μL ilave edilerek petri kutuları 37°C 'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda her bir kuyucuk çevresinde oluşan zonların çapları kumpas ile ölçülerek sonuçlar milimetrik olarak verilmiştir (Reinheimer vd 1990).

3.2.5.3. Antibiyotik duyarlılık testi: Örneklerden izole edilen *L. acidophilus* bakterisi, amoxycillin (10 μg), amoxycillin-clavulanic acid (30 μg), bacitracin (10 unit), carbenicillin (100 μg), cephalothin (30 μg), chloramphenicol (30 μg), clindamycin (2 μg), nystatin (100 unit), ofloxacin (5 μg), polymyxin (300 unit), streptomycin (10 μg) ve vancomycin (30 μg) olmak üzere toplam 12 adet antibiyotiğe karşı duyarlılıkları tespit edilmiştir. İzole edilen *L. acidophilus* MRS sıvı besiyerine aşılanarak 37°C 'de 24 saat süreyle inkübasyona tabi tutulmuş ve inkübasyon süresi sonunda *L. acidophilus*'un optik yoğunluğu MacFarland cihazı kullanılarak ayarlanmıştır (Danielsen ve Wind 2003). Sterilize edildikten sonra $45-50^{\circ}\text{C}$ 'ye soğutulan 50 mL MRS Agar üzerine,

yoğunluğu 1.5 MacFarland değerine ayarlanmış bakteri %1 oranında inoküle edilmiş ve iyice karıştırıldıktan sonra besiyeri, 15 cm çapındaki steril petri kutularına dökülmüştür. Bakteri aşılansmış MRS Agar üzerine, antibiyotik diskleri petri kutusunun kenarından 10 mm ve birbirlerinden 15 mm uzaklıkta olacak şekilde yerleştirilmiş ve 37°C'de 18 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda antibiyotik disk çevresinde oluşan zonların çapları kumpas ile milimetrik olarak ölçülmüştür. Sonuçlar Charteris vd (1998)'nin yaptıkları çalışma sonunda belirledikleri kriterlere göre değerlendirilmiştir (Çavuş 1985, Çetin ve Gürler 1989).

3.2.5.4. Mide öz suyuna direnç testi: Mide öz suyuna direnç testinde %0.3 (w/v) pepsin ve %0.5 NaCl (w/v) içeren ve pH'ları 2.0 ve 3.0'a ayarlanmış çözeltiler mide öz suyu ortamı olarak kullanılmıştır. MRS sıvı besiyerinde 37°C'de 18 saat süreyle geliştirilen *L. acidophilus* (30 mL) 5°C'de 20 dakika santrifüj (6000 g) edilmiştir. Daha sonra katı kısım 50 mM K₂HPO₄ (pH 6.5) tampon çözeltisi ile iki kere yıkanarak yine aynı çözelti içerisinde (3 mL) çözündürülmüştür. Buradan 1 mL alınarak 5°C'de 5 dakika santrifüj (12 000 g) edilmiş, ardından katı kısım pH'ları 2.0 ve 3.0 olan 10 mL'lik mide öz suyu ortamları içerisinde çözündürülerek 37°C'de 3 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun başlangıcında (0. saat) ve sonunda (3. saat) 1'er mL örnek alınarak MRS Agara ekim yapılmış ve petri kutuları 37°C'de 72 saat inkübasyona bırakılmıştır. 37°C'de 72 saatlik inkübasyonun ardından, mide öz suyuna direnç gösteren % *L. acidophilus* sayısı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Vinderola ve Reinheimer 2003).

Mide öz suyuna direnç gösteren bakteri sayısı (%) = (A/B) × 100

A: 3. saatte alınan örneklerdeki koloni sayısı

B: 0. saatte alınan örneklerdeki koloni sayısı

3.2.5.5. Safra tuzuna direnç: MRS sıvı besiyerinde 37°C'de 18 saat süreyle geliştirilen *L. acidophilus*, içerisinde %0.3 oranında safra tuzu bulunan steril MRS sıvı besiyerine %1 oranında aşılansmış 37°C'de 3 saat inkübe edilmiştir. Safra tuzu yerine %0.3 oranında saf su konulmuş MRS sıvı besiyeri kontrol amacıyla kullanılmıştır. 3 saatlik inkübasyonun başlangıcında (0. saat) ve sonunda (3. saat) kültürlerden 1'er mL alınarak 10⁻⁶'ya kadar seri dilüsyonlar hazırlanmış ve 10⁻³, 10⁻⁴, 10⁻⁵, 10⁻⁶'lık dilüsyonların her

birinden MRS Agara dökme plak kültürel sayım yöntemiyle ekim yapılmıştır. 37°C’de 72 saatlik inkübasyonun ardından, safra tuzuna direnç gösteren % *L. acidophilus* sayısı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Prasad vd 1999, Erkkilä ve Petäjä 2000, Xanthopoulos vd 2000).

Safra tuzuna direnç gösteren bakteri sayısı (%) = (A/B) × 100

A: 3. saatte alınan örneklerdeki koloni sayısı

B: 0. saatte alınan örneklerdeki koloni sayısı

3.2.5.6. Bakteriyel adezyon (Bağırsak çeperine tutunma yeteneği) tespiti: MRS sıvı besiyerinde 37°C’de 18 saat süreyle geliştirilen *L. acidophilus*, içerisinde %0.05 sistein-HCl bulunan MRS sıvı besi ortamına %1 oranında aşılanıp 37°C’de 18 saat inkübasyona tabi tutulmuştur. İnkübasyon süresi sonucunda, *L. acidophilus* aşılanmış olan sıvı besi ortamı 5000 g’de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminin ardından elde edilen bakteri hücreleri fosfat-üre-magnezyum-sülfat tampon çözeltisi (22.2 g/L K₂HPO₄.3H₂O, 7.26 g/L KH₂PO₄, 1.8 g/L üre ve 0.2 g/L MgSO₄.7H₂O, pH=7.1) ile iki kere yıkanarak yine aynı çözelti ile 610 nm’deki optik yoğunluğu (OY) 0.8-0.9’a ayarlanmış ve bu değer başlangıç OY değeri olarak kullanılmıştır. Optik yoğunluğu ayarlanmış olan bakteri süspansiyonundan 2.4 mL alınıp üzerine 0.4 mL n-hexadecane ilave edilerek 2 dakika karıştırılmış ve bu karışım faz ayrımının oluşması amacıyla 37°C’de 1 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda tüpün üst kısmında oluşan faz steril pastör pipeti ile ayrılıp 610 nm’deki absorbans değeri ölçülmüş ve bu değer son OY değeri olarak alınmıştır. *L. acidophilus*’un adezyonu aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Rosenberg vd 1980, Mishra ve Prasad 2005).

%Adezyon = [(Başlangıç OY – Son OY) / Başlangıç OY] × 100

3.2.6. Duyusal analiz

Yoğurt örneklerinin duyusal analizleri Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü lisansüstü öğrencilerinden oluşturulmuş 7 kişilik panelist grubu tarafından

yapılmıştır. Yoğurtların duyuusal yönden değerlendirilmesinde Yoğurt Standardı (TS 1330)'da belirtilen kriterler (Çizelge 3.1) kullanılmıştır (Anonim 2006).

Çizelge 3.1. Probiyotik yoğurt örneklerinin duyuusal niteliklerinin saptanmasında kullanılan puanlama ölçütleri (Anonim 2006)

	Puan
Görünüş	
-Temiz, parlak, süt renginde*, serum ayrılması olmamış, çatlak ve gaz kabarcığı bulunmayan, homojen,	5
-Temiz, süt renginde, serum ayrılması olmamış, çatlak ve gaz kabarcığı bulunmayan,	4
-Temiz, mat, grimsi, az sayıda çatlak ve az miktarda serum ayrılmış,	3
-Süt renginden farklı değişik renk meydana gelmesi, çok sayıda çatlak, gaz kabarcığı bulunan, serumu ayrılmış, gözle görülebilen her türlü yabancı madde bulunan	1-2
Kıvam	
-Kaşıkla alınan kesitte dolgun kıvamda, düzgün yapıda, homojen, karıştırıldıktan sonra koyu bir akıcılık, serumu hemen ayrılmayan, dille damak arasında kolay dağılmayan	5
-Alınan kesitte dolgun kıvamda, düzgün yapıda, homojen, karıştırıldıktan sonra koyu bir akıcılık, serumu az ayrılan, dille damak arasında en az dağılan, dolgun yapıda homojen	4
-Alınan kesitte akıcılığı az, hafif pütürlü yapıda, karıştırıldıktan sonra akıcı ve serumu hemen ayrılan, ağıza alındığında dağılan, hafif pütürlü	3
-Alınan kesitte çok akıcı, homojen olmayan ve pütürlü, karıştırıldıktan sonra çok akıcı hemen ve fazla miktarda serumu ayrılan, dipte tortu bulunduran, dille damak arasında tutulamayan, akıcı, homojen olmayan	1-2
Koku	
-Kendine has hoş kokuda	4-5
-Kendine has olmayan veya yabancı koku ihtiva eden	3
-Kendine has olmayan, alkolsü, yanık veya yabancı koku ihtiva eden	1-2
Tat	
-Kendine has hafif ekşimsi tatta olan	5
-Hafif ekşimsi veya hafif tatlımsı	4
-Ekşimsi, hafif acımsı, hafif küfümsü, hafif sabunumsu ya da hafif yanık tatta olan ve benzeri yabancı tat içeren	3
-Aşırı derecede ekşimsi, acımsı, küfümsü, sabunumsu yanık tatta olan ve benzeri yabancı tat içeren	1-2
*Homojenize edilmemiş yoğurtlarda süt yağından kaynaklanan açık sarımsı, homojenize yoğurtlarda porselen beyaz renkte.	

3.2.7. İstatistiksel analiz

Araştırma 2 tekerrürlü yapılmış olup, analizler paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçları 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. Yoğurt üretiminde kullanılan sütün fizikokimyasal özellikleri

Yoğurt üretiminde hammadde olarak kullanılan rekonstitüye sütlerin ortalama kurumadde, toplam protein, yağ, kül, titrasyon asitliği (% laktik asit) ve pH değerleri sırasıyla 12.07 ± 0.07 , 4.25 ± 0.34 , 0.10 ± 0.00 , 1.02 ± 0.01 , 0.18 ± 0.02 ve 6.62 ± 0.03 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 sütlerdeki belirlenen değerlerin, standartta belirtilen değerler ile uyumlu olduğu görülmüştür.

4.1.2. Yoğurtların fizikokimyasal özellikleri

Yoğurdun ortalama kurumadde, toplam protein, yağ ve kül değerleri sırasıyla 11.97 ± 0.20 , 4.52 ± 0.08 , 0.10 ± 0.00 ve 1.03 ± 0.05 olarak tespit edilmiştir. TS 1330 Yoğurt Standardına göre yoğurtların yağsız kurumadde miktarının en az %12, protein miktarının ise en az %4 olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim 2006). Elde edilen sonuçlara göre denemelerde kullanılan yoğurtlarda belirlenen değerlerin, standartta belirtilen değerler ile uyumlu olduğu görülmüştür.

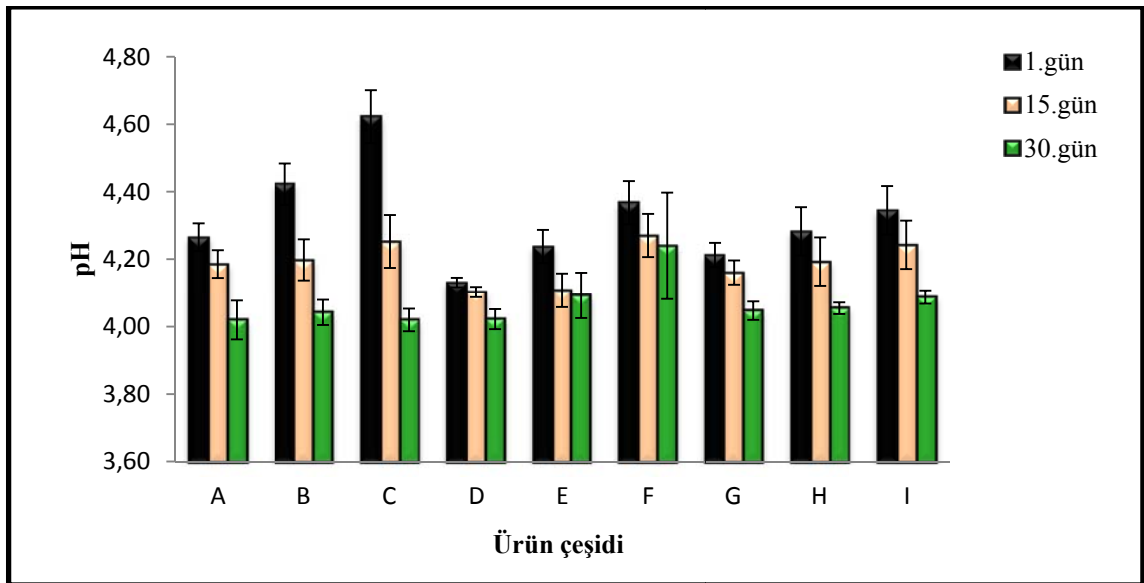
4.1.3. Yoğurtların pH ve titrasyon asitliği değerleri

Üç farklı inkübasyon sıcaklığı ve üç farklı inkübasyonu sonlandırma pH'sı kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama pH değerleri ve bu değerlerin depolama sırasındaki değişimi Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama pH değerleri

Örnek	Depolama zamanı		
	1. gün	15. gün	30. gün
A	4.27±0.04	4.19±0.15	4.02±0.06
B	4.42±0.06	4.20±0.03	4.04±0.04
C	4.62±0.08	4.25±0.15	4.02±0.03
D	4.13±0.01	4.10±0.06	4.02±0.03
E	4.24±0.05	4.11±0.14	4.09±0.07
F	4.37±0.06	4.27±0.10	4.24±0.16
G	4.21±0.04	4.16±0.06	4.05±0.03
H	4.28±0.07	4.19±0.07	4.06±0.02
I	4.35±0.07	4.24±0.11	4.09±0.02

A: 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt



A: 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.1. Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama pH değerleri

Çizelgede görüldüğü üzere 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda yapılan pH analizlerinde probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen değerlerin 1. gün sonunda 4.13-4.62, 15. gün sonunda 4.10-4.27, 30. gün sonunda 4.02-4.24 arasında değiştiği belirlenmiştir. Probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama pH değerleri kullanılarak hazırlanan grafik Şekil 4.1’de görülmektedir.

İnkübasyon sıcaklığı, inkübasyonu sonlandırma pH’sı ve depolama zamanının probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama pH değerleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde ana varyasyon kaynaklarından inkübasyonu sonlandırma pH’sı ve depolama zamanının probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerleri üzerine $P<0.001$ düzeyinde, inkübasyon sıcaklığının ise $P<0.05$ düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca inkübasyon sıcaklığı x depolama zamanı interaksiyonunun probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerleri üzerine $P<0.001$, inkübasyon sonlandırma pH’sı x depolama zamanı interaksiyonunun ise $P<0.01$ düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
İnkübasyon sıcaklığı (S)	2	0.02772870	4.43*
Sonlandırma pH’sı (pH)	2	0.19259537	30.77***
Depolama zamanı (DZ)	2	0.56657315	90.50***
S x pH	4	0.01306898	2.09
S x DZ	4	0.06551759	10.47***
pH x DZ	4	0.02275926	3.64**
S x pH x DZ	8	0.00962245	1.54
Hata	81	0.00626019	

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

Probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama pH değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde 37°C’de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneğinin diğer sıcaklıklarda inkübe edilen örneklere göre daha yüksek pH değeri gösterdiği, bununla birlikte 42°C’de inkübe edilen probiyotik yoğurt örneği ile 45°C’de inkübe edilen probiyotik yoğurt örneklerinde

belirlenen pH değerleri arasında önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Farklı pH'larda inkübasyonu sonlandırılan probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama pH değerleri arasında ($P<0.05$) önemli bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Ayrıca depolama süresince örneklerde tayin edilen pH değerlerinin azaldığı ve söz konusu azalmanın istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu bulunmuştur.

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

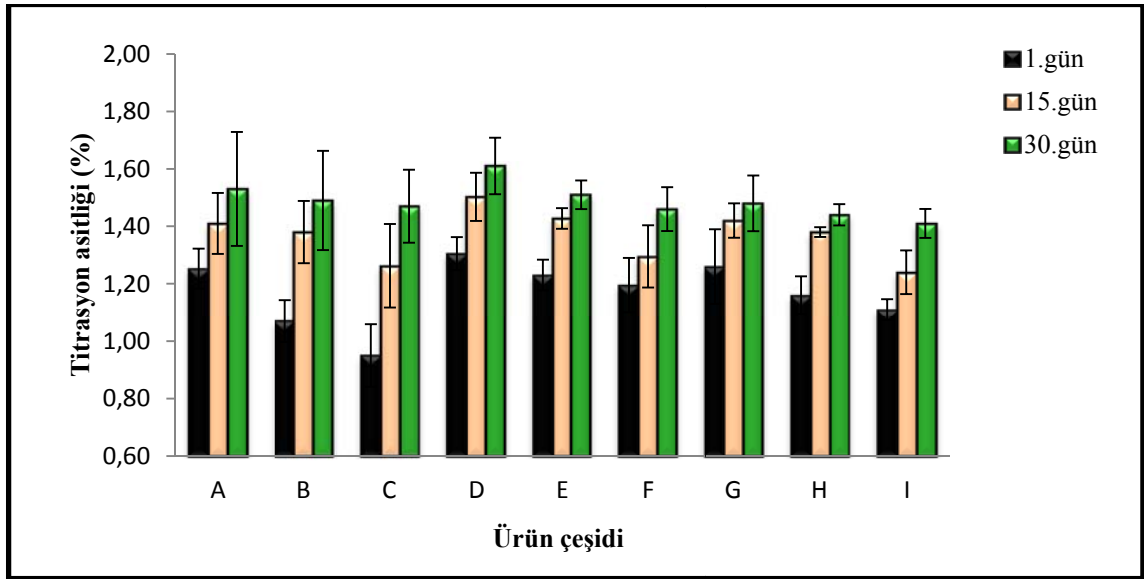
	pH
İnkübasyon Sıcaklığı	
37°C	4.22±0.20 a
42°C	4.17±0.11 b
45°C	4.18±0.10 b
İnkübasyon Sonlandırma pH'sı	
4.4	4.12±0.09 c
4.6	4.18±0.12 b
4.8	4.27±0.17 a
Depolama Zamanı	
1. gün	4.32±0.14 a
15. gün	4.19±0.06 b
30. gün	4.06±0.07 c

Probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama titrasyon asitliği değerleri ve bu değerlerin depolama sırasındaki değişimi Çizelge 4.4'de verilmiştir. Ayrıca probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama titrasyon asitliği değerleri kullanılarak hazırlanan grafik Şekil 4.2'de görülmektedir.

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

Örnek	Depolama zamanı		
	1. gün	15. gün	30. gün
A	1.25±0.07	1.41±0.11	1.53±0.20
B	1.07±0.07	1.38±0.11	1.49±0.17
C	0.95±0.11	1.26±0.15	1.47±0.13
D	1.31±0.06	1.50±0.08	1.61±0.10
E	1.23±0.05	1.43±0.04	1.51±0.05
F	1.20±0.09	1.30±0.11	1.46±0.08
G	1.26±0.13	1.42±0.06	1.48±0.10
H	1.16±0.07	1.38±0.02	1.44±0.04
I	1.11±0.04	1.24±0.08	1.41±0.05

A: 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt



A: 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.2. Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerleri

Çizelge 4.4’de görüldüğü üzere 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda yapılan titrasyon asitliği analizlerinde probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen değerler 1. gün sonunda %0.95-1.31, 15. gün sonunda %1.24-1.50, 30. gün sonunda %1.41-1.61 arasında değişmiştir. Ayrıca 1. günde en yüksek titrasyon asitliği değerini 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneği alırken, en düşük değeri 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneği almıştır. Depolamanın 15. gününde en yüksek titrasyon asitliği değerini 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneği alırken, en düşük değeri 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneği almıştır. Depolamanın son günü olan 30. günde ise en yüksek titrasyon asitliği değerini 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt alırken, en düşük değeri 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneğinin aldığı tespit edilmiştir.

Varyasyon kaynaklarının probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde tüm ana varyasyon kaynaklarının probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği (%) değerleri üzerine $P<0.001$ düzeyinde, inkübasyon sıcaklığı x depolama zamanı interaksiyonunun ise $P<0.05$ düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
İnkübasyon sıcaklığı (S)	2	0.06830278	12.92 ^{***}
Sonlandırma pH’sı (pH)	2	0.21241944	40.18 ^{***}
Depolama zamanı (DZ)	2	0.92725278	175.40 ^{***}
S x pH	4	0.00145139	0.27
S x DZ	4	0.01773056	3.35 [*]
pH x DZ	4	0.01275972	2.41
S x pH x DZ	8	0.00617292	1.17
Hata	81	0.00528642	

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

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

	% Titrasyon Asitliği
İnkübasyon Sıcaklığı	
37°C	1.31±0.20 b
42°C	1.39±0.14 a
45°C	1.32±0.13 b
İnkübasyon Sonlandırma pH'sı	
4.4	1.41±0.23 a
4.6	1.34±0.15 b
4.8	1.26±0.17 c
Depolama Zamanı	
1. gün	1.16±0.11 c
15. gün	1.36±0.09 b
30. gün	1.48±0.06 a

Probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama titrasyon asitliği (%) değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde 42°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneğinin diğer sıcaklıklarda inkübe edilen örneklere göre daha yüksek titrasyon asitliği (%) değerine sahip olduğu, bununla birlikte 37°C'de inkübe edilen probiyotik yoğurt örneği ile 45°C'de inkübe edilen probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen titrasyon asitliği (%) değerleri arasında önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Farklı pH'larda inkübasyonu sonlandırılan probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama titrasyon asitliği (%) değerleri incelendiğinde örneklerin pH değerleri düştükçe titrasyon asitliği değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Ayrıca depolama süresince örneklerde belirlenen titrasyon asitliği (%) değerlerinin arttığı ve söz konusu artışın istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu bulunmuştur.

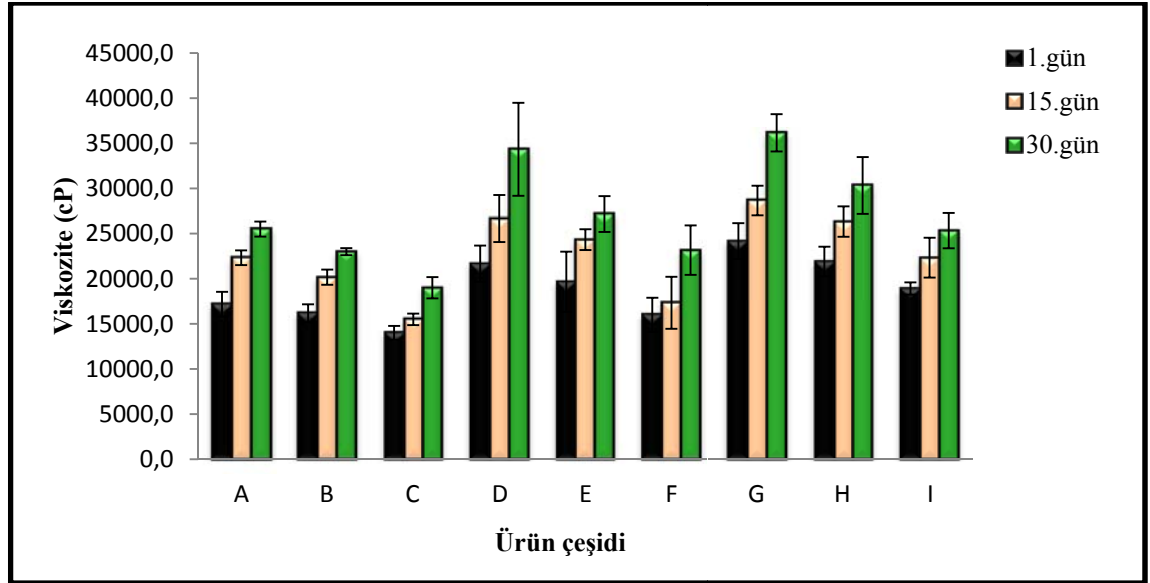
4.1.4. Yoğurtlara ait viskozite değerleri

Probiyotik yoğurt örneklerine ait viskozite değerleri Çizelge 4.7’de verilmiş ve depolama periyodu boyunca yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinin daha iyi incelenebilmesi amacıyla Şekil 4.3 düzenlenmiştir. Çizelge incelendiğinde yoğurt örneklerinin viskozite değerlerinin depolama süresince 14000-36166.7 cP arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek viskozite değerini (36166.7 cP) 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneği depolamanın 30. gününde alırken, en düşük viskozite değerini (14000 cP) 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneği depolamanın ilk gününde almıştır.

Çizelge 4.7. Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama viskozite değerleri (cP)

Örnek	Depolama zamanı		
	1. gün	15. gün	30. gün
A	17166.7±1374.4	22333.4±816.5	25500.0±838.9
B	16166.7±1000.0	20166.7±838.9	23000.0±384.9
C	14000.0±769.8	15500.0±638.3	19000.0±1186.3
D	21666.7±2000.0	26666.7±2610.5	34333.3±5149.6
E	19666.7±3333.3	24333.3±1154.7	27166.7±1990.7
F	16000.0±1885.6	17333.3±2880.3	23166.7±2742.0
G	24166.7±1990.7	28666.7±1633.0	36166.7±2063.8
H	21916.7±1641.5	26333.4±1677.7	30333.4±3150.6
I	18916.7±687.2	22333.3±2211.1	25333.3±1962.6

A: 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt



A: 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.3. Probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama viskozite değerleri (cP)

Çizelge 4.8. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen viskozite değerlerine (cP) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
İnkübasyon sıcaklığı (S)	2	424893164	98.76 ^{***}
Sonlandırma pH’sı (pH)	2	474291761	110.24 ^{***}
Depolama zamanı (DZ)	2	615424977	143.04 ^{***}
S x pH	4	8275714	1.92
S x DZ	4	6510316	1.51
pH x DZ	4	21056344	4.89 ^{**}
S x pH x DZ	8	2781872	0.65
Hata	81	4302468	

^{**}P<0.01 düzeyinde önemli ^{***}P<0.001 düzeyinde önemli

Probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde, probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite değerleri üzerine inkübasyon sıcaklığı, inkübasyonu sonlandırma

pH'sı ve depolama zamanının önemli derecede ($P<0.001$) etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca örneklerin viskozite değerleri üzerine inkübasyon sonlandırma pH'sı x depolama zamanı interaksyonunun da $P<0.01$ düzeyinde etkisi saptanmıştır.

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

	Viskozite (cP)
İnkübasyon Sıcaklığı	
37°C	19203.7±3856.6 c
42°C	23370.4±5632.7 b
45°C	26018.5±5165.5 a
İnkübasyon Sonlandırma pH'sı	
4.4	26296.3±6056.3 a
4.6	23231.5±4338.1 b
4.8	19064.8±3833.7 c
Depolama Zamanı	
1. gün	18851.8±3315.8 c
15. gün	22629.6±4394.4 b
30. gün	27111.1±5574.0 a

Probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.9'da sunulmuştur. Örneklere ait ortalama viskozite değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde, farklı sıcaklıklarda inkübe edilen probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama viskozite değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık olduğu ($P<0.05$) ve probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan inkübasyon sıcaklığı arttıkça üretilen probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama viskozite değerlerinin arttığı saptanmıştır. Farklı sonlandırma pH'larının da probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama viskozite değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık oluşturduğu ($P<0.05$) ve probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan inkübasyon sonlandırma pH'sı arttıkça üretilen probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama viskozite değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca yoğurt örneklerinin ortalama viskozite 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 viskozite değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.

4.1.5. Yoğurt örneklerine ait sertlik değerleri

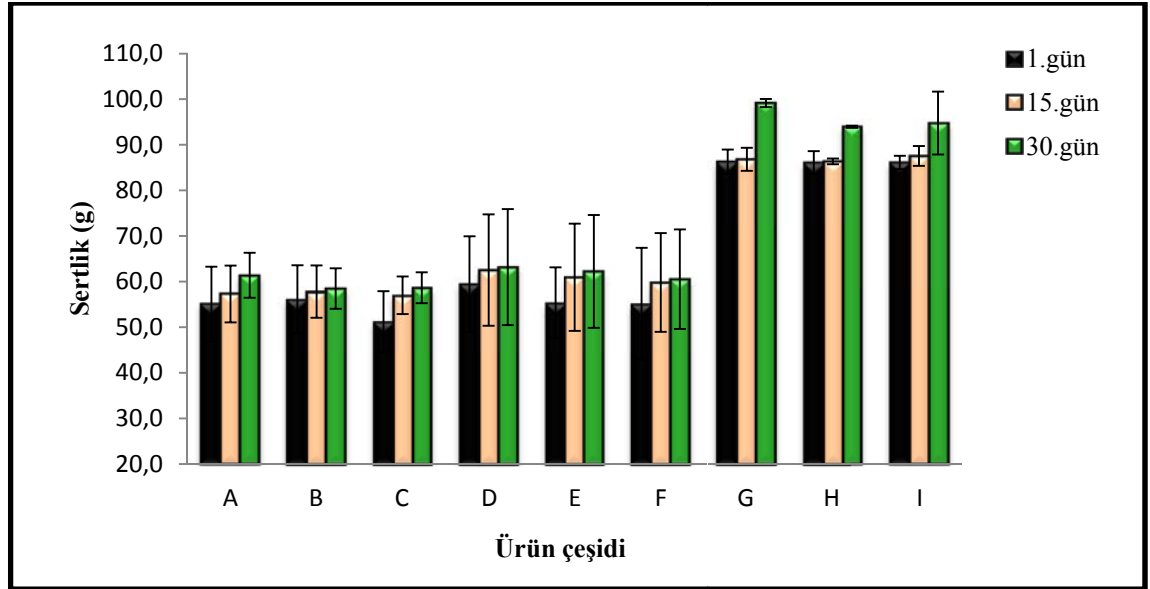
Probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama sertlik değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere örneklere ait ortalama sertlik değerleri 51.2-99.2 g arasında değişmiştir. Ayrıca probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince sertlik değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 4.4'de görülmektedir.

Sertlik açısından en yüksek değeri 4°C'de 30 gün boyunca depolanan 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneği alırken, en düşük değeri ise 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneği depolamanın ilk gününde almıştır.

Çizelge 4.10. Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama sertlik değerleri (g)

Örnek	Depolama zamanı		
	1. gün	15. gün	30. gün
A	55.0±8.2	57.3±6.2	61.4±4.9
B	56.1±7.5	57.8±5.7	58.5±4.5
C	51.2±6.7	57.0±4.1	58.6±3.4
D	59.4±10.5	62.5±12.2	63.2±12.7
E	55.3±7.8	60.9±11.8	62.2±12.4
F	55.1±12.3	59.8±10.8	60.5±10.9
G	86.3±2.7	86.8±2.5	99.2±0.9
H	86.1±2.5	86.4±0.6	94.0±0.2
I	86.1±1.5	87.6±2.2	94.8±6.9

A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt



A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.4. Probiyotik yoğurt örneklerine ait sertlik değerleri (g)

Çizelge 4.11. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen sertlik değerlerine (g) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
İnkübasyon sıcaklığı (S)	2	11783.73593	205.92***
Sonlandırma pH'sı (pH)	2	47.45593	0.83
Depolama zamanı (DZ)	2	425.33398	7.43***
S x pH	4	6.95343	0.12
S x DZ	4	59.16231	1.03
pH x DZ	4	8.35356	0.15
S x pH x DZ	8	7.42773	0.13
Hata	81	57.22457	

***P<0.001 düzeyinde önemli

Yoğurt örneklerinin ortalama sertlik değerleri üzerine inkübasyon sıcaklığı, inkübasyon sonlandırma pH'sı ve depolama zamanının istatistiksel olarak etkili olup olmadığını belirleyebilmek amacıyla varyans analizi yapılmış ve bu analize ait sonuçlar

Çizelge 4.11’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, inkübasyon sıcaklığı ve depolama zamanının sertlik değerleri üzerine önemli düzeyde ($P<0.001$) etkili olduğu görülmektedir.

Probiyotik yoğurt örneklerinin sertlik değerlerine ait ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi 45°C’de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneğinin diğer sıcaklıklarda inkübe edilmiş örneklerle göre daha yüksek sertlik değerine sahip olduğu bununla birlikte 37°C ve 42°C’de inkübe edilen probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama sertlik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. Ayrıca farklı pH’larda üretimi sonlandırılan probiyotik yoğurt örneklerinin aldığı sertlik değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) saptanmıştır. Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre, en yüksek ortalama sertlik değeri depolamanın 30. gününde belirlenmiştir. Depolamanın 1. ve 30. günlerinde probiyotik yoğurt örneklerinin aldığı ortalama sertlik değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık olmasına karşın ($P<0.05$), depolamanın ilk 15 günlük periyodunda probiyotik yoğurt örneklerinin aldığı ortalama sertlik değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.12. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen sertlik değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Sertlik (g)
Sıcaklık	
37°C	57.0±2.8 b
42°C	59.8±2.9 b
45°C	89.6±4.9 a
pH	
4.4	70.1±16.1 a
4.6	68.5±15.5 a
4.8	67.8±16.6 a
Depolama Zamanı	
1. gün	65.6±15.5 b
15. gün	68.4±14.0 b
30. gün	72.4±17.7 a

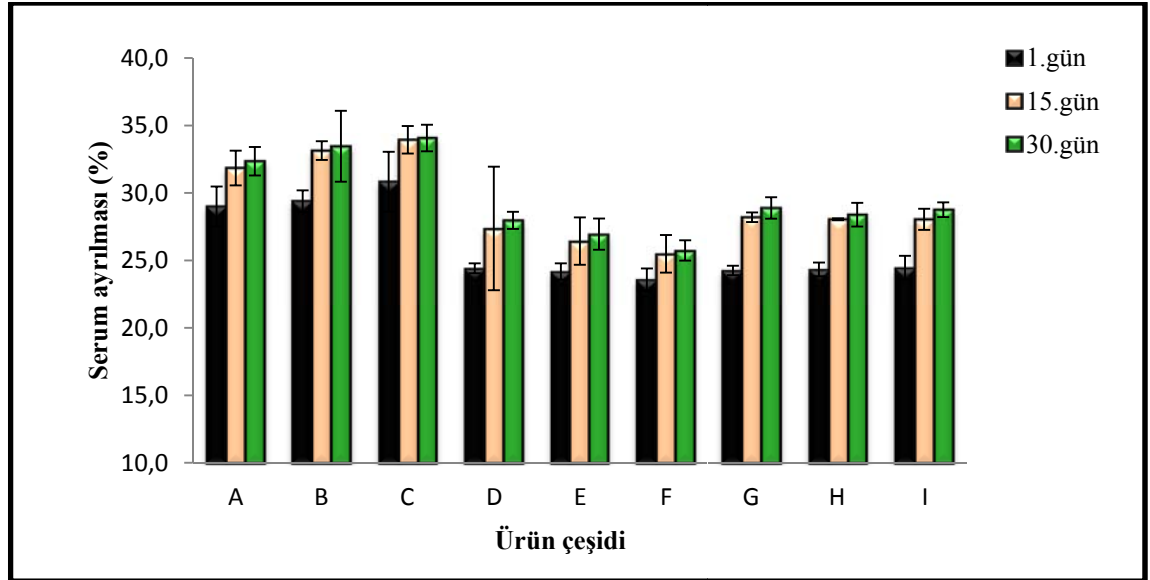
4.1.6. Yoğurt örneklerinde su tutma kapasitesi

Üretimlerinde 3 farklı inkübasyon sıcaklığı ve 3 farklı inkübasyon sonlandırma pH'sı kullanılan probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama su tutma kapasitesi değerleri Çizelge 4.13'de, aynı örneklerin ortalama su tutma kapasitesi değerlerinin grafiksel gösterimi de Şekil 4.5'te verilmiştir. Çizelge 4.13'den görüldüğü üzere probiyotik yoğurt örneklerine ait su tutma kapasitesi değerlerinin %23.6 ile %34.1 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.13. Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama su tutma kapasitesi değerleri (%)

Örnek	Depolama zamanı		
	1. gün	15. gün	30. gün
A	29.0±1.5	31.9±1.3	32.4±1.1
B	29.4±0.8	33.1±0.7	33.5±2.6
C	30.8±2.2	33.9±1.0	34.1±1.0
D	24.4±0.4	27.4±4.6	28.0±0.6
E	24.2±0.6	26.4±1.8	27.0±1.2
F	23.6±0.8	25.5±1.4	25.7±0.8
G	24.3±0.3	28.2±0.4	28.9±0.8
H	24.3±0.5	28.1±0.1	28.4±0.9
I	24.5±0.9	28.0±0.8	28.8±0.5

A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt



A: 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.5. Probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama su tutma kapasitesi değerleri (%)

Çizelge 4.14. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen su tutma kapasitesi değerlerine (%) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
İnkübasyon sıcaklığı (S)	2	388.1450926	197.66***
Sonlandırma pH’sı (pH)	2	0.0428704	0.02
Depolama zamanı (DZ)	2	135.7345370	69.12***
S x pH	4	9.5642593	4.87**
S x DZ	4	2.0592593	1.05
pH x DZ	4	0.3320370	0.17
S x pH x DZ	8	0.3003009	0.15
Hata	81	1.963735	

P<0.01 düzeyinde önemli *P<0.001 düzeyinde önemli

Probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama su tutma kapasitesi değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14’te verilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından inkübasyon sıcaklığı ve depolama zamanının su tutma kapasitesi değerleri üzerine

$P<0.001$ önemli düzeyinde inkübasyon sıcaklığı x pH interaksiyonunun ise $P<0.01$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.15’de verilen örneklere ait ortalama su tutma kapasitesi değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde en fazla su tutma kapasitesinin 37°C ’de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneğinde, en düşük su tutma kapasitesinin ise 42°C ’de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneğinde olduğu belirlenmiştir. Farklı sıcaklıklarda inkübe edilen örneklere ait su tutma kapasitesi değerleri arasında önemli bir farklılık olduğu ($P<0.05$) buna karşın farklı inkübasyon sonlandırma pH’ları kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerine ait su tutma kapasitesi değerleri arasında önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) saptanmıştır. Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerinin aldığı su tutma kapasitesi değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte depolamanın 1. ve 30. günlerinde probiyotik yoğurt örneklerinin aldığı, ortalama su tutma kapasitesi değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık olmasına rağmen ($P<0.05$), depolamanın son 15 günlük döneminde probiyotik yoğurt örneklerinin aldığı ortalama su tutma kapasitesi değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.15. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen su tutma kapasitesi değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Su tutma kapasitesi (%)
İnkübasyon Sıcaklığı	
37°C	32.0±1.9 a
42°C	25.8±1.5 c
45°C	27.0±2.0 b
İnkübasyon Sonlandırma pH’sı	
4.4	28.2±2.8 a
4.6	28.2±3.3 a
4.8	28.3±3.9 a
Depolama Zamanı	
1. gün	26.0±2.8 b
15. gün	29.1±3.0 a
30. gün	29.6±3.0 a

4.2. Mikrobiyolojik analiz sonuçları

Çizelge 4.16’da probiyotik yoğurt örneklerinde depolama boyunca belirlenen *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *S. thermophilus* ve *L. acidophilus* sayılarına ait logaritmik değerlerdeki değişim görülmektedir. Örnekler probiyotik bakterinin üründeki bulunabilirliği açısından değerlendirildiğinde depolama süresince yoğurtların $>10^6$ kob/g *L. acidophilus* içerdiği görülmektedir. Depolama periyodu süresince örneklerdeki *L. acidophilus* sayısında azalma olduğu saptanmıştır.

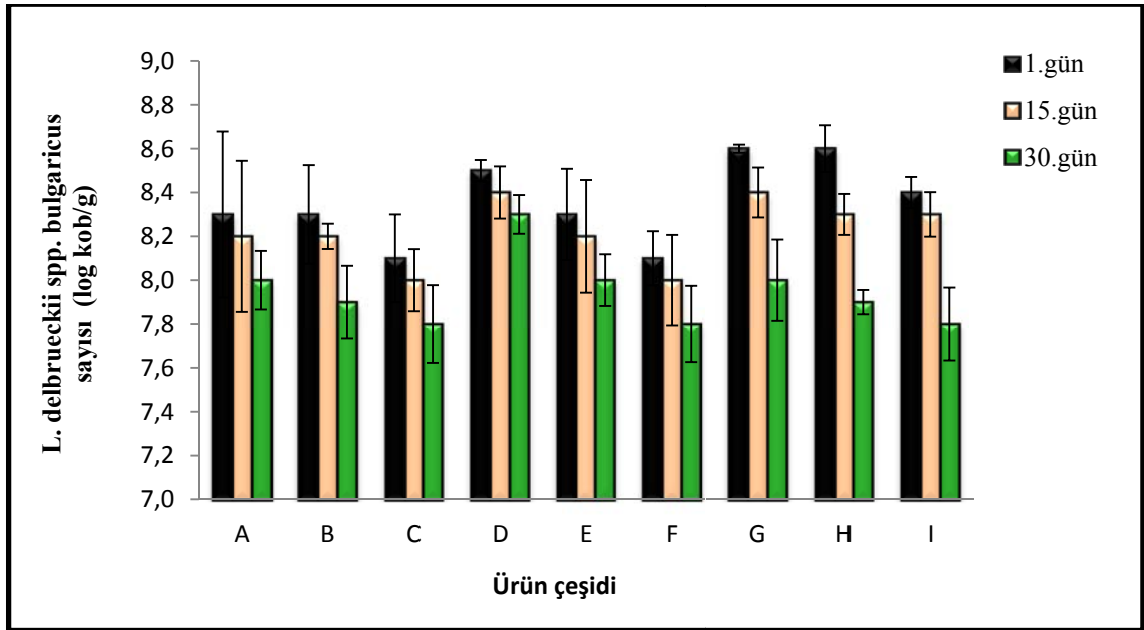
Çizelge 4.16. Probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *S. thermophilus* ve *L. acidophilus*'a ait sayım sonuçları (log kob/g)

Örnek	Depolama (4°C)	<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	<i>S. thermophilus</i>	<i>L. acidophilus</i>
A	1. gün	8.3±0.4	8.3±0.3	8.6±0.2
	15. gün	8.2±0.3	8.3±0.1	8.3±0.2
	30. gün	8.0±0.1	7.6±0.0	7.8±0.2
B	1. gün	8.3±0.2	8.5±0.3	8.6±0.2
	15. gün	8.2±0.1	8.3±0.0	8.2±0.1
	30. gün	7.9±0.2	7.5±0.2	7.7±0.2
C	1. gün	8.1±0.2	8.6±0.1	8.4±0.1
	15. gün	8.0±0.1	8.2±0.1	8.2±0.1
	30. gün	7.8±0.2	7.4±0.1	7.6±0.1
D	1. gün	8.5±0.0	8.4±0.2	8.2±0.1
	15. gün	8.4±0.1	8.3±0.2	8.1±0.2
	30. gün	8.3±0.1	7.7±0.1	8.0±0.2
E	1. gün	8.3±0.2	8.3±0.2	8.6±0.1
	15. gün	8.2±0.3	8.2±0.3	8.4±0.2
	30. gün	8.0±0.1	8.0±0.1	7.8±0.2
F	1. gün	8.1±0.1	8.4±0.2	8.1±0.1
	15. gün	8.0±0.2	8.4±0.1	7.8±0.1
	30. gün	7.8±0.2	7.8±0.3	7.5±0.2
G	1. gün	8.6±0.0	8.1±0.1	8.2±0.1
	15. gün	8.4±0.1	7.7±0.1	8.1±0.2
	30. gün	8.0±0.2	6.6±0.1	7.8±0.2
H	1. gün	8.6±0.1	8.3±0.0	8.2±0.1
	15. gün	8.3±0.1	8.0±0.0	8.1±0.1
	30. gün	7.9±0.1	7.5±0.0	7.7±0.1
I	1. gün	8.4±0.1	8.3±0.0	8.4±0.1
	15. gün	8.3±0.1	8.2±0.1	8.3±0.1
	30. gün	7.8±0.2	8.0±0.2	7.8±0.2

A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

4.2.1. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı

Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda probiyotik yoğurt örneklerinde tüm depolama süresince *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının log 7.8 ile 8.6 kob/g arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.16). Depolama periyodu boyunca yoğurt örneklerindeki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısında meydana gelen değişimler Şekil 4.6'da verilmiştir.



A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.6. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama boyunca belirlenen *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (log kob/g) değerlerindeki değişim

Çizelge 4.16'da sunulduğu üzere probiyotik yoğurt örneklerinde depolamanın 1. günündeki ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının 8.1-8.6 log kob/g, depolamanın 15. günündeki örneklerde ortalama 8.0-8.4 log kob/g ve depolamanın 30. günündeki örneklerde ise ortalama 7.8-8.3 log kob/g arasında değiştiği belirlenmiştir.

Probiyotik yoğurt örneklerine ait *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.17’de sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde inkübasyon sıcaklığı, inkübasyon sonlandırma pH’sı ve depolama zamanının örneklerdeki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı üzerinde $P<0.001$ önem düzeyinde, inkübasyon sıcaklığı x depolama zamanı interaksiyonunun ise $P<0.01$ önem düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.17. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* değerlerine (log kob/g) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
İnkübasyon sıcaklığı (S)	2	0.26231481	8.65 ^{***}
Sonlandırma pH’sı (pH)	2	0.60342593	19.89 ^{***}
Depolama zamanı (DZ)	2	1.64925926	54.36 ^{***}
S x pH	4	0.07189815	2.37
S x DZ	4	0.14231481	4.69 ^{**}
pH x DZ	4	0.00384259	0.13
S x pH x DZ	8	0.01543981	0.51
Hata	81	0.03033951	

^{**} $P<0.01$ düzeyinde önemli ^{***} $P<0.001$ düzeyinde önemli

Probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarına ait ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir. İnkübasyon sıcaklığı faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre, 45°C’de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı, 37°C ve 42°C’de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısından yüksek bulunmuş, üretimlerinde 37°C ve 42°C inkübasyon sıcaklığı kullanılan probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. İnkübasyon sonlandırma pH’sı faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde farklı inkübasyon sonlandırma pH’ları kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğu ($P<0.05$),

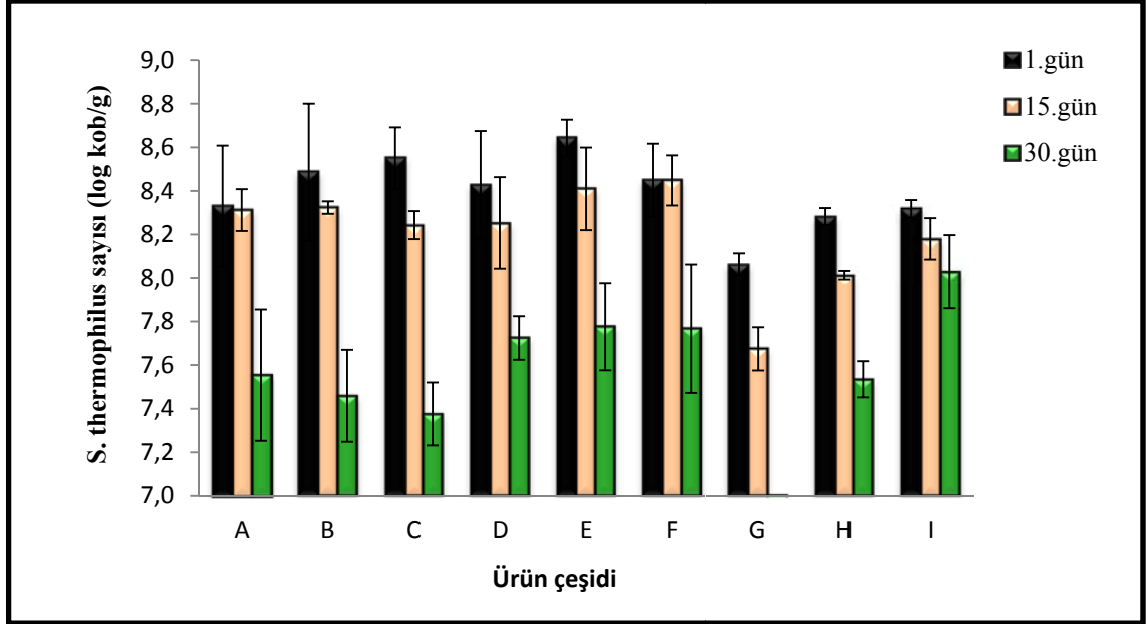
inkübasyonu sonlandırma pH'sı arttıkça probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının depolama süresince azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir. Ayrıca örneklere ait en düşük *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı, depolamanın 30. gününde belirlenmiştir.

Çizelge 4.18. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* değerlerine (log kob/g) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayısı (log kob/g)	
İnkübasyon Sıcaklığı	
37°C	8.1±0.2 b
42°C	8.1±0.2 b
45°C	8.2±0.3 a
İnkübasyon Sonlandırma pH'sı	
4.4	8.3±0.2 a
4.6	8.1±0.2 b
4.8	8.0±0.2 c
Depolama Zamanı	
1. gün	8.3±0.2 a
15. gün	8.2±0.1 b
30. gün	7.9±0.2 c

4.2.2. *Streptococcus thermophilus* sayısı

Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda tüm yoğurt örneklerinde depolama süresince *S. thermophilus* sayısının 6.6 ile 8.6 log kob/g arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.16). Depolama periyodu boyunca yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* sayısında meydana gelen değişimler Şekil 4.7'de verilmiştir.



A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.7. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama boyunca belirlenen *S. thermophilus* (log kob/g) değerlerindeki değişim

Çizelge 4.16'da sunulduğu üzere probiyotik yoğurt örneklerinde depolamanın 1. gününde ortalama *S. thermophilus* sayısının 8.1-8.6 log kob/g, depolamanın 15. gününde 7.7-8.3 log kob/g ve depolamanın 30. gününde ise 6.6-8.0 log kob/g arasında değiştiği belirlenmiştir.

Probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen *S. thermophilus* sayıları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.19'da sunulmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde inkübasyon sıcaklığı, inkübasyon sonlandırma pH'sı ve depolama zamanı ile inkübasyon sıcaklığı x inkübasyon sonlandırma pH'sı interaksiyonu ve inkübasyon sıcaklığı x inkübasyon sonlandırma pH'sı x depolama zamanı interaksiyonunun probiyotik yoğurt örneklerindeki *S. thermophilus* sayısı üzerine $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.19. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen *S. thermophilus* değerlerine (log kob/g) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
İnkübasyon sıcaklığı (S)	2	1.13453704	24.90***
Sonlandırma pH'sı (pH)	2	0.73481481	16.13***
Depolama zamanı (DZ)	2	7.18731481	157.77***
S x pH	4	0.47537037	10.43***
S x DZ	4	0.08662037	1.90
pH x DZ	4	0.06273148	1.38
S x pH x DZ	8	0.18078704	3.97***
Hata	81	0.04555556	

***P<0.001 düzeyinde önemli

Probiyotik yoğurt örneklerindeki *S. thermophilus* değerlerine ait ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir. İnkübasyon sıcaklığı faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre, 42°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama *S. thermophilus* sayısı, 37°C ve 45°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *S. thermophilus* sayısından yüksek bulunmuştur. İnkübasyon sonlandırma pH'sı faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde inkübasyon sonlandırma pH'sı 4.6 ve 4.8 olan probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *S. thermophilus* sayıları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$), inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılan probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *S. thermophilus* sayısının ise diğer örneklere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aynı çizelgede probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *S. thermophilus* sayısının depolama boyunca azaldığı, bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) ve en düşük *S. thermophilus* sayısının 4°C'de 30 gün depolanan örneklerde olduğu belirlenmiştir.

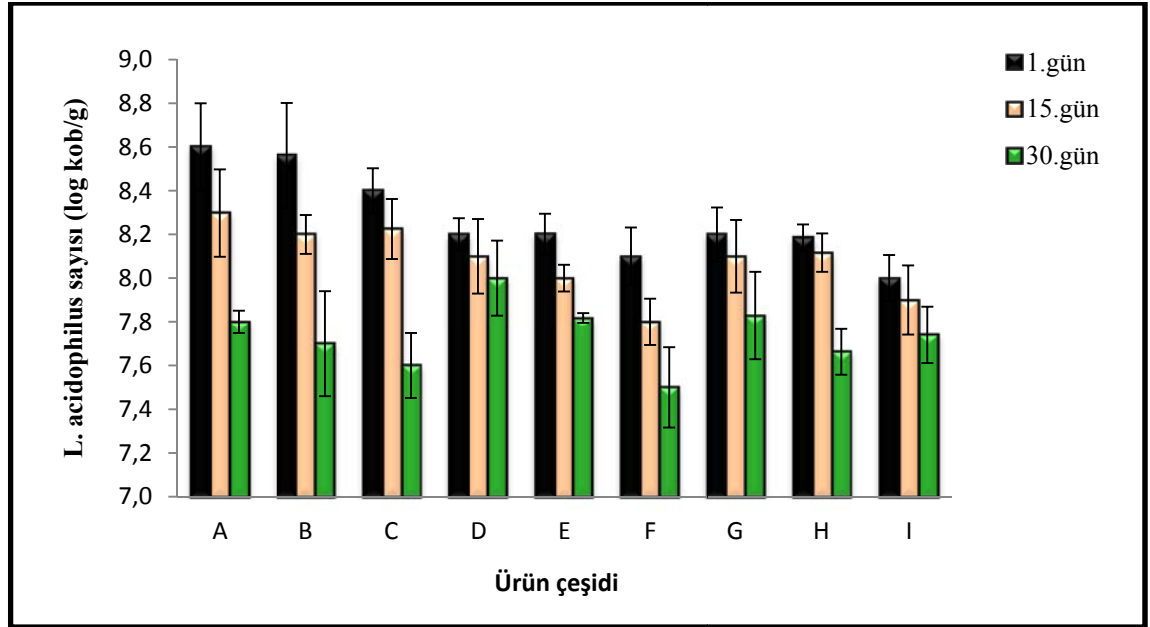
Çizelge 4.20. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince belirlenen *S. thermophilus* (log kob/g) değerlerine ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	<i>S. thermophilus</i> sayısı (log kob/g)
İnkübasyon Sıcaklığı	
37°C	8.0±0.5 b
42°C	8.2±0.4 a
45°C	7.8±0.5 c
İnkübasyon Sonlandırma pH'sı	
4.4	7.8±0.6 b
4.6	8.1±0.4 a
4.8	8.1±0.4 a
Depolama Zamanı	
1. gün	8.3±0.2 a
15. gün	8.2±0.2 b
30. gün	7.5±0.4 c

4.2.3. *Lactobacillus acidophilus* sayısı

Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda, probiyotik yoğurt örneklerinde tüm depolama süresince ortalama *L. acidophilus* sayısının 7.5 ile 8.6 log kob/g arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.16). Depolama periyodu boyunca probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus* sayısında belirlenen değişimler Şekil 4.8'de görülmektedir.

Çizelge 4.16'da sunulduğu üzere probiyotik yoğurt örneklerinde depolamanın 1. günündeki ortalama *L. acidophilus* sayısının 8.1-8.6 log kob/g, depolamanın 15. günündeki örneklerde 7.8-8.4 log kob/g ve depolamanın 30. günündeki örneklerde ise 7.5-8.0 log kob/g arasında değiştiği belirlenmiştir.



A: 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.8. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama boyunca belirlenen *L. acidophilus* (log kob/g) değerlerindeki değişim

Çizelge 4.21. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. acidophilus* değerlerine (log kob/g) ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
İnkübasyon sıcaklığı (S)	2	0.42250000	13.61***
Sonlandırma pH’sı (pH)	2	0.44777778	14.42***
Depolama zamanı (DZ)	2	2.64694444	85.25***
S x pH	4	0.06236111	2.01
S x DZ	4	0.20861111	6.72***
pH x DZ	4	0.02055556	0.66
S x pH x DZ	8	0.02055556	0.66
Hata	81	0.03104938	

***P<0.001 düzeyinde önemli

Probiyotik yoğurt örneklerine ait *L. acidophilus* sayıları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Çizelge

incelendiğinde örneklerdeki ortalama *L. acidophilus* sayısı üzerine inkübasyon sıcaklığı, inkübasyon sonlandırma pH'sı ve depolama zamanı ile inkübasyon sıcaklığı x depolama zamanı interaksyonunun $P<0.001$ düzeyinde etkili olduğu görülmektedir. İnkübasyon sıcaklığı x inkübasyon sonlandırma pH'sı, inkübasyon sonlandırma pH'sı x depolama zamanı ve inkübasyon sıcaklığı x inkübasyon sonlandırma pH'sı x depolama zamanı interaksyonlarının ise probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus* sayısı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.22. Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen *L. acidophilus* değerlerine (log kob/g) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

<i>L. acidophilus</i> sayısı (log kob/g)	
İnkübasyon Sıcaklığı	
37°C	8.1±0.4 a
42°C	7.9±0.2 b
45°C	7.9±0.2 b
İnkübasyon Sonlandırma pH'sı	
4.4	8.1±0.2 a
4.6	8.0±0.3 b
4.8	7.9±0.3 c
Depolama Zamanı	
1. gün	8.2±0.2 a
15. gün	8.0±0.2 b
30. gün	7.7±0.1 c

İnkübasyon sıcaklığı, inkübasyon sonlandırma pH'sı ve depolama zamanına bağlı olarak probiyotik yoğurt örneklerinde belirlenen *L. acidophilus* sayılarına ait ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.22'de verilmiştir. İnkübasyon sıcaklığı faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre, 37°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *L. acidophilus* sayısı, 42°C ve 45°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *L. acidophilus* sayısından yüksek bulunmuş ($P<0.05$), üretimlerinde 42°C ve 45°C inkübasyon sıcaklığı kullanılan probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *L. acidophilus* sayıları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$)

tespit edilmiştir. İnkübasyon sonlandırma pH'sı faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde farklı inkübasyon sonlandırma pH'ları kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *L. acidophilus* sayıları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğu ($P<0.05$); en yüksek ve en düşük *L. acidophilus* sayılarının sırasıyla inkübasyonu pH 4.4'de ve pH 4.8'de sonlandırılan probiyotik yoğurt örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca probiyotik yoğurt örneklerindeki ortalama *L. acidophilus* sayısının depolama süresince azaldığı, bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olduğu ($P<0.05$) ve bununla birlikte örneklerde en düşük *L. acidophilus* sayısı depolamanın 30. gününde belirlenmiştir.

Yasal olarak probiyotik yoğurdun tüketim anında belirli düzeyde (10^7 - 10^8 kob/g) canlı probiyotik bakterinin bulunması bir zorunluluktur. Ancak gerek üretim sırasında gerekse soğuk depolama süresince örneklerdeki probiyotik bakterilerin sayıları azalabilmektedir (Özer 2006). Bununla birlikte çalışma sonucunda probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus* sayısının istenilen düzeylerde olduğu belirlenmiştir.

4.3. Probiyotik Özelliklerin Belirlenmesi Amacıyla Yapılan Analizlerin Sonuçları

4.3.1. Antimikrobiyal aktivite testi

Probiyotik yoğurtlarda bulunan *L. acidophilus*'un *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ve *Escherichia coli* ATCC 35218'ye karşı antimikrobiyal aktivite değerleri Çizelge 4.23'de verilmiştir.

Çizelge 4.23'de görüldüğü üzere tüm depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *S. aureus*'a karşı belirlenen ortalama inhibisyon zon çapları 16.5-23.1 mm arasında değişmiştir. Depolama periyodu boyunca probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *S. aureus*'a karşı belirlenen inhibisyon zon çaplarındaki değişim Şekil 4.9'da görülmektedir.

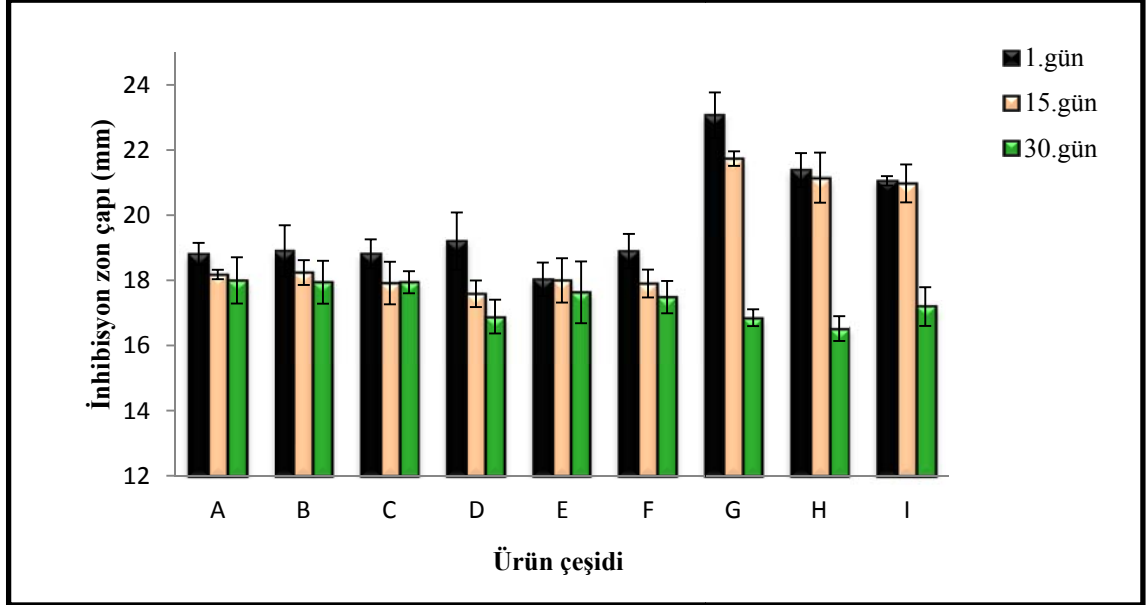
Çizelge 4.23. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *S.aureus* ve *E.coli*'ye karşı antimikrobiyal etkisi

Örnek	Bakteri	İnhibisyon zon çapları (mm)		
		Depolama (4°C)		
		1. gün	15. gün	30. gün
A	<i>S.aureus</i>	18.8±0.3	18.2±0.1	18.0±0.7
	<i>E.coli</i>	18.5±0.2	18.1±0.4	18.1±0.1
B	<i>S.aureus</i>	18.9±0.8	18.2±0.4	17.9±0.7
	<i>E.coli</i>	19.3±0.2	18.4±0.5	18.2±0.7
C	<i>S.aureus</i>	18.8±0.4	17.9±0.7	17.9±0.3
	<i>E.coli</i>	18.3±0.3	18.1±0.3	17.8±0.3
D	<i>S.aureus</i>	19.2±0.9	17.6±0.4	16.9±0.5
	<i>E.coli</i>	18.9±0.5	18.5±0.2	17.2±0.3
E	<i>S.aureus</i>	18.0±0.5	18.0±0.7	17.6±0.9
	<i>E.coli</i>	18.0±0.8	17.5±0.4	17.3±0.1
F	<i>S.aureus</i>	18.9±0.5	17.9±0.4	17.5±0.5
	<i>E.coli</i>	18.5±0.2	17.7±0.1	16.7±0.5
G	<i>S.aureus</i>	23.1±0.7	21.7±0.2	16.9±0.3
	<i>E.coli</i>	19.4±0.2	19.3±0.1	16.6±0.7
H	<i>S.aureus</i>	21.4±0.5	21.2±0.8	16.5±0.4
	<i>E.coli</i>	19.5±0.3	19.4±0.6	17.3±0.4
I	<i>S.aureus</i>	21.2±0.1	21.0±0.6	17.2±0.6
	<i>E.coli</i>	19.8±0.6	19.5±0.3	16.5±0.2

A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

Depolamanın ilk günü ile 30. gününe ait değerler karşılaştırıldığında probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal akvite değerinin %2.2-26.9 arasında azaldığı tespit edilmiştir. 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneğinde bulunan *L.*

acidophilus'un *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal aktivitesinin, diğer örneklerde bulunan *L. acidophilus*'un *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal aktivitesine göre 30 günlük depolama sürecinden daha fazla etkilendiği ve söz konusu örnekte bulunan *L. acidophilus*'un *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal aktivite değerinin 30 günlük depolama sonunda ilk gün örneğine göre %26.9 oranında azaldığı belirlenmiştir.



A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.9. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince *S. aureus*'a karşı belirlenen inhibisyon zon çaplarındaki değişim

Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *S. aureus*'a karşı göstermiş olduğu antimikrobiyal aktivite değerlerinin istatistiksel analizi sonucunda, incelenen ana varyasyon kaynaklarından inkübasyon sıcaklığı ve depolama zamanının örneklerde bulunan *L. acidophilus*'un *S. aureus*'a karşı göstermiş olduğu antimikrobiyal aktivite değerleri üzerine $P < 0.001$ düzeyinde etkili olduğu; inkübasyon sıcaklığı x depolama zamanı interaksiyonunun $P < 0.001$ düzeyinde, inkübasyon sıcaklığı x inkübasyon sonlandırma pH'sı ve inkübasyon sonlandırma pH'sı x depolama zamanı

inteaksiyonlarının ise probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *S. aureus*'a karşı göstermiş olduğu antimikrobiyal aktivite değerleri üzerine $P<0.05$ düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *S. aureus*'a karşı belirlenen antimikrobiyal aktivitelerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
İnkübasyon sıcaklığı (S)	2	42.6295398	107.84***
Sonlandırma pH'sı (pH)	2	0.8233620	2.08
Depolama zamanı (DZ)	2	55.2460454	139.76***
S x pH	4	1.1199884	2.83*
S x DZ	4	21.369500	54.06***
pH x DZ	4	1.2828190	3.25*
S x pH x DZ	8	0.6389037	1.62
Hata	81	0.3953046	

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

Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *S. aureus*'a karşı göstermiş olduğu ortalama antimikrobiyal aktivite değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.25'de verilmiştir. İnkübasyon sıcaklığı faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde 45°C 'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un *S. aureus*'a karşı olan ortalama inhibisyon zon çapı değerinin diğer örneklere göre daha yüksek olduğu, bir başka deyişle inkübasyonu 45°C 'de gerçekleştirilen yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal aktivite değerinin diğer örneklere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. 42°C 'de inkübasyonu gerçekleştirilmiş olan probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un *S. aureus*'a karşı ortalama antimikrobiyal aktivite değerinin, 37°C 'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un *S. aureus*'a karşı ortalama antimikrobiyal aktivite değerine göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca farklı inkübasyon sonlandırma pH'larının probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un *S. aureus*'a karşı olan ortalama inhibisyon zon çapı değerleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince örneklerdeki *L. acidophilus*'un *S.*

aureus'a karşı ortalama inhibisyon zon çaplarında azalma görülmüş olup, bu azalmanın istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunduğu saptanmıştır. Çizelgeden de görüleceği üzere 4°C'de 30 gün depolanan örneklerdeki *L. acidophilus*'un *S. aureus*'a karşı ortalama antimikrobiyal aktivite değerinin depolamanın 1. ve 15. gün örneklerindeki *L. acidophilus*'un *S. aureus*'a karşı ortalama antimikrobiyal aktivite değerlerine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.

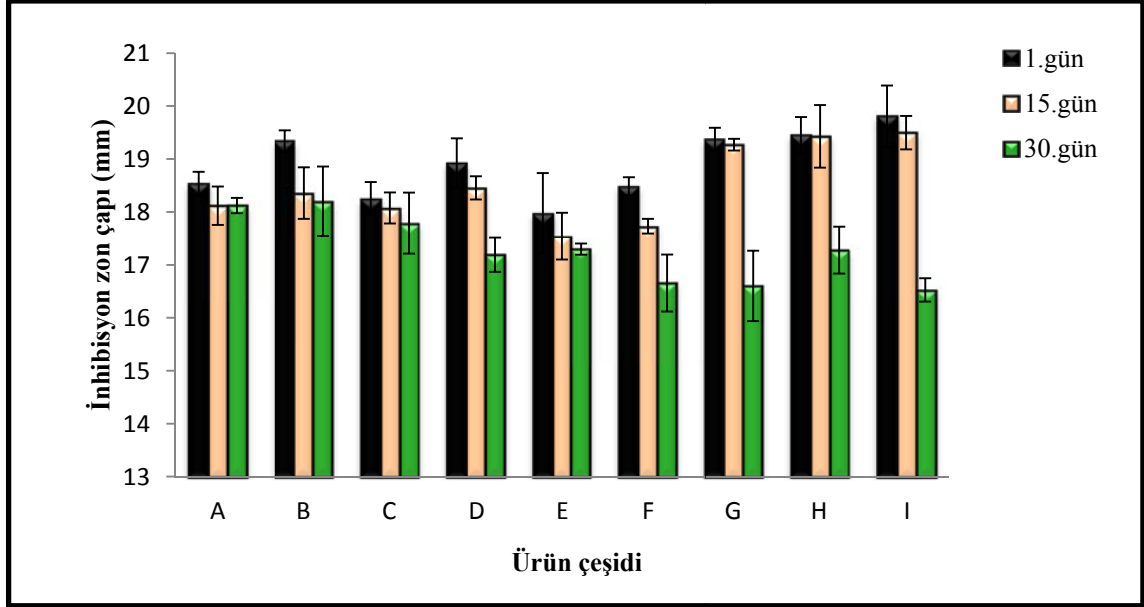
Çizelge 4.25. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *S. aureus*'a karşı belirlenen inhibisyon zon çapı ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

İnhibisyon zon çapları (mm)	
İnkübasyon Sıcaklığı	
37°C	18.3±0.4 b
42°C	17.9±0.7 c
45°C	19.9±2.4 a
İnkübasyon Sonlandırma pH'sı	
4.4	18.9±2.1 a
4.6	18.6±1.6 a
4.8	18.9±1.4 a
Depolama Zamanı	
1. gün	19.7±1.7 a
15. gün	19.0±1.7 b
30. gün	17.3±0.5 c

Çizelge 4.23'de görüldüğü üzere tüm depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı göstermiş olduğu antimikrobiyal aktivite değerleri 16.5-19.8 mm arasında değişmiştir.

Depolamanın ilk günü ile 30. gününe ait değerler karşılaştırıldığında probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı antimikrobiyal aktivite değerinin %2.19-16.54 arasında azaldığı tespit edilmiştir. 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneğinde bulunan *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı antimikrobiyal aktivitesinin, diğer örneklerde bulunan *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı antimikrobiyal aktivitesine göre 30 günlük depolama sürecinden daha fazla etkilendiği ve söz konusu örnekte bulunan *L. acidophilus*'un *E.*

coli'ye karşı antimikrobiyal aktivite değerlerinin 30 günlük depolama sonunda depolamanın ilk gününe göre %16.54 oranında azaldığı belirlenmiştir. Depolama periyodu boyunca yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı olan inhibisyon zon çaplarındaki değişim Şekil 4.10'da verilmiştir.



A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.10. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince *E. coli*'ye karşı belirlenen inhibisyon zon çaplarındaki değişim

Çizelge 4.26'da probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince *E. coli*'ye karşı olan antimikrobiyal aktivite değerleri istatistiksel açıdan değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı olan antimikrobiyal aktivite değerleri üzerine inkübasyon sıcaklığı ve depolama zamanı ile inkübasyon sıcaklığı x inkübasyon sonlandırma pH'sı interaksyonu ve inkübasyon sıcaklığı x depolama zamanı interaksyonunun $P < 0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.26. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı belirlenen antimikrobiyal aktivitelere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
İnkübasyon sıcaklığı (S)	2	5.55734537	27.23***
Sonlandırma pH'sı (pH)	2	0.55208981	2.70
Depolama zamanı (DZ)	2	25.13924815	123.16***
S x pH	4	1.07604398	5.27***
S x DZ	4	5.48005231	26.85***
pH x DZ	4	0.34325509	1.68
S x pH x DZ	8	0.35783426	1.75
Hata	81	0.2041244	

***P<0.001 düzeyinde önemli

Araştırmada kullanılan parametrelerin probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı olan ortalama inhibisyon zon değerleri ile ilgili yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.27'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi 45°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı olan ortalama inhibisyon zon çapı değerinin 37°C ve 42°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı olan ortalama inhibisyon zon çapı değerlerinden daha büyük olduğu tespit edilmiştir. İnkübasyon sonlandırma pH'sı faktörüne ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları incelendiğinde probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı gösterdiği en yüksek ortalama inhibisyon zon çapı değerini inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneğinin aldığı saptanmıştır. Ancak inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılan probiyotik yoğurt örnekleri ile inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılan probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı antimikrobiyal aktivite değerleri arasında önemli bir farklılık olmadığı (P>0.05), inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılan probiyotik yoğurt örnekleri ile inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılan probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı antimikrobiyal aktivite değerleri arasında ise önemli bir farklılık olduğu (P<0.05) tespit edilmiştir. *E. coli*'ye karşı en yüksek antimikrobiyal aktivite değerine 4°C'de 1 gün depolanan örneklerdeki *L. acidophilus*'un sahip olduğu, depolama süresi ile örneklerdeki *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı antimikrobiyal

aktivite değerinde azalma meydana geldiği ve 30 gün depolanan örneklerdeki *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı en düşük antimikrobiyal aktivite değerlerine sahip olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.27. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un *E. coli*'ye karşı belirlenen inhibisyon zon çapı ortalamalarına ait Duncan oklu Karşılaştırma Testi sonuçları

İnhibisyon zon çapları (mm)	
İnkübasyon Sıcaklığı	
37°C	18.3±0.4 b
42°C	17.8±0.7 c
45°C	18.5±1.4 a
İnkübasyon Sonlandırma pH'sı	
4.4	18.2±0.9 ab
4.6	18.3±0.9 a
4.8	18.0±1.1 b
Depolama Zamanı	
1. gün	18.9±0.6 a
15. gün	18.4±0.7 b
30. gün	17.2±0.6 c

4.3.2. Antibiyotik duyarlılık testi

Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama sırasında amoxycillin (10 µg), amoxycillin-clavulanic acid (30 µg), bacitracin (10 unit), carbenicillin (100 µg), cephalothin (30 µg), chloramphenicol (30 µg), clindamycin (2 µg), nystatin (100 unit), ofloxacin (5 µg), polymyxin (300 unit), streptomycin (10 µg) ve vancomycin (30 µg) olmak üzere toplam 12 adet antibiyotiğe karşı duyarlılığı izelge 4.28'de verilmiştir.

Antibiyotik	A			B			C			D			E		
	1.gün	15.gün	30.gün	1.gün	15.gün	30.gün	1.gün	15.gün	30.gün	1.gün	15.gün	30.gün	1.gün	15.gün	30.gün
CAR ²	24.2 (+)	27.5 (+)	28.5 (+)	24.7 (+)	28.0 (+)	28.8 (+)	24.2 (+)	26.7 (+)	27.4 (+)	26.2 (+)	27.4 (+)	27.8 (+)	26.0 (+)	27.5 (+)	27.6 (+)
DA	15.6 (++)	16.6 (++)	14.9 (++)	14.8 (++)	16.0 (++)	17.6 (++)	14.9 (++)	15.2 (++)	17.2 (++)	13.9 (++)	15.1 (++)	15.1 (++)	14.9 (++)	15.5 (++)	15.7 (++)
AML	22.7 (+)	22.9 (+)	24.5 (+)	21.8 (+)	22.5 (+)	23.3 (+)	21.9 (+)	22.5 (+)	23.3 (+)	22.2 (+)	25.5 (+)	26.4 (+)	22.8 (+)	23.2 (+)	25.6 (+)
VA	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)
OFX	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)
C	19.2 (++)	22.4 (+)	22.5 (+)	19.4 (++)	21.8 (+)	22.8 (+)	18.9 (++)	21.3 (+)	23.0 (+)	21.8 (+)	22.3 (+)	22.4 (+)	21.3 (+)	21.8 (+)	22.4 (+)
S	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)
AMC	24.2 (+)	25.7 (+)	25.7 (+)	23.8 (+)	24.8 (+)	25.7 (+)	22.3 (+)	25.0 (+)	26.2 (+)	25.2 (+)	27.0 (+)	28.8 (+)	24.2 (+)	27.1 (+)	27.3 (+)
KF	19.7 (++)	20.5 (+)	21.6 (+)	18.0 (++)	20.0 (+)	22.6 (+)	18.8 (++)	19.1 (++)	20.5 (+)	17.6 (++)	18.6 (++)	18.7 (++)	16.5 (++)	18.9 (++)	19.0 (++)
NS	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)
PB	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)
BA	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)

A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

CAR Carbenicillin (100 µg), **DA** Clindamycin (2 µg), **AML** Amoxycillin (10 µg), **VA** Vancomycin (30 µg), **OFX** Ofloxacin (5 µg), **C** Chloramphenicol (30 µg), **S** Streptomycin (10 µg), **AMC** Amoxycillin-clavulanic acid (30 µg), **KF** Cephalothin (30 µg), **NS** Nystatin (100 unit), **PB** Polymyxin (300 unit), **BA** Bacitracin (10 unit)

+++ Dirençli (zon çapı<10 mm), ++ Orta derecede duyarlı (zon çapı<10-20 mm), + duyarlı (zon çapı>20 mm)

Çizelge 4.28. Probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un depolama sırasında antibiyotiklere karşı duyarlılığı (mm)

Antibiyotik	F			G			H			I		
	1.gün	15.gün	30.gün	1.gün	15.gün	30.gün	1.gün	15.gün	30.gün	1.gün	15.gün	30.gün
CAR ²	25.8 (+)	27.8 (+)	28.3 (+)	27.9 (+)	28.0 (+)	44.5 (+)	27.4 (+)	29.7 (+)	44.2 (+)	28.0 (+)	31.1 (+)	42.6 (+)
DA	14.1 (++)	14.6 (++)	15.7 (++)	15.6 (++)	19.2 (++)	32.4 (+)	15.5 (++)	21.0 (+)	32.3 (+)	13.9 (++)	21.3 (+)	30.2 (+)
AML	22.7 (+)	24.4 (+)	24.4 (+)	20.4 (+)	22.7 (+)	28.0 (+)	20.5 (+)	20.8 (+)	26.9 (+)	21.0 (+)	21.3 (+)	26.8 (+)
VA	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)
OFX	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)
C	21.6 (+)	22.9 (+)	23.2 (+)	22.3 (+)	24.4 (+)	32.0 (+)	22.5 (+)	25.1 (+)	31.7 (+)	22.7 (+)	24.3 (+)	29.7 (+)
S	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)
AMC	25.1 (+)	26.9 (+)	27.2 (+)	23.7 (+)	24.0 (+)	32.8 (+)	23.4 (+)	24.3 (+)	32.7 (+)	19.3 (+)	22.9 (+)	31.6 (+)
KF	18.4 (++)	18.8 (++)	19.0 (++)	20.1 (+)	25.0 (+)	40.6 (+)	20.7 (+)	26.7 (+)	40.6 (+)	20.9 (+)	23.6 (+)	38.9 (+)
NS	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)
PB	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)
BA	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)	5.7 (+++)

F: 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

CAR Carbenicillin (100 µg), **DA** Clindamycin (2 µg), **AML** Amoxicillin (10 µg), **VA** Vancomycin (30 µg), **OFX** Ofloxacin (5 µg), **C** Chloramphenicol (30 µg), **S** Streptomycin (10 µg), **AMC** Amoxicillin-clavulanic acid (30 µg), **KF** Cephalothin (30 µg), **NS** Nystatin (100 unit), **PB** Polymyxin (300 unit), **BA** Bacitracin (10 unit)

+++ Dirençli (zon çapı<10 mm), ++ Orta derecede duyarlı (zon çapı<10-20 mm), + duyarlı (zon çapı>20 mm)

Çizelge 4.28 devamı. Probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un depolama sırasında antibiyotiklere karşı duyarlılığı (mm)

Çizelge 4.28 incelendiğinde probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un carbenicillin, amoxycillin ve amoxycillin-clavulanic acid'e karşı tüm depolama süresince duyarlı olduğu belirlenmiştir. Örneklerde bulunan *L. acidophilus*'un carbenicillin, amoxycillin ve amoxycillin-clavulanic acide karşı duyarlılığı üzerine inkübasyon sıcaklığı, inkübasyon sonlandırma pH'sı ve depolama zamanının herhangi bir etkisinin bulunmadığı saptanmıştır.

37°C'de ve 42°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un clindamycin'e karşı depolama süresince orta derecede duyarlı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 37°C'de ve 42°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un clindamycin'e karşı duyarlılığı üzerine inkübasyon sonlandırma pH'sı ve depolama zamanının herhangi bir etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Buna karşılık 45°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un clindamycin'e karşı duyarlılığı üzerine inkübasyon sonlandırma pH'sı ve depolama zamanının etkisinin bulunduğu tespit edilmiştir. 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneğinde bulunan *L. acidophilus*'un clindamycin'e karşı depolamanın ilk günü ve 15. gününde orta derecede duyarlı, depolamanın 30. gününde ise duyarlı olduğu tespit edilmiştir. 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonları pH 4.6 ve pH4.8'de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un clindamycin'e karşı depolamanın ilk günü orta derecede duyarlı, devam eden depolama süresince ise duyarlı olduğu tespit edilmiştir.

Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un vancomycin, ofloxacin, streptomycin, nystatin, polymyxin ve bacitracine karşı depolama süresince dirençli olduğu belirlenmiştir. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un vancomycin, ofloxacin, streptomycin, nystatin, polymyxin ve bacitracine karşı duyarlılığı üzerine inkübasyon sıcaklığı, inkübasyon sonlandırma pH'sı ve depolama zamanının herhangi bir etkisinin bulunmadığı saptanmıştır.

37°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un chloramphenicol karşı depolamanın ilk günü orta derecede duyarlı,

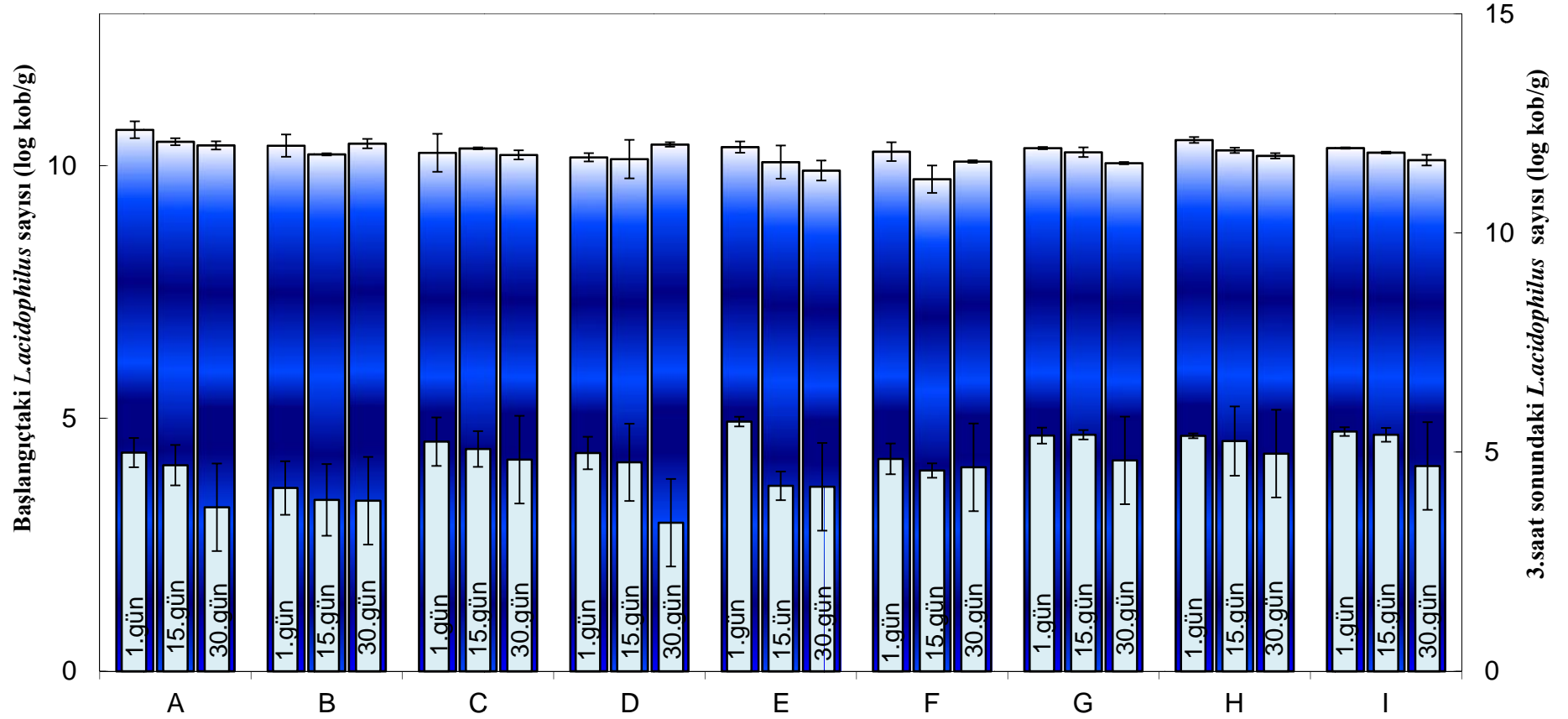
devam eden depolama süresince ise duyarlı olduğu tespit edilmiştir. 42°C’de ve 45°C’de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*’un chloramphenicolle karşı depolama süresince duyarlı olduğu belirlenmiştir. Söz konusu örneklerde bulunan *L. acidophilus*’un chloramphenicolle karşı duyarlılığı üzerine inkübasyon sıcaklığı ve depolama süresinin etkisinin bulunduğu, inkübasyon sonlandırma pH’sının ise herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*’un cephalothin’e karşı duyarlılığı üzerine inkübasyon sıcaklığı, inkübasyon sonlandırma pH’sı ve depolama zamanının etkisinin bulunduğu belirlenmiştir. 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonları pH 4.4 ve pH 4.6’da sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*’un cephalothin’e karşı depolamanın ilk günü orta derecede duyarlı, devam eden depolama süresince ise duyarlı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneklerinde *L. acidophilus*’un cephalothin’e karşı depolamanın ilk ve 15. günü orta derecede duyarlı, 30. gününde ise duyarlı olduğu tespit edilmiştir. 42°C’de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerinde *L. acidophilus*’un cephalothin’e karşı tüm depolama süresince orta derecede duyarlı olduğu, 45°C’de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerinde ise *L. acidophilus*’un cephalothin’e karşı depolama süresince duyarlı olduğu belirlenmiştir

4.3.3. Mide öz suyuna direnç testi

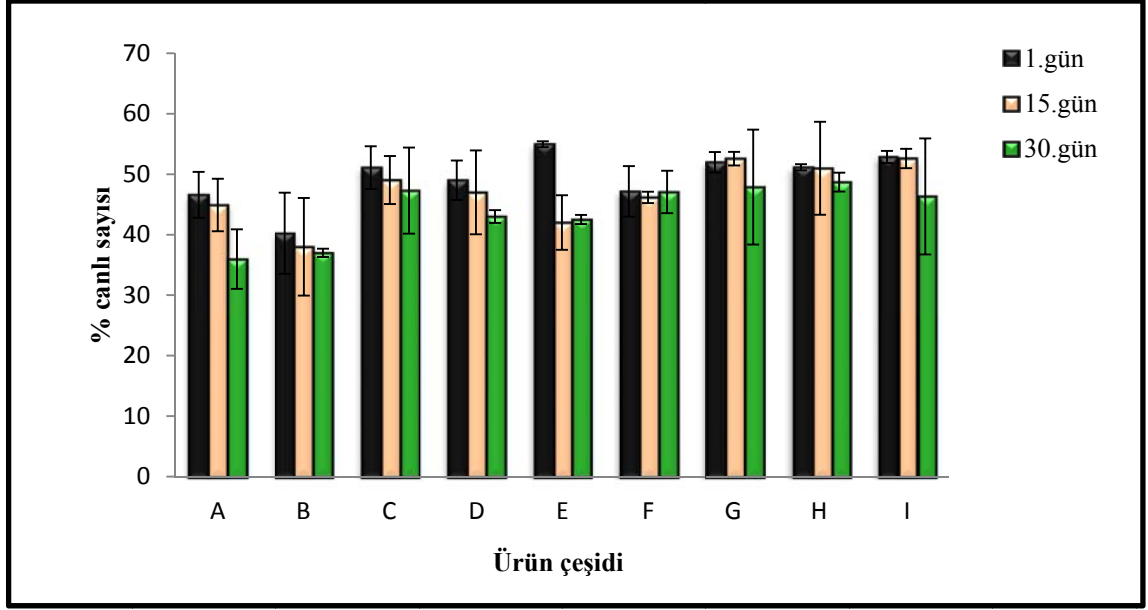
Probiyotik yoğurt örneklerinden izole edilen *L. acidophilus*’un mide öz suyuna (pH=2.0) direnci ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.29’da sunulmuştur. Depolamanın 1. gününde probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus* sayısının pH 2.0 ortamında 3. saat sonunda logaritmik olarak 4.7 ile 6.2 birim arasında azaldığı, bu azalmanın depolamanın 30. gününde 5.7 ile 7.0 birim arasında değiştiği belirlenmiştir.

Probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*’un mide öz suyuna (pH=2.0) direnci ile ilgili sonuçların daha iyi incelenmesi amacıyla sırasıyla Şekil 4.11 ve Şekil 4.12 düzenlenmiştir.



A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.11. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince mide öz suyuna (pH=2) direncindeki değişim



A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.12. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince mide öz suyu (pH=2.0) ortamındaki canlı kalma oranı (%) değişimi

Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyuna (pH=2.0) direncinin azaldığı belirlenmiştir. Probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un depolamanın ilk gününde pH 2.0 ortamında 3. saat sonunda canlı kalma oranı %40.2-52.8 arasında, depolamanın 30. gününde örneklerdeki *L. acidophilus*'un pH 2.0 ortamında 3. saat sonunda canlı kalma oranı ise %36.0-48.7 arasında değişmiştir.

Çizelge 4.29. Yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un mide öz suyuna (pH=2.0) direnci (log kob/g)

Örnek	Şartlar	Depolama		
		1. gün	15. gün	30. gün
A	Başlangıç	10.7±0.2	10.5±0.1	10.4±0.1
	3. saat sonu	5.0±0.3	4.7±0.5	3.7±0.5
B	Başlangıç	10.4±0.2	10.2±0.0	10.4±0.1
	3. saat sonu	4.2±0.6	3.9±0.8	3.9±0.1
C	Başlangıç	10.3±0.4	10.3±0.0	10.2±0.1
	3. saat sonu	5.2±0.6	5.1±0.4	4.8±0.8
D	Başlangıç	10.2±0.1	10.1±0.4	10.4±0.0
	3. saat sonu	5.0±0.4	4.8±0.9	3.4±0.1
E	Başlangıç	10.4±0.1	10.1±0.3	9.9±0.2
	3. saat sonu	5.7±0.1	4.2±0.3	4.2±0.1
F	Başlangıç	10.3±0.2	9.7±0.3	10.1±0.0
	3. saat sonu	4.8±0.4	4.6±0.2	4.7±0.3
G	Başlangıç	10.3±0.0	10.3±0.1	10.0±0.0
	3. saat sonu	5.4±0.2	5.4±0.1	4.8±1.0
H	Başlangıç	10.5±0.1	10.3±0.1	10.2±0.1
	3. saat sonu	5.4±0.1	5.3±0.8	5.0±0.1
I	Başlangıç	10.3±0.0	10.3±0.0	10.1±0.1
	3. saat sonu	5.5±0.1	5.4±0.2	4.7±1.0

A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

Çizelge 4.30. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=2.0) ortamındaki canlı kalma oranı (%)

Örnek	Depolama zamanı		
	1. gün	15. gün	30. gün
A	46.6±3.8	44.9±4.3	36.0±4.9
B	40.2±6.7	38.0±8.1	37.0±0.7
C	51.1±3.5	49.0±4.0	47.3±7.1
D	49.0±3.3	47.0±6.9	43.0±1.1
E	55.0±0.5	42.0±4.5	42.5±0.8
F	47.2±4.2	46.2±0.9	47.1±3.5
G	52.0±1.7	52.6±1.1	47.9±7.2
H	51.1±0.5	51.0±7.7	48.7±1.6
I	52.8±1.0	52.6±1.6	46.3±6.6

A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

Çizelge 4.31. Probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=2.0) ortamındaki canlı kalma oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
İnkübasyon sıcaklığı (S)	2	481.3611111	21.48 ^{***}
Sonlandırma pH'sı (pH)	2	150.8611111	6.73 ^{**}
Depolama zamanı (DZ)	2	404.1944444	18.04 ^{***}
S x pH	4	118.6388889	5.29 ^{***}
S x DZ	4	27.2222222	1.21
pH x DZ	4	77.2222222	3.45 [*]
S x pH x DZ	8	41.3125000	1.84
Hata	81	22.410494	

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

Ana varyasyon kaynaklarının probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=2.0) ortamındaki canlı kalma oranına olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Çizelge incelendiğinde ana varyasyon kaynaklarından inkübasyon sıcaklığı ve depolama zamanını ile inkübasyon sıcaklığı x inkübasyon sonlandırma pH'sı interaksiyonunun probiyotik yoğurt örneklerinin mide öz suyuna (pH=2.0) direnç değerleri üzerine $P<0.001$ düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca inkübasyon sonlandırma pH'sının probiyotik yoğurt örneklerinin mide öz suyuna (pH=2.0) direnç değerleri üzerine $P<0.01$ düzeyinde, inkübasyon sonlandırma pH'sı x depolama zamanı interaksiyonunun ise $P<0.05$ düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.32. Probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=2.0) ortamındaki canlı kalma oranına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

<i>L. acidophilus</i> 'un canlı kalma oranı (%)	
İnkübasyon Sıcaklığı	
37°C	43.5±5.6 b
42°C	45.3±4.0 b
45°C	50.5±2.4 a
İnkübasyon sonlandırma pH'sı	
4.4	45.3±5.0 b
4.6	45.1±6.5 b
4.8	48.8±2.7 a
Depolama Zamanı	
1. gün	49.5±4.4 a
15. gün	47.0±4.9 a
30. gün	42.8±4.7 b

İnkübasyon sıcaklığı, inkübasyonu sonlandırma pH'sı ve depolama zamanına bağlı olarak probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=2.0) ortamındaki canlı kalma oranına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.32'de verilmektedir. Çizelgeden de görüldüğü gibi 45°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneğindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=2.0) ortamındaki canlı kalma oranının diğer sıcaklıklarda inkübe edilmiş örneklere göre daha yüksek olduğu, bununla birlikte 37°C ve 42°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=2.0) ortamındaki canlı kalma oranları arasında önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Farklı pH'larda üretimi sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyuna (pH=2.0) direncini incelediğimizde inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılan probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=2.0) ortamındaki canlı kalma oranının diğer örneklerle göre daha yüksek olduğu; ayrıca inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılan probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=2.0) ortamındaki canlı kalma oranları ile inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılan probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=2.0) ortamındaki canlı kalma oranları arasında önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyuna (pH=2.0) direncinin azaldığı, bununla birlikte 4°C'de 1 gün depolanan probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=2.0) ortamındaki canlı kalma oranı ile 4°C'de 30 gün depolanan probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=2.0) ortamındaki canlı kalma oranı arasında önemli bir farklılık olduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir.

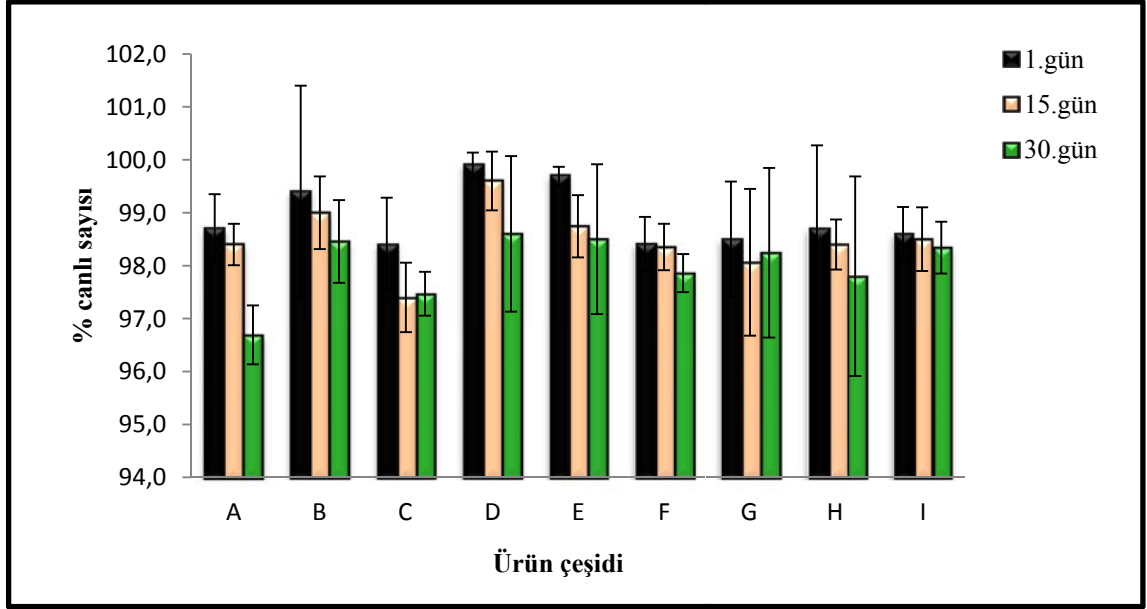
Probiyotik yoğurt örneklerinden izole edilen *L. acidophilus*'un mide öz suyuna (pH=3.0) direnci ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.33'de sunulmuştur. Depolamanın 1. gününde probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus* sayısının pH 3.0 ortamında 3. saat sonunda logaritmik olarak 0.0 ile 0.2 birim arasında azaldığı, bu azalmanın depolamanın 30. gününde 0.1 ile 0.3 birim arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.33. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan probiyotik bakterilerin mide öz suyuna (pH=3.0) direnci (log kob/g)

Örnek	Şartlar	Depolama		
		1. gün	15. gün	30. gün
A	Başlangıç	10.6±0.1	10.6±0.1	10.4±0.0
	3. saat sonu	10.4±0.1	10.4±0.0	10.0±0.0
B	Başlangıç	10.4±0.1	10.5±0.1	10.4±0.0
	3. saat sonu	10.3±0.2	10.4±0.1	10.2±0.0
C	Başlangıç	10.5±0.2	10.6±0.1	10.4±0.0
	3. saat sonu	10.3±0.1	10.3±0.0	10.1±0.0
D	Başlangıç	10.2±0.1	10.4±0.1	10.4±0.1
	3. saat sonu	10.2±0.1	10.4±0.0	10.2±0.1
E	Başlangıç	10.1±0.1	10.3±0.0	10.4±0.0
	3. saat sonu	10.1±0.1	10.2±0.1	10.3±0.2
F	Başlangıç	10.5±0.1	10.4±0.1	9.8±0.2
	3. saat sonu	10.3±0.1	10.2±0.1	9.6±0.2
G	Başlangıç	10.4±0.0	10.4±0.2	10.3±0.0
	3. saat sonu	10.2±0.1	10.2±0.0	10.1±0.1
H	Başlangıç	10.2±0.0	10.3±0.1	10.5±0.1
	3. saat sonu	10.1±0.2	10.1±0.1	10.2±0.2
I	Başlangıç	10.4±0.1	10.3±0.1	10.3±0.0
	3. saat sonu	10.3±0.0	10.1±0.1	10.1±0.1

A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

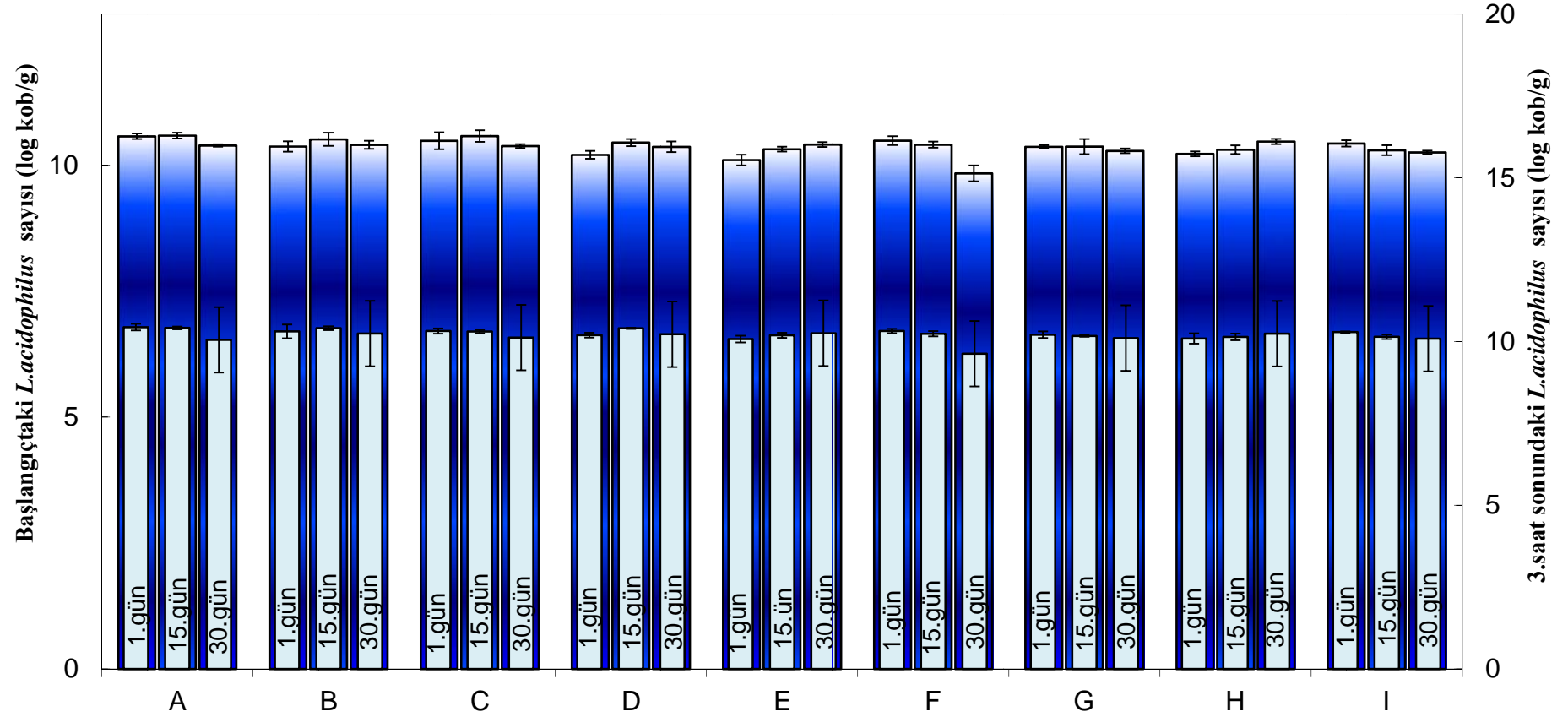
Probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyuna (pH=3) direnci ile ilgili sonuçların daha iyi incelenmesi amacıyla sırasıyla Şekil 4.13 ve Şekil 4.14 düzenlenmiştir.



A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.13. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince mide öz suyu (pH=3) ortamındaki canlı kalma oranı (%) değişimi

Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyuna (pH=3.0) direncinin azaldığı belirlenmiştir. Probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un depolamanın ilk gününde pH 3.0 ortamında 3. saat sonunda canlı kalma oranı %98.4-99.7, depolamanın 30. gününde örneklerdeki *L. acidophilus*'un pH 3.0 ortamında 3. saat sonunda canlı kalma oranı ise %96.7-98.6 arasında değişmiştir.



A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.14. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince mide öz suyuna (pH=3) direncindeki değişim

Çizelge 4.34. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=3.0) ortamındaki canlı kalma oranı (%)

Örnek	Depolama zamanı		
	1. gün	15. gün	30. gün
A	98.7±0.7	98.4±0.4	96.7±0.6
B	99.4±2.0	99.0±0.7	98.5±0.8
C	98.4±0.9	97.4±0.7	97.5±0.4
D	99.9±0.2	99.6±0.6	98.6±1.5
E	99.7±0.2	98.7±0.6	98.5±1.4
F	98.4±0.5	98.4±0.4	97.9±0.4
G	98.5±1.1	98.1±1.4	98.2±1.6
H	98.7±1.6	98.4±0.5	97.8±1.9
I	98.6±0.5	98.5±0.6	98.3±0.5

A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

Çizelge 4.35. Probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=3.0) ortamındaki canlı kalma oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
İnkübasyon sıcaklığı (S)	2	4.78259259	5.25**
Sonlandırma pH'sı (pH)	2	2.41231481	2.65
Depolama zamanı (DZ)	2	6.49898148	7.13**
S x pH	4	2.51148148	2.75*
S x DZ	4	0.36898148	0.40
pH x DZ	4	0.41953704	0.46
S x pH x DZ	8	0.76391204	0.84
Hata	81	0.9116667	

*P<0.05 düzeyinde önemli**P<0.01 düzeyinde önemli

Ana varyasyon kaynaklarının probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=3.0) ortamındaki canlı kalma oranlarının istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.35'de verilmiştir. İnkübasyon sıcaklığı ve depolama zamanının probiyotik yoğurt örneklerinin mide öz suyuna (pH=3.0) direnç değerleri

üzerine $P<0.01$ düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca inkübasyon sıcaklığı x inkübasyon sonlandırma pH'sı interaksiyonunun probiyotik yoğurt örneklerinin mide öz suyuna (pH=3.0) direnç değerleri üzerine $P<0.05$ düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir.

İnkübasyon sıcaklığı, inkübasyonu sonlandırma pH'sı ve depolama zamanına bağlı olarak probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=3.0) ortamındaki canlı kalma oranına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.36'da verilmektedir. Çizelgeden de görüldüğü gibi 42°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneğindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=3.0) ortamındaki canlı kalma oranının diğer sıcaklıklarda inkübe edilmiş örneklere göre daha yüksek olduğu; bununla birlikte 37°C ve 45°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=3.0) ortamındaki canlı kalma oranları arasında önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Farklı pH'larda inkübasyonu sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyuna (pH=3.0) direncini incelediğimizde, inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılan probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=3.0) ortamındaki canlı kalma oranları ile inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılan probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=3.0) ortamındaki canlı kalma oranları arasında önemli bir farklılık olduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir.

Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyuna (pH=3.0) direnci azalmakla birlikte, 4°C'de 1 gün depolanan probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=3.0) ortamındaki canlı kalma oranı ile 4°C'de 30 gün depolanan probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide öz suyu (pH=3.0) ortamındaki canlı kalma oranı arasında önemli bir farklılık olduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.36. Probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un mide özsuyu ortamındaki (pH=3.0) canlı kalma oranına (%) ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

<i>L. acidophilus</i> 'un canlı kalma oranı (%)	
İnkübasyon Sıcaklığı	
37°C	98.1±0.9 b
42°C	98.8±0.7 a
45°C	98.3±0.3 b
İnkübasyon Sonlandırma pH'sı	
4.4	98.5±0.9 ab
4.6	98.6±0.6 a
4.8	98.1±0.5 b
Depolama Zamanı	
1. gün	98.8±0.6 a
15. gün	98.4±0.6 a
30. gün	98.0±0.6 b

4.3.4. Safra tuzuna direnç testi

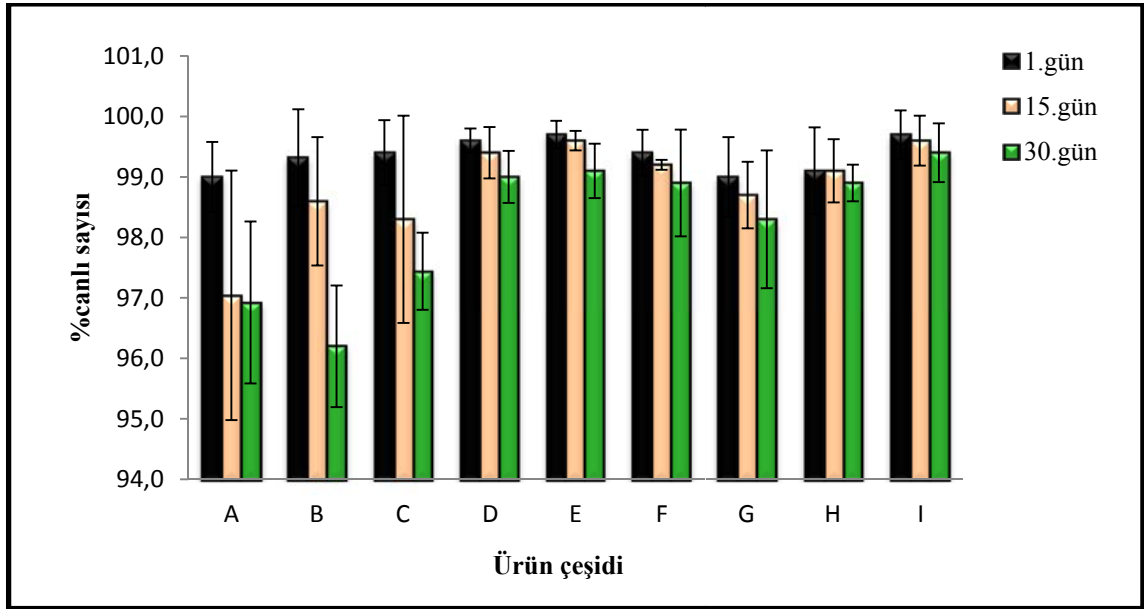
Probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un safra tuzuna direnci ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.37'de sunulmuştur. Depolamanın ilk gününde, safra ortamında 3. saat sonunda probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus* sayısındaki azalmanın logaritmik olarak 0.0-0.1 birim arasında değiştiği belirlenmiştir. Depolamanın 30. gününde ise safra ortamında 3. saat sonunda probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus* sayısındaki azalmanın logaritmik olarak 0.0-0.3 birim arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.37. Yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un safra tuzuna direnci (log kob/g)

Örnek	Şartlar	Depolama		
		1. gün	15. gün	30. gün
A	Başlangıç	8.4±0.1	8.4±0.1	8.2±0.1
	3. saat sonu	8.3±0.1	8.1±0.1	8.0±0.0
B	Başlangıç	8.4±0.1	8.3±0.1	8.1±0.1
	3. saat sonu	8.3±0.1	8.2±0.0	7.8±0.1
C	Başlangıç	8.3±0.1	8.3±0.1	8.1±0.0
	3. saat sonu	8.2±0.0	8.2±0.2	7.9±0.1
D	Başlangıç	8.4±0.0	8.4±0.0	8.2±0.0
	3. saat sonu	8.4±0.1	8.4±0.1	8.1±0.1
E	Başlangıç	8.4±0.0	8.1±0.1	8.4±0.0
	3. saat sonu	8.4±0.0	8.1±0.1	8.3±0.1
F	Başlangıç	8.4±0.1	8.1±0.1	8.4±0.1
	3. saat sonu	8.3±0.0	8.0±0.0	8.3±0.1
G	Başlangıç	8.2±0.0	8.2±0.0	8.3±0.1
	3. saat sonu	8.2±0.0	8.1±0.0	8.1±0.0
H	Başlangıç	8.2±0.1	8.3±0.0	8.3±0.0
	3. saat sonu	8.1±0.1	8.2±0.1	8.2±0.0
I	Başlangıç	8.4±0.1	8.3±0.0	8.2±0.0
	3. saat sonu	8.3±0.1	8.3±0.1	8.1±0.1

A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

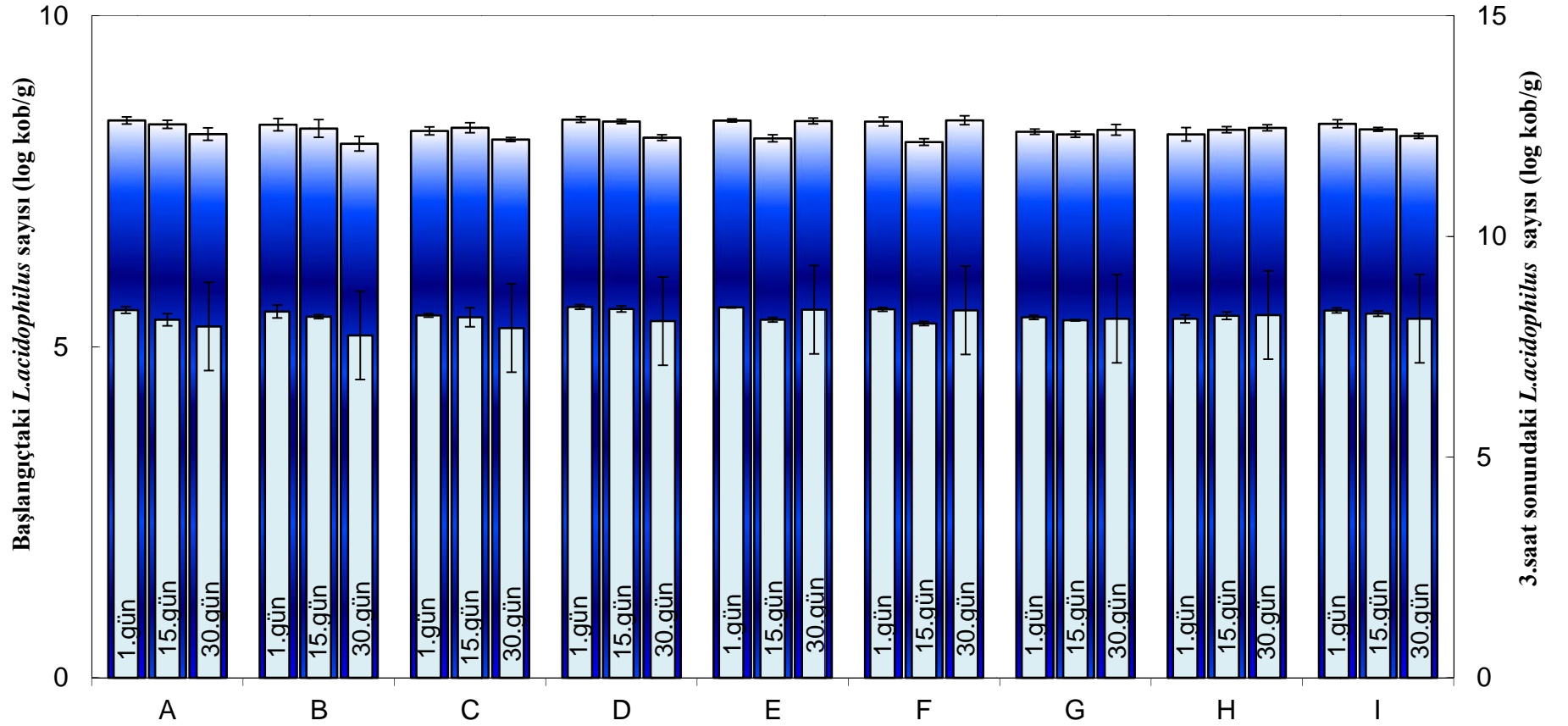
Probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un safra tuzuna direnci ile ilgili sonuçların daha iyi incelenmesi amacıyla sırasıyla Şekil 4.15 ve Şekil 4.16 düzenlenmiştir.



A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.15. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince safra ortamındaki canlı kalma oranı (%) değişimi

Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un safra tuzuna direncinin azaldığı belirlenmiştir. Probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un depolamanın ilk gününde % 0.3'lük safra tuzu içeren ortamda 3. saat sonunda canlı kalma oranı %99.0-99.7 arasında, depolamanın 30. gününde örneklerdeki *L. acidophilus*'un % 0.3'lük safra tuzu içeren ortamda 3. saat sonunda canlı kalma oranı ise %96.2-99.4 arasında değişmiştir.



A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.16. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince depolama süresince safra tuzuna direncindeki değişim

Çizelge 4.38. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un % 0.3'lük safra tuzu içeren ortamdaki canlı kalma oranı (%)

Örnek	Depolama zamanı		
	1. gün	15. gün	30. gün
A	99.0±0.6	97.0±2.1	96.9±1.3
B	99.3±0.8	98.6±1.1	96.2±1.0
C	99.4±0.5	98.3±1.7	97.4±0.6
D	99.6±0.2	99.4±0.4	99.0±0.4
E	99.7±0.2	99.6±0.2	99.1±0.4
F	99.4±0.4	99.2±0.1	98.9±0.9
G	99.0±0.7	98.7±0.6	98.3±1.1
H	99.1±0.7	99.1±0.5	98.9±0.3
I	99.7±0.4	99.6±0.4	99.4±0.5

A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

Çizelge 4.39. Probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un % 0.3'lük safra tuzu içeren ortamdaki canlı kalma oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
İnkübasyon sıcaklığı (S)	2	16.89509259	25.80 ^{***}
Sonlandırma pH'sı (pH)	2	1.75453704	2.68
Depolama zamanı (DZ)	2	10.59953704	16.18 ^{***}
S x pH	4	1.12898148	1.72
S x DZ	4	3.87231481	5.91 ^{***}
pH x DZ	4	0.53217593	0.81
S x pH x DZ	8	0.54703704	0.84
Hata	81	0.6549383	

^{***}P<0.001 düzeyinde önemli

Ana varyasyon kaynaklarının probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un % 0.3'lük safra tuzu içeren ortamdaki canlı kalma oranlarının istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.39'da verilmiştir. İnkübasyon sıcaklığı ve

depolama zamanı ile inkübasyon sıcaklığı x depolama zamanı interaksiyonunun probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un % 0.3'lük safra tuzuna direnç değerleri üzerine $P<0.001$ düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.40. Probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un % 0.3'lük safra tuzu içeren ortamdaki canlı kalma oranına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

<i>L. acidophilus</i> 'un canlı kalma oranı (%)	
İnkübasyon Sıcaklığı	
37°C	98.0±1.2 b
42°C	99.3±0.3 a
45°C	99.0±0.4 a
İnkübasyon Sonlandırma pH'sı	
4.4	98.5±1.0 b
4.6	98.8±1.0 ab
4.8	98.9±0.7 a
Depolama Zamanı	
1. gün	99.3±0.3 a
15. gün	98.8±0.8 b
30. gün	98.2±1.1 c

Ana varyasyon kaynaklarına bağlı olarak probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un safra ortamındaki canlı kalma oranına ait ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.40'da verilmektedir. Çizelgeden de görüldüğü gibi 37°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneğindeki *L. acidophilus*'un safra ortamındaki canlı kalma oranının diğer sıcaklıklarda inkübe edilmiş örneklere göre daha düşük olduğu; bununla birlikte 42°C ve 45°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un safra ortamındaki canlı kalma oranları arasında önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Farklı pH'larda üretimi sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un safra ortamına direncini incelediğimizde, inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılan probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un safra ortamındaki canlı kalma oranları ile inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılan probiyotik yoğurt

örneklerindeki *L. acidophilus*'un safra ortamındaki canlı kalma oranları arasında önemli bir farklılık olduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir.

Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerindeki *L. acidophilus*'un safra ortamına direncinin azaldığı, bu azalmanın tüm depolama periyodu süresince önemli olduğu ($P<0.05$) saptanmıştır. Depolama süresince analiz yapılan tüm günlerde örneklerdeki *L. acidophilus*'un safra ortamındaki canlı kalma oranları arasında önemli farklılıklar olduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir.

4.3.5. Bakteriyel adezyon tespiti

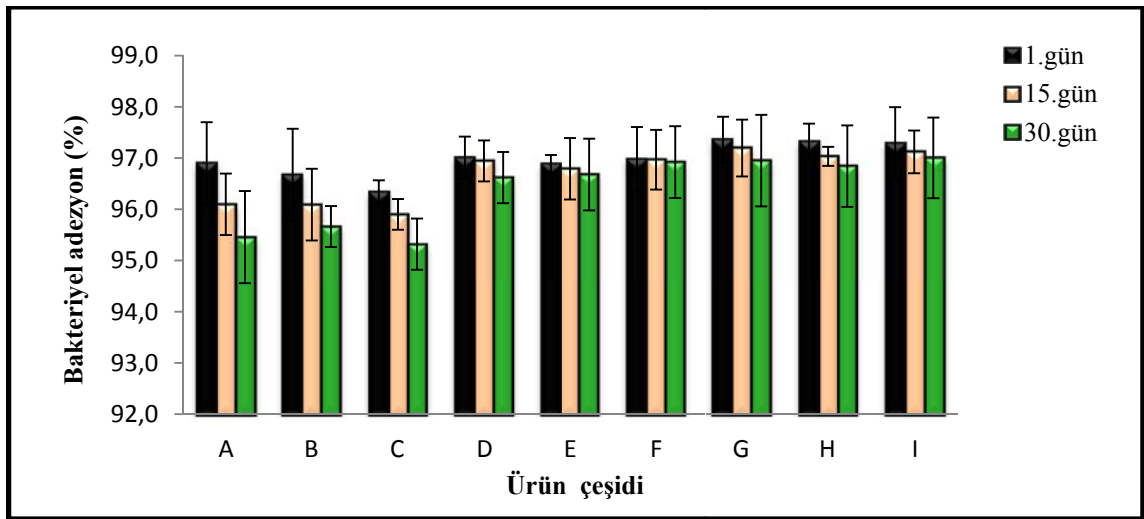
Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un bakteriyel adezyon değerleri ile ilgili sonuçları Çizelge 4.41'de sunulmuştur. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'a ait ortalama bakteriyel adezyon değerlerinin tüm depolama sürecinde %95.3 ile %97.4 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek bakteriyel adezyon değerine 4°C'de 1 gün depolanan, 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneğinde bulunan *L. acidophilus*'un, en düşük bakteriyel adezyon değerine 4°C'de 30 gün depolanan, 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneğinde bulunan *L. acidophilus*'un sahip olduğu saptanmıştır.

Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un bakteriyel adezyon değerleri kullanılarak hazırlanan grafik Şekil 4.17'de sunulmuştur.

Çizelge 4.41. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un adezyonu (%)

Örnek	Depolama		
	1. gün	15. gün	30. gün
A	96.9±0.8	96.1±0.6	95.5±0.9
B	96.7±0.9	96.1±0.7	95.7±0.4
C	96.3±0.2	95.9±0.3	95.3±0.5
D	97.0±0.4	96.9±0.4	96.6±0.5
E	96.9±0.2	96.8±0.6	96.7±0.7
F	97.0±0.6	97.0±0.6	96.9±0.7
G	97.4±0.5	97.2±0.6	97.0±0.9
H	97.3±0.4	97.0±0.2	96.8±0.8
I	97.3±0.7	97.1±0.4	97.0±0.8

A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt



A: 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8'de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.17. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince bakteriyel adezyon değerlerindeki değişim

İnkübasyon sıcaklığı, inkübasyon sonlandırma pH'sı ve depolama zamanının probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un ortalama bakteriyel adezyon değerleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.42'de verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere, örneklerden izole edilen *L. acidophilus*'un ortalama bakteriyel adezyon değerleri üzerine inkübasyon sıcaklığı ve depolama zamanının $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu; inkübasyon sonlandırma pH'sı ile ana varyasyon kaynaklarının interaksiyonlarının ise önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.42. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un bakteriyel adezyon değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
İnkübasyon sıcaklığı (S)	2	11.32250833	31.55***
Sonlandırma pH'sı (pH)	2	0.06188611	0.17
Depolama zamanı (DZ)	2	3.03055278	8.45***
S x pH	4	0.23004028	0.64
S x DZ	4	0.73120694	2.04
pH x DZ	4	0.07215139	0.20
S x pH x DZ	8	0.02338472	0.07
Hata	81	0.35884599	

*** $P<0.001$ düzeyinde önemli

Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un ortalama bakteriyel adezyon değerlerinin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.43'de verilmiştir. 45°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneğinden izole edilen *L. acidophilus*'un en yüksek ortalama bakteriyel adezyon değerine sahip olduğu; ancak 45°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneğinden izole edilen *L. acidophilus*'un bakteriyel adezyon değerleri ile 42°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneğinden izole edilen *L. acidophilus*'un bakteriyel adezyon değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık ($P>0.05$) olmadığı belirlenmiştir. Buna karşın 37°C inkübasyon sıcaklığı kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un en düşük bakteriyel adezyon değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Probiyotik yoğurt üretiminde farklı inkübasyon sonlandırma pH'sının örneklerde bulunan *L. acidophilus*'un bakteriyel adezyon değerleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı

($P>0.05$) belirlenmiştir. Depolama süresince *L. acidophilus*'un ortalama bakteriyel adezyon değerlerinin düştüğü, söz konusu düşüşün istatistiksel olarak önemli olduğu ($P<0.05$) ve ayrıca probiyotik yoğurt örneklerinin 30 günlük depolanma sürecinde en yüksek ve en düşük bakteriyel adezyon değerlerine sırasıyla 1 gün ve 30 gün depolanan örneklerde bulunan *L. acidophilus*'un sahip olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.43. Probiyotik yoğurt örneklerinde bulunan *L. acidophilus*'un ortalama bakteriyel adezyon değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Bakteriyel adezyon (%)
İnkübasyon Sıcaklığı	
37°C	96.0±0.5 b
42°C	96.8±0.1 a
45°C	97.1±0.2 a
İnkübasyon Sonlandırma pH'sı	
4.4	96.7±0.6 a
4.6	96.6±0.5 a
4.8	96.6±0.7 a
Depolama Zamanı	
1. gün	96.9±0.3 a
15. gün	96.6±0.5 b
30. gün	96.3±0.7 c

4.4. Duyusal Analiz Sonuçları

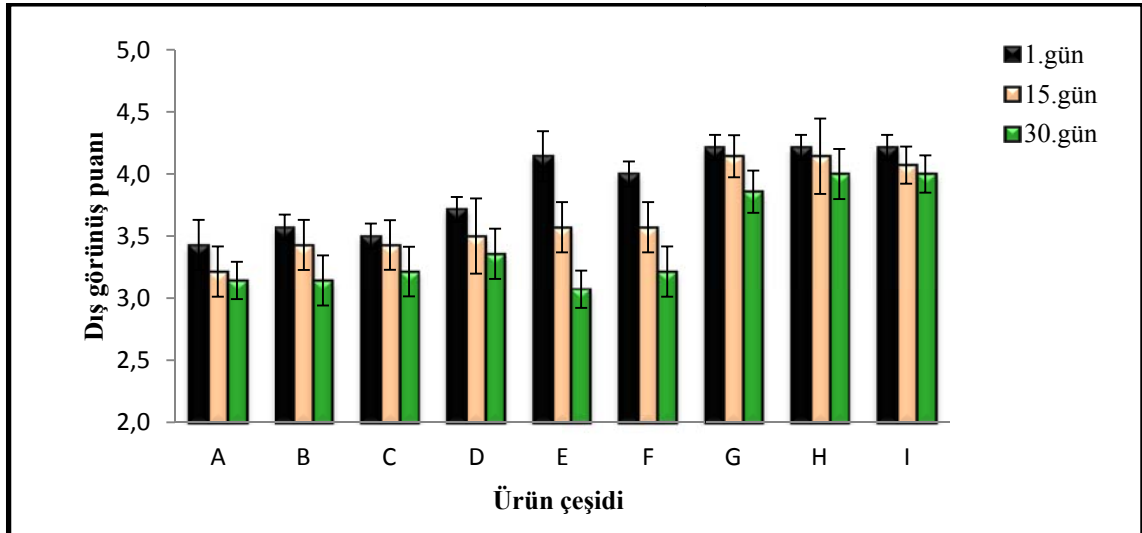
4.4.1. Dış görünüş

Probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama dış görünüş puanları ve bu puanların depolama sırasındaki değişimi Çizelge 4.44'de verilmiştir. Ayrıca yoğurt örneklerine ait ortalama dış görünüş puanları kullanılarak hazırlanan grafik Şekil 4.18'de görülmektedir.

Çizelge 4.44. Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama dış görünüş puanları

Örnek	Dış görünüş puanı (Tam puan=5)		
	1. gün	15. gün	30. gün
A	3.4±0.8	3.2±0.5	3.1±0.8
B	3.6±0.6	3.4±1.2	3.1±0.6
C	3.5±0.9	3.4±1.2	3.2±0.9
D	3.7±1.0	3.5±0.5	3.4±0.7
E	4.1±0.8	3.6±0.2	3.1±0.3
F	4.0±0.2	3.6±0.2	3.2±0.5
G	4.2±0.1	4.1±0.2	3.9±0.2
H	4.2±0.1	4.1±0.0	4.0±0.0
I	4.2±0.1	4.1±0.3	4.0±0.2

A: 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt



A: 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.18. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince dış görünüş puanlarına ait değişim

Çizelgede 4.44'de 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda yapılan duyusal analizlerde probiyotik yoğurt örneklerinin dış görünüş bakımından 5 tam puan üzerinden 3.1 ile 4.2 arasında değişen puanlarla değerlendirildiği görülmektedir. En düşük dış görünüş puanını (3.1) 4°C'de 30 gün depolanma süresi sonunda 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış yoğurt örneği, 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt örneği ve 42°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış yoğurt örneğinin; en yüksek dış görünüş puanını (4.2) ise 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonları pH 4.4, 4.6 ve 4.8'de sonlandırılmış yoğurt örneklerinin depolamanın ilk gününde aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.45. Probiyotik yoğurt örneklerinin dış görünüş puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
İnkübasyon sıcaklığı (S)	2	2.75473889	7.40 ^{**}
Sonlandırma pH'sı (pH)	2	0.03861667	0.10
Depolama zamanı (DZ)	2	0.89055556	2.39
S x pH	4	0.00376389	0.01
S x DZ	4	0.10194444	0.27
pH x DZ	4	0.02250556	0.06
S x pH x DZ	8	0.02868194	0.08
Hata	27	0.37241481	

**P<0.01 düzeyinde önemli

İnkübasyon sıcaklığı, inkübasyonu sonlandırma pH'sı ve depolama zamanı ile bunların ikili ve üçlü interaksiyonlarının probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama dış görünüş puanları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.45'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde inkübasyon sıcaklığının probiyotik yoğurt örneklerine verilen ortalama dış görünüş puanları üzerine $P<0.01$ önem düzeyinde etkili olduğu görülmektedir. İnkübasyon sonlandırma pH'sı ve depolama zamanı ile diğer tüm interaksiyonların ise panelistler tarafından verilen ortalama dış görünüş puanları üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

İnkübasyon sıcaklığı, inkübasyon sonlandırma pH'sı ve depolama zamanına bağlı olarak probiyotik yoğurtların ortalama dış görünüş puanlarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.46'da verilmektedir. Çizelgeden de görüldüğü gibi 45°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneğinin diğer sıcaklıklarda inkübe edilmiş örneklere göre daha yüksek dış görünüş puanı aldığı, 37 ve 42°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerine panelistlerce verilen dış görünüş puanları arasında önemli bir farklılık ($P>0.05$) olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte farklı pH'larda inkübasyonu sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneklerine verilen ortalama görünüş puanları arasında önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. Probiyotik yoğurt örneklerine panelistlerce verilen ortalama dış görünüş puanlarının depolama süresince azaldığı saptanmıştır. Bununla birlikte 4°C'de 1 gün depolanan probiyotik yoğurt örneklerinin almış olduğu ortalama dış görünüş puanları ile aynı sıcaklıkta 15 gün depolanan probiyotik yoğurt örneklerinin almış olduğu dış görünüş puanları arasında farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. Depolamanın ilk günü ile 30. gününde probiyotik yoğurt örneklerine verilen ortalama dış görünüş puanları arasındaki farkın ise önemli ($P<0.05$) olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.46. Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama dış görünüş puanlarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Dış görünüş puanları (Tam puan=5)
İnkübasyon sıcaklığı	
37°C	3.3±0.2 b
42°C	3.5±0.3 b
45°C	4.1±0.1 a
İnkübasyonu sonlandırma pH'sı	
4.4	3.6±0.4 a
4.6	3.7±0.4 a
4.8	3.6±0.4 a
Depolama Zamanı	
1. gün	3.8±0.3 a
15. gün	3.6±0.4 ab
30. gün	3.4±0.4 b

4.4.2. Kıvam

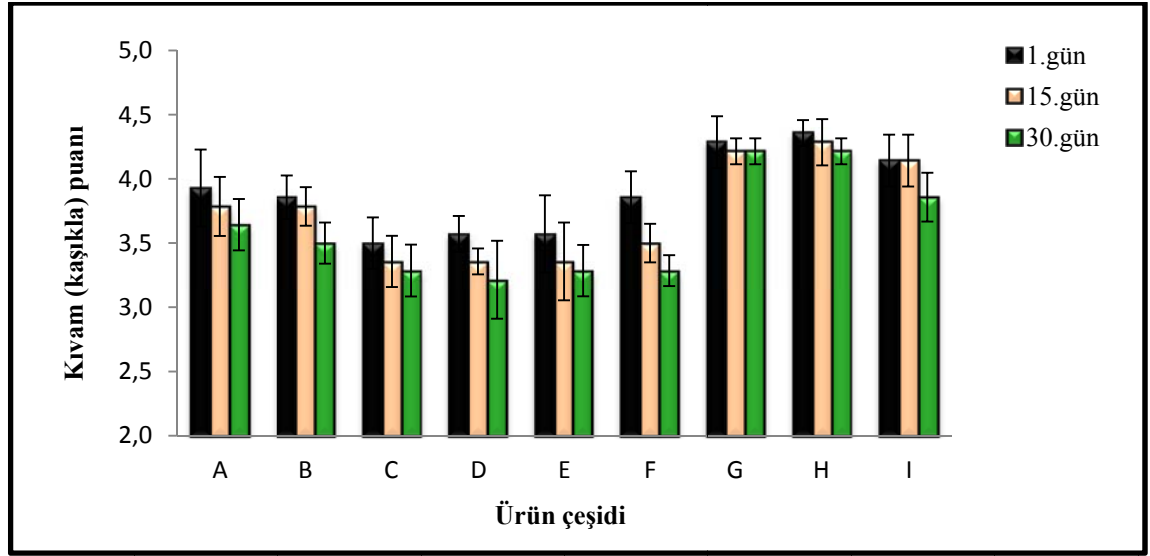
Probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama kıvam puanları ve bu puanların depolama sırasındaki değişimi Çizelge 4.47’de verilmiştir. Ayrıca yoğurt örneklerine ait ortalama kıvam puanları kullanılarak hazırlanan grafik Şekil 4.19’da görülmektedir.

Çalışmada 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda yapılan duyu analizlerde yoğurt örneklerinin kıvam bakımından 5 tam puan üzerinden 3.2 ile 4.4 arasında değişen puanlarla değerlendirildiği görülmüştür. En düşük ortalama kıvam puanını 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneği 4°C’de 30 günlük depolama sonunda, en yüksek ortalama kıvam puanını ise 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneğinin depolamanın ilk gününde aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.47. Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama kıvam puanları

Örnek	Kıvam puanı (Tam puan=5)		
	1. gün	15. gün	30. gün
A	3.9±0.3	3.8±0.2	3.6±0.2
B	3.9±0.1	3.8±0.1	3.5±0.1
C	3.5±0.2	3.4±0.2	3.3±0.2
D	3.6±0.1	3.4±0.1	3.2±0.3
E	3.6±0.3	3.4±0.3	3.3±0.2
F	3.9±0.2	3.5±0.1	3.3±0.1
G	4.3±0.2	4.2±0.1	4.2±0.1
H	4.4±0.1	4.3±0.1	4.2±0.1
I	4.1±0.2	4.1±0.2	3.9±0.1

A: 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt



A: 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.19. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince kıvam puanlarına ait değişim

Çizelge 4.48. Probiyotik yoğurt örneklerinin kıvam puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
İnkübasyon sıcaklığı (S)	2	2.73668889	9.02***
Sonlandırma pH’sı (pH)	2	0.12185000	0.40
Depolama zamanı (DZ)	2	0.37267222	1.23
S x pH	4	0.15060556	0.50
S x DZ	4	0.02725278	0.09
pH x DZ	4	0.00630556	0.02
S x pH x DZ	8	0.01106944	0.04
Hata	27	0.30354259	

***P<0.001 düzeyinde önemli

İnkübasyon sıcaklığı, inkübasyon sonlandırma pH’sı ve depolama zamanının yoğurt örneklerine verilen ortalama kıvam puanları üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.48’de verilmiştir. Çizelge

incelendiğinde inkübasyon sıcaklığının probiyotik yoğurt örneklerine verilen ortalama kıvam puanları üzerine $P<0.001$ önem düzeyinde etkili olduğu görülmektedir. Diğer ana varyasyon kaynakları ile ana varyasyon kaynaklarının interaksiyonlarının ise ortalama kıvam puanları üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.49. Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama kıvam puanlarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Kıvam puanları (Tam puan=5)	
İnkübasyon Sıcaklığı	
37°C	3.6±0.2 b
42°C	3.4±0.2 b
45°C	4.1±0.1 a
İnkübasyon Sonlandırma pH'sı	
4.4	3.8±0.4 a
4.6	3.8±0.4 a
4.8	3.6±0.3 a
Depolama Zamanı	
1. gün	3.8±0.3 a
15. gün	3.7±0.4 a
30. gün	3.6±0.4 a

Probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama kıvam puanlarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.49'da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde 45°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneğinin diğer sıcaklıklarda inkübe edilen örneklere göre daha yüksek ortalama kıvam puanı aldığı, bununla birlikte 37°C'de inkübe edilen probiyotik yoğurt örneği ile 42°C'de inkübe edilen probiyotik yoğurt örneğine verilen ortalama kıvam puanları arasında önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Farklı pH'larda inkübasyonlarına son verilen probiyotik yoğurt örneklerinin, kıvam açısından benzer nitelikler taşıdığı ve örneklere panelistlerce verilen kıvam puanları arasında önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) saptanmıştır. Ayrıca depolama süresince örneklere verilen ortalama kıvam puanlarının azaldığı; ancak söz konusu azalmanın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

4.4.3. Koku

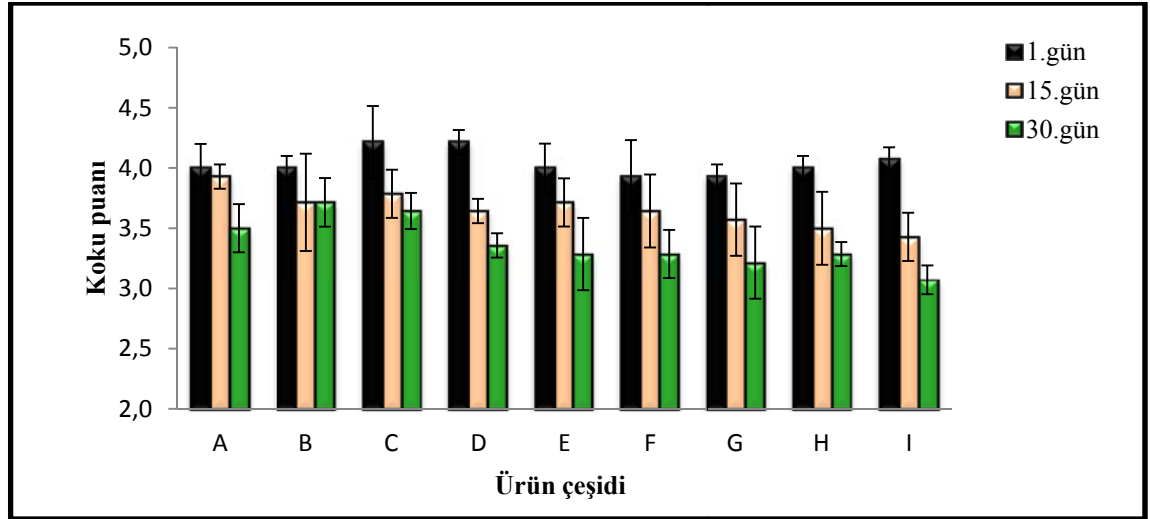
Probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama koku puanları ve bu puanların depolama sırasındaki değişimi Çizelge 4.50’de verilmiştir. Ayrıca probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama koku puanları kullanılarak hazırlanan grafik Şekil 4.20’de görülmektedir.

Çalışmada 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda yapılan duyu analizlerde probiyotik yoğurt örneklerinin koku bakımından 5 tam puan üzerinden 3.1 ile 4.2 arasında değişen puanlarla değerlendirildiği görülmüştür. Panelistlerce verilen en düşük koku puanını, 30 gün süresince 4°C’de depolanan 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneğinin, en yüksek koku puanını ise 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneği ile 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneğinin depolamanın ilk gününde aldığı saptanmıştır.

Çizelge 4.50. Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama koku puanları

Örnek	Koku puanı (Tam puan=5)		
	1. gün	15. gün	30. gün
A	4.0±0.3	3.9±0.1	3.5±0.2
B	4.0±0.1	3.7±0.4	3.7±0.2
C	4.2±0.3	3.8±0.2	3.6±0.2
D	4.2±0.1	3.6±0.1	3.4±0.1
E	4.0±0.2	3.7±0.2	3.3±0.2
F	3.9±0.3	3.6±0.3	3.3±0.2
G	3.9±0.1	3.6±0.3	3.2±0.3
H	4.0±0.1	3.5±0.3	3.3±0.1
I	4.1±0.1	3.4±0.2	3.1±0.1

A: 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt



A: 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.20. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince koku puanlarına ait değişim

Çizelge 4.51. Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama koku puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
İnkübasyon sıcaklığı (S)	2	0.33545741	1.81
Sonlandırma pH’sı (pH)	2	0.00451296	0.02
Depolama zamanı (DZ)	2	2.00703519	10.84***
S x pH	4	0.01799074	0.10
S x DZ	4	0.05739630	0.31
pH x DZ	4	0.01575185	0.09
S x pH x DZ	8	0.02585046	0.14
Hata	27	0.18513333	

***P<0.001 düzeyinde önemli

İnkübasyon sıcaklığı, inkübasyon sonlandırma pH’sı ve depolama zamanının probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama koku puanları üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.51’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde ana varyasyon kaynaklarından sadece depolama zamanının probiyotik

yoğurt örneklerinin yapı puanları üzerine $P<0.001$ düzeyinde etkili olduğu, diğer varyasyon kaynakları ile ana varyasyon kaynaklarının interaksiyonlarının ise ortalama koku puanları üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.52. Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama koku puanlarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Koku puanları (Tam puan=5)
İnkübasyon Sıcaklığı	
37°C	3.8±0.2 a
42°C	3.6±0.3 a
45°C	3.5±0.4 a
İnkübasyon Sonlandırma pH'sı	
4.4	3.7±0.3 a
4.6	3.6±0.3 a
4.8	3.6±0.4 a
Depolama Zamanı	
1. gün	4.0±0.1 a
15. gün	3.6±0.2 b
30. gün	3.3±0.2 b

Probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama koku puanlarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.52'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde üretilen tüm probiyotik yoğurt örneklerinin koku özelliği açısından benzer nitelikleri taşıdığı ve örneklerin ortalama koku puanları arasında önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Duyusal panelden almış olduğu görünüş ve kıvam puanlarına benzer şekilde, örneklerin ortalama koku puanları da depolama süresince azalmıştır. Bununla birlikte ilk 15 günlük depolama süresince örneklere panelistlerce verilen ortalama koku puanlarındaki azalmanın önemli olduğu ($P<0.05$); ancak devam eden depolama sürecinde söz konusu azalmanın önemli olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir.

4.4.3. Tat

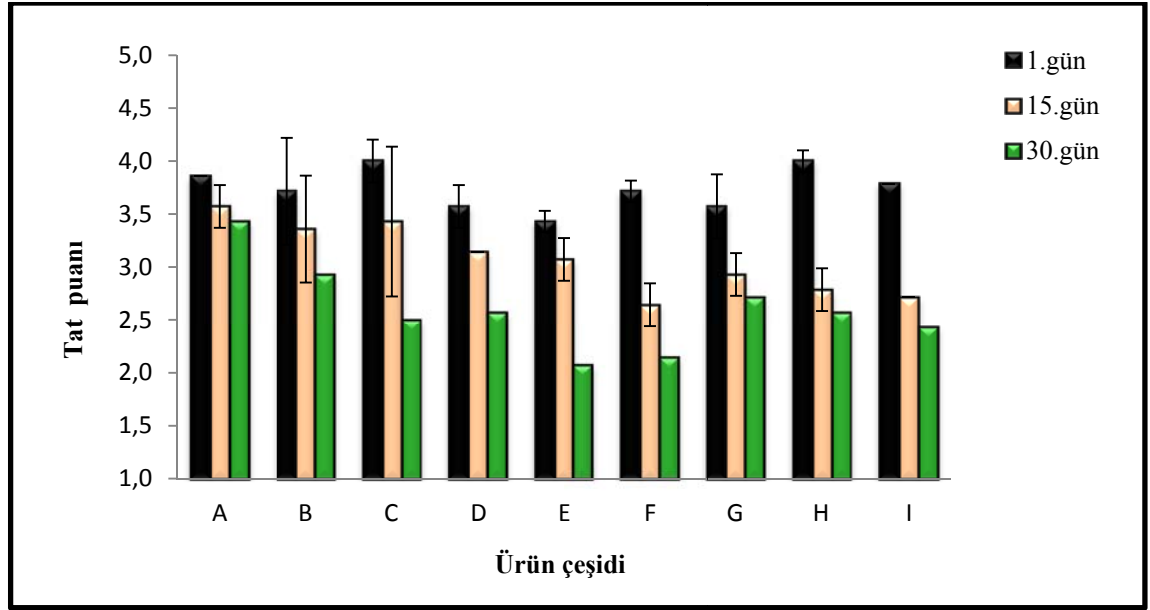
Probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama tat puanları ve bu puanların depolama sırasındaki değişimi Çizelge 4.53’de verilmiştir. Ayrıca probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama tat puanları kullanılarak hazırlanan grafik Şekil 4.21’de görülmektedir.

Çizelge 4.53. Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama tat puanları (Tam puan=5)

Örnek	Tat puanı		
	1. gün	15. gün	30. gün
A*	3.9±0.3	3.6±0.2	3.4±0.2
B	3.7±0.3	3.4±0.1	2.9±0.1
C	4.0±0.3	3.4±0.2	2.5±0.1
D	3.6±0.2	3.1±0.2	2.6±0.1
E	3.4±0.2	3.1±0.1	2.1±0.2
F	3.7±0.2	2.6±0.1	2.1±0.2
G	3.6±0.2	2.9±0.1	2.7±0.2
H	4.0±0.2	2.8±0.1	2.6±0.2
I	3.8±0.1	2.7±0.0	2.4±0.1

A: 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt

Çalışmada 30 günlük depolama süresince üç farklı zamanda yapılan duyu analizlerde probiyotik yoğurt örneklerinin tat bakımından 5 tam puan üzerinden 2.1 ile 4.0 arasında değişen puanlarla değerlendirildiği görülmüştür. Panelistlerce verilen en düşük tat puanını 30 gün süresince 4°C’de depolanan 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonları pH 4.6 ve pH 4.8’de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneklerinin aldığı tespit edilmiştir. Ayrıca duyu analizinde en yüksek tat puanını ise 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneği ile 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış probiyotik yoğurt örneklerinin depolamanın ilk gününde aldığı saptanmıştır.



A: 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt, **B:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **C:** 37°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt **D:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **E:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **F:** 42°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt, **G:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4’de sonlandırılmış yoğurt **H:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6’da sonlandırılmış yoğurt, **I:** 45°C’de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.8’de sonlandırılmış yoğurt

Şekil 4.21. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince tat puanlarına ait değişim

Çizelge 4.54. Probiyotik yoğurt örneklerinin tat puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	S.D.	K.O.	F
İnkübasyon sıcaklığı (S)	2	1.29379074	12.04***
Sonlandırma pH’sı (pH)	2	0.11505741	1.07
Depolama zamanı (DZ)	2	6.57261296	61.15***
S x pH	4	0.13624074	1.27
S x DZ	4	0.17244630	1.60
pH x DZ	4	0.12063796	1.12
S x pH x DZ	8	0.10189213	0.95
Hata	27		

***P<0.001 düzeyinde önemli

Ana varyasyon kaynaklarının yoğurt örneklerinin ortalama tat puanları üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.54’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde inkübasyon sıcaklığı ve depolama zamanının

probiyotik yoğurt örneklerine verilen ortalama tat puanları üzerine $P<0.001$ önem düzeyinde etkisinin olduğu, inkübasyon sonlandırma pH'sı ile ana varyasyon kaynaklarının interaksiyonlarının ise probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama tat puanları üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.55. Probiyotik yoğurt örneklerinin ortalama tat puanlarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

	Tat puanları (Tam puan=5)
İnkübasyon Sıcaklığı	
37°C	3.4±0.5 a
42°C	2.9±0.6 b
45°C	2.9±0.6 b
İnkübasyon Sonlandırma pH'sı	
4.4	3.1±0.4 a
4.6	3.1±0.6 a
4.8	3.0±0.7 a
Depolama Zamanı	
1. gün	3.7±0.2 a
15. gün	3.0±0.3 b
30. gün	2.5±0.4 c

Probiyotik yoğurt örneklerine ait ortalama tat puanlarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.55'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde 37°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örneklerinin en yüksek ortalama tat puanlarını aldığı, ayrıca tat puanları açısından 42°C ve 45°C'de inkübe edilmiş probiyotik yoğurt örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir. İnkübasyon sonlandırma pH'sının probiyotik yoğurt örneklerinin aldığı tat puanları üzerine önemli bir etkisinin olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Depolama süresince örneklere verilen ortalama tat puanlarının azaldığı, bu azalmanın tüm depolama periyodu süresince önemli olduğu ($P<0.05$) saptanmıştır. Panelistlerce probiyotik yoğurt örneklerine en düşük tat puanları depolamanın 30. gününde verilmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmada, yoğurt starter kültürü, probiyotik bakteri (*Lactobacillus acidophilus*) ve farklı inkübasyon sıcaklıkları (37°C, 42°C ve 45°C) ile farklı inkübasyon sonlandırma pH'ları (4.8, 4.6 ve 4.4) kullanılarak probiyotik yoğurt üretilmiştir. Üretilen yoğurt örnekleri, 4°C'de 30 gün süreyle depolanmış ve depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde fizikokimyasal, mikrobiyolojik, duyuşal ve probiyotik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla analizlere tabi tutulmuştur.

Probiyotik yoğurtlara ait kurumadde, kül, yağ ve protein değerleri sadece depolamanın ilk gününde belirlenmiştir. Probiyotik yoğurt örneklerinin pH, titrasyon asitliği, su tutma kapasitesi, viskozite ve sertlik değerleri ise depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde tespit edilmiştir. Yoğurt örneklerinde depolama süresi ile orantılı olarak su tutma kapasitesi, viskozite ve sertlik değerlerinde bir artış meydana geldiği belirlenmiştir. Ayrıca örneklerdeki en yüksek viskozite ve sertlik değerleri, üretiminde 45°C inkübasyon sıcaklığı kullanılan probiyotik yoğurtlarda, en yüksek su tutma kapasitesi değerleri ise üretiminde 37°C inkübasyon sıcaklığı kullanılan probiyotik yoğurtlarda saptanmıştır.

Yoğurtların depolanması süresince örneklerdeki *L. debrueckii* subsp. *bulgaricus*, *S. thermophilus* ve *L. acidophilus* sayısının azaldığı tespit edilmiştir. Yoğurt örneklerinde bulunan yoğurt bakterileri ve *L. acidophilus* sayılarının en yüksek değerlerinin, örnekleri depolamanın ilk gününde olduğu belirlenmiştir. Örneklerdeki yoğurt bakterileri ve *L. acidophilus* sayılarının farklı inkübasyon sıcaklığı ve inkübasyon sonlandırma pH'larına bağlı olarak değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Üretilen tüm probiyotik yoğurt örnekleri, *L. acidophilus*'un ürünlerdeki bulunabilirliği açısından değerlendirildiğinde, örneklerin tüm depolama süresince $>10^6$ kob/g düzeyinde probiyotik bakteri içerdiği tespit edilmiştir.

Örnekler probiyotik özellikler açısından ele alındığında, probiyotik yoğurtlarda bulunan *L. acidophilus*'un depolama süresince antibiyotiğe duyarlılıkları,

antimikrobiyal aktiviteleri ile mide öz suyuna ve safra tuzuna karşı direnç ve bakteri çeperine tutunma yeteneklerinde azalma olduğu belirlenmiştir.

Probiyotik yoğurt örneklerinin duyusal özellikleri, depolamanın 1., 15. ve 30. günlerinde panelistler tarafından değerlendirilmiştir. Depolama süresi uzadıkça örneklere verilen toplam puanlarda düşme meydana geldiği belirlenmiştir. En yüksek duyusal puanlar, depolamanın 1. gününde yapılan duyusal analizlerde; en düşük duyusal puanlar ise 30 gün depolanan örneklerde tespit edilmiştir. Örnekler dış görünüş ve kıvam açısından değerlendirildiğinde 45°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.6'da sonlandırılmış probiyotik yoğurdun, koku ve tat puanları açısından değerlendirildiğinde ise 37°C'de inkübe edilmiş ve inkübasyonu pH 4.4'de sonlandırılmış probiyotik yoğurdun panelistler tarafından en fazla tercih edilen örnek olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- AKALIN, A. S., GÖNÇ, S. 1995. Yoğurt benzeri ekşi süt mamullerinden biyoyoğurt, bifiyoyogurt ve biyogarde üretim teknolojisi. 3. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, 2-3 Haziran 1994. MPM Yayın No:548, 264-312, Ankara.
- AKIN, N. 2006. Modern Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Damla Ofset Basımevi, 456 ss, Konya.
- AKYÜZ, N., COŞKUN, H. 1995. Meyveli yoğurt üretimi. III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, MPM Yayınları Yayın No:548, 285-293, 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. 2006. TS 1330 Yoğurt Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, 11 ss, Ankara.
- ANONİM. 2009. 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.
- ANONYMOUS. 1986. Milk determination of nitrogen content (Kjeldahl Method) and calculation of crude protein content. International IDF Standard, 20A, Belgium.
- ANONYMOUS. 1987. Milk, cream and evaporated milk. Determination of total solids content. Reference Method. International IDF Standard, 21B, Belgium.
- ANONYMOUS. 1991. Yoghurt-Determination of titratable acidity. International IDF Standard, 150, Belgium.
- ANONYMOUS. 2001. Milk and milk products-general guidance for the preparation of test samples, initial suspensions and decimal dilutions for microbiological examination. International IDF Standard, 122, Belgium.
- ANONYMOUS. 2008a. Yoghurt's health benefits. <http://www.foodnavigator.com/Science-Nutrition/Yoghurt-s-health-benefits>.
- ANONYMOUS. 2008b. Probiotics in yoghurt. <http://1stprobiotics.com/probiotics-in-yogurt.htm>.
- ANONYMOUS. 2009. The World Dairy Situation 2009. International IDF Standard, 432, Belgium.
- BAKIRCI, İ., KAVAZ, A. 2006. Probiyotikler ve prebiyotiklerin beslenme ve sağlık üzerindeki etkileri. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, 893 ss, Bolu.

- BAŞYIĞIT, G. 2004. Bazı Laktik Asit Bakterilerinin Probiyotik Olarak Kullanılma Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 96ss, Isparta.
- BAYSAL, A. 2007. Beslenme, Hatiboğlu Yatınevi, 532ss, Ankara.
- CHARTERIS, W. P., KELLY, P. M., MORELLI, L., COLLINS, J. K. 1998. Antibiotic susceptibility of potentially probiotic *Lactobacillus* Species. *Journal of Food Protection*, 61 (12): 1636-1643.
- CHUAYANA, J.E.L., PONCE, C.V., RIVERA, M.R.B.R., CABRERA, E.C. 2003. Antimicrobial activity of probiotics from milk products. *The Philippine Journal of Microbiology and Infectious Diseases*, 32 (2): 71-74.
- ÇAKIR, İ., ÇAKMAKÇI, M. L. 2002. Probiyotik teknolojisi ve Türkiye'deki durumu. Türkiye 7. Gıda Kongresi, 179-187, Ankara.
- ÇAKMAKÇI, S., TURGUT, T. 2008. Probiyotiklerin patojenlerle rekabeti ve bazı sindirim sistemi bozukluklarına etkileri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, 765-768ss, Erzurum.
- ÇAKMAKÇI, S., GÜNDOĞDU, E. 2005. Yoğurdun yararları ne kadar tekrarlınsa yine de az. *Hasad Gıda*, 238, 10-15.
- ÇAVUŞ, A. 1985. Süt Ürünlerinden İzole Edilmiş Bazı Laktik Asit Bakterilerinin Antibiyotiklere Dirençliklerinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 68 ss, Ankara.
- ÇETİN, E. T., GÜRLER, N. 1989. Bakterilerin antibiyotiklere duyarlılık deneyinin yapılması. *Kökem Dergisi*, 12 (2): 54-55.
- DANIELSEN, M. and WIND, A. 2003. Susceptibility of *Lactobacillus* spp. to antimicrobial agents. *International Journal of Food Microbiology*, 82: 1-11.
- DERTLİ, E., AKIN, N. 2007. Probiyotik kültürler ve sağlık üzerine etkileri. *Gıda* 5 (28): 14-22.
- DERVİŞOĞLU, M. 1995. Bileşimce Zenginleştirilmiş İnek Sütlerine Kola Konsantresi ve Aroma Maddesi Katılarak İşlenen Dondurmaların Bazı Nitelikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 94 ss.
- DONKOR, O.N., HENRIKSSON, A., VASILYEVIC, T., SHAH, N.P. 2006. Effect of acidification on the activity of probiotics in yoghurt. *International Dairy Journal* 16: 1181-1189.

- DRIESSEN, F.M., 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., GÜRBÜZ, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 1021, 381 ss, Ankara.
- EDEN, D.V. 1988. Growth of yoghurt consumption by the American consumer. *Cultured Dairy Products Journal*, 23 (4): 26-37.
- ERKKILÄ, S., PETÄJÄ, E. 2000. Screening of commercial meat starter cultures at low pH and in the presence of bile salts for potential probiotic use. *Meat Science*, 55 (3): 297-300.
- ERKMEN, O. 2000. Probiyotik bakterilerin önemi. *Gıda Teknolojisi*, 5 (1): 26-33.
- 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.
- GÖNÇ, S. 1985. Yoğurt Teknolojisinde Temel Etmenler. Süt Ürünleri Semineri, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No: 7, 27-52, İstanbul.
- GÖNÇ, S., AKALIN, A.S. 1995. Yoğurtta canlı olarak bulunan *Lactobacillus acidophilus* ve *Lactobacillus bifidus*'un organizma ve sağlık üzerine etkisi. *Gıda*, 20 (2): 75-80.
- GÜLER-AKIN, M. B., AKIN, M. S. 2007. Effect of cysteine and different incubation temperatures on the microflora, chemical composition and sensory characteristics of bio-yogurt made from goat's milk. *Food Chemistry*, 100:788-793.
- GÜRSOY, O., GÖKÇE, R., GÖKALP, H.Y. 1999. Yoğurt benzeri fermente süt ürünlerinden asidofilus-bifidus yoğurdunun üretim teknolojisi ve sağlık üzerine etkileri. *TMMOB Gıda Mühendisliği Dergisi*, 3(6):19-24.
- HAQUE, A., RICHARDSON, R. K., MORRIS, E. R. 2001. Effect of fermentation temperature on the rheology of set and stirred yogurt. *Food Hydrocolloids*, 15 (4-6): 593-602.
- HOOD, S. K., A ZOTTOLA, E. A. 1988. Effect of low pH on the ability of *Lactobacillus acidophilus* to survive and adhere to human intestinal cells. *Journal of Food Science*, 53 (5): 1514-1516.
- KALANTZOPOULOS, G. 1997. Fermented products with probiotics qualities. *Anaerobe*, 3 (2-3): 185-190.

- KASIMOGLU, A., AKGUN, S. 2004. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in the processing and post-processing stages of acidophilus yogurt. *International Journal of Food Science and Technology*, 39: 563-568.
- KAVAZ, A. 2006. Ticari Probiyotik Kültür ile Üretilen Muzlu Yoğurtların Depolama Süresince Çeşitli Niteliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü, 89 ss, Erzurum.
- KILIÇ, E. 2003. İnsan Vajinasından İzole Edilen *Lactobacillus* Cinsi Bakterilerin Bazı Probiyotik Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 91 ss. Ankara.
- KILIÇ, S. 2001. Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 542, 451 ss, İzmir.
- KINIK, Ö., KAVAS, G. 2000. Probiyotik etkili fermente süt ürünlerinin insan sağlığındaki rolü. *Gıda*: 44-50.
- KIRDAR, S., GÜN, İ. 2002. Burdur'da tüketilen süzme yoğurtlarının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Gıda*, 27 (1): 59-64.
- KIM, H.S., GILLIAND, S.E. 1983. *Lactobacillus acidophilus* as dietary adjunct for milk to aid lactose digestion in humans. *Journal of Dairy Science*, 66, 959-966.
- KLAVER, F. A. M., KINGMA, F., A WEERKAMP, A. H. 1993. Growth and survival of bifidobacteria in milk. *Netherlands Milk Dairy Journal*, 47, 151-164.
- KURT, A., ÇAKMAKÇI, S., ÇAĞLAR, A. 1993. Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniversitesi Yayınları. No: 252, 238 ss, Erzurum.
- KÜÇÜKÇETİN, A., YAYGIN, H. 2003. Fermente süt ürünlerinin sağlık üzerine etkileri. *Akademik Gıda*, (4), 7-13.
- KÜÇÜKÇETİN, A. ve MİLCİ, S. 2007. Uzun ömürlü yoğurt üretimi. *Süt Dünyası Dergisi*, 7: 30-32.
- LANKAPUTHRA, W. E. V., A SHAH, N. P. 1995. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* species in the presence of acid and bile salts. *Cultured Dairy Products Journal*, 30 (3): 113-118.
- LOURENS-HATTINGH, A., VILJOEN, B. C. 2001. Yogurt as probiotic carrier food. *International Dairy Journal*, 11 (1-2): 1-17.
- MENRAD, K. 2003. Market and marketing of functional food in Europe. *Journal of Food Engineering*, 56 (2-3): 181-188.

- MEHTA, A.M., PATEL, K., DAVE, P.J. 1984. Putrifaction and some properties of an inhibitory protein isolated from *Lactobacillus acidophilus* A.R. *Milchwissenschaft*, 39 (2): 86-89.
- MISHRA, V., PRASAD, D. N. 2005. Application of in vitro methods for selection of *Lactobacillus casei* strains as potential probiotics. *International Journal of Food Microbiology*, 103 (1): 109-115.
- MİLCİ, S. 2008. Çiğ ve Pastörize Sütten Üretilen Beyaz Peynirlerin Üretimi ve Olgunlaşma Döneminde Stafilokokal Enterotoksin Miktarının Belirlenmesi. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 218 ss.
- ÖZCAN, T., ERBİL, F., KURDAL, E. 1998. Sütün insan beslenmesindeki önemi, İçme Sütü, Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 31-41, Tekirdağ.
- ÖZER, B. 2006. Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Sidas yayınları, 486 ss, Şanlıurfa.
- 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. 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.
- PRASAD, J., GILL, H., SMART, J., GOPAL, P. K. 1999. Selection and characterization of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains for use as probiotic. *International Dairy Journal*, 8 (12): 993-1002.
- QSTLIE, H. M., TREIMO, J., NARVHUS, J. A. 2005. Effect of temperature on growth and metabolism of probiotic bacteria in milk. *International Dairy Journal*, 15:989-997.
- RASIC, J.L., KURMANN, I.J. 1983. Bifidobacteria and Their Role. Birkhäuser Verlag, 295pp, Basel.
- REINHEIMER, J. A., DEMKOW, M.R., CANDIOTI, M.C. 1990. Inhibition of coliform bacteria by lactic cultures, The Australian Journal of Dairy Technology, 45, 5-9.
- REMEUF, F., MOHAMMED, S., SODINI, I., TISSIER, J.P. 2003. Preliminary observations on the effects of milk fortification and heating on microstructure and physical properties of stirred yoghurt. *International Dairy Journal*, 13, 773-782.
- ROBINSON, R.K. 1989. Special Yoghurt the Potential Health Benefits. *Dairy Industries International*, 54 (7): 23-25.

- ROSENBERG, M., GUTNICK, D., ROSENBERG, E. 1980. Adherence of bacteria to hydrocarbons: A simple method for measuring cell surface hydrophobicity. *FEMS Microbiology Letters*, 9 (1): 29-33.
- SAMONA, A., ROBINSON, R.K., MARAKIZ, S. 1996. Acid production by bifidobacteria during fermentation and storage of milk. *Food Microbiology*, 13:275-280.
- SAXELIN, M., GRENOV, B., SWEENSSON, U., FONDER, R., RENIERO, R., MATTILA SANDHOLM, T. 1999. The technology of probiotics. *Trends in Food Science and Technology*, 10 (12): 387-392.
- SHIHATA, A., SHAH, N. P. 2002. Influence of addition of proteolytic strains of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* to commercial ABT starter cultures on texture of yoghurt, exopolysaccharide production and survival of bacteria. *International Dairy Journal*, 12 (9): 765-772.
- SHORTT, C. 1999. The probiotic century: Historical and current perspectives. *Trends in Food Science and Technology*, 10, 411-417.
- TABASCO, R., PAARUP, T., JANER, C., PELÁEZ, C., 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.
- TAMIME, A.Y., ROBINSON, R.K. 1988. Fermented milks and their future trends. Part II. Technological aspects. *Journal of Dairy Research*, 55, 281-307.
- TAMIME, A. Y., ROBINSON, R. K. 1999. *Yoghurt Science and Technology*. Woodhead Publishing Limited, 619 pp, Cambridge.
- TAŞ, E., ERGİNKAYA, Z. 2008. Bazı probiyotik laktik asit bakterilerinin *Escherichia coli* O157:H7 üzerine inhibisyon etkisi. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, 877-880 ss, Erzurum.
- TONGUÇ, I.E. 2006. Probiyotik Ayran Üretimi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 133 ss, İzmir.
- VAN DE CASTEELE, S., VANHEUVERZWIJN, T., RUYSSSEN, T., VAN ASSCHE, P., SWINGS, J., 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
- VINDEROLA, C. G., BAILO, N., REINHEIMER, J. A. 2000. Survival of probiotic microflora in Argentinian yoghurts during refrigerated storage. *Food Research International*, 33 (2): 97-102.

- VINDEROLA, C. G., REINHEIMER, J. A. 2003. Lactic acid starter and probiotic bacteria: A comparative "in vitro" study of probiotic characteristics and biological barrier resistance. *Food Research International*, 36 (9-10): 895-904.
- YALÇINKAYA, S., AYAR, A., ELGÜN, A. 2003. Buğday ruşeymi ve fitaz ilavesiyle besin değeri yüksek yoğurt üretimi. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (32): 57 -63.
- YAYGIN, H. 1999. Yoğurt Teknolojisi. Akdeniz Üniversitesi Yayın No:75, 330ss, Antalya.
- YETİŞMEYEN, A. DEVECİ, O. 2000. Üçüncü bin yılın başında Türkiye süt sektörünün durumu ve Avrupa'daki konumu. VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı. Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri, 1-18, Tekirdağ.
- YILMAZ, L. 2006. Yoğurt Benzeri Fermente Süt Ürünleri Üretiminde Farklı Probiyotik Kültür Kombinasyonlarının Kullanımı. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 25ss, Uludağ.
- WARD, C. D. W., KOEFERLI, C. S. and SCHWEGLER, P. P. 1999. European strawberry yogurt market analysis with a case study on acceptance drivers for children in Spain using principal component analysis and partial least squares regression. *Food Quality and Preference*, 10 (4-5): 387-400.
- XANTHOPOULUS, V., LITOPOULOU-TZANETAKI, E., TZANETAKIS, N. 2000. Characterization of *Lactobacillus* isolates from infant faeces as dietary adjuncts. *Food Microbiology*, 17 (2): 205-215.

ÖZGEÇMİŞ

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.

2008-2009 eğitim-öğretim yılı Güz Dönemi'nde Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Halen aynı kurumda eğitimine devam etmektedir.