



T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PROBİYOTİK YOĞURTLARIN KALİTE ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE *SPİRULİNA PLATENSİS*'İN ETKİSİ**

DİYETİSYEN SIDIKA SEHER AKÇA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAYVANSAL ÜRÜNLER HİJYEN VE TEKNOLOJİSİ
(DİSİPLİNLERARASI) ANABİLİM DALI

Danışman
Doç. Dr. Ahmet Hulusi DİNÇOĞLU

BURDUR-2020

T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PROBİYOTİK YOĞURTLARIN KALİTE ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE *SPİRULİNA PLATENSİS*'İN ETKİSİ**

DİYETİSYEN SIDIKA SEHER AKÇA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAYVANSAL ÜRÜNLER HİJYEN VE TEKNOLOJİSİ
(DİSİPLİNLERARASI) ANABİLİM DALI**

Danışman

Doç. Dr. Ahmet Hulusi DİNÇOĞLU

Bu Araştırma Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 0521-YL-18 projesi numarası ile desteklenmiştir.

BURDUR- 2020

KABUL VE ONAY

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Sıdka Seher AKÇA tarafından **Doç. Dr. Ahmet Hulusi DİNÇOĞLU** yönetiminde hazırlanan **Probiyotik Yoğurtların Kalite Özellikleri Üzerine Spirulina platensis'in Etkisi** başlıklı tez çalışması jüri üyeleri olarak tarafımızdan okunmuş; kapsamı ve niteliği açısından Hayvansal Ürünler Hijyen ve Teknolojisi (Disiplinler arası) Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak oy birliği / oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Smavı Tarihi

24/01/2020

Prof. Dr. Filiz Kork

Unvanı Adı ve Soyadı

Kurumu

Başkan

Doç. Dr. Ahmet Hulusi DİNÇOĞLU

Doç. Dr. Ahmet Hulusi
DİNÇOĞLU

Burdur Mehmet Akif
Ersoy Üniversitesi

Jüri

Prof. Dr. Mehmet Akif Ersoy
(imza)

Unvanı Adı ve Soyadı

Prof. Dr. Mehmet Akif Ersoy

Kurumu

Jüri

ONAY

Bu tez, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Lisans Üstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu **28/01/2020** Tarih ve **09**...sayılı kararı ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. M. Doğa TEMİZSOYLU

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

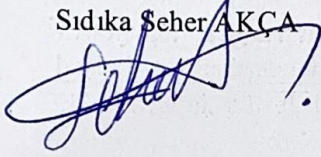
Yüksek Lisans öğrenimim ve tez dönemim süresince bana her konuda destek veren, yardım ve tavsiyelerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ahmet Hulusi DİNÇOĞLU'na, yine bu süreç boyunca kıymetli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşarak tez çalışmamın bütün aşamalarında yardımını benden esirgemeyen Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Öğretim Üyeleri Prof. Dr. Özen YURDAKUL, Doç. Dr. Erhan KEYVAN, Dr. Öğr. Üyesi Halil YALÇIN, Öğr. Gör. Erdi ŞEN ve bölüm arkadaşlarım başta Uzman Diyetisyen Ali İLERİ, Bil. Uz. Vet. Hek. Zuhal ÇALIŐKAN, Vet. Hek. Jerina RUGJİ, Diyetisyen Osman ÇAKIR olmak üzere katkıda bulunan herkese teşekkürlerimi borç bilirim. Bu zorlu tez sürecinde benden desteğini bir an için bile esirgemeyen gece-gündüz laboratuvar çalışmasına getirip götürten sevgili babama, tüm eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen her zaman yanımda olan annem ve bir tanecik kardeşime...

ETİK BEYAN

Probiyotik Yoğurtların Kalite Özellikleri Üzerine Spirulina platensis'in Etkisi başlıklı tez çalışmamdaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, Doç. Dr. Ahmet Hulusi DİNÇOĞLU danışmanlığında Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna göre yazıldığımı beyan ederim.

24/01/2020

Sıdıka Şehin AKÇA



İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK	i
KABUL ve ONAY	ii
TEŞEKKÜR	iii
ETİK BEYAN	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER	ix
TABLolar	x
RESİMLER	xii
SİMGE VE KISALTMALAR	xiii
ÖZET	xvi
ABSTRACT	xvii
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Fonksiyonel Gıdalar	1
1.2. Algler	5
1.2.1. Alglerin Kullanım Alanları	7
1.2.1.1. Gıda Olarak Kullanımı	7
1.2.1.2. Akuakültürde Kullanımı	12
1.2.1.3. Hayvan Yemi Olarak Kullanımları	12
1.2.1.4. Tarımda Kullanımları	12
1.2.1.5. Tıp ve Eczacılıkta Kullanımları	13
1.2.1.6. Endüstriyel Alanlarda Kullanımları	14
1.2.1.7. Atık Su Arıtımında Kullanılması	14
1.2.2. Alglerin Antimikrobiyal Etkileri	15
1.2.3. Alglerin Antimutajenik, Antikanserojenik ve Antitümöral Etkileri	17
1.3. Spirulina Türleri	17
1.3.1. <i>Spirulina platensis</i>	20
1.3.1.1. <i>Spirulina platensis</i> 'in Üretimi	26
1.3.1.2. <i>Spirulina platensis</i> 'in Etkileri	27
1.3.1.2.1. Antioksidatif Etkileri	27
1.3.1.2.2. Antimikrobiyal Etki	28
1.3.1.2.3. Antiviral Etki	28
1.3.1.2.4. Sağlık Etkileri	29
1.3.1.2.5. Gıdalarda Kullanımı	32
1.4. Probiyotikler	33
1.4.1. Probiyotik olarak Kullanılan Mikroorganizmalar	34
1.4.2. Probiyotik Mikroorganizmaların Etki Mekanizmaları ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri	36
1.4.2.1. Laktik Asit Bakterileri	38
1.4.2.1.1. Laktik Asit Bakterilerinin Antimikrobiyal Aktiviteleri ve Antibiyotiklere Dirençlilikleri	42
1.4.2.2. <i>Bifidobacterium</i> Cinsi Bakterilerin Genel Özellikleri	44
1.5. Yapılan Çalışmalar	45

2. GEREÇ ve YÖNTEM	59
2.1. Uygulanacak Yöntem/Yöntemler	59
2.1.1. Süt	59
2.1.2. Süt Tozu	59
2.1.3. Starter ve Probiyotik Kültürler ve Hazırlanmaları	59
2.1.4. <i>Spirulina platensis</i>	59
2.1.5. Ambalaj Materyali	59
2.1.6. Kullanılan Alet ve Ekipmanlar	60
2.2. Deneysel Yoğurt Üretimi	60
2.3. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Yapım Aşamaları	60
2.3.1. Çiğ süt	60
2.3.2. Süt Tozu İlavesi	61
2.3.3. Pastörizasyon	61
2.3.4. Soğutma	61
2.3.5. <i>Spirulina platensis</i> ve Kültür ilavesi	61
2.3.6. Dolum	61
2.3.7. İnkübasyon	61
2.3.8. Depolama	62
2.4. Yoğurtlarda Uygulanacak Olan Analizler	63
2.4.1. Fiziko-Kimyasal Analizler	63
2.4.1.1. Ph	63
2.4.1.2. Asitlik (Titrasyon) Tayini	63
2.4.1.3. Su Tutma Kapasitesi	63
2.4.1.4. Kuru Madde Miktarı	64
2.4.1.5. Kül Miktarı	64
2.4.1.6. Toplam Protein (Azot) Miktarı Analizi	64
2.4.1.7. Yağ Miktarı Tayini	65
2.4.1.8. Toplam Diyet Lif Miktarı Analizi	65
2.4.2. Mikrobiyolojik Analizler	65
2.4.2.1. Toplam Mezofil Aerob Bakteri Sayımı	66
2.4.2.2. Koliform Grubu Bakteri Sayımı	66
2.4.2.3. Maya ve Küflerin Sayımı	66
2.4.2.4. <i>Streptococcus thermophilus</i> Sayımı	66
2.4.2.5. <i>Lactobacillus bulgaricus</i> Sayımı	66
2.4.2.6. <i>Bifidobacterium animalis</i> Sayımı	67
2.4.2.7. <i>Lactobacillus acidophilus</i> Sayımı	67
2.5. Duyusal Analizler	67
2.6. Tekstürel Analizler	67
2.7. İstatistiksel Analizler	67
3. BULGULAR	68
3.1. Kimyasal Değişimler	68
3.1.1. Kuru Madde	68
3.1.2. Kül	70
3.1.3. Titrasyon Asitliği	72
3.1.4. Yağ	74
3.1.5. pH Değerleri	75

3.1.6. Protein	77
3.1.7. Su Tutma Kapasitesi	79
3.1.8. Çözünmez Diyet Lifi	81
3.1.9. Çözünür Diyet Lifi	83
3.2. Mikrobiyolojik Değişimler	84
3.2.1. Koliform Grubu Bakteriler	84
3.2.2. Toplam Mezofilik Aerob Bakteri	85
3.2.3. <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	86
3.2.4. <i>Streptococcus thermophilus</i>	88
3.2.5. <i>Lactobacillus acidophilus</i>	90
3.2.6. <i>Bifidobacterium animalis</i>	92
3.2.7. Maya-Küf	94
3.3. Duyusal Değişimler	96
3.3.1. Renk	96
3.3.2. Yapı	97
3.3.3. Koku	99
3.3.4. Tat	100
3.3.5. Genel Kabul Edilebilirlik	102
3.4. Tekstürel Analizler	104
3.4.1. Sertlik	104
3.4.2. Elastikiyet	105
3.4.3. Yapışkanlık	107
4. TARTIŞMA	109
4.1. Fiziko-Kimyasal Değerler	109
4.1.1. Kuru Madde	109
4.1.2. pH	110
4.1.3. Kül	111
4.1.4. Yağ	111
4.1.5. Protein	112
4.1.6. Titrasyon Asitliği	112
4.1.7. Su Tutma Kapasitesi	113
4.1.8. Çözünür Diyet Lifi	113
4.1.9. Çözünmez Diyet Lifi	114
4.2. Mikrobiyolojik Değişimler	114
4.2.1. Koliform Grubu Bakterilerilerin Sayımı	114
4.2.2. Maya-Küf	114
4.2.3. Toplam Mezofilik Aerob Bakteri	115
4.2.4. <i>Streptococcus thermophilus</i> Sayımı	115
4.2.5. <i>Lactobacillus bulgaricus</i> Sayımı	115
4.2.6. <i>Lactobacillus acidophilus</i> Sayımı	116
4.2.7. <i>Bifidobacterium animalis</i> Sayımı	117
4.3. Duyusal Değişimler	117
4.3.1. Yapı	117
4.3.2. Renk	118
4.3.3. Koku	118
4.3.4. Tat	119

4.3.5. Genel Kabul Edilebilirlik	119
4.4. Tekstürel Değişimler	120
4.4.1. Sertlik	120
4.4.2. Elastikiyet	120
4.4.3. Yapışkanlık	120
5. SONUÇ	122
KAYNAKLAR	125
ÖZGEÇMİŞ	132



ŞEKİLLER

- Şekil 2.1.** *Spirulina platensis*li probiyotik yoğurt örneklerinin üretim şeması **62**
- Şekil 3.1.** Muhafaza süresince kuru madde değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%) **68**
- Şekil 3.2.** Muhafaza süresince kül değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%) **70**
- Şekil 3.3.** Muhafaza süresince titrasyon asitlik değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%) **72**
- Şekil 3.4.** Muhafaza süresince yağ değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%) **74**
- Şekil 3.5.** Muhafaza süresince pH değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması **76**
- Şekil 3.6.** Muhafaza süresince protein değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%) **78**
- Şekil 3.7.** Muhafaza süresince su tutma kapasite değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%) **80**
- Şekil 3.8.** Muhafaza süresince çözünmez diyet lif değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%) **82**
- Şekil 3.9.** Muhafaza süresince çözünür diyet lif değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%) **83**
- Şekil 3.10.** Muhafaza süresince toplam mezofil bakteri değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (\log_{10} kob/g) **85**
- Şekil 3.11.** Muhafaza süresince *Lactobacillus bulgaricus* değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (\log_{10} kob/g) **87**
- Şekil 3.12.** Muhafaza süresince *Streptococcus thermophilus* değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (\log_{10} kob/g) **89**
- Şekil 3.13.** Muhafaza süresince *Lactobacillus acidophilus* değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (\log_{10} kob/g) **91**
- Şekil 3.14.** Muhafaza süresince *Bifidobacterium animalis* değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (\log_{10} kob/g) **93**
- Şekil 3.15.** Muhafaza süresince maya-küf değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (\log_{10} kob/g) **95**
- Şekil 3.16.** Muhafaza süresince genel kabul edilebilirlik değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması **102**
- Şekil 3.17.** Muhafaza süresince sertlik değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (g) **104**
- Şekil 3.18.** Muhafaza süresince elastikiyet değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması **106**
- Şekil 3.19.** Muhafaza süresince yapışkanlık değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (mJ) **108**

TABLULAR

Tablo 1.1.	İnsan tüketim için kullanılan veya kullanılması önerilen mikroalgler	8
Tablo 1.2.	Gıdalarda tüketilen bazı algler	9
Tablo 1.3.	<i>Spirulina maxima</i> 'nın organik ekstraktlarının antibakteriyel aktiviteleri	17
Tablo 1.4.	Spirulinanın bilimsel sınıflandırılması	18
Tablo 1.5.	Spirulina türleri	19
Tablo 1.6.	<i>Spirulina platensis</i> 'in temel bileşenleri	20
Tablo 1.7.	<i>Spirulina platensis</i> ile bazı besinlerin protein içeriklerinin karşılaştırılması	21
Tablo 1.8.	<i>Spirulina platensis</i> 'in aminoasit kompozisyonu	22
Tablo 1.9.	<i>Spirulina platensis</i> 'in vitamin içeriği	23
Tablo1.10.	<i>Spirulina platensis</i> 'in mineral içeriği	23
Tablo1.11.	<i>Spirulina platensis</i> 'in yağ asitleri ve miktarları	24
Tablo1.12.	<i>Spirulina platensis</i> 'in yapısındaki vitamin C, α -tokoferol ve β -karoten miktarlarının mevsimsel değişimleri	25
Tablo1.13.	<i>Spirulina platensis</i> ve <i>O. Amphibia</i> 'nın C-PC ve ham ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri	27
Tablo1.14.	Başlıca probiyotikler	36
Tablo1.15.	Probiyotiklerin sağlık üzerindeki olumlu etkileri ve etki mekanizmaları	38
Tablo1.16.	Geleneksel fermente ürünlerinde laktik asit bakterileri	41
Tablo 2.1.	Yoğurt tiplerinde <i>Spirulina platensis</i> 'in konsantrasyonu	60
Tablo 3.1.	Muhafaza süresince kuru madde oranlarında meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)	68
Tablo 3.2.	Muhafaza süresince kül oranlarında meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)	70
Tablo 3.3.	Muhafaza süresince titrasyon asitliği değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)	72
Tablo 3.4.	Muhafaza süresince yağ değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)	74
Tablo 3.5.	Muhafaza süresince pH değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması	75
Tablo 3.6.	Muhafaza süresince protein değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (g/100 g)	77
Tablo 3.7.	Muhafaza süresince su tutma kapasitesi değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)	79
Tablo 3.8.	Muhafaza süresince çözünmez diyet lifi değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)	81
Tablo 3.9.	Muhafaza süresince çözünür diyet lifi değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)	83
Tablo 3.10.	Muhafaza süresince koliform bakteri sayısında meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (\log_{10} kob/g)	84
Tablo 3.11.	Muhafaza süresince toplam mezofilik aerob sayısında meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (\log_{10} kob/g)	85
Tablo 3.12.	Muhafaza süresince <i>Laktobacillus bulgaricus</i> sayısında meydana	87

	gelen değişimlerin karşılaştırılması (log ₁₀ kob/g)	
Tablo 3.13.	Muhafaza süresince <i>Streptococcus thermophilus</i> sayılarında meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log ₁₀ kob/g)	88
Tablo 3.14.	Muhafaza süresince <i>Lactobacillus acidophilus</i> sayısında meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log ₁₀ kob/g)	90
Tablo 3.15.	Muhafaza süresince <i>Bifidobacterium animalis</i> değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log ₁₀ kob/g)	92
Tablo 3.16.	Muhafaza süresince Maya-Küf değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log ₁₀ kob/g)	94
Tablo 3.17.	Muhafaza süresince renk değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması	96
Tablo 3.18.	Muhafaza süresince yapı değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması	97
Tablo 3.19.	Muhafaza süresince koku değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması	99
Tablo 3.20.	Muhafaza süresince tat değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması	100
Tablo 3.21.	Muhafaza süresince genel kabul edilebilirlik değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması	102
Tablo 3.22.	Muhafaza süresince yoğurtlarının sertlik değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (g)	104
Tablo 3.23.	Muhafaza süresince yoğurtların elastikiyet değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması	105
Tablo 3.24.	Muhafaza süresince yoğurtlarının yapışkanlık değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (mJ)	107

RESİMLER

Resim 1.1. <i>Spirulina platensis</i> mikroskopik görünüm	19
Resim 1.2. <i>Spirulina laxa</i> mikroskopik görünüm	19
Resim 1.3. <i>Spirulina majör</i> mikroskopik görünüm	20
Resim 1.4. <i>Spirulina maxima</i> mikroskopik görünüm	20
Resim 1.5. <i>Spirulina platensis</i> üretim akış şeması	26



SİMGELER VE KISALTMALAR

AIDS	Acquired Immunodeficiency Syndrome
β	Beta
$^{\circ}\text{C}$	Santigrad Derece
DNA	Deoksiribonükleik Asit
Gram (+)	Gram Pozitif
Gram (-)	Gram Negatif
gr	Gram
HIV	Human Immunodeficiency Virus
μl	Mikrolitre
μg	Mikrogram
μm	Mikrometre
NaCl	Sodyum Klorür
pH	Power of Hydrogen
mL	Mililitre
mg	Miligram
cm	Santimetre
Mg	Magnezyum
Ca	Kalsiyum
K	Potasyum
I	İyot
B ₆	Pridoksin
FeCl ₃	Demir klorür
ALT	Alanin aminotransferaz
AST	Aspartat aminotransferaz
DPPH	Difenil pikrilhidrazil
BHT	Bütillenmiş Hidroksil Tolüen
PUFA	Polyunsaturated Fatty Acid
C-PC	Cost Per Click

NASA	National Aeronautics and Space Administration
OTU	Operational Taxonomic Units
SOD	Süper Oksit Dismutaz
LAB	Laktik Asit Bakteriler
GLA	Gamma Linolenik Asit
α	Alfa
NO_3^-	Nitrat
CO_2	Karbondioksit
NaNO_3	Sodyum nitrat
HCO_3^-	Bikarbonat
rRNA	Ribozomal Ribo Nükleik Asit
LR	Lösin-Arjinin
LDL	Low Density Lipoprotein
VLDL	Very Low-Density Lipoprotein
EPA	Eikosapentaenoik Asit
C-PC	Cost Per Click
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
WFP	Dünya Gıda Programı
IFAD	Uluslararası Tarımsal Kalkınma Fonu
DSHEA	Gıda Bütünleyici Sağlık ve Eğitim Yasası
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
<i>S. platensis</i>	<i>Spirulina platensis</i>
EMP	Emden Meyerhoff Parnas
HMF	Hegzos Mono Fosfat
<i>L.</i>	<i>Lactobacillus</i>
<i>Bb</i>	<i>Bifidobacterium</i>
<i>S</i>	<i>Streptococcus</i>
<i>B</i>	<i>Bacillus</i>
<i>P</i>	<i>Pediococcus</i>
<i>B</i>	<i>Bacteriodes</i>
<i>Pb</i>	<i>Propionibacterium</i>

TAMB	Toplam mezofilik aerob bakteriler
Log	Logaritma
Kob	Koloni oluşturan birim
pH	Power of Hydrogen
WHC	Water Holding Capacity
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences



ÖZET

Probiyotik Yoğurtların Kalite Özellikleri Üzerine *Spirulina platensis*'in Etkisi

Fonksiyonel gıda kategorisinde yer alan probiyotik yoğurtların aromasını artırmak, ürüne hoş koku katmak, sağlık açısından ekstra olumlu etkiler ortaya çıkarmak amacıyla bazı fonksiyonel bileşenler ilave edilmektedir. Ülkemizde de üretimi yapılan *Spirulina platensis* antioksidan, antimikrobiyal ve sağlık üzerine olumlu etkileri ile bu alanda kullanılan ürünlerden biri olmuştur. Bu çalışmada, yoğurda *Bifidobacterium animalis*, *Lactobacillus acidophilus* probiyotik kültürlerinin yanında *Spirulina platensis* ekleyerek hem sağlık açısından ekstra faydalar sağlayan hem de niteliğinde farklılık oluşturarak yeni bir ürün elde etmek ve probiyotik yoğurdu fonksiyonelliği artırılmış bir ürün haline getirmek amaçlanmıştır. Bu çalışmada *Spirulina platensis* tozu ilaveli probiyotik yoğurtların muhafaza süresince fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve duyuşsal kalitelerinde meydana gelen değişimler araştırılmıştır. Deneysel olarak üretilen yoğurtlar +4 °C'de 28 gün boyunca depolanmış ve muhafazanın 0, 7, 14, 21 ve 28. günlerinde analizlere tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre *Spirulina platensis* ihtiva eden yoğurt örneklerimizde çözünür-çözünmez diyet lif miktarları kontrol grubundan yüksek seviyelerde bulunmuştur. Yoğurt örneklerinde *Spirulina platensis* miktarının artmasına bağlı olarak su tutma kapasitesi, kuru madde, kül ve protein miktarları artmıştır. Koliform grubu bakteriler *Spirulina platensis* ihtiva eden örneklerde daha az bulunmuş, muhafazanın 7. gününden sonra örneklerin hiçbirinde görülmemiştir. *Spirulina platensis* ihtiva eden yoğurt gruplarında konsantrasyon oranı arttıkça toplam mezofil aerobik bakteri, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis* sayılarında yükselmeler tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre en beğenilen grup %1 ile yapısında en yüksek *Spirulina platensis* konsantrasyonunu ihtiva eden D grubu örnekleri olmuştur. Elde edilen veriler, probiyotik kültür ilaveli yoğurtlara *Spirulina platensis* ilavesinin genel olarak ürünün niteliklerinde olumlu değişimler meydana getirdiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *Bifidobacterium animalis*, *Lactobacillus acidophilus*, Probiyotik bakteriler, *Spirulina platensis*, Yoğurt

ABSTRACT

The Effect of *Spirulina platensis* on Quality Characteristics of Probiotic Yogurt

Some functional ingredients are added in order to increase the aroma of probiotic yoghurt in the functional food category, to add a pleasant smell to the product and to create extra positive effects in terms of health. *Spirulina platensis*, which is produced in our country, has become one of the products used in this field with its positive effects on antioxidant, antimicrobial and health. In this study, *Bifidobacterium animalis*, *Lactobacillus acidophilus* probiotic cultures are added to the yogurt, besides adding *Spirulina platensis*, it is aimed to obtain a new product that provides extra benefits in terms of health as well as making the probiotic yogurt a functional product. In this study, changes in the physico-chemical, microbiological, textural and sensory quality of the probiotic yogurts with *Spirulina platensis* powder were investigated. Experimental yogurts were stored at +4 °C for 28 days and analyzed on days 0, 7, 14, 21 and 28 of the enclosure. According to the results obtained, the amount of soluble-insoluble dietary fiber in our yogurt samples containing *Spirulina platensis* was found to be higher than the control group. Due to the increase in the amount of *Spirulina platensis* in yoghurt samples, water holding capacity, dry matter, ash and protein amounts increased. Coliform group bacteria were found less frequently in samples containing *Spirulina platensis*, and were not seen in any of the samples after the 7th day of storage. Increases in total mesophilic aerobic bacteria, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* numbers were found in the yogurt groups containing *Spirulina platensis*. According to the sensory analysis results, the most admired group was D group samples with the highest *Spirulina platensis* concentration in its structure with 1%. The data obtained showed that the addition of *Spirulina platensis* to probiotic culture supplemented yogurts generally caused positive changes in the quality of the product.

Key Words: *Bifidobacterium animalis*, *Lactobacillus acidophilus*, Probiotic bacteria, *Spirulina platensis*, Yoghurt

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Fonksiyonel Gıdalar

İlk çağlardan bugüne insanlığın en temel sorunu beslenme ve açlık günümüzde hala önemini korumaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Dünya Gıda Programı (WFP), Uluslararası Tarımsal Kalkınma Fonu (IFAD) tarafından yayınlanan raporda, Dünya’da 805 milyon insanda hala kronik yetersiz beslenme sorunu görüldüğü ve Sahra Altı Afrika’da dört kişiden birinin kronik açlık çektiği, Asya’da 526 milyon insanın aç barındığı belirlenmiştir (Alçay ve Bostan, 2017).

Son 10 yılda; nüfus artışı, küreselleşme, kentleşme ve ticarileşme gibi sebeplerden dolayı üretim ve tüketim motiflerinin değişmesi tüketicilerin, gıda ürünlerine yönelik taleplerinde dikkat çeken farklılıklar ortaya çıkarmıştır (Hacıoğlu ve Kurt, 2012). 21. yüzyıla girerken tüm toplumun uzun ömür beklentileri ve teknolojinin gelişmesi ile birlikte beslenme bilimcileri optimum beslenme konusundaki vurguyu artırmaktadırlar. Optimum beslenme kavramı ise bireylerin hayatı boyunca hastalanma risklerini en aza indirmek ve yaşam kalitesini yükselterek fizyolojik aktivitelerini maksimum seviyelere getirilmesini sağlamaktır. Optimum beslenme kavramına yardımcı olan fonksiyonel gıdalarda ise büyük gelişimler görülmektedir (Boyacıoğlu, 2017).

Günümüzde bilinen yöntemlere alternatif olarak gıda artıklarının değerlendirilmesi, selülozdan gıda üretimleri, probiyotik bazlı gıdaların besin maddelerinin içinde yer alması, yeni gıda işleme tekniklerinin geliştirilerek gıda olarak kullanımının sağlanması gibi yeni yöntemler sunulmaktadır. Bu alternatifler arasında fonksiyonel gıdalar da sayılmaktadır (Alçay ve Bostan, 2017).

Fonksiyonel gıdalar genel olarak; temel beslenmenin yanında sağlığa iyi gelen ve görsel olarak da günlük tüketilen geleneksel gıdalara benzemesine rağmen hastalıklardan korunma da etkinlik gösteren gıdalar arasında yer alması ile tanınmaktadır. Ayrıca, tüketicilerin beslenmelerinde fonksiyonel gıda ve bileşenlere

yer vermesi toplumun tedavi masrafları ve işgücü kayıpları üzerinde azalma oluşturmaktadır (Hacıoğlu ve Kurt, 2012). Fonksiyonel gıdalar, gıda bütünüleyicileri olarak da bilinmektedir. Gıda bütünüleyici (besin destek ya da dietary supplement) terimi sene 1994'te ABD'de yürürlüğe giren Gıda Bütünüleyici Sağlık ve Eğitim Yasası (DSHEA)'na göre "Ağızdan alınmak üzere gıdalara katılan vitamin, mineral, bitkisel drog, amino asit, enzim, organ dokuları, salgı bezleri ve metabolitleri" anlatmaktadır. Konsantre ve ekstreler (yumuşak jel, tablet, jelatin kapsül, toz ya da sıvı hali, kapsül hali)'de bu terimi kapsamaktadır. DSHEA içerisinde bu ürünler "gıda" adı altında değerlendirilmekte ve "ilaç" olarak kabul edilmemektedir (Başer, 2002). Avrupa Birliği Fonksiyonel Gıdalar Komisyonu'nun tanımlamasında fonksiyonel gıdaların normal gıda görünüşünde olmasının yanısıra hap veya kapsül formunda da olabileceği belirtilmiştir (Alaşalvar ve Pelvan, 2009).

Fonksiyonel gıda tanımlarının ortak noktası, insan sağlığına artı bir değer katması ve hastalık risklerini azaltarak birçok vücut fonksiyonlarına fayda sağlamasıdır. Fonksiyonel gıdalar, doğada bulunan besinlerin bir veya birden daha çok sayıdaki bileşenlerinin değiştirilmesi ile oluşturulan gıdalar olabilir. Literatür taramalarının sonucunda daha ayrıntılı yapılan bir tanımlama ise "normal bir diyetin bir parçası olarak tüketilebilen geleneksel gıdaya benzer olan ancak basit beslenme ihtiyaçlarının karşılanmasından ötürü fizyolojik roller kazandırılmak üzere modifiye edilen gıdalardır" şeklindedir (Boyacıoğlu, 2017).

Fonksiyonel gıda, 1980'li yıllarda Japonya' da kullanılmaya başlamış olup daha sonraları bu gıdalar üzerinde ilginin artması ile Avrupa ve ABD' de fonksiyonel gıdalar üzerine duyulan ihtiyacı belirtmişlerdir. 1990'lı yıllardan sonra tüm dünyaya hızla yayılmış ve büyük bir fonksiyonel gıda pazarının doğmasına yol açmıştır (Hacıoğlu ve Kurt, 2012).

FDA 6 Ekim 2000'de gıda bütünüleyiciler için fonksiyon ve yapı iddialarından dolayı yönetmeliği yürürlüğe almıştır. Yönetmelikle reçetesiz sayılan pek çok "hafif rahatsızlık" için sağlık yayarı sağlayan gıda bileşenleri gıda bütünüleyicileri sınıfında yer almaya başlamıştır. Zayıflatıcı, antiemantik, hazmı kolaylaştırıcı, afrodisyak, antasit, sedatif, uyku ilacı, stimülan, laksatif, müleyyin ve gaz gidericiler bu sınıf

içerisinde yer almış olup, bu yönetmeliğin yürürlüğe girmesi ile gıda bütünüyleci pazarının büyüdüğü gözlemlenmiştir (Başer, 2004).

2004'te ki çalışmaya göre; Dünyada 50,6 milyar dolarlık bir fonksiyonel gıda pazar payı ortaya çıkmıştır. Bu pazarın büyük bir kısmını mineral-vitaminler oluşturmaktadır. Pazar payının 20,6 milyar dolarlık kısmından %40'lık bir satış tutarı elde edilmektedir. Bitkisel ilaçların pazar payı ise 19,6 milyar \$'dan elde edilen %39'luk kısım toplam satış tutarıdır. ABD' de gıda bütünüylecileri içinde bitkisel Pazar payının %80'den büyük olduğu, Avrupa'daki bitkisel pazar payının ise %15-20 düzeyinde olduğu belirtilmiştir. Spor ve zayıflama ürünlerinin pazar payı 10,4 milyar \$ olmakla beraber, özellikle ABD'de en hızlı gelişen sektör olma niteliğindedir. Gıda bütünüylecileri piyasasında en büyük pazar payı 16,3 milyar \$ ile Kuzey Amerika'nındır. Onun arkasından 15 milyar \$ ile Avrupa, 7,8 milyar \$ ile Asya ve 7,2 milyar \$ ile Japonya gelmektedir (Başer, 2004).

2007 yılındaki veriler göre; dünyanın en büyük fonksiyonel gıda pazarını 27 milyar \$' a yakın satış tutarı ile ABD oluşturmaktadır. İkinci sırada ise Japonya, yaklaşık 16,4 milyar \$'lık satış tutarı ile yerini almaktadır. ABD ve Japonya karşılaştırılması yapıldığında, Avrupa'daki fonksiyonel gıda ürün pazarı çok fazla gelişme gösterememiştir (Hacıoğlu ve Kurt, 2012).

Son 5 yılın verilerine göre; Türkiye'de fonksiyonel gıda pazarında büyük bir gelişme meydana geldiği görülmektedir. Tüketicilerin fonksiyonel ürünler üzerine ilgisinin artması ve sağlık bilincinin artmasına paralel olarak, firmalar fonksiyonel ürünleri pazara sunmaya başlamaktadır. Türkiye'nin 2009 yılı verilerinde; 2,2 milyar \$'lık pazar satış tutarı olduğu ifade edilmekte olup, genel pazar büyüklüklerine göre bu alanda gelişmekte olan ülkeler sınıfında yer almaktadır (Hacıoğlu ve Kurt, 2012).

Bir gıdanın fonksiyonel kategorisine girebilmesi için aşağıdaki özellikleri taşıması gerekmektedir (Çoskun, 2005):

- Sağlığa katkıda bulunmalıdır.
- Günlük beslenmede devamlı tüketilen gıdalardan olmalıdır.
- Günlük alınması gereken miktarları belirlenmiş olmalıdır.

- Gıdanın tüketiminin güvenilirliği belirlenmiş olmalı ve bilimsel çalışmalarla desteklenmiş olmalıdır.
- Gıdalar işlenerek fonksiyonel bir özellik kazandırılmışsa bunların besleyici değerinin kaybetmemiş olması gerekmektedir.
- Gıda veya bileşeni ilaç olarak kullanımı olmaması gerekmektedir.

Fonksiyonel gıdalar kullanım amaçlarına göre;

- Prebiyotik ve probiyotikler,
- Çocuk sağlığı üzerine geliştirilen gıdalar,
- Alerji, şeker rahatsızlıkları gibi hastalıklar üzerine geliştirilmiş gıdalar olarak 3'e ayrılmıştır (Anonim, 2009).

Hayvansal ve bitkisel kökenli birçok farklı besinden fonksiyonel gıda olarak yararlanılmaktadır.

- Düşük sodyumlu veya sodyumsuz tuzlar yüksek kan basıncı rahatsızlıklarına karşı koruyucu gıdalardır.
- Sporcular için enerji içecekleri
- Düşük kalorili unlu gıdalardan ekmek, light bisküviler, düşük kalorili az yağlı süt ve süt ürünleri; diyabet vakalarında, obezite tedavilerinde, ağız ve diş sağlığı için kullanılmaktadır.
- Çölyak rahatsızlıkları için glutensiz gıdalar tasarlanmıştır.
- Diyabetik vakalar için şeker alkollerini kullanılarak çikolata, reçel, şekerlemeler hazırlanmıştır. Bu besinler yapay tatlandırıcılar kullanılarak da hazırlanmaktadır.
- Diyet lifi içeriğinin artırılmış gıdalar
- Bağışıklık sistemi, ağız ve diş sağlığı, kemik gelişimi, anemiye karşı koruma amaçlı hamile bireyler için kalsiyum bakımından zenginleştirilmiş gıdalar, folik asit ve demir içeriği yükseltilmiş margarin, un, ekmek ve iyotlu tuz gibi gıdalar elde edilerek kullanımı artırılmaktadır.
- Kalp-damar rahatsızlıklarına karşı koruyucu etkisi olan üzüm çekirdeği ekstresi eklenmiş gıdalar
- Omega-3 içeriği yükseltilmiş margarin ve yumurta gibi gıdalar

- İyi kolesterol seviyelerini destekleyici gıda olarak; bitki stanol ve bitki sterollerini içeren modifiye margarin ürünleri
- Probiyotik içeren bebek devam mamaları, yoğurt gibi fermente ürünler, süt bazlı fermente içecekler probiyotik gıdalara örnektirler. Bu gıdalar *laktobasiller* ve *bifidobakteriler*'den zengin olmalarından dolayı bağışıklık sisteminde, kalp-damar rahatsızlıklarına karşı korumada, kolon kanserinin ilerlemesini durdurmada etkilidir (Boyacıoğlu, 2017).

Fonksiyonel gıdalarla ilgili araştırmalar ve onların sağlık etkileri ile bilimsel araştırmalar devam ettikçe fonksiyonel özellikleri olan yeni gıda bileşenleri ortaya çıkarılmakta, bilinen gıdalara alternatif yeni ürünler sunulmaktadır. Bu alanda son yıllarda üzerinde çalışılan bileşenlerden biride alglerdir (Boyacıoğlu, 2017).

1.2. Algler

Dış görüntüsü tek hücreli ve iplikli bir yapıda olan algler, yarı sucul ve sucul alanlarda geniş yer kaplayan; ototrof, fotosentetik çoğunlukla ökaryotik canlılardır. Bu canlılar, suda yaşayan canlıların önemli besin kaynaklarından biridir (Akyıl ve ark., 2016).

Deniz yosunları olarak da bilinen makroalglerin insanlar tarafından fark edilmesi M.Ö. 2700 yıllarına uzanmaktadır. Bu alglerin en eski kullanımı gübreler olarak belirlenmiş ve içerdiği bileşiklerden dolayı tarımda verimli olmuştur, ancak literatürlerle etkilerinin belirlenmesi son zamanlarda olmuştur (Duan, 2013).

Milattan önceki yıllarda Kore, Japonya ve Çin gibi Uzakdoğu ülkelerinde alglerin gübre şeklinde kullanılmasının yanında hayvan yemi, gıda boyaları, gıda katkı maddesi, kozmetik ham maddesi, ilaç ham maddesi olarak geniş alanda kullanımı gerçekleşmiştir. Bu amaçla kullanımı yapılan algler o zamanlarda fırtınaların sahillerden sürüklediği ve doğal ortamlardan toplanan alglerden oluşmaktaydı. Doğal ortamlardan toplanması ile deniz ekosistemleri tahribine neden olduğu için toplanma yasağı getirilmiştir. Bunun üzerine 1900'lü yılların başında geleneksel yosun yetiştiriciliği başlatılmıştır. Avrupa'da 12. yüzyılda İrlanda, Fransa,

İngiltere’de gübre olarak kullanılmış, Fransa’da 17. yüzyılda gübre olarak yetiştiriciliğine başlanmıştır. 1700’lü yılların başında İskoçya’daki yıllık üretimin 20.000 ton kuru ağırlığa çıktığı belirlenmiştir. Günümüzde alg endüstrisinde ihtiyaç duyulan hammadde genellikle yetiştiricilik yoluyla yapılmaktadır. FAO kaynaklarına göre dünya genelinde 14,5 milyon ton yosun yetiştiriciliği yapılmakta olup bunun ticari hacmi ise yaklaşık 7,54 milyar dolar civarındadır (Duan, 2013).

Dünya nüfusunun artması, karasal beslenme yetersizlikleri ve yeni beslenme trendleri gibi nedenlerden dolayı alglerin gıda sektöründe kullanımı gün geçtikçe artış göstermektedir. Gıda endüstrisinde alglerin ekstraktı ile elde edilen karragen, agar-agar, aljinik asit gibi ürünler katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Bu deniz algleri Japonya, Kore, Filipinliler, Çin ve benzeri ülkelerde daha çok gıda olarak, Amerika ve Avrupa’da ise hem gıda hem de birçok endüstriyel alanda hammadde olarak kullanılmaktadır (Duan, 2013).

Tatlı, acı ve tuzlu sularda yetişen, makroskobik ve mikroskobik yapıda 200.000’den fazla alg bulunmakla birlikte, bunların sadece 200’ü endüstriyel alanda kullanılmaktadır. Maliyetlerinin düşük olması, gün içinde ağırlıklarını 2 katına çıkarabilmeleri, çevreye karşı dirençli olmalarından dolayı biyoteknolojik çalışmalarda da yer almaktadırlar (Akyıl ve ark., 2016). Algler morfolojik yapılarına göre kırmızı, yeşil, kahverengi, kamçılı, ateş rengi, altın rengi ve mavi-yeşil olarak sınıflandırılmıştır (Çelikel ve ark., 2006). Bu sınıflandırmadaki alg türlerinden ürün elde eden endüstriler gelişmeye başlamıştır. Örneğin; Danimarka’da agar elde etme çalışmaları yapılmış ve 1940’da “Danimarka agarı” olarak bilinen kırmızı alg cinsinden olan *Furcellaria*’dan birçok ürün elde edilmiştir (Duan, 2013). Genellikle kırmızı ve kahverengi alg türleri, insanların gıda ihtiyacını karşılamaktadır. Bu türler salata ve çorba yapımında, kurutulmuş olarak da sos ve baharatlarda kullanılmaktadır (Alçay ve ark., 2017).

Besin ve ekonomik değeri tam olarak belirlenen deniz alglerinin dağılımında, su yapıları ve iklim şekillerine göre büyük değişiklikler görülmektedir. Denizler üst kısmından başlayarak 1000 metre derinliklere kadar yosunlarla kaplıdır. Alglerin deniz suyunda çözünmüş birden fazla elementi direkt olarak tüm yüzeyleriyle

alabilmesi, bu canlıyı mineral madde alımını yalnız köklerden sağlayan bitki gruplarına karşı daha avantajlı kılmaktadır. Alg özleri; gelişmiş ülkelerde organik tarımda en fazla kullanılmasının yanında tohum çimlenmesinin artırılması, ihtiyaç olan besin içeriklerinin alınabilmesi, stres koşullarına karşı direncin artırılması gibi alanlarda da değerlendirilmektedir. Alglerin kimyasal içerikleri, bünyelerindeki yararlı veya zararlı bileşimlerin incelenmesi ile eczacılık, kozmetik ve tıp alanı ile gıda sanayisinde faydalanılma olanakları belirlenmiştir (Duan, 2013).

1.2.1. Alglerin Kullanım Alanları

1.2.1.1. Gıda Olarak Kullanımı

Çok hücreli ökaryotik organizmalardan makro algler denizlerin önemli canlılarından. Dünyada 43 ülkede üretilen 28 milyon tonluk algin 800 bin tonu doğadan toplanırken geri kalanı kültürel yolla elde edilmiştir. Makro algler üretilmesiyle ilgili ülkemizde çalışmalar bulunmakla birlikte ticari olarak kültürü yapılmamaktadır (Alçay ve ark., 2017).

Algler, bugüne kadar ABD’de ve Batı Avrupa ülkelerinde yaygın bir şekilde besin olarak tüketilmemiş ancak besinlerin yapısına bileşen şeklinde girerek ve teknolojik çalışmalarla oluşturulan yeni olanaklarla birçok alanda kullanılmıştır (Aktar ve Cebe, 2003).

Mikroalglerin ilk kez gıda olarak kullanılma düşüncesi, İkinci Dünya Savaşı’ndan sonra ortaya çıkmış, Tokyo’da 1955 yılında ilk olarak mikroalglerden *Chlorella* türünün çiftliği kurulmuştur. Ülkemizde ise ilk olarak Ege Üniversitesinde havuzlarda *Spirulina* üretimi yapılmıştır. Pek çok araştırma ile mikroalglerin insan gıdasında kullanılabileceği belirlenmiştir (Alçay ve ark., 2017). Tablo 1.1’de insan tüketiminde kullanılan veya kullanımı önerilen mikroalgler gösterilmiştir.

Tablo 1.1. İnsan tüketimi için kullanılan veya kullanılması önerilen mikroalgler (Alçay ve ark., 2017).

Alg	Kaynağı
Siyanobakteri (Mavi-Yeşil Alg)	
<i>Spirulina platensis</i>	ABD, Tayland, Çin, Tayvan, Hindistan gibi ülkelerde kültüre edilmiştir.
<i>Spirulina maxima</i>	ABD, Tayland, Çin, Tayvan, Hindistan gibi ülkelerde kültüre edilmiştir.
<i>Nostoc commune</i>	Sahadan toplanmış
<i>Aphonizomenon flos-aqua</i>	Sahadan toplanmış (ABD, Klamath Gölü)
Chlorophyta	
<i>Chlorella spp.</i>	Tayvan ve Japonya’da kültür edilmiş.
<i>Duneliella salina</i> (beta karoten için)	Avusturya, İsrail ve ABD’de kültüre edilmiştir.
<i>Scenedesmus spp.</i>	Çekoslovakya’da deneysel olarak kültür edilmiştir.
<i>Haemotococcus pluviialis</i> (astaksanthin için)	Sadece deneysel kültürü yapılmıştır.

Günümüzde çoğalan popüler algler arasında endüstride daha çok kullanılan *Spirulina* ve *Chlorella* türleri yer almaktadır. Fransız Petrol Araştırma Enstitüsü 1962 yılında mavi-yeşil alg sınıfında yer alan *Spirulina*’nın, gıda bileşimleri bakımından çok zengin olduğunu bildirmiştir. *Spirulina*’lar spiral yapılarından dolayı kültür ortamında kolay hasat elde edilmeleri ile üretimde fotoototroflardan daha avantajlılardır (Yakhdansaz, 2015). Birçok ülkede *Spirulina* türleri ve kullanım alanları ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Yapılan bir çalışmada Çad gölü sahillerinde çok fazla görülen alg türü *Spirulina*’dan Kadjili kabilesinin yeşilimsi un elde ettiği, gıdalara kattığı ve bunlarla beslenen kişilerde sağlıklı uzun boylu bireylerin oluştuğu belirlenmiştir (Yılmaz ve ark., 2016).

Tablo 1.2. Gıda olarak tüketilen bazı algler (Alçay ve ark., 2017)

Genel ismi	Tüketilen ülke	Bilimsel adı
Kombu, Dashima, Hai dai, Oarweed, Tangleweed, Sea Girdle, Sea Tangle, Sea Ribbon	Japonya, Kore, Çin	<i>L. digitata</i> , <i>L. japonica</i> , <i>L. longissima</i> , <i>L. angustata</i> , <i>L. coriacea</i> , <i>L. ochotensis</i>
Nori, Mor Laver Aonori veya Yeşil Laver	Japonya, Kore, Çin Japonya, Kore Cumhuriyeti	<i>Porphyra umbilicalis</i> <i>Monostroma</i> , <i>Enteromorpha</i> , <i>Ulva</i> spp.
Laver	İrlanda	
Wakame	Japonya, Kore, Çin	<i>Undaria pinnatifida</i>
Limu kohu	Havai	<i>Asparagopsis</i> <i>taxiformis</i>
Limu kala	Havai	<i>Sargassum</i> <i>echinocarpum</i>
Limu wawaeiole	Havai	<i>Codium</i> spp.
Limu huluhuluwaena	Havai	<i>Grateloupia filicina</i>
Limu palahalaha	Havai	<i>Ulva</i> spp.
Limu manauea	Havai	<i>Gracilaria</i> <i>coronopifolia</i>
Limu ele ele	Havai	<i>Enteromorpha</i> <i>prolifera</i>
Limu lipoa	Havai	<i>Dictyopteris</i> <i>plagiogramma</i>
Dulse, Dillisk, Sol	İskoçya, İrlanda, İzlanda	<i>Rhodymenia palmata</i>
Hiziki	Japonya	<i>Hizikia fusiformis</i>
İrlandalı moss veya karragenan moss	İrlanda	<i>Chondrus crispus</i>
Nori veya Amanoria	Japonya	<i>Porphyra</i> spp.
Zicai	Çin	
Deniz Marulu	İskandinavya, Büyük Britanya, İrlanda, Çin ve Japonya	<i>Ulva lactuca</i> , <i>Enteromorpha</i> spp.
Düğümlü yosun (egg wrack), Kaya otu, Norveç kelpi	Kanada, Norveç, İskoçya	<i>Ascophyllum</i> <i>nodosum</i>
Royal veya Tatlı Kombu	İrlanda, İngiltere, Avrupanın Kuzey Atlantik Kıyıları, Kuzey Amerika'nın Atlantik Kıyıları	<i>Laminaria</i> <i>saccharina</i>
Deniz spagettisi	Kuzeydoğu Atlantik Okyanusu ve Kuzey Denizi	<i>Himantalia</i> <i>elongata</i>
Deniz üzümü veya yeşil havyar	Japonya, Filipinler	<i>Caulerpa lentillifera</i>

Alglerden üretilen besinler farklı isimlendirmeler ile günümüze kadar gelmiştir. Gıda olarak kullanılan alglerden kırmızı alg türü olan *Porphyra* spp. ülkeler de farklı isimlerle bilinmekte, Japonya’da Nori, İrlanda’da Galler, Kore’de Gim, İskoçya’da Laver ve Çin’de Ziacain adlarıyla kullanılmaktadır. Haidai adıyla bilinen gıda *Laminaria japonica*’nın Çin’ce ismidir. Wakeme, Japonya’da *Underia pinnatifida*’dan elde edilen gıdadır. Bu ürünün kurutulmuş haline de “suboshi wakame” denilmektedir (Alçay ve ark., 2017). Gıda olarak kullanılan diğer alg türleri ve tüketen ülkeler Tablo 1.2’de gösterilmiştir.

Nori, *Porphyra umbilicalis* türünün kültür edilmesi ile hazırlanan gıdadır. Bu türün hasadı yapıp kurutulduktan sonra paketlenme işlemi yapılmaktadır. Bu gıdada kuru laver yaprağı “hoshi-nori” olarak adlandırılmakta, kızartılmış olan çeşidine de “yaki-nori” denilmektedir. 1300 yıldır Japonya’da önemli bir gıda olan Nori şeker, sake, baharat, şarap ve soya sosu karışımına ilave edilmekte, suşi yapımında, haşlanmış pirinç, çorba veya şehriyenin lezzetlendirilmesinde kullanılmaktadır (Alçay ve ark., 2017).

Yeşil laver veya aonori de *Ulva* spp., *Monostroma* spp. ve *Enteromorpha* spp. gibi türlerin karışımından oluşmaktadır. Bu ürünler kızartılarak tüketildiği gibi, toz haline getirilerek veya ezilerek çorbalara ve pirinçlere de katılmaktadır. Bunların yanında ekstra yeşil laverin şeker ve soya sosuyla kaynatılmasından sonra konservesi yapılmaktadır (Alçay ve ark., 2017). *Ulva*, *Porphyra*, *Laurencia*, *Rhodymedia*, *Polysiphonia* ve *Gelidium* türleriyle çay yapılmaktadır (Aktar ve Cebe, 2010). *Laminariales* sınıfından *Laminaria* grubu barındırdığı besin öğeleri ile Uzak Doğu’da insan beslenmesinde uzun yıllardır kullanılmaktadır (Alçay ve ark., 2017).

“Limu” olarak bilinen yosun Hawaii adalarında 4000 yıldan beri tüketilmekte olup bu adadaki insanlar Limu koku’yu hoş yosun anlamında kullanmaktadırlar. Çiğ balık salatası poke’nin geleneksel malzemesi olan bu yosun adada yemeklere lezzet vermesi için yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Malezya, Endonezya, Vietnam ve Filipinler’de kırmızı alglerden olan *Gracilaria* türünü buradaki insanlar toplayıp gıdalara jelleştirici olarak ilave etmektedirler (Alçay ve ark., 2017).

Palmaria palmata'dan yapılan Dulse Kanada, İrlanda, İzlanda'da yetişmekte ve İrlanda'da "dillisk" diye bilinmektedir. Dulse diğer türlere göre kalitesiz bir kuruma gösterdiği için daha çok toz haline getirilerek baharat olarak kullanılmaktadır. İzlanda'da ise tereyağı ile kızartılarak cips yapımında, pizza hamurlarının hazırlanmasında, lezzet vermesi için sodyum glutamat yerine et yemeklerinde kullanılmaktadır (Alçay ve ark., 2017).

Yeşil havyar veya deniz üzümünün birden fazla türü vardır ancak, besin olarak en çok kullanılan türü *Caulerpa racemosa* ve *C. lentillifera*'dır. Toz şeklinde veya taze yeşillik olarak salatalarda, çorba ve benzeri yemeklerde kullanılmaktadır. *Ascophyllum nodosum* Norveç, İskoçya ve Kanada'da alginik asit elde etmek için yaygın kullanılmakta, gıda kıtlığının yaşandığı ülkeler de insanlar için önemli bir besin maddesi olmaktadır (Alçay ve ark., 2017).

Kahverengi alglerden deniz spagettisi (*Himantalia elongata*), Kuzeydoğu Atlantik Okyanus'unda bulunmaktadır. Diğer yosunlar kadar tadı olmayan bu tür, tatlı ve makarna yanında verilmektedir (Alçay ve ark., 2017). Yine kahverengi alglerden, *Phaeophyceae* sınıfındaki *Laminaria digitata*'dan elde edilen aljinatlar pastacılık ürünlerinde, meyveli pasta kaplamalarında, ambalajların yapışmasının önlenmesinde, meyvelerin ısıdan etkilenmesinin engellenmesinde, kaplama yapılan pastaların çatlama ve kuruma gibi problemlerinin ortadan kaldırmasında kullanılmaktadır. Aljinatlar dondurma, kremsanti, krem peynir ve çikolatalı sütlerde erimeyi yavaşlatmakta ve düzgün bir yapı kazandırmakta, pudinglerin yumuşak bir kıvam almasını sağlamaktadır. Et ve balık ürünlerinde kaplayıcı film oluşturması ile oksidatif acılaşmayı önlemekte, yağ-su emülsiyonunu koruyarak tat koruyuculuğu yapmaktadır (Yılsay ve ark., 2001).

Bir çalışmada Venezuela halkına günlük 35 gram plankton içeren çorba verilmiş, bu çorbayla beslenen kişilerin sağlıklarının çok iyi olduğu görülmüştür. Gönüllü başka kişilere de *Scenedesmus* ve *Chlorella* verilmiş dozdaki artış ve kullanılan süreye göre kişilerde kusma, gaz gibi şikâyetler belirlenmiş, bu alglerin günlük tüketim miktarının 20 gr'dan fazla olmaması gerektiği bildirilmiştir (Demiriz, 2008).

1.2.1.2. Akuakültürde Kullanımları

Önemli yumuşakçaların besini olması ile ölü veya canlı mikroalgler akuakültürlerde kullanılmakta olup gıda üretim alanlarının hızla büyümekte olan bir daldır. Besinsel değerleri ile ön plana çıkan algler bakteriler ile birlikte sulu ortamlarda oksijen ve karbondioksit dengesinin sağlanmasında önemli role sahiptirler (Demiriz, 2008).

1.2.1.3. Hayvan Yemi Olarak Kullanımları

Ascophyllum nodosum'dan elde edilen alginatların yem üretiminde kullanılması gibi kahverengi, kırmızı ve bazı yeşil algler besin kaynağı olarak farklı hayvan yemlerinin üretiminde kullanılmaktadır (Alçay ve ark., 2017).

Kümes hayvanları üzerine bir çalışmada, yemdeki soya proteinine %25 oranında alg eklenmesiyle ağırlıklarında artış görülmüş, ancak alg oranının artması ağırlıkta azalmaya sebep olmuştur. Alg ile beslenen kümes hayvanlarının yumurta sarılarının daha koyu, et renklerinin pembe olduğu görülmüştür (Demiriz, 2008).

Koyunların yemlerine alg ilave edildiğinde, bu hayvanların birçok alg türünün karbonhidratlarını sindiremedikleri ancak, *Spirulina* türünü rahatça sindirdikleribildikleri belirlenmiştir (Demiriz, 2008). Bir başka çalışmada hayvanların alg ile beslenmesi sonucu toplam süt verimi ile A vitamini ve yağ miktarlarında artış görüldüğü gözlemlenmiştir (Aktar ve Cebe, 2010).

1.2.1.4. Tarımda Kullanımları

Günümüzde deniz yosunları; tarımda toprağın biyolojik kalitesini yükselterek verimliliği artırmak, havalandırmaya yardımcı olmak, erozyonu azaltmak, su hareketlerini kolaylaştırmak, kök ve bitki gelişimine yardımcı olmak için kullanılmaktadır (Demiriz, 2008). Alglerin azot ve iz elementler yönünden oldukça zengin olmasından dolayı birçok ülkede gübre olarak kullanımı oldukça yaygındır. Fosfattan fakir topraklarda patates üretimi yapılırken, alg gübresi ile süperfosfat

karıştırıldığında verimlilik açısından çok iyi sonuçların alındığı bildirilmektedir. Gübre olarak en çok *Ulva*, *Enteromorpha*, *Cystoseira* türleri kullanılmaktadır (Aktar ve Cebe, 2010).

Alglerin ekstraktları turunçgil, elma, asma gibi meyveler ile orkide gibi süs bitkilerinin yetiştiriciliğinde ve sera sebzeciliğinde yaygın kullanılmaktadır. Tarımda kullanılması ile bitkilerin %30'a varan oranlarda daha fazla gelişme gösterdiği, ürünlerin depolama ömürlerini uzadığı, virüslerin yayılmasını engellediği ve tarım ilaçlarının etki kapasitesini artırdığı saptanmıştır (Duan, 2013).

Tarım üzerine yapılan bazı çalışmalarda; marullarda, sıvı yosun ekstraktı olan Kelpak'ın etkisiyle ürünün verimliliğinin arttığı, Ca, Mg ve K değerlerinin yükseldiği, fasulyelerin verimliliğinde ise %24'lük bir artış sağladığı belirlenmiştir. Deniz yosunu ekstraktının buğday üzerine olan etkisi incelendiğinde, bitkinin kuru ağırlığını ve boyunu artırdığı görülmüştür. Yine alg ekstraktlarının yapısındaki organik asitlerin toprak içindeki metal iyonlarıyla bütünleşmesi ile molekül ağırlığı yükselmekte ve bu sayede bitkinin kökleri daha iyi gelişim göstermektedir. Bir başka çalışmaya göre de *A. nodosum* ekstraktının Thompson türü çekirdeksiz üzüm veriminde olumlu etkiye neden olduğu, don ve aşırı tuzluluk olaylarına karşı direncini artırdığı saptanmıştır (Duan, 2013).

1.2.1.5. Tıp ve Eczacılıkta Kullanımları

Algler; bağışıklığı artırmada, kan dolaşımını düzenlemede, ağır metal zehirlenmelerinde, deri yaralanmalarında, kolesterol ve damar tıkanıklarında iyileştirici yönde rol oynamaktadır. *Ulva* türleri düşük kaloriliyle obez bireylerin zayıflamasında ön plana çıkmaktadır. Ayrıca bu tür A vitamini yönünden zengin olması ile Güney Amerika'da guatr hastalığına karşı bireylerin direnç göstermesi için kullanılmaktadır. Guatra hastalığına iyi gelen bir diğer alg türü de *Fucus serratus* türünden elde edilen bileşenlerdir. *Chlorella* ve *Spirulina* türleri de bağışıklığın güçlendirmesi için kullanılmaktadır. Ayrıca birçok alg türünün antiviral etkinlik gösterdiği ifade edilmektedir (Aktar ve Cebe, 2010).

Algler fikokolloidleri yapısında barındırmasıyla eczacılıkta önemli bir kullanım alanı edinmiştir. Fikokolloidler higroskopik özellikleriyle jelleştirici, süspanse edici, emülsifiye edici, kalınlaştırıcı ve stabilize edici etkiler ortaya koymaktadırlar. Fikokolloid kaynağı olarak Karadeniz’de yaygın olarak bulunan *Phyllophora nervosa* eczacılıkta ve tıpta özellikle ilaç sanayisinde, bağırsakta çözünen ilaçların kaplanması kullanılmaktadır. Mineraller bakımından oldukça zengin olması ve deriyi rejenere etme özelliğinin bulunması ile güzellik endüstrilerinde “thalassoterapi” uygulamasının son zamanlarda Türkiye’de de giderek artış gösterdiği belirlenmiştir (Aktar ve Cebe, 2010).

1.2.1.6. Endüstriyel Alanlarda Kullanımları

Boya ve tekstil sanayisinde; fazla akıcılığı engellemek, emülsiyonu sabit tutmak ve pigmentlerin zarar görmesini en aza indirmek amacıyla, kâğıt sanayisinde; kâğıtların yüzeylerini cilalamakta, su sızdırma ve mürekkep dağılımını önlemekte, parşömen kâğıt üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca kauçuk sanayisinde, doğal kauçuğa yumuşaklık ve akıcılık sağlamaktadır. Alkol sanayisinde berraklaştırıcı olarak ve kokteyl gibi karışımların çökmesini önlemek için stabilizatör olarak kullanılmaktadır. İlaç sanayisinde, yağ ve mum çözeltilerine akıcılık kazandırması, tabletlerde de ayrıştırıcı ve dolgu maddesi şeklinde kullanımı yapılmakta olup tabletleri kaplaması ile vitamin, antibiyotiklerin içilebilir hale getirilmesini sağlamaktadır. Kozmetik sanayisinde ise, cilt temizleme maddelerinde, saç boyalarında, cilt kremlerinde ana madde olarak kullanılmaktadır. Sabunların daha fazla köpürmesi için, şampuanların temizleyici özelliğini artırmak için, diş macunu içindeki tebeşiri yok etmek için ilave edilmektedir (Demiriz, 2008).

1.2.1.7. Atık Su Arıtımında Kullanılması

Evsel ve endüstriyel kaynaklardan oluşan atıkları, organik ve inorganik bileşikleri arıtmak için kullanılmaktadır. Temizlenme prosesleri oksijenli ortamda gerçekleşmekte ve algler tarafından oksijenlendirme yapılmaktadır (Aktar ve Cebe, 2010). Azot ve fosfor gibi temizlenmesi zor olan bileşikler algler besin kaynağı

olarak kullanmaları ile 1-2 saatte veya birkaç günde bu tür maddeleri sulardan temizlemektedirler (Demiriz, 2008).

Atık suların temizlenmesi ile yapılan çalışmalarda algin türlerine göre atık su temizlemeleri farklılık göstermiştir. *Chorella vulgaris* çinko, bakır ve kadmiyum giderici, *Oscillatoria* spp. krom temizleyici, *Scenedesmus chlorelloides* molibden temizleyici, *Chlamydomonas* türlerinin ise kurşun temizleyici olduğu belirlenmiştir. Alg biyoması tarafından bakır ve kadmiyumun %70-90 oranında temizlenebileceği ifade edilmektedir (Şen ve ark., 2003).

Atık sular havuzlarda fiziksel, kimyasal, biyolojik olarak mekanik arıtma yanında, havalandırma pompaları gibi mekanik araçların kullanılmadığı, arıtmanın tamamen doğal olarak yapıldığı havuz sistemleri de önemli bir basamak oluşturmuştur. Havuz tipleri aerobik, anaerobik veya fakültatif olup en çok kullanılan havuz tipi fakültatif olanıdır. Bu tip havuzlar etkili arıtma olması için, alg kültürlerinin yapılabilmesi amacıyla, atık suyun bekleme süresini kısaltmak için kurulmuştur. Fransa, Almanya'da 3000'den fazla, ABD'de 7000'den fazla fakültatif havuz tipi kullanılması ile havuzların geniş bir alana yayıldığı belirlenmiştir (Şen ve ark., 2003).

Yüksek oranlı algal havuz sistemleri etkin arıtma göstererek, mekanik karıştırıcılarla ve suyun bir yönde sürekli akışının sağlayan kanallar ile havalandırılması yapılmaktadır. Havalandırma sonucunda oksijenin fazla olması, atık suyun havuz için kalma süresini kısaltmaktadır. Ancak bu havuz tiplerinde bazı sorunlar görülmektedir. Alglerin hasat edilmesi işlemlerinde mekanik karıştırıcılar durdurulduğunda alglerin havuz tiplerine çökmesi beklenmektedir. *Euglena*, *Oscillatoria*, *Chlorella*, *Chlamydomonas* gibi alg türleri çökmeye dirençli olduklarından dolayı havuzlarda olmaması tercih edilir (Şen ve ark., 2003).

1.2.2. Alglerin Antimikrobiyal Etkileri

Bilindiği üzere antimikrobiyal maddeler sekonder metabolit olmaları ile iklim ve besin zinciri değişikliklerinden etkilenmektedirler. Haliki ve ark. (2005), bir

çalışmasında İzmir körfezi kıyılarındaki alglerin antibakteriyel ve antifungal etkilerini araştırılmış, çalışma sonucunda araştırılan etkilerin mevsimlere göre değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir.

Demiriz'in bir çalışmasında; kahverengi alg türü olan *Cystoseira tamariscifolia* ekstraktının, *Pseudomonas aeruginosa*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*'ye karşı antibakteriyel, aktifungal ve sitotoksik etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir (Demiriz, 2008). Bir başka çalışmada bazı alg türlerinin *E. coli*, *S. aureus* ve *C. albicans*'a karşı farklı düzeylerde antimikrobiyal etki gösterdiği saptanmıştır (Köse ve ark., 2017). El-Baky ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada ise farklı bakteri türlerine karşı *S. maxima*'nın antibakteriyel etkisi incelenmiş, Tablo 1.3'de de görüldüğü gibi değişen düzeylerde antibakteriyel etkilerin ortaya çıktığı ifade edilmiştir (El-Baky ve ark., 2008).

Jania rubens ile yapılan bazı çalışmalarda antifungal ve antibakteriyel etkiler olduğu, sitotoksik aktivitelerle tümör hücrelerine etki ettiği, en yüksek etkinin kloroform ekstraktıyla sağlandığı tespit edilmiştir. Mavi-yeşil algler üzerinde bir çalışmada da *Synechocystis* spp. türünün *Proteus vulgaris* ve *Micrococcus flavus*' a karşı etkili olduğu saptanmıştır (Demiriz, 2008).

Mikroalgler antimikrobiyal etkinliğinin incelendiği bir çalışmada farklı çözümler ile hazırlanmış ekstraktların *Bacillus cereus*, *B. subtilis*, *B. thuringiensis*, *B. megaterium*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Micrococcus luteus*, *M. flavus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*'a karşı farklı düzeylerde antimikrobiyal etki gösterdiği belirlenmiştir (Demiriz, 2008).

Tablo 1.3. *Spirulina maxima*'nın organik ekstraktlarının antibakteriyel aktiviteleri (El-Baky ve ark., 2008)

Bakteriyel Tür	Chloramphenicol			<i>S. mx.</i> COE büyümesi				<i>Sp. mx.</i> COE büyümesi				<i>Sp. mx.</i> COE büyümesi			
	Antibiyotik			2.5 NaNO ₃ g L ⁻¹				1.875 NaNO ₃ g L ⁻¹				0 NaNO ₃ g L ⁻¹			
	10	20	MIC	2	4	8	MIC	2	4	8	MIC	2	4	8	MIC
	(µg/disk)	µg/ml	(µg/disk)	µg/ml	(µg/disk)	µg/ml	(µg/disk)	µg/ml	(µg/disk)	µg/ml	(µg/disk)	µg/ml	(µg/disk)	µg/ml	
<i>B. cereus</i>	15	20	20	7	7	13	50	5	8	12	45	4	8	12	30
<i>B. subtilis</i>	16	21	20	5	7	13	50	4	7	13	45	5	7	11	30
<i>Kl. pneumoniae</i>	17	22	20	4	8	13	50	4	7	12	45	5	7	11	30
<i>M. luteus</i>	18	23	20	4	8	13	50	4	7	12	45	5	7	10	30
<i>S. marcescens</i>	13	18	20	4	8	13	50	4	7	11	45	5	7	11	30
<i>Staph. aureus</i>	14	19	20	4	9	14	50	4	7	11	45	5	7	11	30

1.2.3. Alglerin Antimutajenik, Antikanserojenik ve Antitümöral Etkileri

Deniz alglerinin antitümöral etkileri ilk Nakazawa tarafından sulu ekstraktlarda incelenmiş, bu çalışmada alglerin polisakkarit içeriğinden dolayı antitümöral etkisine dikkat çekilmiştir (Aktar ve Cebe, 2010). Aktar ve Cebe (2010) bir çalışmada; yeşil, kırmızı ve kahverengi alglerin lipit ve polisakkarit fraksiyonlarının Ehrlich Karsinoma'ya karşı antitümöral etkisinin gözlemlenmesiyle, *Laminaria japonica*, *Scytosiphon lomentaria* ve *Lessonia nigricans* türlerinin antitümöral etkisini gözler önüne sermiştir.

Bryopsis türlerinden elde edilen Kahalalid F'nin, antitümöral ve antikanserojenik özellikler barındırdığı, bu madde ile prostat, kolon ve akciğer kanserlerinin kontrol altında tutulabileceği ifade edilmektedir. *Ulva* alg türünün kanserleşmiş kolonik epitelyum hücrelerine karşı sitotoksik ve sitostatik etki gösterdiği, *Chondria atropurpurea* türünün de kolorektal kanser hücresine karşı sitotoksik etki ortaya koyduğu bildirilmektedir (Aktar ve Cebe, 2010).

1.3. *Spirulina* Türleri

Günümüzde "süper gıda" olarak ifade edilen *Spirulina* türleri mikro algler grubundan olup çok eski yıllardan beri gıda olarak kullanıldığı bilinmektedir (Güler ve Gülmez, 2008). Azteklerin besin kaynağı olduğu bilinen *Spirulina*, Kanambu

kabileleri tarafından Afrika'da Dihe adında kullanılmış, Afrika'da Çad gölü etrafında toplanılıp kurutularak besin olarak tüketilmiştir (Dalay, 2013).

“Küçük bahar” anlamına gelen *Spirulina*'ların ılık ortamlarda, yüksek alkali göllerde ve tropik sığ havuzlarında gelişebilmesi onların ekstrem koşullarda yaşamlarını devam ettirebilen dirençli organizmalar grubunda yer almasını sağlamıştır (Tietze, 1999). Yüksek bikarbonat ve karbonat değerleri, yüksek pH ile karakterize tropikal ve subtropikal sularda çok geniş alana yayılan planktonik siyanobakterilerden olan *Spirulina*'nın sınıflandırılması Tablo 1.4'de gösterilmiştir (Dalay, 2013 ve Güler Gülmez, 2008).

Tablo 1.4. *Spirulina*'nın bilimsel sınıflandırılması

Üst Alem	Alem	Bölüm	Sınıf	Cins
Bakteri	Siyanobakteri	Cyanophyceae	Oscillatoriales	<i>Spirulina</i>

Spirulina'lar morfolojik, ekolojik, biyokimyasal ve moleküler yapılarına göre *Spirulina* ve *Arthrospira* olarak iki gruba ayrılmaktadır. İplikli siyanobakterilerden olan *Spirulina*'lar diyet desteği amacıyla yaygın bir şekilde kullanılmaktadırlar. Optimum büyüme sıcaklıkları da 35-38 °C civarında olup ılık, tropikal sıcaklıklarda rahatça üreyebilmektedirler (Vardaka ve ark., 2016). Protein ve vitaminler bakımından zengin bir kaynak olması bu alg grubunun besin olarak kullanım yaygınlığını artırmıştır. *Spirulina maxima* ve *Spirulina platensis* çeşitleri farklı çalışmalarda kullanılmıştır (Wu ve ark., 2016).

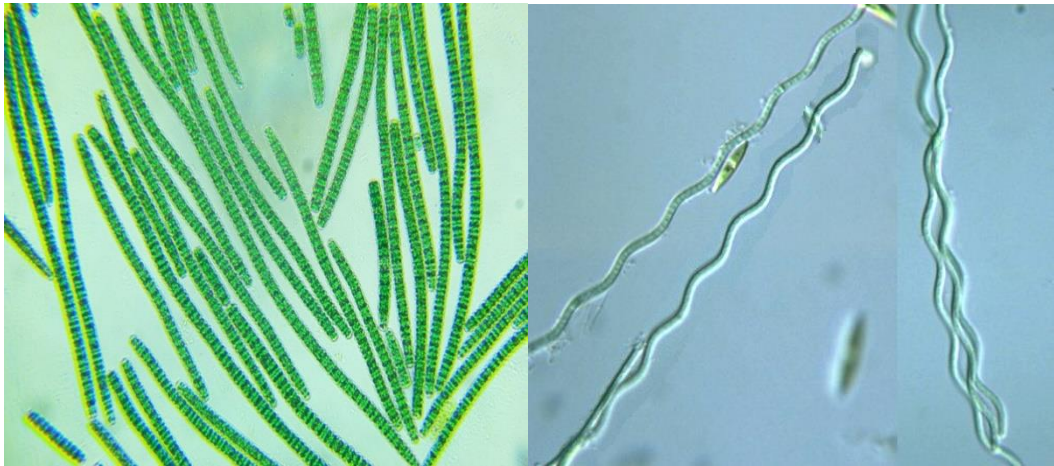
Spirulina türleri uzun yıllar boyunca özellikle Güney Amerika, Doğu Afrika ve Asya'da yaşayan yerli halkların temel besin ve geçim kaynaklarında biri olmuştur. *Spirulina maxima* türü Meksika, Asya ve Güney Amerika'da, *Spirulina platensis* türü ise özellikle Çad yöresinde yaşayanlar tarafından yoğun bir şekilde kullanılmıştır (Kurhan, 2012). Yapılan çalışmalar 14 farklı *Spirulina* türü olduğunu ifade etmektedir (Tablo 1.5). İç ve Doğu Anadolu'daki termal sularda yapılan incelemeler, *S. labyrinthiformis*, *S. major*, *S. laxissima*, *S. subsalsa*, *S. subtilissima*,

S. meneghiniana, *S. tenerrima* türlerinin bu sulara dağılım gösterdiğini ortaya koymaktadır (Ak ve Cirik, 2017).

Tablo 1.5. Spirulina türleri

Türler	Kaynak
<i>Spirulina platensis</i>	(13)
<i>S. maxima</i>	(9)
<i>Synechocystis aquatilis</i>	(9)
<i>S. jeneri</i>	(16)
<i>S. laxissima</i>	(16)
<i>S. majör</i>	(16)
<i>S. nordstedtii</i>	(16)
<i>Stigonema mesentericum</i>	(16)
<i>S. fusiformis</i>	(50)
<i>S. labyrinthiformis</i>	(2)
<i>S. subsalsa</i>	(2)
<i>S. subtilissima</i>	(2)
<i>S. meneghiniana</i>	(2)
<i>S. tenerrima</i>	(2)

Spirulina türleri arasında yaygın kullanımı bakımından ön plana çıkan fikosiyanın üreticisi olan *Spirulina platensis*' tir. *Spirulina fusiformis*, *Spirulina maxima*, *Synechococcus* spp. *Nostoc*, *Oscillatoria quadripunctulata* türleri de kullanımı yaygın olanlardır (Yılmaz ve ark., 2016). Farklı *Spirulina* türlerinin mikroskopik görüntüleri Resim 1.1-1.4'de sunulmuştur.



Resim 1.1. *S. platensis* mikroskopik görünümü

Resim 1.2. *S. laxa* mikroskopik görünümü



Resim 1.3. *S. majör* mikroskobik görünümü



Resim 1.4. *S. maxima* mikroskobik görünümü

1.3.1. *Spirulina Platensis*

S. platensis çok hücreli ipliksi yapısı ve art arda sıralanmış silindirik trikomonun heliks şeklinde dizilmesi ile oluşan filamentli bir siyanobakteridir. Ancak tuzlu ve sıcak ortamda heliks yapısı değişebilmektedir. Filamentleri suyun dalgalanmaları ile hareket etmektedirler. Trikomları üzerinde belirsiz geçitler vardır ve bunların üzerindeki tepe kısımları belirgindir. Uç hücreleri yuvarlak halde olup trikomların genişliği 6-10 µm arasında değişmektedir (Dalay, 2013; Yüçetepe ve Özçelik, 2016). Ayrıca mikroskop ile gözlenen hücresel yapısında morfolojik sınıflandırılmış bir nükleus ve plastid mevcut olmadığı ve dışta gram (-) tipte bir zara sahip olduğu gözlemlenmiştir (Yılmaz ve ark., 2016).

Tablo 1.6. *Spirulina platensis*'in temel bileşenleri (Yüçetepe ve Özçelik, 2016)

Besin	İçerik (%)
Proteinler	60 – 70
Karbonhidratlar	13.5 - 15
Yağlar	5 – 6
Vitaminler	<1
Mineraller	7
Pigmentler	<1
Nem	6 - 13.5

S. platensis 1927 yılında Turpin tarafından ilk kez ortaya çıkarılmıştır (Yılmaz ve ark., 2016). Yapısında yüksek oranda vitamin, mineral ve diğer besin bileşenlerini bulunduran *S. platensis* insanlar üzerinde metabolik aktiviteyi artırıcı etkiye sahiptir. Yine yapısındaki proteinlerin %95 oranında sindirilebilir özellikte olması bu türü besleyiciliği açısından ön plana çıkarmaktadır (Tablo 3.2) (Güler ve Gülmez, 2008).

Spirulina platensis yüksek protein değeri ve dengeli aminoasit içeriğinden dolayı, NASA (National Aeronautics and Space Administration) tarafından besin tabletlerinde kullanılmaktadır (Baylan ve ark., 2010). Bazı besinler ile *S. platensis*'in protein miktarları Tablo 1.7'de sunulmuştur.

Tablo 1.7. *Spirulina platensis* ile bazı besinlerin protein içeriklerinin karşılaştırılması (Güler ve Gülmez, 2008).

Besin Maddeleri	Protein (%)
<i>Spirulina platensis</i>	60-70
Yumurta	12,8
Sığır eti	17,4
Tavuk eti	19
Sardalya	20,6
Alabalık	19,2
Koyun sütü	5,6
İnek sütü	3,2
Yoğurt	4,8
Soya	36,7

Protein içeriğinden zengin olan *S. platensis*, esansiyel aminoasit içeriği bakımından da ön plandadır. Sağlık ve yaşamsal faaliyetler için gerekli amino asitleri yeterli ve dengeli bir şekilde yapısında barındırmaktadırlar (Tablo 1.8).

S. platensis içerdiği selenyum, mangan, çinko, bakır gibi mineraller, beta-karoten, metionin, E vitamini, B6 ve B1 vitaminleri ile doğal bir antioksidan olup saç ve cilt sağlığında önemli bir yere sahiptir. Yüksek bir antioksidan yapısıyla süper oksitdismutas enzimi, *S. platensis*'in yapısındaki aminoasitlerin protein oluşturması için yardımcı rol üstlenmektedir. B12 vitamini bakımından zengin bir kaynak olması

vejetaryenler için bu besini ön plana çıkarmaktadır. Enerji bakımından dana çiğirinden 2-6 kat, E vitamini yönünden de buğday filizinden 3 kat daha etkili olduğu belirlenen *S. platensis* günlük vitamin ihtiyacının büyük bir kısmını karşılayabilme özelliğindedir (Tablo 1.9) (Güler ve Gülmez, 2008).

Tablo 1.8. *Spirulina platensis*'in aminoasit kompozisyonu (mg/g) (Dalay, 2013)

Aminoasitler	<i>S. platensis</i>	FAO Standardı	Yumurta
Esansiyel			
İzoleusin	4,6	4,0	5,8
Leusin	10,4	7,0	9,0
Lisin	4,4	5,5	6,7
Methionin	2,2	3,5	3,0
Fenilalanin	5,4	6,0	5,3
Treonin	5,4	4,0	5,3
Triptofan	1,5	1,0	1,8
Valin	7,5	5,0	7,2
Arginin	7,8		6,4
Histidin	1,8		2,6
Non-Esansiyel			
Alanin	7,6		10,7
Aspartik asit	11,0		
Serin	4,8		7,7
Glutamik asit	16,3		12,3
Glisin	5,4		3,8
Hidroksilin	0,5		
Prolin	3,7		4,3
Triosin	5,0		4,3

S. platensis birçok mineral bakımından da oldukça zengindir (Tablo 1.10). Doğadaki klorofil yapısı ile zengin bu tür, ıspanaktan 58 kat daha fazla demir içeriğine sahiptir. Gelişmiş demir içeriğinden dolayı kansızlık rahatsızlıklarında ve bağışıklık sisteminin artırılmasında kullanılmaktadır (Dalay, 2013)

Tablo 1.9. *Spirulina platensis*'in vitamin içeriği (Dalay, 2013)

Vitamin	İçerik (mg/kg)
Karoten (provitamin A)	170
Siyanokobalamin (B12)	1,6
d-Ca pantotenat	11
Folik asit	0,5
İnositol	350
Niasin (B3)	118
Pridoksin (B6)	3
Tiamin (B1)	55
Tokoferol (E)	190

Tablo 1.10. *Spirulina platensis*'in mineral içeriği (Tietze, 1999)

Mineraller	İçerik
Kalsiyum	12 mg/kg
Magnezyum	14.40 mg/kg
Demir	3.18 mg/kg
Fosfor	31,20 mg/kg
Potasyum	45,60 mg/kg
Sodyum	21,90 mg/kg
Manganez	78.00 mcg/kg
Çinko	36.00 mcg/kg
Bor	30.00 mcg/kg
Bakır	3.00 mcg/kg
Selenyum	1.0 mcg/kg

Tablo 1.11. *Spirulina platensis*'in yağ asitleri ve miktarları (Tietze, 1999)

Yağ Asitleri	İçerikleri (mg)
Gamma Linolenik Asit (GLA)	30,00
Esansiyel Linolenik	33,00
Dihomogamma Linolenik	1,59
Omega 3 ailesinden	
Alfa linolenik	0,0435
Dokosaheksaenoik (DHA)	0,0435
Monoenoic ailesi	
Palmitoleik	5,94
Oleik	0,51
Erüsik	0,072
Diğer yağ asitleri	
Palmitik Asit	60,00
Miristik Asit	1,24
Stearik Asit	0,204
Araşitik Asit	0,144
Behenik Asit	0,144
Lignoserinik Asit	0,072

S. platensis, insan sağlığı için faydalı bir besin olarak ilaç yapımında direk kullanımı veya içeriğinden elde edilen gama linoleik asit, β karoten ve ksantofil maddelerinin indirekt kullanımı ile yağ asitleri bakımından etkili bir kaynak olarak karşımıza çıkmaktadır (Dalay, 2013). Gamma linoleik asit (GLA) içeriği en fazla olan *S. platensis* omega 3 ve omega 6 esansiyel yağ asitlerinden zengindir. Omega 6 yağ asitinden zengin bir kaynak olarak bilinen cevizde bu oran %20-30 civarındayken, *Spirulina platensis*'te bu değer %49'dur (Tablo 1.11).

Yapılan bir çalışmada; *S. platensis* yapısındaki yağ asitlerinin çevre faktörlerinden etkilendiği, α - linolenik asit ve α - tokoferol değerlerinin yaz aylarında, C vitamini değerinin kış aylarında artış gösterdiği gözlemlenmiştir. *S. platensis* bileşimlerinin yapılan çalışmadaki sonuçlara göre yaz ve kış mevsimlerindeki değişimleri Tablo 1.12'de belirlenmiştir (Işık ve ark., 2006).

Tablo 1.12. *S. platensis*'in yapısındaki Vitamin C, α -tokoferol ve β -karoten miktarlarının mevsimsel değişimleri (mg/100 g) (Işık ve ark., 2006).

Vitaminler	Yaz	Kış
C vitamini	14.58±1.09	39.31±3.63
E (α - tokoferol)	6.57±1.18	0.88±0.05
β - karoten	21.44±0.42	17.50±1.56

Spirulina platensis makromoleküler yapısından dolayı sıcaklıktan etkilenmekte, sıcaklığın artması ile yapısındaki klorofil-a'daki fikobiliproteinler artmaktadır. Fikobiliproteinlerin %75'ini oluşturan fikosiyeninlerdeki pigmentasyon 20-30 °C sıcaklık ve orta şiddetli ışık altında en yüksek düzeyde ortaya çıkmaktadır. Yapılan incelemelerde 42-43 °C sıcaklıklarda, karotenoid oranları artmakta, fikobiliprotein ve klorofil-a yapısı bozulmaktadır. Bu bozulmadan kaynaklı *S. platensis*'in 35 °C'deki sabit mavi-yeşil rengi yeşile dönmektedir (Yılmaz ve ark., 2016). Ayrıca *S. platensis*'in optimum sıcaklığı 40 °C olsa da, fungal ve bakteriyel kaynaklar üzerindeki çalışmalarda renk gideriminin 25 °C gibi düşük sıcaklıklarda gerçekleştiği belirlenmiştir (Yakhdansaz, 2015).

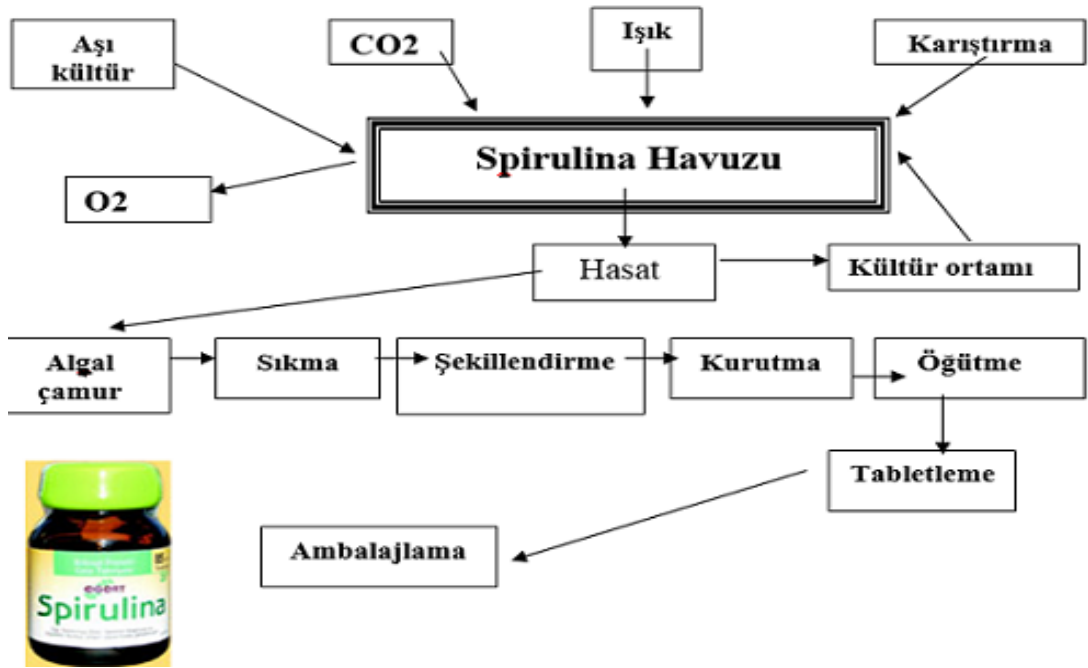
60 °C de 30 dakikada inaktive olan pigment, pH 6-7'de tazeliğini korumakla birlikte pH 9-10'nun en iyi üreme aralığı olduğu bildirilmiştir. pH'ın yüksek oranlarda görülmesinin sebeplerinden biri, azot kaynağı nitratın amonyağa dönüştürülmesinde geçen zamandır. pH yükselmesinin diğer sebebi ise; hücre içinde HCO₃, CO₃ ve CO₂'yi oluşturmasıdır. Fotosentezde ortaya çıkan bu ürünlerden karbon kaynağı olarak yararlanılmaktadır. CO₂ beslenmesi yapan kültürlerde pH, düşük seviyelerde stabil olup bu seviyelerde CO₂'in besi yerinde tutulması azalırken, yüksek pH'da CO₂'in besi ortamı içerisinde daha iyi çözüldüğü belirlenmiştir (Kurhan, 2012).

Spirulina platensis dirençli bir alg olmasından dolayı tuz değişikliklerine karşı üremelerinde sorun yaşanmadığı, en iyi üremeyi 20-24 g l⁻¹ tuz miktarında gösterdikleri saptanmıştır (Yakhdansaz, 2015).

1.3.1.1. *Spirulina Platensis*'in Üretimi

S. platensis üretimine ilk Meksika'da başlanmış, 1982 yılında da Amerika'da ilk ticari *Spirulina* çiftliği kurulmuş, Türkiye'de de 2000 yılında ilk yerli *S. platensis* ürünü pazara çıkmıştır. Bugün dönümlerce alana *S. platensis* ekimi yapan şirketler, oluşan ürünü işleyerek farklı yollarla pazara çıkarmaktadırlar. *S. platensis* türleri sıcaklık ve ışıktan etkilendikleri için genelde sığ havuzlarda üretilmektedir. Bu nedenle yaz ayları *S. platensis*'in en kritik dönemleridir (Dalay, 2013).

Laboratuvar koşullarında saf *S. platensis* kültürlerinin üretilmesiyle birlikte büyük havuzlarda da üretimi gerçekleştirilerek, hasat ve kurutma işlemleri yapılır. Kurutma işleminden sonra ambalajlanarak tablet veya kapsül şeklinde pazara sunulmaktadır (Resim 1.5). Çocuklar ve yetişkinlerin kullanabileceği yararlı, güvenli bir besin olmasından dolayı pek çok kişi tarafından aranan bir ürün haline gelmiştir (Güler ve Gülmez, 2008).



Resim 1.5. *Spirulina platensis* üretim akış şeması (Güler ve Gülmez, 2008).

1.3.1.2. *Spirulina Platensis*'in Etkileri

1.3.1.2.1. Antioksidatif Etki

İnsan vücudunda antioksidanlar, oksidasyon reaksiyonları ile yer değiştirmelerinden dolayı önemlidir. Antioksidan eksikliklerinden dolayı kalp, hipertansiyon, iltihaplanma hastalıkları, şeker hastalıkları, nörodejenaratif ve yaşlanma gibi sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Diyetle beslenme takviyesi olarak antioksidanlardan yararlanılmaktadır. *Spirulina*'lar yapısında bulunan karotenoidlerden dolayı güçlü antioksidanlardandır (Akyıl ve ark., 2016).

Spirulina ve türleri ile yapılan çalışmar, *Spirulina platensis*'in antioksidan etkisinin antitoksit, nerotoksik ve antiviral etkileri kadar iyi seviyede olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu yapılan çalışma sonucunda *Spirulina platensis*'in günlük 1 mg/kg dozunda alınmasının ile hiçbir yan etki oluşturmadığı belirlenmiştir (Carlson, 2011).

Sulu çözeltilerinde *Spirulina platensis*'in protein ekstraktlarının in vitro ve in vivo etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada in vivo olarak karaciğer hasarını önlediği, in vitro da ferrozini güçlü bir şekilde inhibe edici etkiye sahip olduğu ortaya koyulmuştur (Yüce tepe ve Özçelik, 2016).

Demirel ve ark.ları *Spirulina platensis* ve *Oscillatoria amphibia*'nın C-fikosiyanin ve ham ekstraktlarının antioksidan ve sitotoksik etkilerini araştırmış, sulu ham ekstraktların en yüksek konsantrasyonlarda dahi toksik etki göstermediğini, antioksidan etki bakımından da iyi sonuçlar elde ettiklerini ifade etmişlerdir (Tablo 1.13) (Demirel ve ark., 2012).

Tablo 1.13. *S. platensis* ve *O. amphibia*'nın C-PC ve ham ekstratlarının antioksidan aktviteleri

	Ham <i>S. platensis</i> ekstraktı	Ham <i>O. amphibia</i> ekstraktı	<i>S. platensis</i> C-Phycocyanin	<i>O. amphibia</i> C-Phycocyanin	BHT	α -tokoferol
DPPH (%)	34.5	27	26.2	38.7	90	82
Hidroksil(%)	49.6	30.88	20.6	33	94	90

Araştırmacılar *S. platensis*'in antioksidan etkisi vasıtasıyla kanseri önleyici etkisinin, bu yosun türünden elde edilen C-PC'lerin antioksidan ve radikal parçalayıcı etkisi ile kanserojenik hücrelerde hücre ölümünü gerçekleştirmesiyle ortaya çıktığını ifade etmişlerdir (Yılmaz ve ark., 2016).

1.3.1.2.2. Antimikrobiyal Etki

Antimikrobiyal maddeler üreten *Spirulina* türlerinin yapısındaki çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) *Spirulina*'nın bu etkisinin ortaya çıkmasında oldukça önemli role sahiptir. Yapılarında antimikrobiyal etki kabiliyetine sahip doymamış yağ asitlerini yoğun bir şekilde ihtiva eden *Spirulina*'ların eicosapentaenoic asit üreterek Gram (+) ve Gram (-) bakteriler karşısında antimikrobiyal etki gösterdiği ifade edilmektedir (Akyıl ve ark., 2016).

Spirulina yapısında barındırdığı farklı peptitlerle *E. coli* ve *S. aureus* için inhibitör etki gösterebilmektedir (Yücepe ve Özçelik, 2016). Farklı çözenlerle hazırlanmış *Spirulina platensis* ekstraktlarının *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus faecalis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter cloacae*, *E. aerogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Proteus vulgaris*'e karşı antibakteriyel etki gösterdiği, metanol ekstraktının *Staphylococcus epidermidis* ve *Streptococcus faecalis*'e karşı daha etkili olduğu bildirilmiştir (Demiriz, 2008).

Yine insan beslenmesinde çok önemli bir yere sahip olan fonksiyonel gıdaların yapısında bulunan laktik asit bakterilerin büyüme, gelişme ve kolonizasyonunu *S. platensis*'in desteklediği ifade edilmektedir (Parada ve ark., 1998).

1.3.1.2.3. Antiviral Etki

Viral büyüme; tutunarak hücre yıkma, tutulma fazı, gelişme ve virüs parçalarının serbest kalması şeklinde 3'e ayrılmaktadır (Akyıl ve ark., 2016).

Spirulina platensis ile Phycocyanin açısından zengin su özütü araştırmaları benzerlik göstermekte olup su özütleri ile birlikte pozitif antiviral etki gösterdikleri saptanmıştır. Yapılan bir araştırma phycocyanin özütünün, *Herpes Simplex 1* ve 2 virüsü, *Pseudorabies* ve İnsan *Cytomegalovirus* enfeksiyonlarını engellediği belirlenmiş, *Spirulina platensis* özütünün, insanların karaciğer kanser hücrelerini engellemede oldukça etkili olduğu ifade edilmiştir (Wu ve ark., 2005).

1.3.1.2.4. Sağlık Etkileri

S. platensis'in hastalıklar üzerine olumlu etkilerini kanıtlayan birçok çalışma vardır. Bu çalışmalar içinde in vitro ve in vivo deneyleri ile şeker hastalıkları, kalp rahatsızlıkları, tansiyon, kolesterol, kanser ve daha birçok hastalık incelenmiş ve bu hastalıkları önleme basamağı olarak *S. platensis*'in içerdiği bileşenlerden yararlanılmıştır. *S. platensis* ile yapılan bu çalışmalarda sağlık üzerine olumlu birçok etki ortaya koyulmuştur. Yapısındaki sulfolipidler sayesinde grip ve uçuk virüslerinden insanlar korunmaktadır. Güney Karoni Üniversitesi'nin yaptığı araştırmasında Çad'ın Kanembu kabilesinin de içinde bulunduğu bölgelerde, günlük *S. platensis* tüketilmesi ile HIV/AIDS buluşma oranlarının Afrika'nın diğer bölgelerinden daha düşük olduğu ortaya çıkmış, düzenli tüketim ile birlikte birçok viral enfeksiyonu önlediği bildirilmiştir (Teas ve ark., 2004). Ayrıca alerjik rinit (mukoza iltihabı) hastalığı *S. platensis* tüketimiyle engellenmektedir (Tietze, 1999).

S. platensis'in yapısında yüksek miktarda beta-karotenleri bulundurmasından dolayı tümör boyutlarını küçülttüğu ve cilt kanseri üzerinde önleyici etkide bulunduğu ifade edilmiştir (Scwartz ve ark., 1988). Ukrayna'da yapılan bir çalışmada Çernobil Nükleer reaktör kazasında çocuklara geçen radyasyonu temizlemek için *S. platensis* kullanılmış, *S. platensis* ile vücuttaki radyokatif madde düzeyinin azaldığı görülmüştür (Karpov ve ark., 2000). Sigara kullanan bireyler üzerinde yapılan araştırmalarda ağızda oluşan kanserojenik lezyonlar için *S. platensis* kullanımı önerilmiştir. Günlük 1 g doz ile beslenen hastalarda lezyonların azaldığı belirlenmiş ve bir sene hiç *S. platensis* kullanmayan kişilerde tekrar kanser etkilerinin ortaya çıktığı gözlemlenmiştir (Mathew ve ark., 1995). Antitümör özelliği taşımasından dolayı deri ve mide kanserlerine karşı koruyucu etki göstermektedir (Dalay, 2013).

Wang ve ark.'nın yaptığı çalışmada, *S. platensis*'in fareler üzerinde kanser hücrelerinin yarattığı beyin hasarını azalttığı kanıtlanmış, bu etkiyi beyindeki oksidasyonu ve sitotoksinleri engelleyerek gerçekleştirdiği ortaya koyulmuştur (Kim ve ark., 1998).

Gençlerde, çocuklarda hormonal değişiklikler veya dengesiz beslenmeden kaynaklı aknelerin giderilmesinde vitamin A, vitamin E ve klorofil içeren besinler tüketimi faydalı olmaktadır. *S. platensis* bu besin içeriklerinden zengin olduğu için bu algle beslenen bireylerde kısa zamanda pozitif sonuçlar ortaya çıkmıştır. Ayrıca doğal olarak *S. platensis* ile yapılan krem, maskeler de cildi beslemektedir (Tietze, 1999). Yumuşatıcı etkisi ile hücre yenilemesi yaparak, elastik bir görünüm sağlamaktadır. Cilt üzerindeki yanıkları da iyileştirdiği yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Dalay, 2013).

S. platensis yapısında mukoprotein içermesinden dolayı kolay sindirimi ile gastrit, mide rahatsızlıkları ve ülserde kullanımı önerilmektedir. Tokluk hissi vermesiyle de zayıflama diyetlerinde takviye gıda şeklinde kullanılabilir. Yemeklerden önce alınmasında iştah azalttığı belirlenmiş olup, günlük iki buçuk çay kaşığı (3 g) tüketilmesinin ihtiyacın karşılanmasında yeterli olacağı bildirilmiştir (Güler ve Gülmez, 2008).

S. platensis içeriğindeki gamma-linolenik asitin yağ birikintilerini çözündürmesi özelliği ile kalp rahatsızlıkları ve kolesterol seviyesinin düşürülmesinde pozitif sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Yapılan bir çalışmada hiperkolestomik hastalara *S. platensis* takviyesi yapılarak ağırlık, LDL, HDL, VLDL kolesterolleri ve serum kolesterol, trigliseritleri sonuçları incelenmiş, *S. platensis* takviyesi alan gruptaki bireylerde anlamlı düzeyde kilo kaybı görülmüştür. Çalışma neticesinde HDL düzeyi yükselmiş, LDL, serum kolesterol ve serum trigliserit oranlarında da düşüş görülmesi yüksek kolesterol rahatsızlığı olan kişilerin bu besini kullanmasının olumlu sonuçlar doğuracağını ortaya koymuştur (Ramamoorthy ve Premakumari, 1996).

Tek doğal GLA besin kaynağı *S. platensis* ve anne sütüdür. GLA'yı işlenmemiş olarak bizlere sunan *S. platensis* vücutta kolaylıkla işlenebilmekte, bu içeriğinden dolayı eklem iltihaplanmalarında, adet öncesi sendromlarında etkili rol oynamakta ve kolesterolün vücutta toplanmasına engel olmaktadır (Horrobin, 1983).

Spirulina platensis'in diyabet ve obezite üzerine pozitif sonuçlar ortaya koymaktadır. *S. platensis* serum glikoz seviyelerinin hızlı artmasını baskılamakta, *S. platensis* ile beslenen kişilerde bu besin kana yavaş karıştığı belirlenerek şeker hastaları için bir avantaj oluşturmaktadır. Yapısında doymamış yağ asitleri içerdiği için düşük kalorili gıdalar olarak bilinmekte ve lifli gıda olarak, tok tutma özelliklerine sahip olduklarından obezite tedavilerinde kullanımında başarılı sonuçlar alınmaktadır (Yücepe ve Özçelik, 2016).

S. platensis'de ıspanaktan daha fazla bulunan Zeaxanthin, beyin kan bariyerini aşabilen ve göz, beyin merkezi sinirine antioksidan sağlayan bir bileşik olup inme ve deri rahatsızlıklarının önlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Ribaya-Mercado ve Blumberg, 2004). Japonya'da *S. platensis* ile yapılan çalışmada toplam 480 vakada yaşlı kataraktlar üzerinde %90'lık yüksek bir etki gösterdiği belirlenmiş, bunun yanında diyabetik retinal hasarı, göz hastalıkları ve yüksek kan basıncını da tedavi edici özellikte olduğu ifade edilmiştir (Tietze, 1999).

S. platensis'in ilaçların nefrotoksisitesini de azaltmakta etkili olduğu, *S. platensis* verilen bireylerin plazma konsantrasyonlarında Alanin aminotransferaz (ALT) seviyelerinde artış görülmezken, Aspartat aminotransferaz (AST) seviyelerinde 6 ay içinde önemli düşüşler görüldüğü bildirilmektedir (Abd El-Baky ve ark., 2008; Yang ve ark, 2011).

S. platensis hazmı kolay olması, besin içeriğinin yüksek olması ile ihtiyacın karşılanabilmesi ve tokluk hissi vermesinden dolayı depresyona yardımcı gıdalar arasındadır psikolojik rahatsızlıklara çözüm olarak *S. platensis* önerilmiştir (Tietze, 1999). *S. platensis* beyaz ve kırmızı kan üretimini artırmasından dolayı kansızlık rahatsızlıklarında kullanılabilir (Güler ve Gülmez, 2008). Bu konu üzerine yapılan çalışmalar, *S. platensis* ile beslenen süt veren ve gebe farelerin demir

depoları ile kandaki hemogloblin düzeylerinin arttığı saptanmış ve hamilelik dönemi için iyi bir besin takviyesi olabileceği ifade edilmiştir (Kapoor ve Mehta, 1993).

1.3.1.2.5. Gıdalarda Kullanımı

Dünya’da özellikle gelişmiş ülkelerde doğal ve doğala yakın gıdalara talep giderek artış göstermektedir. Bu nedenle elde edilen bileşiklerden gıdalara çeşitli özellikler kazandırmak ve yapılarını korumaya amacıyla çalışmalar yapılmaktadır. Günümüzde endüstriyel alanda kullanılan *S. platensis* yapısındaki pigmentlerden dolayı en çok gıda renklendirmelerinde kullanılmaktadır. *S. platensis*’in bileşimindeki doğal pigment maddesi fikosiyanin şeker, sakız, dondurma, süt ürünlerinde, jölelerde doğal gıda rengini vermek için işleme alınmaktadır. *S. platensis*’ den elde edilen C-PC dondurma, tatlı, sakızlar, dekoratif ürünler içinde ve fermente süt ürünlerinde renklendirici özelliğinden dolayı özellikle Japonya yaygın şekilde kullanılmaktadır (Yılmaz ve ark., 2016). Esansiyel yağ asitlerince zengin olan bu mikroalgler, su ürünlerinin besleyici içeriklerini artırmıştır. Yapısındaki polisakkaritlerden dolayı da jelleştirici ve katılaştırıcı olarak agarlar da kullanılmaktadır. Pirinç tarımı yapılan topraklarda verimi artırmak için kullanılmaktadır (Kurhan, 2012).

Spirulina platensis çeşitli gıdalar içine, 1 tabletin ezilerek katılması ile tat ve kokusunun fark edilmediği literatürde belirtilmiştir. Bebek muhallebisine, meyveli sütlere, salata soslarına ve yoğurtlu salata soslarına katılarak ortaya koydukları etkiler incelenmiş, sonucunda bu gıdaların protein içeriğinin arttığı ve rahatsız edici bir koku vermeksizin tüketiminin gerçekleştiği saptanmıştır (Neide ve Kamizakea, 2002).

S. platensis’in sütlerde protein düzeyleri üzerine olan etkilerinin incelendiği bir çalışmada, toz *Spirulina platensis* 1,6177 g miktarında 50 mL süte katılmış ve sonucunda sütün protein düzeyi 12,658 mg’dan 14,763 mg’a yükselmiştir (Neide ve Kamizakea, 2002). Yine benzer bir çalışma sıcak ve soğuk çaylarda gerçekleştirilmiş, bu amaçla *Spirulina platensis*’li sıcak ve soğuk çay yapılmış ve her iki suyun içerisine de 1,6 g kadar *Spirulina platensis* eklenmiştir. Çalışmanın

sonucunda *S. platensis* ilaveli çayların yeşil ve siyah çaya oranla 3 kat daha fazla protein konsantrasyonuna sahip olduğu, sıcak *Spirulina platensis*'li çayın soğuğa oranla daha fazla protein içerdiği, ısı etkisinin *Spirulina platensis*'in protein düzeylerini artırdığı ifade edilmiştir (Koru ve Cirik, 2003).

Spirulina platensis bileşimine girdiği ürünlerin özelliğini bozmaması ve çok fazla negatif bir etki oluşturmamasından dolayı birçok gıdanın içerisinde kullanıldığı görülmektedir. *Spirulina platensis* ile meyve suları, smoothie, avokadolu *Spirulina platensis*'li sos, krema sosları içinde, soya peyniri ile karıştırılmış salata, pasta sosları gibi gıdalarla karıştırılarak farklı tatlar üretilmektedir (Moorhead ve ark., 1993). *Spirulina platensis* bileşimindeki karragenan, süt proteinleriyle etkileşime girerler. Çikolatalı sütte, kakao parçacıklarının çökmesini engellerler. Puding, yoğurt, krema, kremşanti, milk-shake, tatlı, ayran ve dondurulmuş gıdalarda viskoziteyi artırmak amacıyla da kullanılmaktadırlar (Alçay ve ark., 2017).

Spirulina platensis ilaç değil, besin içeriği yönünden zengin fonksiyonel bir gıdadır. Tablet, kapsül ve toz şeklinde günlük diyetlerde kullanımı önerilmektedir. 3 g ile 5 g arası alınmasının yararlı olacağı, toksin ve bakteriyel bulaşma dışında hiçbir zararının görülmediği belirtilmektedir (Tietze, 1999).

1.4. Probiyotikler

Temel beslenme ile düzenli olarak alınan ve insan sağlığında olumlu etkileri olan biyoaktif maddeler vardır. Bu biyoaktif maddelerin en bilinen örnekleri; probiyotikler, prebiyotikler, antioksidanlar, bakteriyosinler ve antimikrobiyal maddelerdir (Harsa, 2012).

Yunanca kökenli biyoaktif maddeler içerisinde yer alan probiyotik kelimesi “yaşam için” anlamına gelmekte ve günümüze kadar çeşitli şekillerde kullanılmaktadır (Alp ve Aslım, 2009). Probiyotikler, hayvan ve insanlar tarafından tüketilmesi ile mikrofloranın gelişmesine, ürogenital kanallarda, sindirim sisteminde, ağızda, üst solunum yollarında konağın fizyolojisi ve sağlığı üzerinde yararlı etkiler gösteren, karışık veya tek canlı mikroorganizma kültürleridir. İlk defa 1954 yılında

Ferdinand Vergin Probiyotik kelimesini, antibiyotik ve flora üzerinde etkili diğer antimikrobiyal maddelerin patojen olmayan bakterilerin yararlı (Probiotika) etkileriyle ilişkisinin anlatıldığı “Anti-und Probiotika” isimli makalesinde kullanmıştır (Corthiner, 2004). 1998’den günümüze kadar kabul edilmiş tanım ise; hayvan ve insanların sağlığını geliştirmeye yardımcı olan besin, yem veya gıda katkılarındaki canlı mikroorganizma preparatlarıdır (Akepaer, 2015).

Probiyotik içeriği yüksek gıdalardan fermente süt ürünleri, çiğ sucuk, bira, kefir, ekmek, şarap, turşu ve kıymız gibi besinler yer almaktadır. Besinlerle alınan probiyotiklerin bağırsak mekanizmasına canlı olarak gitmesi ve gıda maddesinin en az 10^6 kob/g ve daha fazla sayıda canlı probiyotik bakteri içermesi gerektiği ve içinde buldukları gıdanın üretimi ve raf ömrü süresince canlı kalabilmeleri gerektiği bildirilmektedir (Sezen, 2013).

1.4.1. Probiyotik Olarak Kullanılan Mikroorganizmalar

Probiyotikler genel olarak patojen olmayan mikroorganizmalar olarak bilinmekte ve *enterokoklar*, *laktobasiller*, *bifidobakteriler* gibi probiyotikler insan sindirim sisteminde doğal olarak bulunmaktadırlar. Probiyotik olarak değerlendirilen mikroorganizmalar genel olarak, maya hücreleri ve bakteriyel mikroorganizmalar olarak ikiye ayrılmaktadır. Farklı cinslerdeki birçok mikroorganizma probiyotik olarak kullanılmakta, bunlardan en çok revaşa olanlar da *laktobasiller* ve *bifidobakteriler*’dir (Klaenhammer ve Kulen, 1999).

Rus bilim adamı, Nobel ödül sahibi Elie Metchnikoff 20. yüzyılın ilk başlarında fermente gıdaların metabolizmadaki yararlarının üzerinde durmuş, Bulgar çiftçilerin fermente süt ürünleriyle beslenmeleri sonucu sağlıklarının iyi olduğu ve ömürlerinin uzadığını belirtmiştir. Bu olumlu etkilerin *Lactobacillus* spp. gibi bakterilerin toksik mikrobiyal aktiviteyi azaltarak bağırsaktaki mikroflorayı olumlu yönde etkilemesi sonucu ortaya çıktığı belirlenmiştir (Akepaer, 2015). Probiyotikler genel olarak yoğurtla bütünleştirilmiş olup son zamanlarda diğer süt ve süt ürünleri ile salam, mayonez, meyve suları, sosis, yulafli ürünler ve et gibi gıda maddeleride probiyotiklerle kombine edilmiştir (Ong ve ark., 2006). Japonya, Batı Avrupa ve

Amerika’da probiyotik süt ürünleri tüketimi 2005 yılından beri %12 oranında bir artış gözlenmiştir (Akepaer, 2015). Dünya fonksiyonel gıda pazarının da %65’ni probiyotik gıdalar oluşturmaktadır (Harsa, 2012).

Probiyotikler esas olarak laktik asit bakterileridir. Yoğurt yapımlarında kullanılan *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* mikroorganizmalarının dışındaki tüm laktik asit bakterileri bağırsak florası elemanlarıdır. Sıklıkla kullanılan probiyotik mikroorganizmalar *Bifidobacterium* spp., *Lactobacillus* spp., *Enterococcus* spp., *Pediococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Leuconostoc* spp. gibi laktik asit bakterileri ve *Saccharomyces boulardii*’dir. *S. boulardii*, uzakdoğuda yetişen tropikal bir meyvenin kabuğundan izole edilmekte olan maya mantarıdır (Reid ve ark., 2003).

rn içerisindeki mikroorganizma sayısının fazlalaşması probiyotik kullanımının gelişmesini sağlamaktadır. Bu mikroorganizmalardan bir veya daha fazlası ile probiyotik bir ürün elde edilebilir. Başlıca probiyotikler Tablo 1.14’de belirtilmiştir (Akepaer, 2015).

Tablo 1.14. Başlıca probiyotikler

<i>Lactobacillus</i> (L) türleri	<i>L. bulgaricus</i> , <i>L. cellebiosus</i> <i>L. delbrueckii</i> , <i>L. lactis</i> <i>L. acidophilus</i> , <i>L. reuteri</i> <i>L. brevis</i> , <i>L. casei</i> <i>L. curvatus</i> , <i>L. fermentum</i> <i>L. plantarum</i> , <i>L. johnsonii</i> <i>L. rhamnosus</i> , <i>L. helveticus</i> <i>L. salivarius</i> , <i>L. gasseri</i>
<i>Bifidobacterium</i> (Bb) türleri	<i>Bb. adolescentis</i> , <i>Bb. bifidum</i> <i>Bb. breve</i> , <i>Bb. infantis</i> <i>Bb. longum</i> , <i>Bb. thermophilum</i>
<i>Streptococcus</i> (S) türleri	<i>S. cremoris</i> , <i>S. thermophilus</i> <i>S. Intermedius</i> , <i>S. lactics</i> <i>S. diacetilactis</i>
<i>Bacillus</i> (B) türleri	<i>B. subtilis</i> , <i>B. Pumilus</i> , <i>B. lentus</i> <i>B. licheniformis</i> , <i>B. coagulans</i>
<i>Pediococcus</i> (P) türleri	<i>P. cerevisiae</i> , <i>P. acidilactici</i> <i>P. pentosaceus</i>
<i>Bacteriodes</i> (B) türleri	<i>B. capillus</i> , <i>B. suis</i> <i>B. ruminicola</i> , <i>B. amylophilus</i>
<i>Propionibacterium</i> (Pb) türleri	<i>Pb. shermanii</i> , <i>Pb. freudenreichii</i>
<i>Leuconostoc</i> türleri	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
Küfler	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus oryzae</i>
Mayalar	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Candida torulopsis</i>

1.4.2. Probiyotik Mikroorganizmaların Etki Mekanizmaları ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Probiyotikler, patojen mikroorganizmalar üzerine direkt antagonistik etki oluşturarak, patojen bakterilerin üremesini engelleyen bakteriyosin ve mikrosin gibi inhibitör antimikrobiyal peptid üretmektedirler. Probiyotik mikroorganizmalar, patojen bakteri gelişimini, laktik asit ve asetik asit gibi asitler sentezleyerek ortam pH'ını düşürerek ve H₂O₂'yi sentezleyerek engellemektedir. *Lactobacillus acidophilus*, bağırsak patojenlerine karşı antibakteriyel etki gösteren laktik asit ve peroksit üretmektedir. *Lactobacillus acidophilus* ve *B. longum*'un 10⁹'luk dozu linoleik asit peroksidazyonunu %28-48 oranında engellemektedir. 4-nitrofenil-N-oksit'in sitotoksik etkisini *Lactobacillus acidophilus* %50, *B. longum* da %90 oranında engellemiştir (Gülmez ve Güven, 2002).

Hiperkolesterolemik hastalar günlük 200 ml *Lactobacillus acidophilus* L1 içeren fermente süt tükettiklerinde kolesterol seviyelerinde %2,4-3,2'lik düşüşler görülmektedir. Kolesterol seviyesinin %1 oranında düşmesinin kalp rahatsızlıklarını %3 oranında azalttığı görüşünden yola çıkılırsa probiyotiklerin bu seviyede kolesterolü düşürmesi kalp rahatsızlıklarını da %6-10 düzeyinde düşürebileceği sonucunu doğırmaktadır (Gülmez ve Güven, 2002).

Laktik asit bakteri ile yapılan bir çalışmada viral ishallerin şiddetinin azaldığı ve ishalin kısa sürede bittiği belirlenmiştir. Günümüzde sorun haline gelen ishal vakalarında probiyotik tedavisine başlanılmasının uygun olacağı çalışmaları görülmüştür. Son çalışmalarda da grip, soğuk algınlığı ve cilt rahatsızlıkları üzerine iyi geldiği vurgulanmıştır (Akepaer, 2015).

İnsanların sindirim sisteminde 500'ün üzerinde Probiyotik mikroorganizma türü bulunmakta olup bunlardan en fazla görüleni *Bifidobacterium*, *Enterococcus* ve *Lactobacillus*'lardır (Akepaer, 2015).

Probiyotiklerin sağık üzerindeki olumlu etkileri ve etki mekanizmaları Tablo 1.15'de verilmiştir (Alp ve Aslım, 2009).

Tablo 1.15. Probiyotiklerin sağlık üzerindeki olumlu etkileri ve etki mekanizmaları

YARARLI ETKİLER	ETKİ MEKANİZMALARI
Hipertansiyonu engelleme etkisi	Peptidazın süt proteinleri üzerine etkisi sonucu oluşan tripeptidler angiotensin-1 enzim dönüşümünü inhibe etmesi, hücre duvarı komponentlerinin angiotensin-1 enzim inhibitörleri gibi davranması
İmmün sistem düzenleme etkisi	Enfeksiyon ve tümör oluşumuna karşı spesifik olmayan savunma mekanizmasını güçlendirir. Antijene özgü immün yanıtı yardımcı etki, IgA üretimini artırılması
Enterik patojenlere karşı direnç	Bağışıklık salgılama etkisi, kolonizasyon direnci, intestinal sistemin patojenleri için uygun olmayan koşullara değişimi, toksin bağlama bölgelerinin yapısal değişimi, intestinal flora popülasyonları üzerindeki etki, intestinal mukozada agregasyon oluşturarak patojenlerin bağlanmasını engelleme, patojenlerin epitel hücrelere tutunmasını önlemek
<i>H. pylori</i> 'nin neden olduğu enfeksiyon	<i>H. pylori</i> inhibitörlerinin (laktik asit, bakteriosin vb.) üretimi
Kan lipidleri ve kalp hastalıkları	Kolesterolün bakteri hücresi içinde asimilasyonu, safra tuzu hidrolazın dekonjugasyonu ile safra tuzlarının atılımını artırmak, antioksidasyon etkisi
Hepatik ensefalopati	Üreaz üreten bağırsak florasının inhibisyonu
Bağırsak kanserini önleyici etki	Mutojenleri bağlama, karsinojenlerin aktivitesini engelleme, bağırsak mikroorganizmalarının ürettiği karsinojen üreten enzimlerin inhibisyonu, bağışıklık sistemini güçlendirme, ikincil safra tuzu konsantrasyonunu etkileme
Üregenital enfeksiyon	Üriner ve vajinal bölge hücrelerine adezyon, bölgeye güçlü kolonize olabilme, inhibitör üretimi (H ₂ O ₂ , biyosüfaktant)
Laktoz sindirime katkı	Bakteriyel laktaz ile laktozun sindirimi

1.4.2.1. Laktik Asit Bakterileri

Uzun yıllardan beri Laktik Asit Bakterileri “süt ekşitici organizmalar” olarak adlandırılmaktadır. Bu bakteriler fermente gıdaların üretiminde büyük rol oynayan mikroorganizmalardan olup, yeni çalışmalar da laktik asit üreten diğer bakterilerle benzerliklerinin olduğu belirlenmiştir. *Weissella*, *Carnobacterium*, *Vagococcus*, *Alloiococcus*, *Tetragenococcus*, *Dolosigranulum*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Globicatella*, *Pediococcus*, *Aerococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Lactococcus*, *Lactosphaera*, *Lactobacillus* cinsleri filogenetik, ekolojik ve biyokimyasal olarak

Laktik Asit Bakterilerine benzemektedir. Ancak *Bifidobacterium* cinsi ekolojik, fizyolojik, biyokimyasal olarak benzemesine rağmen; filogenetik özelliği benzememektedir (Akepaer, 2015).

Fermente gıdalardaki laktik asit bakterileri; Gr (+), hareketsiz, sporsuz, katalaz (-), sitokromdan yoksun bir şekilde 3 familyaya ayrılmaktadır (Evren ve ark., 2011). Bunlar;

1. *Actinomycetaceae* familyası (*Bi. longum*, *Bi. bifidus*, *Bi. adolescens*, *Bi. brevis*),
2. *Streptococcaceae* familyası (*Str. faecalis*, *Str. thermophilus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Leu. oenos*, *Leu. dextranicum*, *Leu. cremoris*, *Pediococcus acidilactici*, *Pe. Pentosaceus*, *Lactococcus lactis ssp. Lc. lactis ssp. lactis*)
3. *Lactobacillaceae* familyası (*Lb. brevis*, *Lb. acidophilus*, *Lb. fermentum*, *Lb. delbrueckii*, *Lb. helveticus*, *Lb. plantarum*).

Genel olarak laktik asit bakterileri anaerobitler fakat, bazıları mikroaerofilik ve fakültatif anaerobiktir. Bazı *pediokokların* ve *laktobasillerin* katalaz pozitif reaksiyon gösterdiği ve hareketli, endospor oluşturdıkları belirlenmiştir. LAB'nin biyosentetik yönden yoksun olmasından dolayı, vitamin, aminoasit, pirimidin, pürinlerin olduğu kompleks gıdalara ihtiyaç duymakta ve enerjilerini şekerin yoğun olduğu ortamlardan karşılamaktadırlar (Akepaer, 2015).

LAB'ne insan ve hayvan barsak mukozalarında, bitkilerde ve bitkilerin artıklarında, süt ve süt ürünleri üretim yerlerinde bulunup, toprak ve sularda bulunmamaktadırlar. Sağlıklı kadınların vajina florasında baskın olarak görülmektedirler (Akepaer, 2015). LAB mezofil ve termofil özellikte olup 10-45 °C sıcaklık aralıklarında, heterotrof beslenme şekilleri ile yüksek tuz konsantrasyonlarında gelişebilmektedirler. Bu bakteriler türlerine göre aside ve alkaliye toleranslı olabilmektedirler. Laktik asit bakterileri glikozu heterofermentatif ve homofermentatif şekilde katabolize edilmektedir. Homofermentatif laktik asit bakterisi; Embden Meyerhoff Parnas (EMP) yolu ile glikozu parçalayarak, %90 oranında laktik asit, %10 CO₂ oluşturmaktalar (Evren ve ark., 2011).

Heterofermentatif laktik asit bakterileri; Hegzos Mono Fosfat (HMF) yolu ile fermentasyon olayını gerçekleştirerek %30 oranında CO₂, asetik asit ve etil alkolün yanında %70 oranında da laktik asit oluşturmaktadır (Akepaer, 2015).

Laktik asit bakterileri süt ve süt ürünlerinde (kımız, yoğurt, kefirde), fermente bitkisel ürünler (salamura yeşil zeytin, salatalık turşusu), tahıl ürünleri (tarhana, ekmek, oği), balık sosu, şarap, sucuk gibi besinlerin olgunlaştırılmasında, ürünün muhafaza süresinin artırılmasında kullanılmaktadır (Akepaer, 2015).



Tablo 1.16. Geleneksel fermente ürünlerinde laktik asit bakterileri

Ürün	Laktik Asit Bakteri İsimleri
Yoğurt	<i>Lactobacillus delbroeckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> ve <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> , <i>Enterococcus durans</i> , <i>Enterococcus faecium</i>
Kefir	<i>Streptococcus lactis</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>S. durans</i> <i>L. cellobiosus</i> , <i>S. cremoris</i> , <i>S. avium</i> , <i>L. bulgaricus</i> , <i>L. viridescens</i> , <i>L. brevis</i> , <i>L. fermentum</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. hilgardi</i> , <i>L. helveticus</i> , <i>L. fructivorans</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>L. paracasei</i> , <i>L. delbrueckii</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. rhamnosus</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lactobacillus kefir</i> , <i>Lactobacillus parakefir</i> , <i>Lactobacillus kefirgranum</i> , <i>Lactobacillus kefiranofaciens</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> , <i>Leuconostoc</i> spp.
Boza	<i>Lactobacillus coryniformis</i> , <i>Lactobacillus sanfrancisco</i> , <i>Leuconostoc paramesenteroides</i> , <i>L. fermentum</i> , <i>L. oenos</i> , <i>L. mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides</i> , <i>L. confusus</i> , <i>L. mesenteroides</i> subsp. <i>dextranicum</i>
Peynir	<i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>Pediococcus pentosaceus</i> , <i>Lactococcus lactis</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> , <i>Leuconostoc dextranicum</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. curvatus</i> , <i>L. paracasei</i> , <i>L. rhamnosus</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>Streptococcus cremoris</i> , <i>S. thermophilus</i>
Tereyağ	<i>Enterococcus faecium</i> , <i>Weissella paramesenteroides</i> (<i>Leuconostoc paramesenteroides</i>), <i>Leuconostoc gelidum</i> , <i>Leuconostoc pseudomesenteroides</i> , <i>Streptococcus</i> spp., <i>Streptococcus salivarius</i> ssp. <i>thermophilus</i> , <i>Lactobacillus paracasei</i> ssp. <i>paracase</i> , <i>Lactobacillus casei</i> ssp. <i>casei</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>
Turşu	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>L. brevis</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> , <i>Pediococcus pentosaceus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i>
Kıymız	<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactobacillus bulgaricus</i>
Şalgam	<i>Lactobacillus fermentum</i> , <i>Lactobacillus sanfranciscensis</i> , <i>L. reuteri</i> , <i>L. pontis</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. fructivorans</i> , <i>L. brevis</i> , <i>L. alimentarius</i>
Sucuk	<i>Lactobacillus</i> spp., <i>L. viridescens</i> , <i>L. casei</i> subs. <i>rhamnosus</i> , <i>L. sake</i> , <i>L. carnis</i> , <i>L. agilis</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. brevis</i> , <i>L. pentosus</i> , <i>L. curvatus</i> , <i>L. fermentum</i> , <i>Leuc. lactis</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides/dextranicum</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>P. pentosaceus</i> , <i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i>
Tarhana	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i>
Pastırma	<i>Lactobacillus sakei</i> , <i>Lactobacillus pentosus</i>

Tablo 1.16’da görüldüğü gibi fermente ürünlerde laktik asit bakterileri çok geniş bir şekilde yer almaktadırlar. Yoğurt, kefir, peynir, kıymız, tereyağ gibi süt ürünlerinde LAB’i gıdalara kendine özgü bir tat, yapı ve koku kazandırmaktadırlar. Bunlara örnek olarak; kefir florasını oluşturan maya ve laktik asit bakterilerinin bir bütün olarak *Enterobacteria* ve bazı patojen bakteriler üzerine inhibitör etkileri

olduğu belirlenmiştir. Oluşan laktik asitle ürünler korunmaktadır. Yoğurttaki bakteriler ise; kolesterol seviyesini normale getirmesinde ve kalın bağırsakta indol, skatol gibi fenolik bileşikler üretilmesi ile canlı dokudaki oluşacak hasara ve kanser oluşturacak bakterilere karşı vücudu korumaktadır. Özellikle kadınlarda kan basıncı seviyelerini düzenlemekte, enfeksiyonları engellemekte, bağışıklığı güçlendirmektedir. Yoğurt florasından kaynaklanan (*Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*) ve tarhana yapımındaki maya ile gelişen mikroorganizmalar sonucu oluşan CO₂, laktik asit ve etil alkol ürünlere kendine has aroma ve tat katmaktadır. Laktik asit sayesinde tarhananın pH'ını düşürerek üründeki zararlı mikroorganizmaları engellediği kanıtlanmıştır. Bu laktik asit bakterileri sayesinde besin öğelerinin emilimleri artmaktadır (Evren ve ark., 2011).

Süt ürünlerinde ortaya çıkan laktik asit, süt proteinlerini pıhtı olarak çöktürülmesiyle besinlerin sindirimine yardımcı olmaktadır. Bunun yanında yoğurda asidik, hoş ve keskin bir tat sağlayarak kendine özgü aroma sağlamaktadır. Süt ürünlerinde kullanılan kültürlerin asitliğinin gelişmesini uygulanan sıcaklık, inkübasyon süresi ve sıcaklığı, süt bileşimleri ve kullanılan türlerin miktarı etkilemektedir. Organik asitlerin varlığında hücre dışı pH'nın düşük olduğundan ve ayrılmamış asitlerin lipofilik özelliklerinden dolayı kolaylıkla ve pasif transport yoluyla hücrelerin içine girip, sitoplazmanın asidifikasyonuna sebep olmaktadır. *Lactobacillus* türleri asitli ortamlara toleranslıdır fakat kok grupları içerisindekilere göre asit üretme hızı yavaştır. Bu nedenle laktik asit bakterilerinin içinde en baskın olanıdır (Akepaer, 2015).

1.4.2.1.1. Laktik Asit Bakterilerinin Antimikrobiyal Aktiviteleri ve Antibiyotiklere Dirençlilikleri

Antimikrobiyal maddeler, “bakteriostatik veya fungostatik” olarak mikroorganizmaların çoğalmasını engellediği gibi, “fungisit veya bakterisit” maddeleri de mikroorganizmalarının ölümlerine neden olmaktadır (Akepaer, 2015).

Gıdalarda, patojen ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaları en aza indirme yanında gıdanın raf süresini artıran ve duyuşal özelliklerini değiştirmeyen

antagonistik veya koruyucu kültürler doğal olarak bulunmakta veya sonradan ilave edilmektedirler. Laktik asit bakterilerinin temel antimikrobiyel etkisi laktik asitin ortaya çıkması ile pH oranındaki düşüşle görülmektedir. Bu bakterilerin diğer mikroorganizmalara karşı gösterdikleri antagonistik aktivitelerinin sebepleri, asetik asit, CO₂, hidrojen peroksit, alkol, ürettikleri bakteriyosinler, laktik asit ve diasetildendir. Laktik asit bakterilerinden başlıca üretilen organik asitlerden asetik asit ve laktik asit, bağırsaklarda pH'ı düşürmesiyle bakteristatik ve bakterisidal etki göstermektedir. Ayrıca bu laktik asit bakterileri gram (-) patojen bakterilere karşı dirençlidir. Ürettiği antimikrobiyal maddelerin intestinal enfeksiyonlara karşı koruyucu etki göstermektedir (Akepaer, 2015).

Probiyotiklerin en önemli sorunda antibiyotiklere karşı bakteriyel direnç göstermeleridir. Probiyotik bakteri seçiminde, antibiyotiklere karşı dirençlilikleri önemli bir seçim kriteri olarak görülmektedir. Probiyotiklerin özellikle organizmada gerek sağlıklı bir gelişme gerekse hastalıkların tedavisinde antibiotiklerin yerine, doğal biyolojik ürünleri destekleyici alternatif ürünler olarak kullanılabilceği önerilmektedir. Bu sayede mikroflorada stabilite sağlandığı gibi dışarıdan alınan diğer maddelerin olumsuz etkilerinin de önüne geçilmiş olacağı ifade edilmektedir. Probiyotiklerin yalnızca tedavi amaçlı olmayıp, tıpta koruyucu amaçlı da kullanılabilceğini, ancak bunun için seçilecek suşların antibiyotiklere ve antifungal ilaçlara dirençli olmasının önemli bir kriter olduğunu rapor edilmektedir (Akepaer, 2015).

Hummel ve arkadaşları (2007), laktik asit bakterilerinin antibiyotik dirençliliği üzerine yaptıkları çalışmada, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Pediococcus* ve *Streptococcus* cinslerine ait 45 izolat üzerinde çalışmışlardır. Bu izolatların 40'ı fermente gıdalarda starter kültür olarak kullanılan, 3'ü probiyotik, 2'si ise ticari olarak kullanılan türlerden seçilmişlerdir. Sonuç olarak, suşların eritromisin, kloramfenikol, tetrasiklin ya da β -laktamaz dirençleri %7 gibi çok düşükken buna karşılık, aminoglikosid (gentamisin ve streptomisin) ve siprofloksasine %70 gibi yüksek direnç oluşturduğunu bildirmişlerdir.

1.4.2.2. *Bifidobacterium* Cinsi Bakterilerinin Genel Özellikleri

Bu bakteriler hayvan-insan bağırsağında büyük yer kaplamaktadır. Freshman Tissier bu konu üzerinde ilk defa, 1899 yılında Pastör Enstitüsü'nde anne sütü alan çocukların dışkılarından bu bakterileri izole etmiş ve *Bacillus bifidus comminus* olarak isimlendirilmiştir. Daha sonraları Chalmers ve Castellani araştırmaları ile 1920 yılında *Bacterium bifidus* olarak isimlendirilmiştir. Bu bakteri üzerinde araştırmalar devam etmiş olup sonraki çalışmalarda *Lactobacillus bifidus* olarak adını almıştır. 1967'de yapılan bir çalışmada glikoz-6-fosfat dehidrojenaz enzimlerini laktobasillerin içerdiği belirlenirken bifidobakterilerin bu enzimi içermediği, Fruktoz-6-fosfat fosfoketolaz enzimini ise bifidobakterilerin içerdiği saptanmıştır. 1974 yılında "*Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*" nin sekizinci baskısında 11 tür *Bifidobacterium* cins belirlenmiştir (Alp ve Aslım, 2009).

Bifidobakteriler hareketsiz, eğri çubuk şeklinde, gram (+), dallanmış, spor oluşturmeyen anaerobik mikroorganizma türüdür. Genel olarak çubuk şeklinde görüldükleri gibi ortam şartları, besiyeri ortamları değişik şekillerde görülmelerine neden olmaktadır. Plak yüzeylerinde menekşe rengine, mukoid kremi görünümündelerdir. Bifidobakteriler anaerobik ortamda %10 CO₂ ortamında gelişebildiği gibi bazı türleri de oksijenli ortamda yaşayabilmektedir. Bu bakterilerin hayvanlarda gelişim sıcaklıkları 41-43 °C iken insanlarda bu oran biraz düşmektedir. İnsanlarda 36-38 °C sıcaklıklarda gelişme göstermektedir. En iyi gelişme gösterdiği pH oranı 6,5-7 olmakta ve pH 8'in üzerinde, pH 5'in altında olduğu zamanlarda iyi bir üreme görülmemektedir (Alp ve Aslım, 2009).

Bifidobakterilerin yapılarında stearik asit, miristik asit, palmitik asit, oleik asit ve palmitoleik asit gibi yağ asitleri bulunmaktadır. Ayrıca, difosfotidilgliserol ve fosfotidilgliserol içeren *laktobasil* ve *bifidobakteri* türleri olmasına rağmen yalnızca *bifidobakteriler* poligliserolfosfolipitleri ve onların lizo-türevlerini üretirler (Alp ve Aslım, 2009).

1.5. Yapılan Çalışmalar

Aydemir (2019) bir çalışmasında farklı oranlarda (%0,25; %0,50; %0,75 ve %1) *Spirulina platensis* ihtiva eden yoğurt grubu oluşturmuş ve muhafaza süresince ürünün duyuasal, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini incelemiştir. Titrasyon asitlik bakımından en yüksek değer %1 *Spirulina plantesis* ihtiva eden yoğurtta, en düşük değer ise kontrol grubunda saptanmış, oluşan farkın istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur. Ürünün pH değerlerinin 3,99-4,14 arasında değiştiği gözlenmiş, ilk analiz gününde kontrol grubunun pH değeri 4,14; *Spirulina platensis* içeren grupların pH değerlerinin 4,08-4,11 aralığında ortaya çıkmıştır. Muhafazanın 8, 15 ve 21. günlerinde *Spirulina platensis* içeren gruplarda görülen pH değerlerindeki düşüşün kontrol grubuna göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada yoğurtların kuru madde oranları %13,22 ile %13,89 arasında değişiklik göstermiş, muhafazanın 1. günü kuru madde oranları en düşük %13,26 değeri ile kontrol gurubunda, en yüksek ise %13,89 değeri ile %1 konsantrasyonlu *Spirulina platensis* ilaveli yoğurtta görülmüştür ($p<0.05$). TS 1330 verilerine göre yoğurdun kuru madde oranları yağsız yoğurtta %9,0; yarım yağlı da %10,5; yağlı yoğurtlarda %12,0 ve tam yağlılarda %15 olduğu belirtilmiştir. Çalışmada yağ oranları depolama boyunca %2,90 ile %3,10 arasında tespit edilmiş, en düşük kontrol grubunda (%2,90) ve en yüksek ise %1 *S. platensis* içeren yoğurtta (%3,10) saptanmıştır. *Spirulina platensis*'in yüksek protein içermesinden dolayı eklendiği örneklerde de protein değerlerinde artış meydana getirmektedir. Bu çalışmada %3,83 ile %6,15 arasında değişen protein değerleri saptanmıştır. Yoğurt grupları arasında kontrol grubu 1. gün en düşük (%3,83) protein değerini, en yüksek protein değerini ise %1 *S. platensis* içeren yoğurt 15. günde %6,15 olarak almıştır. Yoğurt örnekleri tüm analiz günlerinde 6 panelist tarafından asidik tat, renk, yapı, görünüş, genel kabul edilebilirlik ve koku bakımından duyuasal değerlendirilmeye tabii tutulmuştur. Yapısı değerlendirilen yoğurtlarda en yüksek beğeniyi 1. günde kontrol grubu ve %0,25 *Spirulina platensis* eklenen yoğurt örneği almış olup diğer konsantrasyonlardan %0,50 ve %0,75 grupları da bunları takip etmiştir. Muhafaza süresinin son günlerine doğru yapı puanlarında düşüşler görülmüştür. Bu düşüşlerin sebebi ise depolama süresinde yoğurtların gevşek bir yapıya dönüşmesi olarak açıklanmıştır. Koku

değerlendirmesinde gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüş, grup içinde 1-21. analiz günlerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. *Spirulina platensis* eklenmiş yoğurt örneklerindeki koku değerlerine bakıldığında depolama süresi boyunca koku parametrelerinin olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir. Renk ve görüntü değerleri gruplar arasında fark önemliken grup içinde farkın istatistiksel açıdan önemsiz olduğu bulunmuştur. Tat değerlendirmesinde en yüksek puanı kontrol grubu, en düşük beğeniyi ise %1 *S. platensis* ilaveli yoğurt grubu almıştır. Toplam kabul edilebilirlik değerleri ise 9 puan üzerinden değerlendirilmiş olup en yüksek değeri kontrol grubu 8,75 ile devamında %0,25 konsantrasyonlu *Spirulina platensis* eklenmiş yoğurtta 7,33 değerini almıştır. Toplam kabul edilebilirlik değerlerine bakıldığında %0,75 ve %1 oranında *Spirulina platensis* ihtiva eden yoğurt örneklerinde düşüşler görülmüştür. Bu düşüş *Spirulina platensis*'in kendine özgü aromasının olmasından kaynaklandığı söylenmiştir. Yoğurt örneklerinin hepsinde 21. analiz gününde toplam kabul edilebilirlik değerlerinde düşüşler görülmüş olup depolama süresinin yoğurtlar üzerinde etkisi olduğu tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksine göre taze yoğurtlardaki M17 canlı bakteri sayısı en az 10^6 kob/g olarak belirtilmiştir. Yoğurt örneklerinin 21 günlük muhafazası boyunca M17 sayısındaki değişimler 6,03-8,28 \log_{10} kob/g arasında olmuştur. Analizin 1. günü M17'nin en yüksek olduğu değer 8,28 \log_{10} kob/g ile %1 *Spirulina* eklenmiş grupta, en düşük ise muhafazanın 21. günde 6,03 \log_{10} kob/g değeri ile %1 *Spirulina* eklenmiş grupta bulunmuştur. Muhafaza süresince gruplar aralarındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuş olup tüm yoğurt çeşitlerinde 8. analiz gününde streptokokkus değerleri azalmıştır. *Spirulina platensis*'in streptokokları artırdığı ancak bu değişimin istatistik açıdan anlamsız olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada MRS Agar besiyeri kullanılarak *laktobasil* sayımı yapılmış ve 21 günlük muhafaza süresinde 6,27-7,94 \log_{10} kob/g değerleri arasında değişimler meydana gelmiştir. Laktobasil bakteri sayısı en yüksek %1 *Spirulina platensis* içeren yoğurtta 7,94 \log_{10} kob/g değerinde analizin 1. gününde rastlanmış, en düşük değer ise kontrol grubunda 21. günde 6,27 \log_{10} kob/g olarak bulunmuştur. *Spirulina platensis* ilavesinin yoğurtlar üzerinde laktobasil değerleri açısından önemli bir fark oluşturmadığı gözlenmiştir. Yapılan çalışmada koliform grubu bakterilerine 21 günlük depolama süresi boyunca rastlanmamıştır. Maya-küf sayılarında muhafaza süresince $<10-0,66$

\log_{10} kob/g değerlerinde değişimler görülmüştür. Muhafaza süresinin 1. günü en düşük maya-küf oranı kontrol ve %0,25 *Spirulina platensis* ihtiva eden yoğurt grubunda, en yüksek ise daha yüksek düzeyde *Spirulina platensis* ihtiva eden gruplarda saptanmıştır. Ürünlerdeki TAMB sayıları 6,77–7,58 \log_{10} kob/g arasında değişmiş, analizin ilk günü kontrol grubu en yüksek, %0,25 *Spirulina platensis* ilaveli yoğurttan ise en düşük değer ortaya çıkmış, gruplar arasında önemli bir fark tespit edilememiştir. Grupların hiçbirinde *Spirulina platensis* ilavesi muhafaza süresince TAMB sayısını etkilememiştir.

Barkallah (2017) çalışmasında 4 farklı yoğurt örneği üreterek 28 gün boyunca muhafazası etmiştir. Çalışmada *Spirulina platensis* yoğurtlara %0,25; %0,5; %0,75 ve %1 konsantrasyonlarında eklenmiş, yoğurt örneklerinin 28 günlük depolama süresinde küf-maya, koliform grubu bakterilere rastlanmamıştır.

Sengupta ve Bhowal (2017) soya sütünden yapmış olduğu yoğurda %0,1 ile %1,5 gibi farklı oranlarda *Spirulina platensis* eklemiştir, 8-16 saat ve 35-45 °C arasında değişen parametrelerde fermantasyona bırakmıştır. Soya yoğurtlarının toplam asitliği %0,64 ile %2,32 arasında, pH değerleri ise 3,43 ile 5,55 arasında değişmiştir. Duyusal analiz kısmında ise tat değerleri 5,04 ile 7,34 arasında; koku puanları 4,08 ile 8,74 arasında; renk puanları 3,64 ile 9,25 arasında; görünüm puanları 3,22 ile 7,46 arasında; genel kabul edilebilirlik 3,21 ile 8,01 arasında değişmiştir.

Beheshtipour ve ark. (2012), %0,25; %0,5 ve %1 konsantrasyonlarında *Chlorella vulgaris* ve *Arthrospira platensis* ekledikleri yoğurtların 5 °C sıcaklıkta 28 günlük depolama süresinde probiyotik bakteriler, pH ve asitlik değerlerindeki değişimlerini incelemişlerdir. Fermantasyon sonunda *A. platensis* desteği ile *L. acidophilus* ve *Bifidobacteria* sayısında önemli bir artış tespit edilmiştir. *A. platensis* içeren yoğurtların asitlik artışının hızlı olduğu, pH düşüşünün yavaş gerçekleştiği ve uzun inkübasyon süresiyle son titrasyon asitlik değerlerinin iyi olduğu söylenmiştir. Bütün yoğurt örneklerinde pH ve asidite oranlarında minimum azalmalar gözlemlenmiştir. Benzer çalışma Fadaei ve ark. (2013) tarafından yapılmış ama yoğurdun içerisine %0,3; 0,5 ve 0,8 konsantrasyonlarında *Spirulina platensis* ilavesinin yanında %10-13 oranında ıspanak da eklenmiş ve bu ilavelerin S.

thermophilus ve *L. bulgaricus* üzerine etkileri muhafazanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde incelenmiştir. En dikkat çekici bulgular %10 ispanak ve %0,5 *Spirulina platensis* içeren grupta görülmüş, depolama sonunda *S. thermophilus* miktarı *L. bulgaricus*'tan daha yüksek bulunmuştur.

Agustini ve ark. (2017) bir çalışmasında, kontrol grubu ile %0,50; %0,75; %1; %2 ve %3 konsantrasyonlarında *Spirulina platensis* ilave edilmiş 6 farklı yoğurt grubu oluşturmuştur. %1 *Spirulina platensis* ilave edilmiş yoğurdun asitlik düzeyi 70 SH olarak bulunurken bu değer kontrol grubunda 62 SH olarak tespit edilmiştir. Protein değeri kontrol grubunda %2,29 iken, %1 *Spirulina platensis* ilave edilmiş yoğurtta %3,55 olarak saptanmıştır. Çalışmaya göre kontrol grubunun pH'ı %1 oranında *Spirulina platensis* ihtiva eden guruba göre daha yavaş azalmıştır. *Spirulina platensis* (%1) ilave edilen yoğurtların görünüm, koku, tat ve kabul edilebilirlik puanları sırasıyla 8,07; 7,80; 7,93 ve 8,33 olarak bulunmuş, %1 *Spirulina platensis* ihtiva eden yoğurt tipleri kontrol grubu yoğurtlara göre daha yüksek duyuşal değerler almıştır.

Güldas ve İrkin (2010) çalışmasında, süt ve yoğurdun mikroflorası üzerine *Spirulina platensis* tozunun etkisini araştırmış, çalışmada starter kültür olarak *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* ile *Lactobacillus acidophilus* kullanmışlar ve bunun yanında %0,5 ve %1 oranlarında *Spirulina platensis* tozu ilave etmişlerdir. Bu yoğurt örnekleri 1, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30. günlerde analize alınmışlardır. %1 oranında *Spirulina platensis* tozu ilavesi laktik asit bakterileri üzerinde önemli farklılıklara neden olmamakla birlikte ($p < 0,05$) muhafaza süreci boyunca *Spirulina platensis* ürünün duyuşal özellikleri üzerine pozitif etki göstermişlerdir. Duyusal olarak %0,5 konsantrasyonunda *Spirulina platensis* ilaveli yoğurtlar %1 oranında *S. platensis* içeren yoğurtlara göre daha iyi sonuçlar ortaya koymuştur. Üç yoğurt türü için nem, protein, yağ oranları ortalama olarak sırasıyla %88,15, %4,0 ve %3,8 olarak belirlenmiştir. *Spirulina platensis* tozu ilave edilen tüm yoğurt örneklerinde depolama süresince starter kültürlerin canlılıklarının arttığı görülmüş, *S. thermophilus*'un canlılık düzeyinin *L. bulgaricus*'tan daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. *L. bulgaricus* sayıları sade yoğurt ve *S. platensis* ilave edilen yoğurtta sırasıyla 6 ve 5.80 log₁₀ kob/g üzerinde

bulunmuştur. *L. acidophilus* düzeyi depolama süresince %0,5 ve %1 *S. platensis* ilaveli yoğurtlarda 2.4 ve 3.1 log₁₀ kob/g oranlarında artış göstermiş, *L. acidophilus* değerleri, *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus*'tan daha yüksek seviyelerde bulunmuştur. Bu çalışmada probiyotik yoğurt örnekleri duyuşal yönden daha yüksek puan almış, *S. platensis* ilaveleri duyuşal değerleri etkilememiştir.

Dubey ve Kumari (2011) araştırmasında, farklı konsantrasyonlarda *Spirulina* ve %10 düzeyinde papaya katarak ürettikleri yoğurtta, donmuş yoğurtların lezzet ve tat değerlerindeki farklılıklar önemli düzeyde bulunmamakla birlikte toplam kuru madde miktarı *Spirulina* seviyelerindeki artışa bağılı olarak yükselmiştir (p<0,01). *Spirulina* seviyelerindeki artışın yoğurdun asitlik ve pH değerlerini etkilemediği *Spirulina* onsantrasyonu arttıkça dondurulmuş yoğurdun protein içeriğinin de arttığı saptanmıştır. Üründe %10 papaya özü ve %8 *Spirulina* kullanılması tat, lezzet, renk, görünüm, doku ve genel kabul edilebilirlik bakımından en yüksek puanların ortaya çıkmasını sağlamıştır.

O'Sullivan ve ark. (2016) %0,25 ve %0,50 konsantrasyonlarda *Ascophyllum nodosum* ve *Fucus vesiculosus*'un sulu ve etanol ekstraktlarını içeren yoğurt üretimi gerçekleştirmişlerdir. Yoğurt gruplarının yağ oranları %2,40 ile %2,80 arasında ve birbirine yakın değerler almıştır. Yosun içeren yoğurtların protein miktarları ise %2,80 ile %3,10 arasında olup geleneksel yoğurdun protein değeri %4,80 şeklinde bulunmuştur. *Fucus vesiculosus* eklenmiş yoğurt örneklerindeki değerler de bu oranlara yakın düzeyde görülmüştür. *Ascophyllum nodosum* ve *Fucus vesiculosus* yosunları ile zenginleştirilmiş süt örneklerinin TAMB sayılarının 11 günlük depolama süresinde 3,3-5,6 log₁₀ kob/g düzeyinde olduğu görülmüş olup deniz yosunlarının TAMB değerleri üzerinde etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Üründe koliform grubu bakteri ve maya-küf gelişimi gözlenmemiştir.

Akın ve Akın (2016)'ın farklı konsantrasyonlarda (A kontrol, B %0,25, C %0,50 ve D %1) elma lifi iavesiyle gerçekleştirdiği yoğurt üretimi çalışmasında yoğurtlar 20 gün muhafaza edilmiş, araştırma sonucuna göre yoğurtların muhafaza süresi ve elma liflerinin eklenmesinin asitlik, pH, su tutma kapasitesi ve viskozite üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmüştür. Yoğurt örneklerinde

pH en yüksek 4,63 ile kontrol grubunda, en düşük ise 4,53 değerinde C grubunda, titrasyon asitliği de kontrol grubunda en düşük (0,99), %0,50 elma lif ilaveli yoğurtta en yüksek değerde tespit edilmiştir. Yoğurtların asitliği elma lif eklenmesi ile artış gösterdiği ve yoğurt bakterilerini geliştirdiği görülmüştür. Yoğurt örneklerinde su tutma kapasitesi en yüksek %40,76 oranında C grubu, en düşük ise %33,82 oranında kontrol grubunda görülmüş, lif oranının artmasıyla yoğurdun su tutma kapasitesinin arttığı tespit edilmiştir. Yoğurtlara katılan lif oranı arttıkça *S. thermophilus* sayıları da artmış olup bu durumun istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları da 7,97 ve 8,89 log₁₀ kob/g değerleri arasında değişim göstermiş, yoğurda katılan elma lif oranı arttıkça bakteri sayısı da artmış, en yüksek değer %1 elma lifi içeren yoğurtta saptanmıştır. Depolama süresi boyunca *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarında sürekli bir düşüş görülmüş olup *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları üzerinde depolamanın önemli etkisi olduğu bulunmuştur. Yoğurtlar görüntü olarak incelendiğinde kontrol grubu en yüksek değeri alırken, elma lif ilave oranı artan yoğurtlarda ise düşüşler olduğu görülmüştür. Yoğurdun yapı ve tekstür puanlarına göre en düşük değeri 4,25 ile D grubu, en yükseği ise 5 puan ile kontrol grubu almıştır. Yoğurt duyusal analizleri yapan panelistler elma lif ihtiva eden yoğurt örneklerinde lif konsantrasyonu arttıkça yapı ve tekstür puanlarının düştüğü, ağza kumsu yapıların geldiğini söylemişlerdir. Elma lifi eklenen yoğurtlarda life bağlı asitliğin yükselmesi ile D grubuna doğru tat-aroma değerlerinde düşüşler görülmüş ve 20 günlük depolama süresince de asitlik artışından dolayı tat-aroma puanlarında düşüşler tespit edilmiştir. Yoğurtların toplam puanına bakınca en yüksek 19,8 ile 10. günde kontrol grubu, en düşük ise 14,88 değerinde 20. günde D grubu yoğurdunda saptanmıştır.

Çayır ve Şahan (2017) yaptığı çalışmada inek sütü kullanılarak %0, %6, %9, %12 düzeylerinde kayısı püresi ile *Streptococcus thermophilus*, *Laktobacillus bulgaricus*, *Laktobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* kültürlerini kullanarak ürettikleri 4 farklı yoğurt grubu muhafazanın 1, 8 ve 15. günlerinde değerlendirilmişlerdir. Yoğurt örneklerinin 1. analiz gününde kuru madde oranı en yüksek %22,04 ile D, en düşük ise %17,74 ile kontrol grubunda (A) tespit edilmiş olup kayısı püresi konsantrasyonlarının artması yoğurtlarda kuru maddenin de

artışına neden olmuştur. Yoğurtlara eklenen kayısı püresi oranı arttıkça yağ oranı azalmış olup kayısı püresinin yağ üzerine istatistiksel olarak etkisinin önemli olmadığı bulunmuştur. Yoğurt numunelerinin 1. analiz gününde protein değerleri %3,74 değeri ile kontrol grubunda en yüksek olarak, en düşük ise %3,44 değeri ile B grubunda görülmüştür. Kayısı ilave edilen yoğurtlarda eklenen miktar arttıkça pH artmış olup depolamanın pH üzerinde etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Kayısı püresi eklenmiş yoğurtlarda titrasyon asitlik değeri B grubundan D grubuna doğru bir azalma göstermiş olsa da kontrol grubundan daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Tüm grupların titrasyon asitliği değeri muhafaza süresince artış göstermiş, ilave edilen kayısı püresinin titrasyon asitliği üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

Fenderya ve Akalın (2003) bir çalışmada; inek sütü kullanılarak *Bifidobacterium longum* Bb 46 ve *Bifidobacterium animalis* Bb 12 kültürleri ile fruktooligosakkarit içeren 4 farklı grup probiyotik yoğurtlar üretilmişler, bu örnekler 4 °C’de 28 gün boyunca muhafaza edilmişlerdir. Muhafaza süresince tüm gruplarda kuru madde ve yağ miktarlarında artışlar görülmüş olmakla birlikte bu değişimlerin istatistiksel açıdan önemsiz olduğu saptanmıştır. Yoğurtların laktik asit değerleri %0,97-%1,32 oranlarında değişiklik göstermiş, muhafaza süresinin uzamasıyla yoğurt örneklerinin asitliğinin arttığı tespit edilmiştir. Fruktooligosakkarit eklenmiş yoğurtların laktik asit değerleri kontrol grubuna göre anlamlı şekilde düşük bulunmuştur.

Dirican (2017)’nin yaptığı çalışmada probiyotik yoğurt örneklerine çam balı ilave ederek dört farklı yoğurt çeşidi üretilmiştir. Kullandıkları kültürler *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus plantorum* ve *Bifidobacterium animalis*’tir. Çam balı sütlere %2 (A1), %4 (A2), %6 (A3) konsantrasyonlarda ihtiva edilmiş ve 1, 7, 14 ve 21. muhafaza günlerinde değerlendirmeye alınmıştır. Çam balı ilavesinin pH oranında muhafaza süresince 4,59’den 4,19’lara düşüş görülmüştür. Kontrol yoğurdu laktik asit değeri 0,63; %6 çam balı yoğurdunun ise 0,79 değerinde artmış bir şekilde bulunmuştur. Su tutma kapasitesi incelendiğinde en yüksek değerlerin %4 konsantrasyonlu çam balında görüldüğü tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik çalışmalarında *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus*

acidophilus üzerine olmuştur. Duyusal değerlendirmelerde %4 ve %2 çam balı ihtiva eden yoğurt örneklerinin daha yüksek değerler alarak beğenilmesi göz önüne alınmıştır.

Çağlayan (2018)'ın yaptığı çalışma süte bal kabağı püresi ve kuru üzüm ilave ederek probiyotik yoğurt üretilmiştir. Kültür olarak *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* eklenmiş olup, 5 farklı yoğurt örneği elde edilmiştir. A grubunda %20 bal kabağı püresi, %10 kuru üzüm ve probiyotikler; B grubunda %25 bal kabağı püresi, %10 kuru üzüm, probiyotikler; C grubu %30 bal kabağı püresi, %10 kuru üzüm, probiyotikler, K1 probiyotik yoğurt ve K2 sade yoğurttan oluşmuştur. Yoğurtların muhafaza günleri 1, 7, 14 ve 21'dir. Bu muhafaza günlerinde yoğurtlar mikrobiyolojik, kimyasal ve tekstürel olarak değerlendirmeye alınmıştır. Kimyasal analizlerden kuru madde miktarı kontrol grubu ile çam balı eklenmiş yoğurtlar arasında değişen değerlerde istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır. Yoğurt örneklerinin yağ miktarı 1,4-3,6 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Sade yoğurdun yağ oranı diğer yoğurt örneklerinden düşük bulunmuştur. Laktik asit ise, fermente süt ürünlerinde karakteristik olarak bulunan bir organik asit olup, ürünün kendine özgü tat-koku ve yapısının oluşmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışmadaki verilere göre istatistiksel olarak yoğurtlarda depolama boyunca normal bir artış görülmüştür. Tekstürel analizlerde de genel bir artış söz konusu olmuş ve sertlik oranı bakımından A grubu 21. günde 314,26 g ile en yüksek değerini almıştır. Laktik asit bakterileri genel olarak örnekler arasında düşüş göstermesine rağmen %25 bal kabağı püresi ihtiva eden yoğurt örneğinde 14. günde bir artış görülmüştür. C grubu yoğurtların genel kabul edilebilirlik oranlarına göre daha fazla beğenildiği saptanmıştır. Değerlendirmelere göre 4,62-4,80 arasında değerlerin değiştiği tespit edilmiştir.

Saldamlı ve Babacan (1996)'ın çalışması yoğurda besinsel lif ilavesinin pH, kuru madde ve viskozitesi ile duyusal analiz değerleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Yoğurt örnekleri sade ve aromalı olarak ayarlanmış olup, %0,5-1-1,5-2 ve %2,5 oranlarında şeker pancarı lifi ihtiva edilmiştir. Aromalı yoğurtlar içerisinde bal, badem, fındık, çilek, muz ve şeker ilavesi olmuştur. Genel olarak

değerlendirilmeye alındığında %0,5 ve %2 oranlarında ilave edilen şeker pancarı lifinin genel kabul edilebilirliği yüksek bulunmuştur. Yoğurdun kıvamı incelendiğinde olumlu etkiler görülmüştür. Lif eklenmiş kontrol grubu yoğurtta pH değeri 4,38 iken lifli yoğurt örneklerinin pH oranı 4,25 den 4,34'e yükseldiği saptanmış olup, viskozite ve kuru madde oranları da kontrol grubuna göre artış göstermiştir. Lif katılmış yoğurtların duyusal analiz değerlendirmesinde kıvam %2,5 konsantrasyonlu lifli yoğurdun fazla koyu olduğu gözlemlenmiş ve kıvam puanı en yüksek değer ise 4,38 ile %1,5-2 oranında katılmış lifli yoğurtlarda tespit edilmiştir. Lezzet bakımından değerlendirildiğinde kontrol grubunda 4,25'lerde olan değer %2,5 lif ilave edilmiş yoğurtta 3,50 oranında saptanmıştır. %0,5 ve %1 lif içeren grupların kontrol grubuyla genel olarak benzerlik göstermiştir. Aromalı yoğurtlarda ise A grubu (200 gr lifli yoğurt içerisine %5 bal, %3 fındık, %3 badem ilavesi) ve B grubu (100 gr lifli yoğurt içerisine %8 bal, %3 badem, %3 fındık ilavesi) olarak 2'ye ayırmışlardır. Lif oranları %0,5-1-1,5 ve %2 şeklinde ayarlanmış ve pH, kuru madde oranları incelenmiştir. A grubu örneğinin pH değerleri kontrol grubunda 4,56 oranında, %2 lifli yoğurtta ise 4,63 değerine yükselmiştir. B grubu yoğurdunda kontrol grubu 4,67 iken, %2 lifli yoğurtta 4,68 oranında tespit edilmiştir. A grubu ve B grubu yoğurtların kuru madde miktarları kontrol grubu oranları sırasıyla 17,85 ve 22,34; %2 konsantrasyonlu yoğurtların kuru madde oranları 21,35 ve 25,86 olarak arttığı görülmüştür. Yoğurtların genel olarak duyusal değerlendirmesi, kontrol grubu yoğurtlara oranla %2 lif ilavesi olan yoğurtlardaki değerlerin azaldığı bulunmuştur. Fındık partiküllerinin lif miktarlarına olan toleransını bir miktar artırdığı gözlenmiştir.

Yalçınkaya ve ark. (2003)'nın bir çalışmasında buğday rüşeymi ve fitay ilavesi ile zenginleştirilen yoğurt üretimi yapılmıştır. Yağlı ve yağsız buğday rüşeymi %1 ve %2 oranlarında katılarak, fitaz ihtiva eden ve etmeyen olarak 9 adet yoğurt örneği oluşturulmuş olup +4°C'de muhafaza edilmiştir. *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* kültürleri kullanılmıştır. Rüşeym ilaveli yoğurtlarda toplam bakteri ve laktik asit bakterilerinin sayısı kontrol grubuna göre yüksek çıkmıştır. Yoğurtlarda en yüksek değeri %2 yağlı rüşeym ilaveli grup 8,03 log cfu/ml olarak bulunmuştur. Yoğurtlar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli

bulunmamıştır. Laktik asit bakterileri en düşük 5,73 log cfu/ml oranında gözlemlenmiş olup, en yüksek değeri ise %2 buğday rüşeymi eklenmiş yoğurtta (6,95) saptanmıştır. Örnkelerin kimyasal derğerlendirmesine göre %2 rüşeym ve fitaz içeren grupta en yüksek kül değeri %1,27; kontrol grubunda ise en düşük kül değerin (%1,11) olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubu yoğurtla aralarında istatistik açısından önemli bir fark olduğu görülmüştür. Yoğurtların tat puanlarına göre derğerlendirmesinde, kontrol grubu yoğurda göre buğday rüşeymi eklenen yoğurtların tat değelerinde önemli düşüşler görülmüştür. Yoğurtların yapı, tekstürü kontrol grubuna göre düşük puanlar almıştır. Panelistler tarafından buğday rüşeymi ilavelerinin yoğurtta homojen karışım olmadığı düşünölmektedir. Kabul edilebilirlik puanları en yüksek kontrol grubunda 14,80 oranında görölürken, %2 yağsız buğday rüşeymi yoğurt örneğinde en düşük değeler aldığı bulunmuştur.

Demirkol (2016)'un %1, %3 ve %5 (w/v) oranlarında kara üzüm posası ilave ederek ürettiği yoğurtlar 21 günlük muhafaza süresinde titrasyon asitliği, pH, kuru madde ve yağ miktarı; *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* ve maya-küf bakteri düzeyi ile duyusal nitelikleri yönünden analizlere tabii tutulmuşlardır. Duyusal analizlerde 10 panelist katılmış olup, genel kabul edilebilirlik değelerleri kontrol grubu yoğurtta 10 puan, %5 FA'lı grup (fanlı kurutma kabininde 80 °C'de kurutulan posa) 6,00 ve %5 Lİ (liyofilizatörde kurutulan posa) değerinin ise 4,00 olduğu bulunmuştur. Yoğurtların depolama süresince değışimleri, genel olarak azaldığı gözlemlenmiştir. Kuru madde oranlarının en düşük değeri kontrol grubunda (%11,07), en yüksek değeri %5 FA içeren yoğurtta %15,82 oranında olduğu bulunmuş, pH oranı muhafaza süresi boyunca düşüş göstermiştir. Kokolu kara üzüm posası oranlarının artırılması, depolama süresince posalı yoğurtların pH değerin önemli düzeyde etkilememiştir. pH ile orantılı olarak titrasyon değelerinde artışlar görülmüştür. Kontrol grubu örnek %0,76 iken, %1 FA değeri %1,07 ve %1 Lİ değeri %1,05 olarak belirlenmiştir. Kokolu kara üzüm posası ilavesinin yoğurt örneklerinde *Lactobacillus bulgaricus* sayılarını düşürdüğü saptanmıştır.

Bilici (2017)'nin yaptığı bir çalışmada %5 maca tozu ilaveli yoğurt, %0,05 propolis ekstraktlı yoğurt, propolis ekstraktı + maca tozu ilaveli yoğurt ve sade

yoğurt olarak 4 grup örnek üretilmiştir. Fiziksel, duyuşal ve mikrobiyolojik incelenmesi yapılmış olup, *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bakteri sayıları incelemeye alınmıştır. *Lactobacillus* değerlerinde 1-7 gñnlük depolama sñrecinde ortaya çıkan değerler arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Sade yoğurtta 5,74 log₁₀ kob/g olan değer 7. gñnde 6,56 log₁₀ kob/g değerinde gñrñlmñőtñr. Maca ve propolis ekstraktı eklenen yoğurtta da benzer değerler tespit edilmiőtır. pH değeri kontrol grubunda 4,05 oranı ile diğer gruplardan yñksek bulunmuş olup, muhafaza sñresince en dñőşñk değeri alan maca ve propolis ilaveli yoğurt òrneęinde 3,68 oranında saptanmıştır. Asitlik dñzeyi ve tat değerlerinde meydana gelen değişimler birbirleriyle kıyaslandığında 1. analiz gñnñnde gruplar arası herhangi bir farklılık ortaya çıkmamış; 7. gñnde ise sade yoğurdun, maca + propolis içeren ve sadece maca içeren yoğurtlara gñre daha çok beğenildiği belirlenmiőtır. Yoğurt òrneęlerinin genel tñketebilirlięi değerlendirildiğinde, yoğurt tipleri içinde en yñksek puanları alan sade ve propolis ihtiva eden gruplar olmuştur. Gruplar arasında muhafaza sñreci boyunca anlamlı farklılıklar olmadığı tespit edilmiőtır.

Bayır ve Bilgin (2019)'in probiyotik yoğurtlarda karanfilin etki mekanizmalarını inceledikleri çalışmada kontrol grubu ile %0,1 (karanfil 1); %0,3 (karanfil 2) ve %1 (karanfil 3) oranında toz halinde karanfil ilave edilen yoğurt òrneęleri olmak ùzere 4 grup oluşturulmuş, karanfilin *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus acidophilus* üzerinde antibakteriyel etki gñsterdięi *Lactobacillus bulgaricus* ve *Bifidobacterium animalis* üzerinde ise karanfilin konsantrasyonuna bağlı olarak bakteriyel gelişimi etkilediği saptanmıştır. Yağ miktarı kontrol grubu ile karanfil ilave edilen gruplar arasında benzer değerler bulunmuştur (3,30 m/v). Yağsız kuru madde miktarları kontrol grubunda 8,15 (m/m) değerinde saptanırken en yñksek oran karanfil 3 grubunda (8,62 m/m) gñrñlmñő, protein miktarları 3,54 (m/m) seviyesi ile depolama sñrecinde aynı değerlerde devam etmiőtır. Kontrol grubuna gñre karanfil konsantrasyonu artıkça ve depolama sñresinde asitlik değerlerinde artış olup, pH oranında dñőőler tespit edilmiőtır. Duyusal òzellikleri bakımından %0,1 ve %0,3 karanfil ihtiva eden grupların puanları kontrol grubuna yakın çıkmış, karanfilin

duyusal özelliklere sınırlı düzeyde olumlu etkisi olduğu görülmüş, yoğurda karanfil ilavesinin mikrobiyolojik ve kimyasal kaliteyi artırdığı saptanmıştır.

Akın ve Avkan (2019)'ın yaptığı bezelye unu ilaveli probiyotik yoğurt çalışmasında, inek sütüne %0,5 ve %1 oranında bezelye unu ihtiva eden üç farklı probiyotik yoğurt örnekleri üretilmiştir. +4°C'de depolanan yoğurtların 1, 10 ve 20. günlerde analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz günlerinde üretilen yoğurtların pH'ı, titrasyon asitliği, kuru madde oranı, yağ oranı, protein ve kül değerleri kontrol edilmiştir. Buna göre kontrol grubu yoğurdun titrasyon asitlik değeri %0,82 L.A iken, %1 konsantrasyonlu C grubu yoğurdun değeri %0,92 L.A olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubunda kuru madde oranı rakamsal olarak en düşük değer %14,93; C grubu yoğurttaki rakamsal olarak en yüksek değer %16,14 olarak bulunmuştur. Yağ oranı kontrol grubunda rakamsal olarak en yüksek değer %3,30 iken, rakamsal olarak en düşük değer C grubunda %3,25 olarak tespit edilmiştir. Protein değeri rakamsal olarak en düşük %3,93; rakamsal olarak en yüksek %4,21 olarak görülmüş ve kül değeri kontrol grubunda %0,90 iken, C grubunda %0,97 olarak saptanmıştır. Yoğurtların pH değerleri ise, kontrol grubunda rakamsal olarak en yüksek değer 4,85; C grubu yoğurttaki rakamsal olarak en düşük değer 4,74 olarak düşüş gözlenmiştir. İlk analiz günü kontrol grubu yoğurdun sertlik değeri 152,21 g iken, son analiz gününde 192,39 g olarak yükseldiği görülmüştür. C grubunda ise 214,14 g iken, son analiz gününde 262,01 g olduğu tespit edilmiştir.

Okur ve ark. (2019) çörek otu balı ekleyerek fonksiyonel set tipi beş farklı yoğurt örneği oluşturmuştur. Bir, yedi, on dört ve yirmi sekizinci günlerde kontrol grubu, %2,5; %5; %10 ve %15 oranlarında çörek otu balı kullanılarak fonksiyonel yoğurt grupları analize alınmıştır. Yoğurt örneklerinin pH değerleri kontrol grubu, %2,5 ve %15 konsantrasyonlu çörek otu balı ilaveli yoğurtlarda depolamanın son günlerinde azalma tespit edilmiştir. Yoğurtların *Lactobacillus bulgaricus* bakteri sayıları değerlendirildiğinde, gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık görülmemiştir. Yoğurt örneklerinin duyusal analiz puanlamasında, %10-15 oranlarında çörek otu balı ihtiva eden yoğurtların genel kabul edilebilirlik değerleri yüksek olarak saptanmıştır.

Gürsoy ve kayaaardı (1999), yağ oranı %1 oranında azaltılmış süt ve %2-3 oranında *Lactobacillus bulgaricus* ile *Streptococcus thermophilus* bakterileri kullanarak diyet yoğurdu ve %6 oranında *Lactobacillus acidophilus* ile *Bifidobacteri* starter kültürleri ilave ederek diyet asidofilus bifidus yoğurdu üretmişlerdir. Yapılan kimyasal analiz sonucu diyet yoğurdunun kuru madde oranı %11,75; diyet asidofilus bifidus yoğurdun kuru madde oranı ise %11,55'tir. Her iki yoğurt örneğinin yağ oranları %0,62; laktik asit bakteri sayılarında %1,10 L.A olarak tespit edilmiştir. Diyet yoğurt örneğinde protein değeri %5,31 iken, diyet asidofilus bifidus yoğurt protein değerinde %5,18 olarak gözlemlenmiştir. Yoğurt örneklerinin kül değerleri ise, diyet yoğurdunda %0,96; diyet asidofilus bifidus yoğurdunda %0,95 olduğu bulunmuştur. Diyet yoğurdunun duysal değerlendirmesinde, renk puanı 4,47; kaşıkla kıvam 4,37; ağızda kıvam 3,75; koku 4,33 ve tat 4,33 olarak saptanmıştır. Diyet asidofilus bifidus yoğurdun ise renk puanı 4,73; kaşıkla kıvam 4,65; ağızda kıvam 4,47; koku 4,37 ve tat puanı 4,23 değerini aldığı belirlenmiştir. Diyet yoğurt örneğinin tat puanı, diyet asidofilus bifidus yoğurt örneğinin tat puanından yüksek bulunmasına rağmen istatistiksel açıdan önemli fark oluşturmamış, fakat ağızda kıvam puanları değerlendirildiğinde yoğurt örnekleri arasında istatistiksel açıdan önemli fark bulunmuştur.

Çakmakçı ve ark. (2019)'nın yaptıkları *Lactobacillus acidophilus* (P) ve yeşil çay tozu (GTP) ilave edilen yoğurt çalışmasında dört farklı yoğurt grubu oluşturulmuş ve yoğurdun probiyotik olarak raf ömrünü incelemişlerdir. Analiz günleri süresince, kontrol grubu (C), PC grubu, %1 GTP içeren grubu ve %2 GTP içeren grup örnekleri +4 °C'de muhafaza edilmiştir. Yoğurt örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre; kuru madde oranı kontrol grubunda %12,61; kuru madde oranı %2 GTP ihtiva eden yoğurtta rakamsal olarak en yüksek değer %14,11 olarak tespit edilmiştir. Kuru madde oranı gruplar arası değerlendirildiğinde, %2 GTP ilaveli yoğurt örneği istatistiksel açıdan önemli farklılıklar saptanmıştır. %2 GTP yoğurdunun protein değeri kontrol grubu yoğurduna göre yüksek değerde bulunmuştur. Yoğurttaki yağ oranı rakamsal olarak en düşük %2 GTP içeren yoğurtta %3,20 oranında, rakamsal olarak en yüksek %3,90 oranında kontrol grubunda görülmüştür. Yirmi bir günlük depolama sürecinde titrasyon asitlik

değerleri kontrol grubundan %2 GTP içeren yoğurt örneklerine doğru sırasıyla %0,71; %0,74; %0,79 ve %0,82 olarak görülmüştür. Yoğurt örneklerinin titrasyon asitlik değeri rakamsal olarak en yüksek %1 GTP ilave edilmiş yoğurdun 14. muhafaza gününde %0,87 olduğu saptanmıştır. Yoğurt örneklerinin pH değerleri rakamsal olarak 21. günde PC yoğurt örneğinde 4,20; rakamsal olarak en yüksek değer ise %2 GTP ilaveli yoğurt örneğinin ilk analiz gününde 4,96 oranında bulunmuştur. %2 GTP içeren yoğurdun *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bakteri sayıları rakamsal olarak en yüksek 14. günde sırasıyla 7,94 log₁₀ kob/g ve 8,81 log₁₀ kob/g olarak saptanmıştır. Yoğurt örneklerinde muhafaza süresince hiçbir maya-küf bakteri sayısına rastlanılmamıştır. Yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanlarına göre; rakamsal olarak en yüksek değeri alan PC yoğurt grubu 14. günde 8,55 puanında tespit edilmiştir. Yoğurt örnekleri genel olarak değerlendirildiğinde PC ve %1 GTP ilaveli yoğurdun beğenildiği görülmüştür.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Uygulanacak Yöntem/Yöntemler

2.1.1. Süt

*Spirulina platensis*li probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan inek sütleri piyasadaki üreticilerden temin edilmiştir.

2.1.2. Süt Tozu

Yoğurt üretimi için süt tozu ticari olarak temin edilmiş olup çiğ süte %3 oranında yağsız süt tozu eklenmiştir.

2.1.3. Starter ve Probiyotik Kültürler ve Hazırlanmaları

Yoğurt üretiminde starter kültürler olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* ile probiyotik kültürler olarakta *Bifidobacterium animalis* ve *Lactobacillus acidophilus* kullanılmıştır. Liyofilize halde ticari olarak temin edilen kültürler kullanılmadan önce uygun besiyerlerinde canlandırılarak aktif hale getirilmiştir. Buzdolabında +4 °C'de muhafaza edilen kültürler, üretimde %3 oranında starter kültürlerden, %0,01 oranında ise probiyotik kültürlerden ilave edilmiştir.

2.1.4. *Spirulina platensis*

Yoğurt üretimde kullanılacak olan *Spirulina platensis* toz formda ticari olarak temin edildi ve kullanım anına kadar serin ve kuru bir ortamda saklanmıştır. Kullanım sırasında belirlenen oranlarda *Spirulina platensis* ilave edildi.

2.1.5. Ambalaj Materyali

*Spirulina platensis*li probiyotik yoğurt yapımında yoğurdu mayalamak için yuvarlak kapaklı, steril polipropilen numune kapları kullanılmıştır.

2.1.6. Kullanılan Alet ve Ekipmanlar

*Spirulina platensis*li probiyotik yoğurt üretiminde tencere, termometre, steril pipet, paslanmaz çelik saplı kepçe, ısıtıcı, buzdolabı, ocak kullanılmıştır.

2.2. Deneysel Yoğurt Üretimi

Deneysel yoğurt üretimi MAKÜ Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Üretimde kullanılacak olan inek sütüne üretim öncesi fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik analizler uygulanmıştır. Çalışmada 4 farklı probiyotik yoğurt grubu oluşturulmuştur. Kontrol grubunu oluşturan ilk yoğurt grubu (A) *Spirulina platensis* ihtiva etmemektedir. Diğer 3 gruba (B, C ve D) sırasıyla % 0.50, % 0.75 ve %1.0 konsantrasyonlarında *Spirulina platensis* ilave edilmiştir (Tablo 2.1). Homojen bir karışım oluştuktan sonra yoğurtlar hazırlanmıştır. Yoğurt numuneleri 0, 7, 14, 21 ve 28. Günlerinde aşağıda belirtilen analizlere tabii tutulmuştur. Üretim üç tekerrür halinde gerçekleştirilmiştir. *Spirulina platensis*li probiyotik yoğurt üretimi şekil 2.1'deki gibi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2.1. Yoğurt tiplerinde *Spirulina platensis*'in konsantrasyonu

Gruplar	<i>Spirulina platensis</i> 'in konsantrasyonu (%)
A	-
B	0.5
C	0.75
D	1

2.3. Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Yapım Aşamaları

2.3.1. Çiğ Süt

Üretimde antibiyotik ve diğer koruyucu maddeleri barındırmayan inek sütü kullanılmıştır.

2.3.2. Süt Tozu İlavesi

Çiğ süt içerisine %3 oranında süt tozu eklenerek karıştırılmıştır.

2.3.3. Pastörizasyon

*Spirulina platensis*li Probiyotik Yoğurda işlenecek süt 85 °C'de 30 dakika süreyle pastörize edilmiştir.

2.3.4. Soğutma

Pastörizasyon yapılan süt karıştırılarak kaymak oluşumu önlenmiş bir şekilde 45 °C'ye kadar soğutma işlemi gerçekleştirilmiştir.

2.3.5. *Spirulina platensis* ve Kültürlerin İlavesi

Probiyotik yoğurt üretiminde starter kültür olarak *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* suşları, probiyotik kültürlerde *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis* kullanılmıştır. Bu kültürlerin yanında sırasıyla %0,50, %0,75 ve %1,0 konsantrasyonlarında *Spirulina platensis* ihtiva edilmiştir. Liyofilize kültürler pastörize edilmiş sütün içerisine aseptik koşullarda inokule edilmiştir.

2.3.6. Dolum

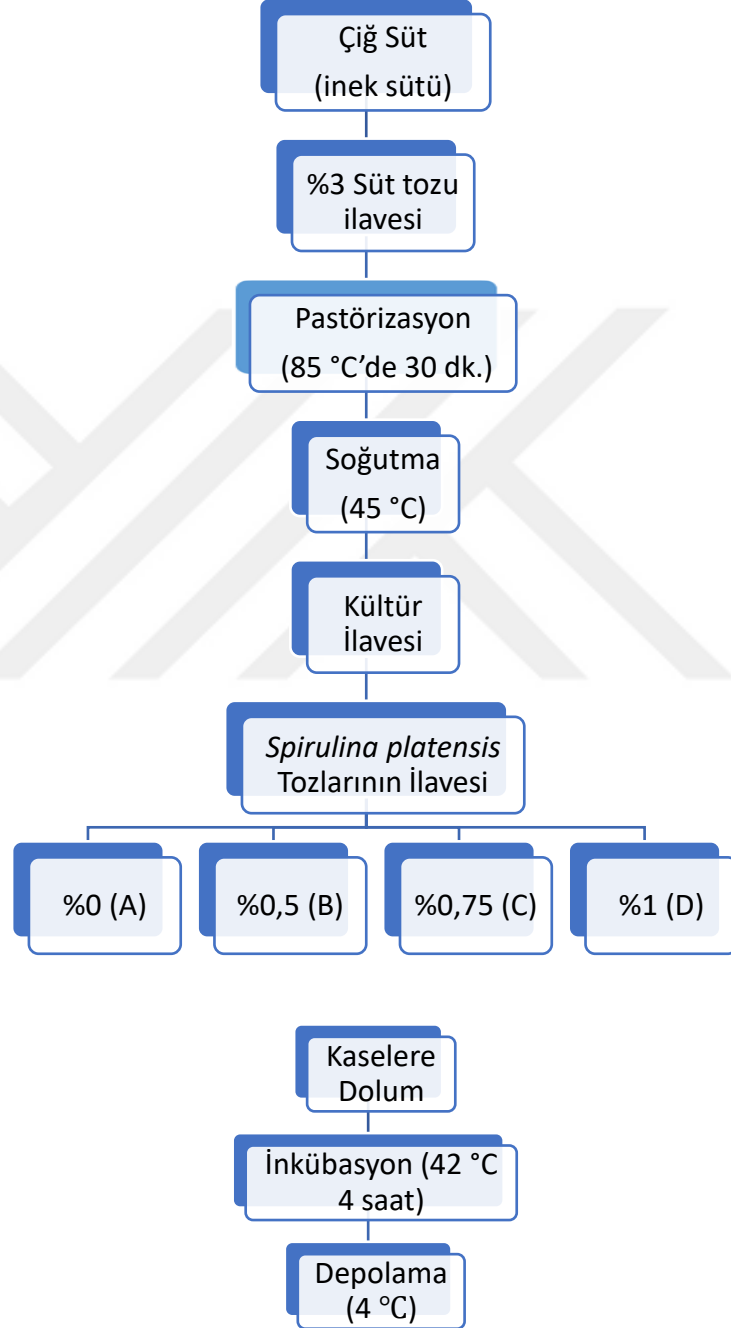
Yoğurt örnekleri harflendirmelere göre 100 ml'lik kaplara dolumu gerçekleştirilmiştir.

2.3.7. İnkübasyon

Kaplara doldurulan yoğurt örneklerinin ağzı kapatılarak pH 4.3±0.02'ye kadar 42 °C de 4 saat bekletilmiştir.

2.3.8. Depolama

Yoğurt numuneleri 0, 7, 14, 21 ve 28. günlerde analizleri yapılmak üzere +4 °C de buzdolabı şartlarında muhafaza edilmiştir.



Şekil 2.1. *Spirulina platensis*li Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Üretim Şeması

2.4. Yoğurtlarda Uygulanacak Olan Analizler

2.4.1. Fiziko-Kimyasal Analizler

Yoğurtlara uygulanan fiziko-kimyasal analizlerden kurumadde miktarı, titrasyon asitliği, pH, yağ, su tutma kapasitesi, kül analizleri MAKÜ Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Laboratuvarlarında, toplam azot tayini MAKÜ Bilim ve Teknoloji Uygulama Merkezinde, toplam diyet lifi miktarı analizi Gebze Marmara Araştırma Merkezinde gerçekleştirilmiştir. Belirtilen diğer analizler elde edilen değerlerden hesaplamalar yapılarak saptanmıştır.

2.4.1.1. pH

Yoğurt örneklerinin pH değeri pH metre ile TS 3136'ya göre gerçekleştirilmiştir (TS 3136, 1978).

2.4.1.2. Asitlik (Titrasyon) Tayini

Yoğurt örneklerinde titrasyon asitliği tayini % laktik asitlik cinsinden belirlenmiş ve TS 1330'a göre yapılmıştır (Anonim 2009). 10 g örnekten erlen içerisine alınarak üzerine kaynatılmış 20°C'ye kadar soğutulmuş damıtık sudan 10 mL ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. 0.5 mL fenolftaleyn (Merck) belirteç çözeltisi (%96' lık etil alkolde %2' lik çözelti) eklendikten sonra N/10'luk NaOH (Merck) çözeltisi ile pembe renk elde edilinceye kadar titre edilmiştir. Harcanan NaOH miktarı titrasyon asitlik değeri olarak bulunmuştur (Öner ve Aloğlu, 2018).

2.4.1.3. Su Tutma Kapasitesi

Yoğurdun su tutma kapasitesi (Water Holding Capacity-WHC) 5 gram yoğurdun 4500 devirli bir santrifüjde 4 C de 15 dakika süreyle santrifüjlenmesi sonrasında aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Barkallah ve ark. 2017).

$$\text{WHC (\%)} = (\text{Presipitat ağırlığı} / \text{Örnek ağırlığı}) \times 100$$

2.4.1.4. Kuru Madde Miktarı

Yoğurt örneklerinde toplam kuru madde tayini gravimetrik (% , w/w) olarak TS 1330' a göre yapılmıştır. Porselen krozeler etüvde kurutulduktan sonra desikatöre alınmış ve soğuması için beklenilmiştir. Soğutulduktan sonra krozeler tartılmıştır (T₁). 5 gr yoğurt örnekleri ile (T₂) 105±2 °C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra tekrar desikatöre alınan örneklerin soğuması beklenmiş ve soğuduktan sonra tartılmıştır (T₃) (Öner ve Aloğlu, 2018).

$$\text{Kuru madde (\%)} = [(T_3 - T_1) : (T_2 - T_1)] \times 100$$

2.4.1.5. Kül Miktarı

105 °C'de kurutulmuş ve desikatörde soğutulmuş darası alınmış (T₁) porselen krozelerde 5 g yoğurt örneği tartılmış (T₂) ve krozeler etüve yerleştirilerek 105 °C'de yoğurdun suyu uçurulmuştur. Krozeler daha sonra ısısı 550 °C olan kül fırınına konularak yakılmıştır. Daha sonra desikatörde soğutulmuş krozeler tartılmış (T₃) yüzde kül miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 1984).

$$\text{Kül (\%)} = [(T_3 - T_1) : (T_2 - T_1)] \times 100$$

2.4.1.6. Toplam Protein (Azot) Miktarı Analizi

Toplam azot oranı tayini Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Bu amaçla 3 g yoğurt örneği tartılmış, her tüpün içerisine 2 adet Kjeldahl tableti (Merck) ve 25 mL H₂SO₄ ilave edilmiştir. Tüpler yakma ünitesine yerleştirilmiş ve kademeli olarak sıcaklık yükseltilmiştir. Yakma işlemi bittikten sonra destilasyon işlemine geçilmiş 50 mL borik asit (Merck) (%4' lük) içerisine destilat toplanmıştır. Toplanan destilat 0.1 N HCl (Merck) ile gri leylak renk elde edilinceye kadar titre edilmiş ve % azot değeri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Azot} = (V_1 - V_0 \times N \times 0,014) \times 100 \quad \% \text{ Protein} = \% \text{ Azot} \times F$$

2.4.1.7. Yağ Miktarı Tayini

Yoğurt örneklerinin yağ tayinleri TS 8189'a göre Gerber yöntemiyle yapılmıştır. Homojen hale getirilmiş yoğurt sırasıyla bütirometrelerin içine 10 mL H₂SO₄ (Merck, d=1.825±0.002 g/mL) sonra 11 mL yoğurt, 1 mL amil alkol (d=0.810 ± 0.002 g/mL) ilave edilmiştir. Gerber santrifüj ile 5 dakika süreyle örnekler santrifüj yapılmış ve süre sonunda skaladaki değer okunarak % yağ miktarı olarak ifade edilmiştir (Anonim, 1990). Kurumaddede % yağ miktarı ise aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Kurumaddede \% yağ} = \% \text{ Yağ} / \% \text{ KM} \times 100$$

2.4.1.8. Toplam Diyet Lif Miktarı Analizi

Örneğin yağ oranı yaklaşık 1 g azaltılmıştır. Deney numunesinin üzerine 40 ml MES/TRIS tamponu eklenerek 200 ml sıcaklığa dayanıklı a-amilaz ilave ederek 100 °C'de 35 dk bekletilmiştir. Daha sonra 100 ml proteaz enzimi ilave ederek 60 °C'lik su banyosunda yarım saat durdurulmuştur. 0,561 N HCl ile çözeltisinden 5 ml eklenerek çözeltinin pH'sı 4,1 - 4,8 aralığına getirilir. 300 ml amilo glukosidaz eklenerek tekrar 60 °C'lik su banyosunda yarım saat bekletilmiştir. Çözelti vakum altında sabit tartıma (m₁) getirilmiş gooch krozesinden (cam kroze) süzölmüş, çökelek 70 °C sıcaklıkta 10 ml su ile iki kere yıkanmıştır. 105 °C'de 1 gece etüvde bekletilmiş olup, tartım alınmıştır.

2.4.2. Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizler MAKÜ Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Belirtilen analiz günlerinde deneysel probiyotik yoğurt örneklerinden aseptik şartlar altında 1 gram alınarak %0,1 peptonlu su ile seri dilüsyonlar yapıldı ve Vortex^de karıştırıldı. Çift seri olarak dökme plak yöntemiyle mikrobiyolojik yönden analize alındı. Analizler sonucunda 30-300 arası koloni içeren petrilerdeki tipik koloniler değerlendirmeye alınarak sonuçlar elde edildi.

2.4.2.1. Toplam Mezofil Aerob Bakteri Sayımı

Toplam mezofil aerob bakteri tespitinde Plate Count Agar (Oxoid CM 325) besi yeri kullanılarak, hazırlanan dilusyonlardan dökme plak yöntemiyle ekimler yapılmıştır. Petri kutuları 37 ± 1 °C de 48 saat inkübe edildi ve inkübasyon sonunda 30-300 arasında koloni içeren plaklar değerlendirmeye alındı (ICMSF 1982, Akalın ve ark. 2009).

2.4.2.2. Koliform Grubu Bakterilerin Sayımı

Koliform grubu bakterilerin tespitinde Violet Red Bile Agar (Merck 1.10275) besi yeri kullanılmıştır. Plaklar 30 ± 1 °C de 24 saat inkübe edildikten sonra oluşan tipik koloniler sayılmıştır (Tekinşen, 1996).

2.4.2.3. Maya ve Küflerin Sayımı

Maya ve küf bakterilerin tespitinde Potato Dextrose Agar (Difco B 13) besi yeri kullanılmıştır. Ekim işlemi sonrası plaklar 22 ± 1 °C de 5 gün inkübe edildikten sonra tipik koloniler sayılmıştır (Tekinşen, 1996)

2.4.2.4. *Streptococcus thermophilus* Sayımı

Streptococcus thermophilus bakterilerin tespitinde M-17 agar (Merck 1.15108) besi yeri kullanılmıştır. Plaklar 37 ± 1 °C de 72 saat süreyle aerobik şartlarda inkübe edildikten sonra oluşan tipik koloniler sayılmıştır (Akalın ve ark. 2009).

2.4.2.5. *Lactobacillus bulgaricus* Sayımı

Lactobacillus bulgaricus bakterilerin tespitinde MRS agar (Merck 1.10660) besi yeri kullanılmıştır. 42 ± 1 °C de 72 saat süreyle anaerobik şartlarda inkübe edildi ve oluşan tipik koloniler sayılmıştır (Akalın ve ark. 2009).

2.4.2.6. *Bifidobacterium animalis* Sayımı

Bifidobacterium animalis bakterilerin tespitinde MRS-NNLP agar besi yeri kullanılmıştır. 37 ± 1 °C de 72 saat süreyle anerobik şartlarda inkübe edildikten sonra oluşan tipik koloniler sayılmıştır (Tharmaraj, Şah, 2003).

2.4.2.7. *Lactobacillus acidophilus* Sayımı

Lactobacillus acidophilus bakteri tespitinde MRS Broth agar (Merck 1.10661) besi yeri kullanılmıştır. 37 ± 1 °C de 72 saat süreyle anaerobik şartlarda inkübe edildikten sonra oluşan tipik koloniler sayılmıştır (Beheshtipour ve ark. 2012).

2.5. Duyusal Analizler

Deneyisel olarak üretilen yoğurt örneklerinin duysal niteliklerinin belirlenmesinde, alanında eğitimli 10 kişiden oluşacak panel grubu kullanılmıştır. Yoğurtların duysal değerlendirilmesinde hedonik tip skala (1-9) kullanılarak belirtilen analiz günlerinde renk, koku, tat, görünüş (yapı) ve genel kabul edilebilirlik özellikleriyle duysal olarak değerlendirilmiştir (Barkallah ve ark. 2017).

2.6. Tekstürel Analizler

Tekstürel analizler Uşak Üniversitesi Gıda Mühendisliğinde TexturePro CT V1.8 Build 31 cihazı kullanılarak yapılmıştır. Tekstür profili analizinde sertlik (hardness), yapışkanlık ve elastikiyet (resilience) olmak üzere üç parametre incelenmiştir.

2.7. İstatistiksel Analizler

Araştırmada elde edilen verilere ait tanıtıcı istatistikler SPSS versiyon 19 istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Önemlilik düzeyi olarak $p < 0.05$ alınmıştır (Barkallah ve ark. 2017).

3. BULGULAR

3.1. Kimyasal Değişimler

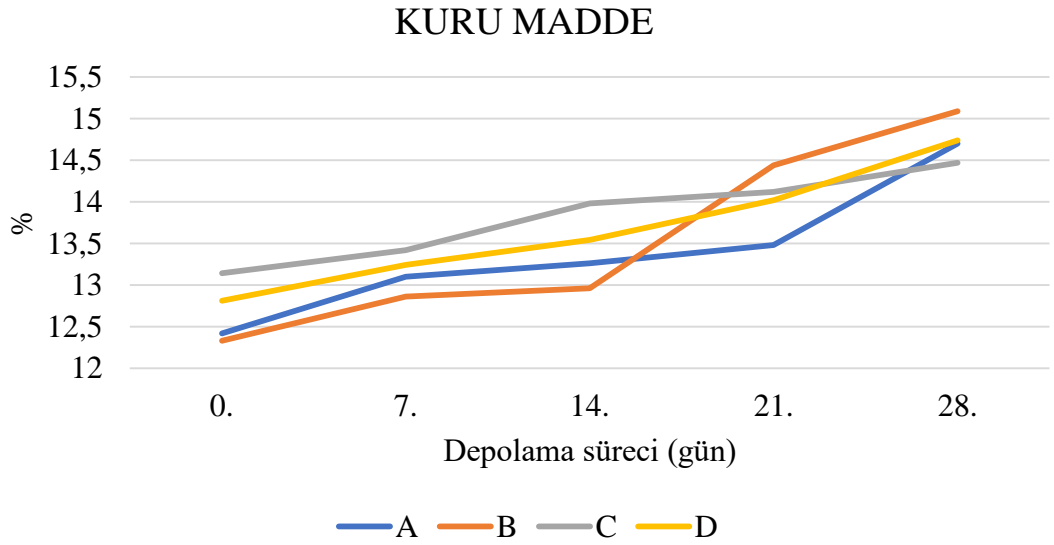
3.1.1. Kuru Madde

Tablo 3.1. Muhafaza süresince kuru madde değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)

Grup	Günler (X±SD)				
	0.	7.	14.	21.	28.
A	12,42±0,09 ^{Ac}	13,10±0,36 ^{ABb}	13,26±0,18 ^{BCb}	13,48±0,32 ^{Ab}	14,70±0,65 ^{Aa}
B	12,33±0,07 ^{Ab}	12,86±0,25 ^{Bb}	12,96±0,22 ^{Cb}	14,44±1,17 ^{Aa}	15,09±0,74 ^{Aa}
C	13,14±1,14 ^{Ac}	13,42±0,07 ^{Abc}	13,98±0,22 ^{Aabc}	14,12±0,16 ^{Aab}	14,47±0,08 ^{Aa}
D	12,81±0,24 ^{Ad}	13,24±0,06 ^{AcD}	13,54±0,25 ^{Bc}	14,02±0,44 ^{Ab}	14,74±0,21 ^{Aa}

a,b,c,d Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir (p<0,05)

A,B,C,D Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir(p<0,05).



Şekil 3.1. Muhafaza süresince kuru madde değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)

Tablo 3.1. ve Şekil 3.1 de görüldüğü gibi en yüksek kuru madde miktarı %15,09 ile B numunesinin son analiz gününde, en düşük ise %12,33 ile yine B grubunda muhafaza ilk gününde tespit edilmiştir (p>0,05). Tüm gruplarda depolama sürecinin son gününde, ilk analiz gününe göre kuru madde miktarlarında artış tespit edilmiştir.

Kontrol grubu olan A numunesinin ilk analiz gününde %12,42 olan kuru madde düzeyi bir sonraki analiz gününde artış göstererek %13,10 düzeyinde saptanmıştır ($p<0,05$). On dördüncü ve yirmi birinci gün analizlerinde rakamsal olarak artış gözlemlenmiş olsa da (%13,26 ve %13,48) bu değişim istatistiksel olarak bir anlam ifade etmemiştir ($p>0,05$). Son analiz gününde artış göstererek %14,70 düzeyine yükselen kuru madde oranı kontrol grubunun en yüksek değeri olarak gözlemlenmiştir ($p<0,05$).

%0,50 oranında *Spirulina platensis* ihtiva eden B grubu yoğurt örneklerinde günbegün artış gösteren kuru madde miktarında ilk üç analiz gününde sırasıyla %12,33; %12,86 ve %12,96 düzeyinde değerler tespit edilmiştir ($p>0,05$). Dördüncü analiz gününde %14,44 düzeyine yükselmiş ($p<0,05$), son analiz gününde %15,09 olarak tespit edilen kuru madde oranı B grubu örneklerinin en yüksek değeri olarak gözlemlenmiştir ($p>0,05$).

C grubu kuru madde oranları depolama süreci boyunca artış göstermiş olup en düşük kuru madde oranı ilk analiz gününde %13,14 iken, sonraki analiz günlerinde sırasıyla %13,42; %13,98 ve %14,12 oranlarında bulunmuştur. En yüksek oran ise son analiz gününde %14,47 düzeyinde saptanmıştır ($p<0,05$). Analiz günlerinde elde edilen bulgular bir önceki analiz günlerine göre rakamsal olarak artış gösterse de istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

En yüksek düzeyde *Spirulina platensis* içeren D grubu örneği incelendiğinde en düşük kuru madde değeri %12,81 düzeyinde ilk gün analizinde elde edilirken, 7. ve 14. gün analizlerinde bu değer artarak sırasıyla %13,24 ve %13,54 düzeylerinde tespit edilmiştir ($p>0,05$). Son iki analiz gününde istatistiksel olarak da anlamlı bir artış göstererek sırasıyla %14,02 ve %14,74 düzeylerinde olduğu gözlemlenmiştir ($p<0,05$).

Gruplar arası incelemede ilk ve son iki analiz gününde herhangi bir fark bulunamamış ($p>0,05$), yedinci gün analizinde *Spirulina platensis* içeren gruplardan B grubunun diğerlerinden daha az kuru madde oranına sahip olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Kontrol grubu ile kıyaslandığında C ve D gruplarında ortaya çıkan

değerlerin anlamlı bir fark oluşturmadığı saptanmıştır ($p>0,05$). Üçüncü gün analizinde en yüksek kuru madde oranı C grubu yoğurt örneğinde gözlemlenmiş olup ($p<0,05$), diğer *Spirulina platensis* ihtiva eden grupların kuru madde düzeyinin kontrol grubuna göre istatistiki açıdan farklı olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$).

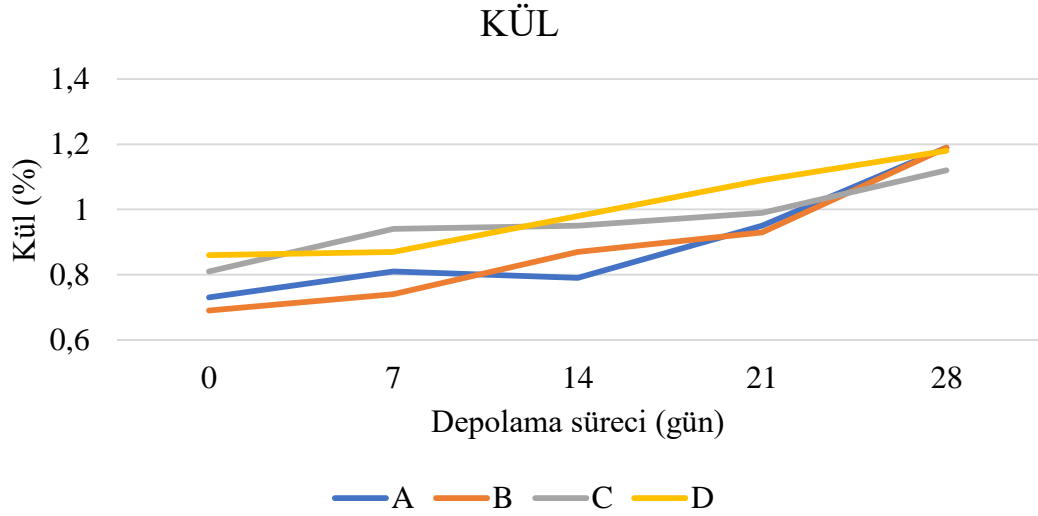
3.1.2. Kül

Tablo 3.2. Muhafaza süresince kül değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)

Grup	Günler (X±SD)				
	0	7	14	21	28
A	0,73±0,01 ^{Cc}	0,81±0,01 ^{Cc}	0,79±0,04 ^{Cc}	0,95±0,12 ^{Bb}	1,19±0,08 ^{Aa}
B	0,69±0,01 ^{Dc}	0,74±0,04 ^{Dc}	0,87±0,1B ^{Cb}	0,93±0,08 ^{Bb}	1,19±0,02 ^{Aa}
C	0,81±0,01 ^{Bc}	0,94±0,02 ^{Ab}	0,95±0,07 ^{ABb}	0,99±0,01 ^{ABb}	1,12±0,04 ^{Aa}
D	0,86±0,02 ^{Ac}	0,87±0,03 ^{Bc}	0,98±0,04 ^{Ab}	1,09±0,02 ^{Aa}	1,18±0,11 ^{Aa}

a,b,c,d Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir ($p<0,05$)

A,B,C,D Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir ($p<0,05$).



Şekil 3.2. Muhafaza süresince kül değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)

Tablo 3.2. ve Şekil 3.2. de görüldüğü gibi deneysel yoğurt örneklerinin tamamının ilk ve son analiz günlerinde elde edilen kül oranlarında, grup içi farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Kontrol grubu yoğurt örneklerinin muhafaza sürecinde kül oranları sırasıyla %0,73; %0,81; %0,79; %0,95 ve %1,19 olarak saptanmış olup son iki analiz gününde

gözlemlenen artış istatistiki olarak da anlamlı bulunmuş, kül miktarı son analiz gününde en yüksek seviyeye ulaşmıştır ($p<0,05$).

B örnek grubunun en düşük kül miktarı, ilk gün analizinde %0,69 olarak saptanmış ve depolama süreci boyunca sürekli bir artış göstererek sırasıyla %0,74 ve %0,87 değerlerine ulaşmıştır ($p>0,05$). Son iki analiz gününde sırasıyla %0,93 ve %1,19 düzeylerine yükselmesi istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Depolama süresince yapılan analizlerde C grubu numunelerinden elde edilen kül miktarı değerleri düzenli bir şekilde artış göstermiş, ilk analiz gününde %0,81 olan değer sonraki analiz gününde %0,94 değerine ulaşmıştır ($p<0,05$). On dördüncü ve yirmi birinci gün analizlerinde ise elde edilen değerler (%0,95 ve %0,99) gözlemlenen artışın istatistiki yönden anlamlı olmadığı tespit edilmiş ($p>0,05$), son analiz gününde %1,12 düzeyine ulaşarak en yüksek değer olarak belirlenmiştir ($p<0,05$).

En yüksek miktarda *Spirulina platensis* içeren D grubunun kül miktarları incelendiğinde ilk gün analizinde elde edilen değer %0,86 iken bir sonraki analiz gününde %0,87 düzeyinde olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$). Üçüncü ve dördüncü analiz gününde sırasıyla %0,98 ve %1,09 düzeyine yükselmesi istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Son analiz gününde %1,18 düzeyinde bulunan kül miktarı rakamsal olarak en yüksek değer olarak karşımıza çıkmıştır ($p>0,05$).

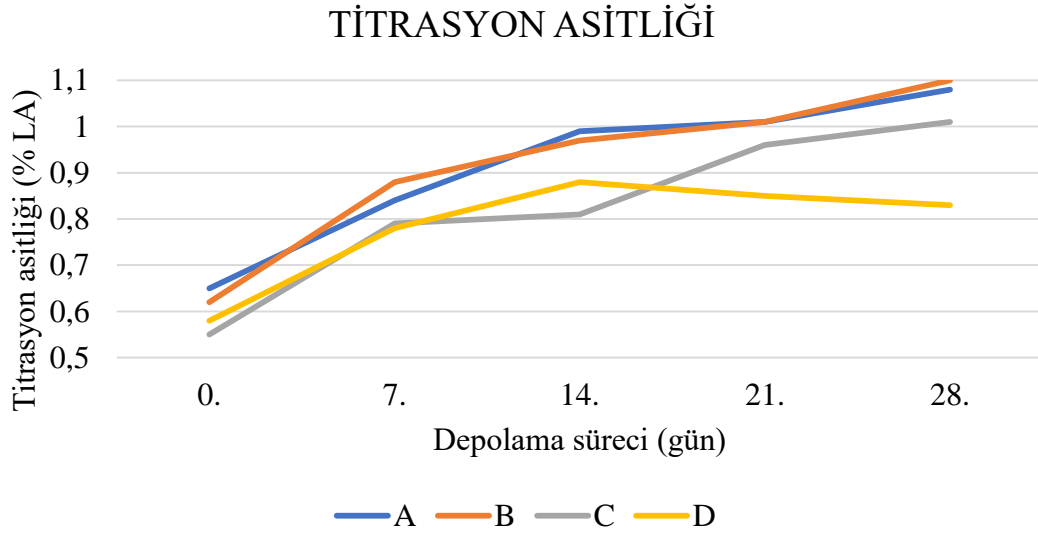
İlk iki analiz gününde gruplar arası anlamlı bir farklılık ($p<0,05$) görülmele birlikte muhafaza sürecinin 14. gününde elde edilen verilere göre A-B, B-C ve C-D grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Dördüncü analiz gününde gruplar arası en yüksek kül miktarı D grubunda saptanmış olup, A ve B grupları ile arasındaki farklılık anlam ifade etmiştir ($p<0,05$). C grubu değerlerinin diğer gruplarla herhangi bir farklılığı tespit edilememiş, son analiz gününde de gruplar arasında farklılık gözlemlenememiştir ($p>0,05$).

3.1.3. Titrasyon Asitliği

Tablo 3.3. Muhafaza süresince titrasyon asitliği değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)

Grup	Günler (X±SD)				
	0.	7.	14.	21.	28.
A	0,65±0,05 ^{Ad}	0,84±0,04 ^{ABc}	0,99±0,02 ^{Ab}	1,01±0,03 ^{Ab}	1,08±0,03 ^{Aa}
B	0,62±0,02 ^{ABc}	0,88±0,01 ^{Ad}	0,97±0,01 ^{Ac}	1,01±0,01 ^{Ab}	1,1±0,03 ^{Aa}
C	0,55±0,03 ^{Cd}	0,79±0,02 ^{Bc}	0,81±0,03 ^{Bc}	0,96±0,03 ^{Bb}	1,01±0,01 ^{Ba}
D	0,58±0,03 ^{BCc}	0,78±0,08 ^{Bb}	0,88±0,07 ^{Ba}	0,85±0,02 ^{Cab}	0,83±0,02 ^{Cab}

a,b,c,d,e Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir (p<0,05)
A,B,C,D Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir (p<0,05).



Şekil 3.3. Muhafaza süresince titrasyon asitliği değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%LA)

DeneySEL olarak üretilen yoğurt grubu örneklerinin, depolama süreci boyunca titrasyon asitliği değerleri Tablo 3.3 ve Şekil 3.3. te belirtilmiştir. Muhafaza süresince D grubu haricindeki diğer yoğurt numunelerinin titrasyon asitlik değerleri düzenli olarak artmıştır.

Kontrol grubunda en düşük titrasyon asitlik değeri %0,65 ile ilk gün analizinde tespit edilirken bu değerde 21. gün analizinde görülen artış hariç, diğer analiz günlerinde yüzdesel olarak sırasıyla 0,84; 0,99; 1,01 ve 1,08 düzeyinde ortaya

çıkan asitlik değerler arasındaki fark istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Spirulina platensis içeren B grubu yoğurt örneğinin titrasyon asitliği, tüm analiz günlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış göstererek sırasıyla %0,62; %0,88; %0,97; %1,01 ve %1,1 olarak tespit edilmiştir ($p<0,05$).

%0,75 oranında *Spirulina platensis* ihtiva eden C grubunun 14. gün analizinde gözlemlenen artış istatistiksel olarak önem arz etmezken ($p>0,05$), diğer analiz günlerinde titrasyon asitlik değerindeki artış istatistiksel olarak da anlamlı bulunarak sırasıyla %0,55; %0,79; %0,81; %0,96 ve %1,01 düzeyinde tespit edilmiştir ($p<0,05$).

D grubu yoğurt örneklerinin en yüksek titrasyon asitliği, diğer gruplardan farklı olarak 14. günde gözlemlenmiştir. Üçüncü analiz gününe kadar istatistiksel olarak anlamlı artış gösteren D grubu sırasıyla %0,58; %0,78 ve %0,88 değerlerini almıştır. Muhafaza sürecinin devamında bu gruptaki değerlerde düşüşler gözlenerek 21. günde %0,85 ve 28. günde ise %0,83 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$).

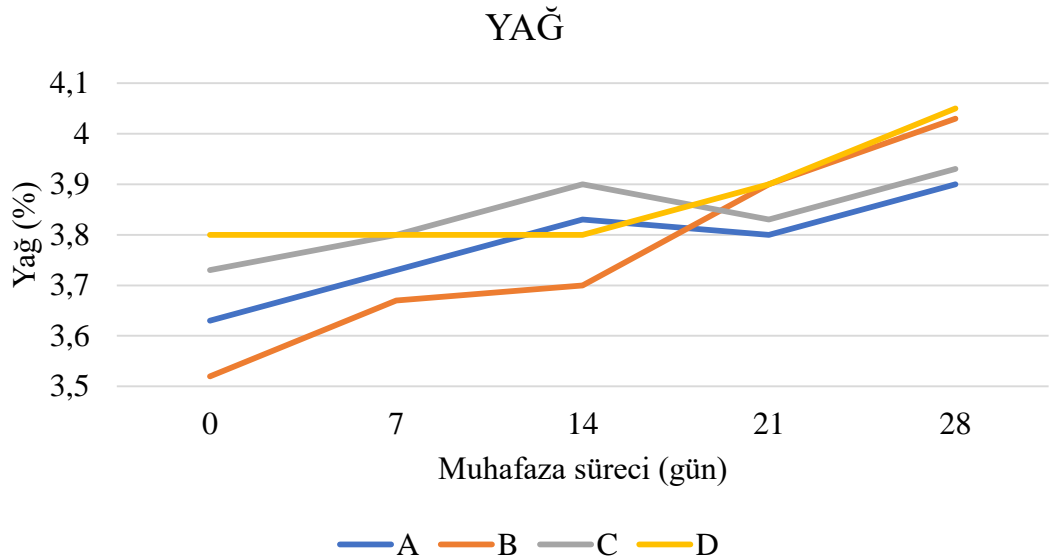
Muhafaza sürecinin ilk gününde A-B, C-D ve B-D grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$). Yedinci ve on dördüncü gün analizinde çalışmada kullanılan algi ihtiva eden gruplardan B numunesi, en yüksek asitlik değerini verirken ($p<0,05$), C ve D grupları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir fark tespit edilememiştir ($p>0,05$). Muhafazanın 21. ve 28. günlerinde *Spirulina platensis* konsantrasyonunun artması ile titrasyon asitlik değerinin azaldığı ($p<0,05$), B grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı bir fark olmadığı ($p>0,05$), son iki analiz gününde ise en düşük asitlik değerinin D grubunda olduğu saptanmıştır.

3.1.4. Yağ

Tablo 3.4. Muhafaza süresince yağ değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)

Grup	Günler (X±SD)				
	0	7	14	21	28
A	3,63±0,10 ^{ABb}	3,73±0,10 ^{ABab}	3,83±0,10 ^{Aab}	3,80±0,14 ^{Aab}	3,90±0,14 ^{Aa}
B	3,52±0,26 ^{Bc}	3,67±0,09 ^{Bbc}	3,70±0,10 ^{Bbc}	3,90±0,10 ^{Aab}	4,03±0,13 ^{Aa}
C	3,73±0,04 ^{ABc}	3,80±0,03 ^{Ab}	3,90±0,03 ^{Aa}	3,83±0,04 ^{Ab}	3,93±0,04 ^{Aa}
D	3,80±0,06 ^{Ab}	3,80±0,06 ^{Ab}	3,80±0,06 ^{ABb}	3,90±0,06 ^{Ab}	4,05±0,10 ^{Aa}

a,b,c,d Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir (p<0,05)
A,B,C,D Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir (p<0,05).



Şekil 3.4. Muhafaza süresince yağ değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)

Deneysel olarak üretilen yoğurt grubu örneklerinin, depolama süreci boyunca yağ oranları ölçülerek Tablo 3.4. ve Şekil 3.4. te belirtilmiştir.

İlk analiz gününde %3,63 olarak bulunan A grubu yoğurt örneğinin yağ düzeyi sonraki analiz günlerinde sırasıyla %3,73; %3,83; %3,80 ve %3,90 seviyelerinde saptanmış olup istatistiksel olarak ise sadece ilk gün ile son gün değerleri arasında fark tespit edilmiştir (p<0,05).

Kontrol grubunda ortaya çıkan bu tablo %0,25 *Spirulina platensis* içeren B grubunda da aynı şekilde görülmüştür. Muhafazanın ilk gününde %3,52 düzeyindeki yağ oranı sonraki günlerde %3,67; %3,70 ve %3,90 oranlarında bulunurken, son analiz gününde 0. güne göre artış göstererek %4,03 oranında tespit edilmiştir ($p<0,05$).

C grubu numunelerinde ilk üç analiz gününde istatistiksel olarak da anlamlı bir artış gösteren yağ düzeyi %3,73; %3,80 ve %3,90 olarak bulunmuştur. Yirmi birinci analiz gününde %3,83 seviyesine düşen yağ miktarı, son analiz gününde %3,93 düzeyine yükselmiştir ($p<0,05$).

D grubu örneklerinde sırasıyla %3,80; %3,80, %3,80 ve %3,90 düzeyinde bulunan yağ miktarları, son analiz gününde anlam ifade eden bir artış göstererek %4,05 düzeyine çıkmıştır ($p<0,05$).

Son iki analiz gününde gruplar arası herhangi bir farklılık bulunmamakla birlikte diğer analiz günlerinde gruplar arasında ortaya çıkan istatistiksel farklılıklar ile *Spirulina platensis* konsantrasyonu arasında bir ilişki oluşmamıştır.

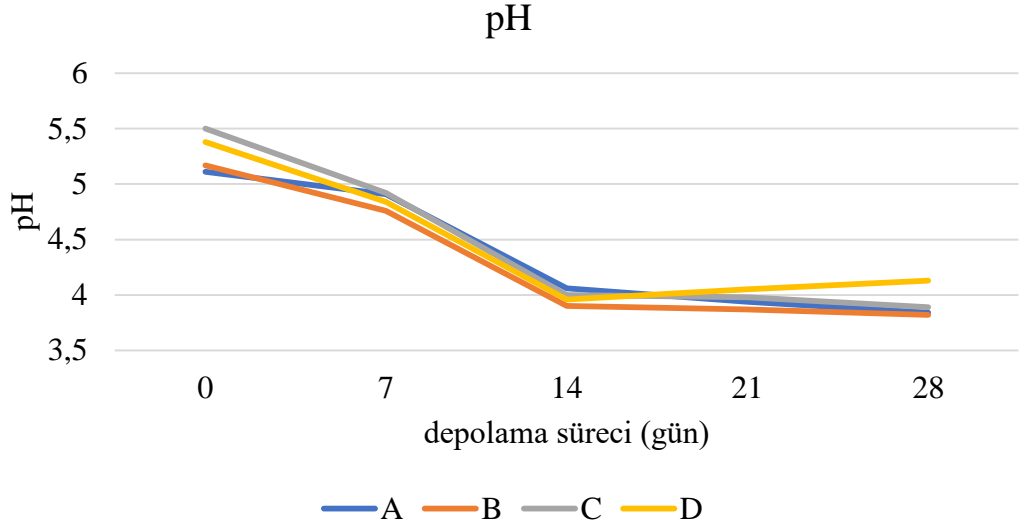
3.1.5. pH Değerleri

Tablo 3.5. Muhafaza süresince pH değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)

Grup	Günler (X±SD)				
	0	7	14	21	28
A	5,11±0,03 ^{Ca}	4,91±0,01 ^{Ab}	4,06±0,03 ^{Ac}	3,94±0,02 ^{Bd}	3,84±0,02 ^{Ce}
B	5,17±0,03 ^{Ca}	4,76±0,02 ^{Cb}	3,90±0,01 ^{Cc}	3,87±0,02 ^{Cc}	3,82±0,02 ^{Cd}
C	5,50±0,06 ^{Aa}	4,92±0,01 ^{Ab}	4,00±0,02 ^{Bc}	3,98±0,03 ^{Bc}	3,89±0,01 ^{Bd}
D	5,38±0,03 ^{Ba}	4,84±0,02 ^{Bb}	3,96±0,03 ^{Be}	4,05±0,04 ^{Ad}	4,13±0,03 ^{Ac}

a,b,c,d,e Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir ($p<0,05$)

A,B,C,D Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir ($p<0,05$).



Şekil 3.5. Muhafaza süresince pH değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması

Deneysel yoğurt örneklerinden elde edilen pH değerlerinin Tablo 3.5. ve Şekil 3.5. de belirtildiği gibi, muhafaza süresince düşüş gösterdiği tespit edilmiştir.

Kontrol grubuna pH değerlerinin düzenli suretle düşüş gösterdiği saptanmış, bu değer ilk analiz gününde 5,11 iken ilerleyen günlerde sırasıyla 4,91; 4,06 ve 3,94 düzeyine inmiş ve son analiz gününde en düşük değeri göstererek 3,84 seviyesinde tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

%0,25 oranında *Spirulina platensis* ihtiva eden B grubu yoğurt örneğinin ilk analiz gününde 5,17 olarak tespit edilen pH değeri 7. ve 14. gün analizinde istatistiksel olarak da anlamlı bir düşüş göstererek 4,76 ve 3,90 düzeyine indiği gözlemlenmiştir ($p < 0,05$). Dördüncü analiz gününde 3,87 değerine düşüş gözlemlense de bu değer istatistiksel olarak bir anlam ifade etmediği görülmüş ($p > 0,05$), son analiz gününde 3,82 ile en düşük seviyeye indiği tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

B grubunun iki katı oranında *Spirulina platensis* içeren C grubu örneklerinin pH değerleri, aynı B grubunda olduğu gibi 4. analiz günü haricinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş göstermiş ve sırasıyla 5,50; 4,92; 4,00; 3,98 düzeylerinde

tespit edilmiştir. Son analiz gününde 3,89 seviyelerine inen pH değeri en düşük değer olarak belirlenmiştir ($p<0,05$).

S. platensis'i en yüksek konsantrasyonda içeren D grubu örneklerinde ilk analiz gününde 5,38 düzeyinde gözlemlenen pH değeri bir sonraki analiz gününde 4,84 düzeyine düşüş göstermiştir ($p<0,05$). Muhafazanın 14. gününde büyük bir azalma göstererek 3,96 seviyesine inmiş ve D grubunun muhafaza sürecindeki en düşük değeri olarak gözlemlenmiştir. Son iki analiz gününde istatistiksel olarak da anlamlı bir yükseliş tablosu görülerek sırasıyla 4,05 ve 4,13 değerleri elde edilmiştir ($p<0,05$).

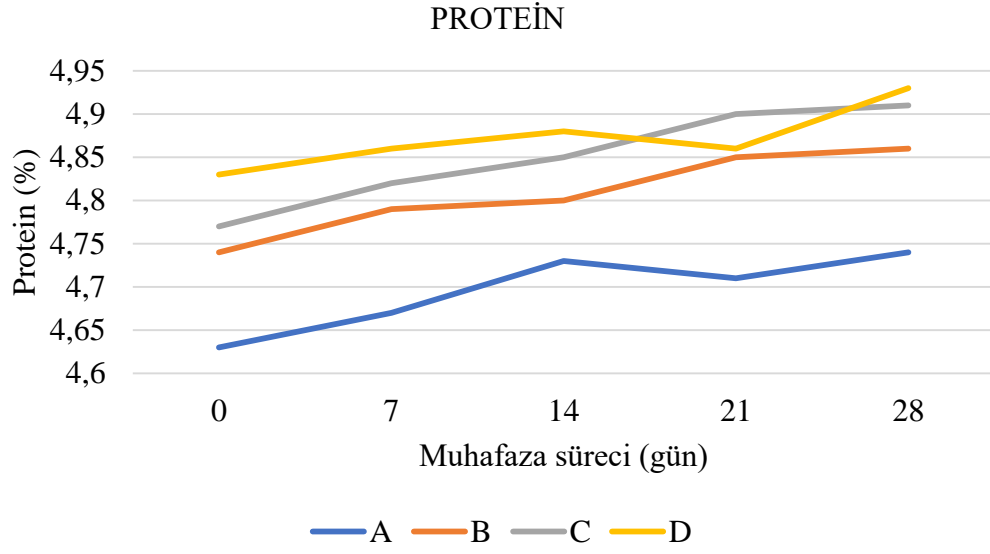
Spirulina platensis ihtiva eden yoğurt gruplarının ilk iki analiz gününde en yüksek pH değeri C grubu örneklerinde elde edilirken, en düşük değer ise B grubu örneklerinde tespit edilmiştir ($p<0,05$). Üçüncü analiz gününde yine bu algı içeren gruplar değerlendirildiğinde elde edilen verilere göre B grubu örneklerin en düşük pH değerini aldığı görülmüş ($p<0,05$), C ve D grupları arasında ise anlamlı bir farklılık gözlemlenememiştir ($p>0,05$). Son iki analiz gününde *Spirulina platensis* konsantrasyonlarına paralel bir artış görülerek en yüksek pH değeri D grubunda şekillenirken en düşük değer B grubunda tespit edilmiştir ($p<0,05$).

3.1.6. Protein

Tablo 3.6. Muhafaza süresince protein değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)

Grup	Günler (X±SD)				
	0.	7.	14.	21.	28.
A	4,63±0,05 ^{Cb}	4,67±0,05 ^{Cab}	4,73±0,06 ^{Ca}	4,71±0,06 ^{Bab}	4,74±0,05 ^{Ca}
B	4,74±0,02 ^{Bc}	4,79±0,02 ^{Bb}	4,80±0,03 ^{Bb}	4,85±0,02 ^{Aa}	4,86±0,02 ^{Ba}
C	4,77±0,02 ^{Bc}	4,82±0,02 ^{ABb}	4,85±0,02 ^{ABb}	4,90±0,02 ^{Aa}	4,91±0,02 ^{Aba}
D	4,83±0,02 ^{Ab}	4,86±0,02 ^{Ab}	4,88±0,04 ^{Aab}	4,86±0,05 ^{Ab}	4,93±0,02 ^{Aa}

a,b,c,d,e Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir ($p<0,05$)
A,B,C,D Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir ($p<0,05$).



Şekil 3.6. Muhafaza süresince protein değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)

Tablo 3.6. ve Şekil 3.6. da görüldüğü gibi yoğurt örneklerinde tespit edilen en düşük protein değeri A grubunun ilk analiz gününde, en yükseği ise D grubunun son analiz gününde bulunmuştur.

Kontrol grubunda muhafaza sürecinin ilk gününde %4,63 olarak saptanan protein miktarı, yedinci gün analizinde %4,67 düzeyine yükselmiştir ($p>0,05$). Takip eden analiz günlerinde elde edilen değerlerdeki değişimler (%4,73; %4,71 ve %4,74) istatistiksel olarak yine bir anlam ifade etmemiştir ($p>0,05$).

Spirulina platensis ihtiva eden B grubunda ise ilk gün protein değeri %4,74 düzeyindeyken, yedinci gün analizinde %4,79 olarak belirlenmiş ($p<0,05$), 14. günde ise %4,80 düzeyinde ortaya çıkmıştır ($p>0,05$). Sonraki analiz günlerinde sırasıyla %4,85 ve %4,86 seviyelerinde ölçümü yapılmış ve bu değerlerin önceki değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

C grubunun ilk gün analizinde %4,77 olarak ölçülen protein değeri, yedinci gün analizinde %4,82'ye yükselmiş ($p<0,05$), sonraki analiz gününde %4,85 düzeylerine ulaşmıştır ($p>0,05$). Son iki analiz gününde ise bu değer %4,90 ve %4,91 düzeyine çıkarak diğer günlere göre en yüksek seviyeye erişmiştir ($p<0,05$).

En yüksek konsantrasyonda *Spirulina platensis* içeren D grubu yoğurtlarda ilk gün 4,83 düzeyinde ölçülen protein değeri, sonraki analiz günlerinde 4,86; 4,88 ve 4,86 düzeylerinde tespit edilmiştir. Son analiz gününde istatistiksel olarak da protein oranı artmış ve 4,93 düzeyine yükselmiştir (p<0,05).

Gruplar arası incelemede, yirmibirinci gün analiz sonuçları hariç, *Spirulina platensis* konsantrasyonunun artmasına paralel olarak protein miktarları da artmış, ancak bu değişim her analiz günü için aynı düzeyde istatistiksel fark ortaya koymamıştır. İlk analiz gününde %1 oranında alg içeren D grubunun protein miktarı diğer gruplardan yüksek bulunmuş (p<0,05), B ve C grupları arasında ise anlamlı bir fark gözlemlenememiştir (p>0,05).

Yedinci gün analizinde D ve B grupları arasından alg miktarına paralel bir farklılık tespit edilmiş, aynı paralellik bir sonraki analiz gününde de göze çarpmıştır. En düşük protein oranı *Spirulina platensis* içermeyen kontrol grubunda bulunmuştur (p<0,05).

Rakamsal olarak 21. gün analizinde, en fazla protein oranının C grubu yoğurt örneğinde bulunduğu görülse de istatistiksel olarak B, C ve D grupları arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir (p>0,05). Son analiz gününde 7. ve 14. gün analiz sonuçlarındaki gibi D grubu yoğurt numunesinin B ve A grubuna göre daha çok protein içerdiği gözlemlenmiştir (p<0,05).

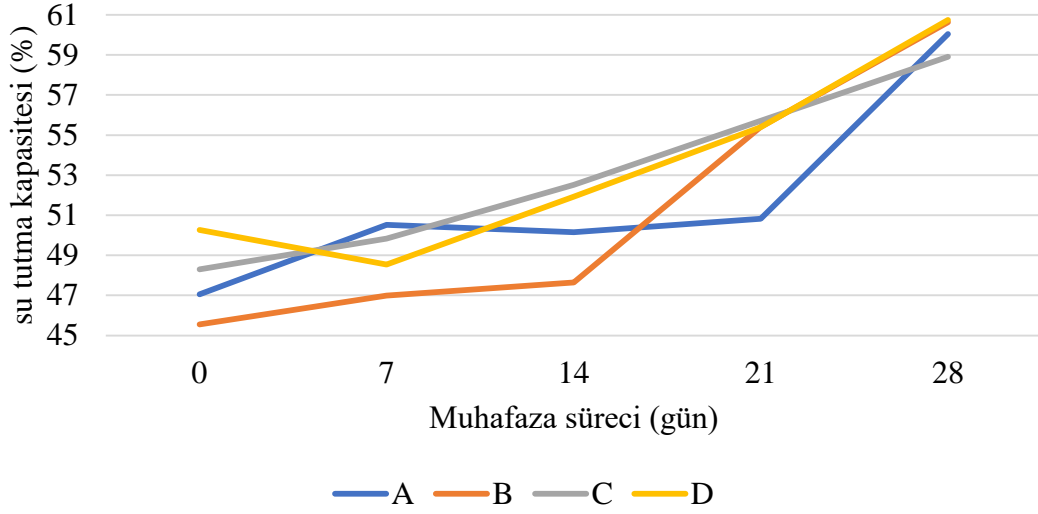
3.1.7. Su Tutma Kapasitesi

Tablo 3.7. Muhafaza süresince su tutma kapasitesi değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)

Grup	Günler (X±SD)				
	0	7	14	21	28
A	47,05±1,11 ^{BCb}	50,52±1,73 ^{Ab}	50,16±0,92 ^{ABb}	50,83±4,36 ^{Ab}	60,04±7,31 ^{Aa}
B	45,55±2,39 ^{Cc}	46,99±3,25 ^{Abc}	47,65±3,09 ^{Bbc}	55,41±6,58 ^{Aab}	60,63±7,43 ^{Aa}
C	48,30±1,34 ^{ABc}	49,83±2,39 ^{Abc}	52,51±1,78 ^{Aabc}	55,71±5,96 ^{Aab}	58,91±5,46 ^{Aa}
D	50,26±1,52 ^{Abc}	48,54±3,22 ^{Ac}	51,92±3,72 ^{Abc}	55,39±5,79 ^{Aab}	60,75±4,18 ^{Aa}

a,b,c Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir (p<0,05)
A,B,C Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir (p<0,05).

SU TUTMA KAPASİTESİ



Şekil 3.7. Muhafaza süresince su tutma kapasitesi değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)

Deneysel olarak hazırlanmış yoğurt örneklerine yapılan analizlerde Tablo 3.7. ve Şekil 3.7. de belirtildiği gibi, su tutma kapasitesi değerlerinin muhafaza süresince artış gösterdiği tespit edilmiştir.

İlk analiz gününde incelenen kontrol grubunun su tutma kapasitesi %47,05 düzeyindeyken sonraki günlerde %50,52; %50,16 ve %50,83 değerlerine ulaşmıştır ($p>0,05$). Son analiz gününde ise %60,04 oranına yükselerek en yüksek kapasiteye sahip olmuştur ($p<0,05$).

Bu değer B grubu yoğurt örneklerinde ilk analiz gününden son analiz gününe kadar düzenli bir artış göstererek sırasıyla %45,55; %46,99; %47,65 ve %55,41 düzeyinde saptanmıştır. Son analiz gününde %60,63 değerine ulaşarak ilk üç analiz gününe göre istatistiksel olarak da anlamlı bir yükseliş göstermiştir ($p<0,05$).

Yoğurt örneklerinden %0,75 oranında *Spirulina platensis* içeren C grubu numunesi B grubunda olduğu gibi muhafaza süresince rakamsal artış göstermiş sırasıyla %48,30; %49,83; %52,51 ve %55,71 oranlarında bulunulmuştur. Son analiz gününde %58,91 değerinde bulunarak ilk analiz günlerinden daha yüksek bir orana sahip olduğu gözlemlenmiştir ($p<0,05$).

D grubu yoğurt numunelerinde muhafazanın ilk gününde %50,26 olarak bulunan su tutma kapasitesi sonraki günlerde sırasıyla %48,54; %51,92 ve %55,39 değerlerinde tespit edilmiştir. Muhafazanın 28. gününde %60,75 oranında saptanarak ilk üç analiz gününe göre istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ($p<0,05$).

Yedinci, yirmi birinci ve yirmi sekizinci günlerdeki verilere bakıldığında gruplar arası anlamlı bir fark tespit edilememiştir ($p>0,05$). İlk gün analizinde C ve D grubuna ait örneklerin su tutma oranının B grubuna göre daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır ($p<0,05$).

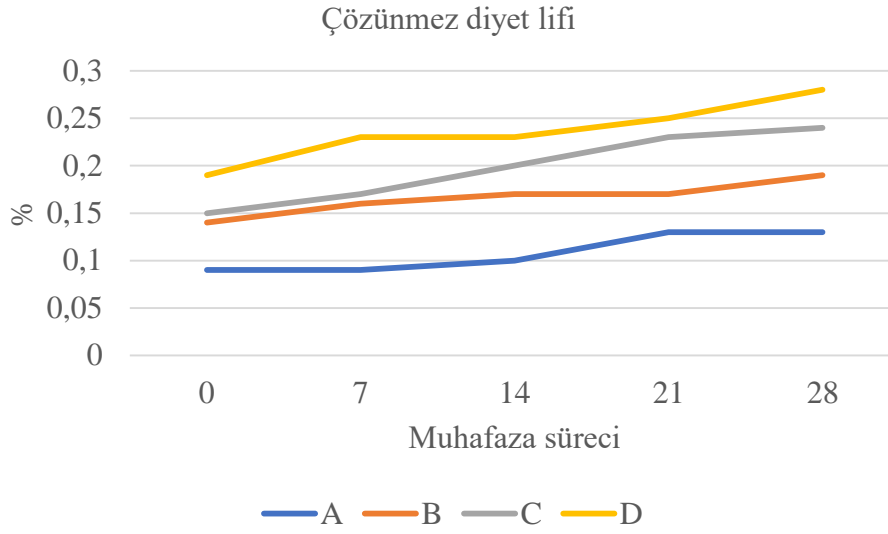
Muhafazanın 28. gününde C ve D grupları arasında fark bulunamazken ($p>0,05$), bu grupların B grubuna göre daha yüksek oranda su tutma kapasitesine sahip oldukları istatistiksel olarak da belirlenmiştir ($p<0,05$).

3.1.8. Çözünmez Diyet Lifi

Tablo 3.8. Muhafaza süresince çözünmez diyet lifi değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)

Grup	Günler ($\bar{X}\pm SD$)				
	0	7	14	21	28
A	0,09 \pm 0,01 ^{Cb}	0,09 \pm 0,01 ^{Cb}	0,10 \pm 0,01 ^{Db}	0,13 \pm 0,01 ^{Ca}	0,13 \pm 0,02 ^{Da}
B	0,14 \pm 0,01 ^{Bc}	0,16 \pm 0,01 ^{Bbc}	0,17 \pm 0,01 ^{Cb}	0,17 \pm 0,02 ^{Bb}	0,19 \pm 0,01 ^{Ca}
C	0,15 \pm 0,02 ^{Bd}	0,17 \pm 0,04 ^{Bcd}	0,20 \pm 0,02 ^{Bbc}	0,23 \pm 0,02 ^{Aab}	0,24 \pm 0,01 ^{Ba}
D	0,19 \pm 0,02 ^{Ac}	0,23 \pm 0,02 ^{Abc}	0,23 \pm 0,02 ^{Ab}	0,25 \pm 0,03 ^{Aab}	0,28 \pm 0,01 ^{Aa}

a,b,c,d Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir ($p<0,05$)
A,B,C,D Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir ($p<0,05$).



Şekil 3.8. Muhafaza süresince çözünmez diyet lifi değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)

Çözünmez diyet lifi miktarı bakımından en düşük değerler %0,9 ile *Spirulina platensis* ihtiva etmeyen kontrol grubunda muhafazanın başlangıcında ortaya çıkmıştır. Kontrol grubunda muhafazanın son gününde elde edilen %0,13 değer bile en az düzeyde *Spirulina platensis* ihtiva eden B grubunun ilk gün değerinden (%0,14) daha düşük seviyede kalmıştır. Muhafaza süresinin ilerlemesine bağlı olarak bütün gruplarda bu lif türü miktarında artışlar görülmüş, meydana gelen bu değişim istatistiksel olarak da anlam ifade etmiştir ($p<0,05$). *Spirulina platensis* konsantrasyonunun yükselmesine bağlı olarak lif miktarları da anlamlı bir şekilde artmış, muhafazanın 28. gününde D grubunda %0,28 seviyesi ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır ($p<0,05$).

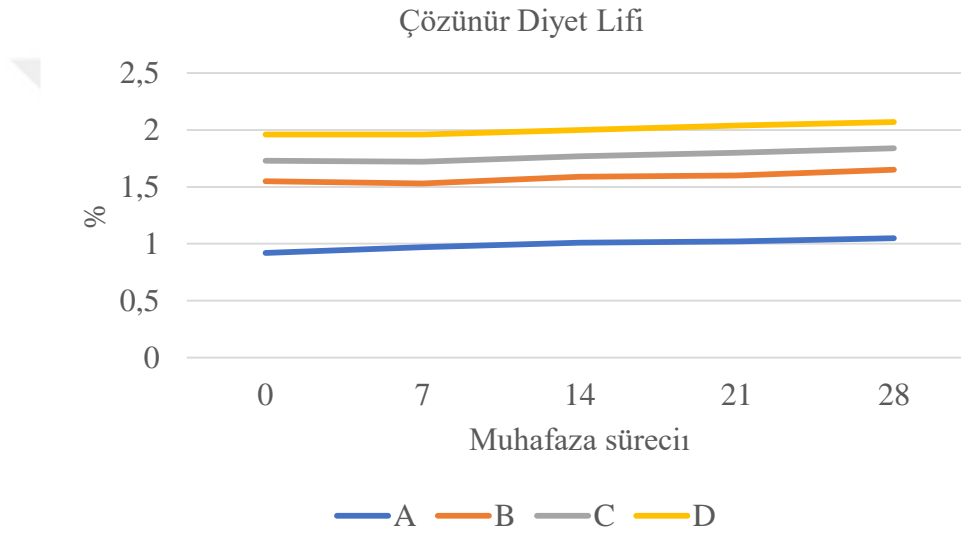
Gruplar arası karşılaştırmada tablo 3.8 ile şekil 3.8’de de görüldüğü gibi, *Spirulina* ihtiva eden gruplarda muhafaza süresince elde edilen değerlerin tamamı kontrol grubundan daha yüksek düzeyde ortaya çıkmıştır ($p<0,05$). En yüksek düzeyde *Spirulina platensis* içeren D grubu örneklerinin değerleri sadece muhafazanın 21. gününde C grubu değeri ile istatistiksel bir değişim göstermemiş, geri kalan sürecin tamamında bütün gruplardan daha yüksek çözünmez lif miktarına sahip olmuştur ($p<0,05$).

3.1.9. Çözünür Diyet Lifi

Tablo 3.9. Muhafaza süresince çözünür diyet lifi değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)

Grup	Günler (X±SD)				
	0	7	14	21	28
A	0,92±0,02 ^{Dd}	0,97±0,04 ^{Dcd}	1,01±0,02 ^{Dbc}	1,02±0,02 ^{Dab}	1,05±0,02 ^{Da}
B	1,55±0,04 ^{Ccd}	1,53±0,02 ^{Cd}	1,59±0,02 ^{Cbc}	1,60±0,02 ^{Cb}	1,65±0,02 ^{Ca}
C	1,73±0,02 ^{Bc}	1,72±0,03 ^{Bc}	1,77±0,02 ^{Bb}	1,80±0,01 ^{Bab}	1,84±0,02 ^{Ba}
D	1,96±0,01 ^{Ac}	1,96±0,01 ^{Ac}	2,00±0,02 ^{Ab}	2,04±0,02 ^{Aa}	2,07±0,02 ^{Aa}

a,b,c,d Aynı sırada farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir (p<0,05)
A,B,C,D Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir (p<0,05).



Şekil 3.9. Muhafaza süresince çözünür diyet lifi değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (%)

Yoğurtların en düşük çözünür diyet lif miktarları tıpkı çözünmez diyet lifinde olduğu gibi %0,92 ile kontrol grubunda muhafazanın 0 ve 7. gününde ortaya çıkmıştır. Bu değer muhafaza sürecinin ilerlemesine bağlı olarak artış göstermiş ve son gün en yüksek seviyesi olan %1,05 düzeyine ulaşmıştır. Ortaya çıkan bu değer ilk üç analiz gününde elde edilen değerlerden istatistiksel olarak farklılık göstermiştir (p<0,05). Benzer durum *Spirulina platensis* ihtiva eden gruplarda da görülmüş, muhafaza sürecinin ilerlemesine bağlı olarak çözünür diyet lifi miktarı artmıştır. Bu değerler B grubunda % 1,55-1,65; C grubunda % 1,73-1,84, D grubunda % 1,96-2,07 aralığında saptanmıştır (Tablo 3.9 ve Şekil 3.9). Grupların tamamında ilk gün ve son

gün değerleri arasındaki bu değişim istatistiksel olarak da anlam göstermiştir ($p<0,05$). D grubunda muhafazanın son gününde elde edilen %2,07'lik değer en yüksek çözümlü diyet lifi miktarı olmuştur.

Spirulina platensis miktarının artmasına bağlı olarak muhafaza süresince çözümlü diyet lifi miktarları da artmıştır. Gruplar arası karşılaştırmada analiz günlerinde elde edilen değerlerin tümünün birbirleri arasında farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$).

3.2. Mikrobiyolojik Değişimler

3.2.1. Koliform Grubu Bakterilerin Sayımı

Tablo 3.10. Muhafaza süresince koliform grubu bakteri değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (\log_{10} kob/g)

Grup	Günler ($\bar{X}\pm SD$)				
	0	7	14	21	28
A	4,01 \pm 0,12 ^{Aa}	2,16 \pm 0,11 ^{Ab}	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
B	4,02 \pm 0,22 ^{Aa}	2,05 \pm 0,10 ^{Ab}	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
C	3,82 \pm 0,21 ^{Aa}	1,85 \pm 0,27 ^{ABb}	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
D	3,92 \pm 0,22 ^{Aa}	1,14 \pm 0,90 ^{Bb}	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00

a, b, c, d (\rightarrow) Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır.
A, B, C, D (\downarrow) Aynı sütunda büyük farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır.

Deneyssel olarak hazırlanan yoğurtların Tablo 3.10.'daki verilerine göre koliform grubu bakteri yüküne, muhafaza sürecinin 0. ve 7. günlerinde rastlanılmıştır. Mikroorganizma sayısının muhafazanın 7. gününde yapılan analizlerde ilk analiz gününe göre azaldığı görülmüştür.

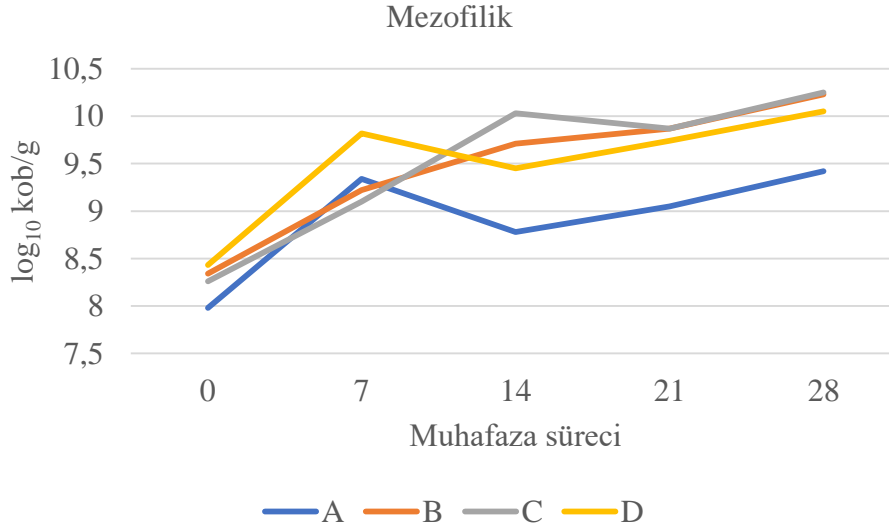
Depolamanın ilk gününde yoğurt gruplarının bakteri miktarının sırasıyla 4,01; 4,02; 3,82 ve 3,92 \log_{10} kob/g olduğu, yedinci gün analizlerinde ise sırasıyla 2,16; 2,05; 1,85 ve 1,14 \log_{10} kob/g düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir.

3.2.2. Toplam Mezofilik Aerob Bakteri Sayımı

Tablo 3.11. Muhafaza süresince toplam mezofil bakteri değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (\log_{10} kob/g)

Grup	Günler (X \pm SD)				
	0	7	14	21	28
A	7,98 \pm 0,29 ^{Bd}	9,34 \pm 0,03 ^{ABab}	8,78 \pm 0,19 ^{Cc}	9,05 \pm 0,29 ^{Bbc}	9,42 \pm 0,04 ^{Aa}
B	8,34 \pm 0,20 ^{ABd}	9,22 \pm 0,24 ^{ABc}	9,71 \pm 0,12 ^{ABb}	9,87 \pm 0,33 ^{Ab}	10,23 \pm 0,07 ^{Aa}
C	8,26 \pm 0,28 ^{ABc}	9,10 \pm 0,53 ^{Bb}	10,03 \pm 0,31 ^{Aa}	9,87 \pm 0,16 ^{Aa}	10,25 \pm 0,05 ^{Aa}
D	8,43 \pm 0,05 ^{Ab}	9,82 \pm 0,65 ^{Aa}	9,45 \pm 0,37 ^{Ba}	9,74 \pm 0,39 ^{Aa}	10,05 \pm 0,51 ^{Aa}

a, b, c, d (\rightarrow) Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır.
A, B, C, D (\downarrow) Aynı sütunda büyük farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır.



Şekil 3.10. Muhafaza süresince toplam mezofil bakteri değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (\log_{10} kob/g)

Kontrol grubu olan A numunesinin ilk analiz gününde 7,98 \log_{10} kob/g olan toplam mezofil aerob bakteri sayısı 7. gün analizinde artış göstererek 9,34 \log_{10} kob/g düzeyinde bulunmuş, sonraki analiz gününde düşüş göstererek 8,78 \log_{10} kob/g olarak tespit edilmiştir ($p<0,05$). Yirmi birinci analiz gününde istatistiksel olarak anlamlı bulunmayan bir artış meydana gelmiş ve mikroorganizma sayısı 9,05 \log_{10} kob/g olarak saptanmıştır ($p>0,05$). Son analiz gününde ise TAMB sayısı 9,42 \log_{10} kob/g düzeyinde olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 3.11. ve Şekil 3.10. da B grubu yoğurt örneğinin 28 günlük muhafaza sürecindeki TAMB sayısında artış görülmüştür. Analiz günleri arasında en düşük

değer 8,34 log₁₀ kob/g olarak ilk gün analizinde saptanmış, yedinci ve on dördüncü analiz günlerinde artış meydana getirerek sırasıyla 9,22 ve 9,71 log₁₀ kob/g değerlerinde olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Yirmi birinci analiz gününde bakteri yükü 9,87 log₁₀ kob/g oranında olduğu gözlemlense de istatistiksel olarak bu artış anlamlı bulunmamıştır (p>0,05). Son analiz gününde 10,23 log₁₀ kob/g olarak tespit edilen TAMB sayısı B grubu örneğinin en yüksek değeri olarak gözlemlenmiştir (p<0,05).

C grubu yoğurt örneklerinin mezofilik aerob bakteri sayısı ilk üç analiz gününde artış göstererek sırasıyla 8,26; 9,10 ve 10,03 log₁₀ kob/g düzeyinde gözlemlenmiştir (p<0,05). Sonraki analiz günlerinde ise 9,87 ve 10,25 log₁₀ kob/g olarak bulunmuş ancak bu değişimler istatistiki olarak anlam ifade etmediği tespit edilmiştir (p>0,05).

En yoğun oranda *Spirulina platensis* ihtiva eden D grubu örneklerinin ilk analiz gününde 8,43 log₁₀ kob/g olarak tespit edilen TAMB miktarı yedinci gün analizinde artış meydana getirerek 9,82 log₁₀ kob/g olarak gözlemlenmiştir (p<0,05). Sonraki analiz günlerinde sırasıyla 9,45; 9,74 ve 1,05 log₁₀ kob/g düzeylerinde tespit edilmiştir (p>0,05).

Gruplar arası toplam mezofil aerob bakteri sayısı incelendiğinde muhafazanın 14. gününden itibaren *Spirulina platensis* ihtiva eden grupların TAMB sayısı, kontrol grubundan daha yüksek bulunmuş (p<0,05) ancak alg konsantrasyonuna paralel bir farklılık olduğu gözlemlenememiştir (p>0,05).

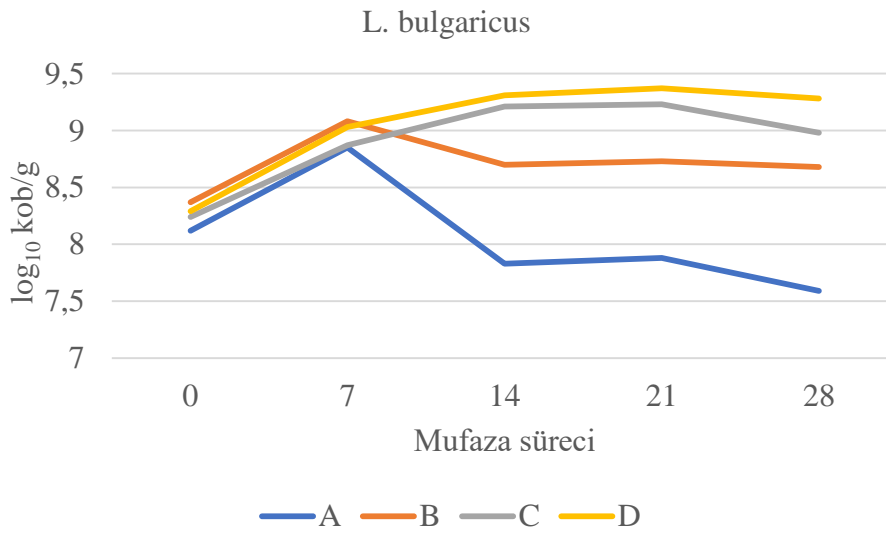
3.2.3. *Lactobacillus bulgaricus* Sayımı

A grubu yoğurt örneklerinde *Lactobacillus bulgaricus* değeri ilk analiz gününde 8,12 log₁₀ kob/g olarak gözlemlenmiştir. Yedinci gün analizinde mikroorganizma sayısı A grubunun en yüksek değerini alarak 8,85 log₁₀ kob/g düzeyine ulaşmıştır (p<0,05). Üçüncü analiz gününde 7,83 log₁₀ kob/g seviyesine azalan bakteri sayısı (p<0,05), sonraki analiz günlerinde 7,88 ve 7,59 log₁₀ kob/g olarak tespit edilmiştir (p>0,05).

Tablo 3.12. Muhafaza süresince *Lactobacillus bulgaricus* değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log₁₀ kob/g)

Grup	Günler (X±SD)				
	0	7	14	21	28
A	8,12±0,29 ^{Ab}	8,85±0,31 ^{Aa}	7,83±0,23 ^{Cbc}	7,88±0,10 ^{Cbc}	7,59±0,09 ^{Cc}
B	8,37±0,28 ^{Ac}	9,08±0,08 ^{Aa}	8,70±0,29 ^{Bbc}	8,73±0,19 ^{Bab}	8,68±0,09 ^{Bbc}
C	8,24±0,20 ^{Ac}	8,87±0,10 ^{Ab}	9,21±0,09 ^{Aa}	9,23±0,06 ^{Aa}	8,98±0,33 ^{Bab}
D	8,29±0,29 ^{Ac}	9,03±0,13 ^{Ab}	9,31±0,12 ^{Aab}	9,37±0,04 ^{Aa}	9,28±0,13 ^{Aab}

a, b, c, d (→) Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0,05 düzeyinde farklıdır.
A, B, C, D (↓) Aynı sütunda büyük farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0,05 düzeyinde farklıdır.



Şekil 3.11. Muhafaza süresince *Lactobacillus bulgaricus* değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log₁₀ kob/g)

En düşük oranda *Spirulina platensis* ihtiva eden B grubu yoğurt örneklerinin ilk analiz gününde 8,37 log₁₀ kob/g seviyesinde olduğu belirlenen *Lactobacillus bulgaricus*' un, sonraki analiz gününde 9,08 log₁₀ kob/g düzeyine arttığı tespit edilmiştir (p<0,05). On dördüncü gün bir düşüş gözlemlenmiş ve 8,70 log₁₀ kob/g olarak bulunmuştur (p<0,05). Son iki analiz gününde bakteri yoğunluğu istatistiksel olarak değişim göstermeyerek sırasıyla 8,73 ve 8,68 log₁₀ kob/g düzeylerinde olduğu görülmüştür (p>0,05).

C numunesinin *Lactobacillus bulgaricus* miktarı ilk 3 analiz gününde devamlı bir artış göstermiş ve sırasıyla 8,24; 8,87 ve 9,21 log₁₀ kob/g olarak tespit

edilmiştir. Yirmi birinci gün ise 9,23 log₁₀ kob/g düzeyine artış göstermesi istatistiki olarak anlamlı bulunamamıştır (p>0,05). Son analiz gününde mikroorganizma sayısında azalma meydana gelmiş ve 8,98 log₁₀ kob/g düzeyinde olduğu gözlemlenmiştir (p<0,05).

En yüksek oranda *Spirulina platensis* içeren D grubu yoğurt örneklerinin *Lactobacillus bulgaricus* miktarının ilk analiz gününde 8,29 log₁₀ kob/g seviyesinde olduğu ve sonraki analiz gününde 9,03 log₁₀ kob/g düzeyine artış gösterdiği tespit edilmiştir. Muhafazanın sonraki analiz günlerinde yapılan analizlerden elde edilen sonuçlar sırasıyla 9,31; 9,37 ve 9,28 log₁₀ kob/g olarak gözlemlenmiş ancak bu artış ve azalışın istatistiksel olarak anlam ifade etmediği görülmüştür.

Gruplar arası değerlendirmede ilk iki analiz gününde gruplar arasında istatistiki bir farklılık bulunmamıştır (p>0,05). Depolamanın 14. ve 21. gününde C ve D grubu yoğurtlar en yüksek mikroorganizma sayısına sahipken en düşük miktar A grubunda tespit edilmiştir (p<0,05). Son gün analizlerinde ise en yüksek bakteri yükü D grubunda olduğu görülmüşken B ve C grupları arasında istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir (p<0,05). (Tablo 3.12 ve Şekil 3.11).

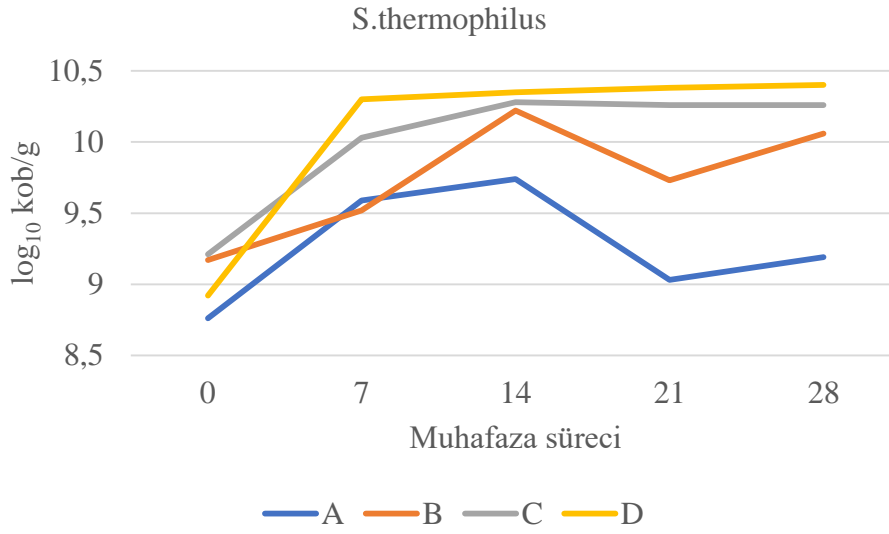
3.2.4. *Streptococcus thermophilus* Sayımı

Tablo 3.13. Muhafaza süresince *Streptococcus thermophilus* değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log₁₀ kob/g)

Grup	Günler (X±SD)				
	0	7	14	21	28
A	8,76±0,29 ^{Bb}	9,59±0,53 ^{Bab}	9,74±0,31 ^{Ba}	9,03±0,65 ^{Cab}	9,19±0,87 ^{Bab}
B	9,17±0,06 ^{Ad}	9,52±0,38 ^{Bcd}	10,22±0,03 ^{Aa}	9,73±0,42 ^{ABbc}	10,06±0,24 ^{Aab}
C	9,21±0,16 ^{Ab}	10,03±0,45 ^{ABa}	10,28±0,08 ^{Aa}	10,26±0,13 ^{ABa}	10,26±0,05 ^{Aa}
D	8,92±0,22 ^{ABb}	10,30±0,13 ^{Aa}	10,35±0,05 ^{Aa}	10,38±0,06 ^{Aa}	10,40±0,07 ^{Aa}

a, b, c, d (→) Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0,05 düzeyinde farklıdır.

A, B, C, D (↓) Aynı sütunda büyük farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0,05 düzeyinde farklıdır.



Şekil 3.12. Muhafaza süresince *Streptococcus thermophilus* değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log₁₀ kob/g)

Tablo 3.13.' te de görüldüğü gibi, genel olarak *Spirulina platensis* içeren yoğurt örneklerinin, kontrol grubuna göre daha yüksek miktarda *Streptococcus thermophilus* içerdiği gözlemlenmiştir.

B grubu yoğurt numunesine muhafaza süresinin ilk gününde *Streptococcus thermophilus* miktarını belirlemek için yapılan analizlerde 9,17 log₁₀ kob/g olarak bulunan değer sonraki analiz gününde 9,52 log₁₀ kob/g olarak tespit edilmiştir (p>0,05). Depolamanın 14. gününde yapılan çalışmalarda mikroorganizma miktarı 10,22 log₁₀ kob/g düzeyine bir artış göstermiş ve sonraki analiz gününde düşüş meydana getirerek 9,73 log₁₀ kob/g seviyesinde olduğu gözlemlenmiştir (p<0,05). Son analiz gününde bakteri sayısı 10,06 log₁₀ kob/g olarak saptanmıştır (p>0,05).

C grubu yoğurt örneklerine muhafaza süresince *Streptococcus thermophilus* miktarını belirlemek için yapılan analizlerde sırasıyla 9,21; 10,03; 10,28; 10,26 ve 10,26 log₁₀ kob/g değerleri elde edilmiş ve yalnızca 7. analiz günde istatistiksel olarak da anlamlı bir artış göze çarpmıştır. En düşük değer depolamanın ilk gününde tespit edilmiştir (p<0,05).

D grubunda yoğurt örneklerindeki mikroorganizma sayısı diğer yoğurt gruplarından farklı olarak ilk analiz gününden itibaren rakamsal bir artış göstermiş ve sırasıyla 8,92; 10,30; 10,35; 10,38 ve 10,40 log₁₀ kob/g olarak gözlemlenmiştir. (Şekil 3.12). Ancak bu artış istatistiksel olarak 7, 14, 21 ve 28. günler arasında anlamlı bir farklılığa neden olmamıştır (p>0,05).

Gruplar arası farklılıklara incelendiğinde muhafazanın ilk günde yapılan analizlerde A grubunun B ve C gruplarına göre daha az miktarda *Streptococcus thermophilus* içerdiği görülmüştür. Yedinci gün analizlerinde ise D grubu yoğurt örneği A ve B örneklerine göre daha fazla mikroorganizma içermektedir. Muhafazanın 14. gününden itibaren *Spirulina platensis* ihtiva eden yoğurt örneklerindeki bakteri yoğunluğunun kontrol grubuna göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Ancak alg içeren gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık gözlemlenmemiştir (p>0,05).

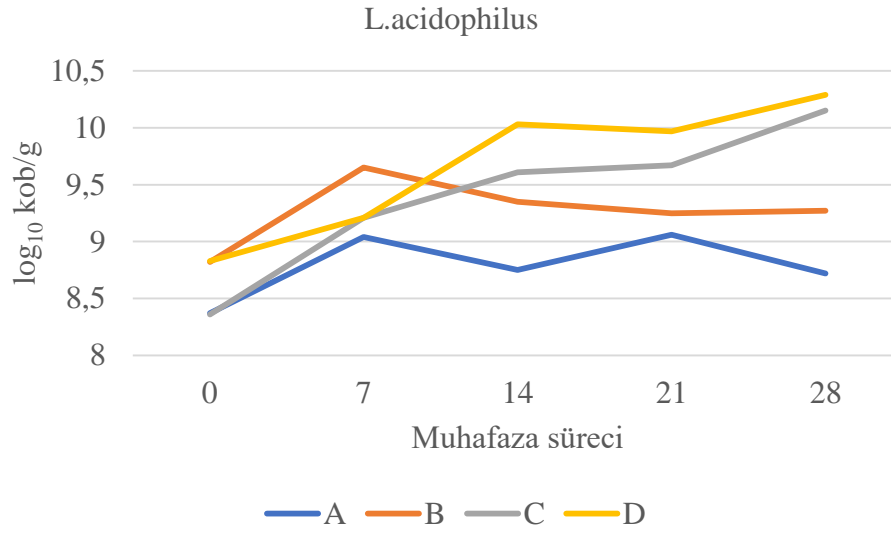
3.2.5. *Lactobacillus acidophilus* Sayımı

Kontrol grubunun muhafaza süresince incelenen *Lactobacillus acidophilus* miktarları sırasıyla 8,37; 9,04; 8,75; 9,06 ve 8,72 log₁₀ kob/g olarak gözlemlenmiş ve günler arası artış ve azalışların istatistiksel olarak da anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.14. Muhafaza süresince *Lactobacillus acidophilus* değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log₁₀ kob/g)

Grup	Günler (X±SD)				
	0	7	14	21	28
A	8,37±0,04 ^{Bc}	9,04±0,04 ^{Ba}	8,75±0,06 ^{Cb}	9,06±0,06 ^{Da}	8,72±0,06 ^{Cb}
B	8,82±0,44 ^{Ac}	9,65±0,22 ^{Aa}	9,35±0,09 ^{Bab}	9,25±0,06 ^{Cb}	9,27±0,08 ^{Bab}
C	8,36±0,05 ^{Bd}	9,21±0,08 ^{Bc}	9,61±0,27 ^{Bb}	9,67±0,10 ^{Bb}	10,15±0,13 ^{Aa}
D	8,83±0,23 ^{Ad}	9,21±0,08 ^{Bc}	10,03±0,16 ^{Ab}	9,97±0,06 ^{Ab}	10,29±0,08 ^{Aa}

a, b, c, d (→) Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0,05 düzeyinde farklıdır.
A, B, C, D (↓) Aynı sütunda büyük farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0,05 düzeyinde farklıdır.



Şekil 3.13. Muhafaza süresince *Lactobacillus acidophilus* değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (\log_{10} kob/g)

B grubu yoğurt örneğinin muhafazanın ilk günündeki *Lactobacillus acidophilus* miktarı 8,82 \log_{10} kob/g olarak tespit edilmiştir. Yedinci gün analizinde 9,65 \log_{10} kob/g düzeyine arttığı gözlemlenmiş ($p < 0,05$), sonraki analiz günlerinde artış ve azalışlar göstererek sırasıyla 9,35; 9,25 ve 9,27 \log_{10} kob/g miktarında bulunmuş ancak bu tablo istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır ($p > 0,05$).

C grubu *Lactobacillus acidophilus* seviyeleri depolama süresi boyunca sürekli artış göstermiş olup, sırasıyla 8,36; 9,21; 9,61; 9,67 ve 10,15 \log_{10} kob/g düzeyinde bulunmuş ve bu artışın 21. gün deneyindeki mikroorganizma miktarında artışı hariç istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$).

En yüksek konsantrasyonda *Spirulina platensis* ihtiva eden yoğurt örneklerinin muhafaza süresince *Lactobacillus acidophilus* miktarlarında genel bir artış gözlemlenmiş, sırasıyla 8,83; 9,21; 10,03; 9,97 ve 10,29 \log_{10} kob/g şeklinde bulunmuştur. Bu artışın 21. gün deneyindeki mikroorganizma miktarında artışı hariç istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$).

Tablo 3.14. ve Şekil 3.13. de görüldüğü gibi depolamanın ilk analiz gününde en yüksek *Lactobacillus acidophilus* miktarı B ve D gruplarında gözlemlenirken,

yedinci gün analizinde mikroorganizma sayısı en yüksek B grubunda bulunmuştur. Farklı konsantrasyonlarda *Spirulina platensis* içeren yoğurt gruplarının *Lactobacillus acidophilus* miktarı muhafazanın son 3 analiz gününde kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

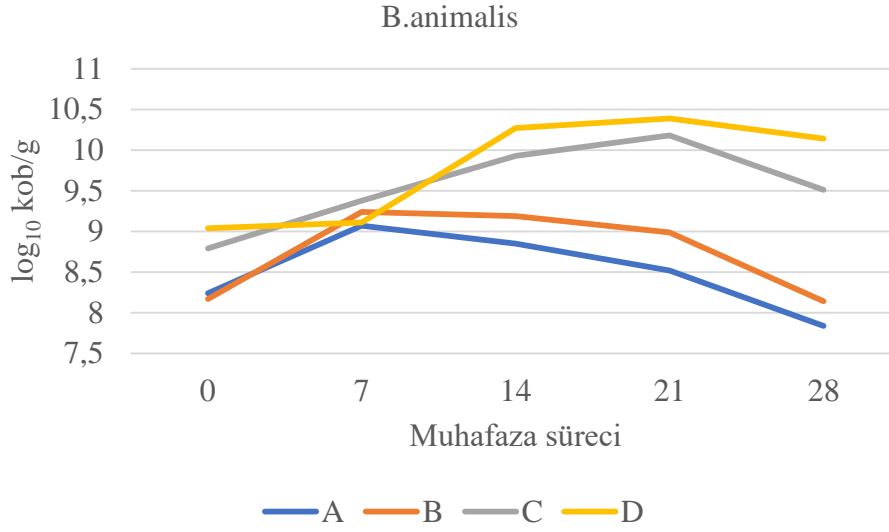
3.2.6. *Bifidobacterium animalis* Sayımı

Tablo 3.15. Muhafaza süresince *Bifidobacterium animalis* değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (\log_{10} kob/g)

Grup	Günler ($\bar{X}\pm SD$)				
	0	7	14	21	28
A	8,24 \pm 0,14 ^{Bcd}	9,07 \pm 0,17 ^{Ba}	8,85 \pm 0,25 ^{Dab}	8,52 \pm 0,25 ^{Cbc}	7,84 \pm 0,33 ^{Cd}
B	8,17 \pm 0,33 ^{Bb}	9,24 \pm 0,15 ^{ABa}	9,19 \pm 0,08 ^{Ca}	8,99 \pm 0,15 ^{Ba}	8,14 \pm 0,23 ^{Cb}
C	8,79 \pm 0,71 ^{ABc}	9,38 \pm 0,05 ^{Abc}	9,93 \pm 0,14 ^{Bab}	10,18 \pm 0,11 ^{Aa}	9,51 \pm 0,50 ^{Bb}
D	9,04 \pm 0,11 ^{Ac}	9,11 \pm 0,14 ^{Bc}	10,27 \pm 0,10 ^{Aab}	10,39 \pm 0,08 ^{Aa}	10,14 \pm 0,04 ^{Ab}

a, b, c, d (\rightarrow) Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır.
A, B, C, D (\downarrow) Aynı sütunda büyük farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır.

Kontrol grubu yoğurtlarının depolama sürecinin ilk günündeki *Bifidobacterium animalis* miktarını belirlemek için yapılan analizlerde 8,24 \log_{10} kob/g değeri bulunmuşken, sonraki analiz gününde 9,07 \log_{10} kob/g düzeyinde tespit edilmiştir ($p<0,05$). Sonraki analizlerde sırasıyla 8,85; 8,52 ve 7,84 \log_{10} kob/g düzeylerinde bulunan mikroorganizma sayılarının yalnızca son analiz günündeki azalışı, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.



Şekil 3.14. Muhafaza süresince *Bifidobacterium animalis* değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (\log_{10} kob/g)

B grubu Tablo 3.15, Şekil 3.14’de görüldüğü gibi, A grubu ile aynı günlerde artış ve azalışlar göstermiş. Muhafaza süresince *Bifidobacterium animalis* miktarını belirlemek için yapılan analizlerde mikroorganizma sayıları sırasıyla 8,17; 9,24; 9,19; 8,99 ve 8,14 \log_{10} kob/g düzeylerinde saptanmıştır.

Yalnızca %0,75 konsantrasyonunda *Spirulina platensis* içeren C grubu yoğurt örneklerine depolamanın ilk gününde yapılan analizlerde, bakteri sayısının 8,79 \log_{10} , kob/gr düzeyinde olduğu saptanmıştır. Sonraki günler yapılan analizlerde incelenen etken miktarı sırasıyla 9,38; 9,93; 10,18 ve 9,51 \log_{10} , kob/gr düzeyinde bulunmuştur. ($p>0,05$). Muhafazanın son gününde yapılan analizlerdeki elde edilen veriye göre mikroorganizma sayısındaki düşüşün istatistiksel olarak anlam ifade ettiği tespit edilmiştir ($p<0,05$).

En yüksek oranda alg içeren D grubu numunelerinin *Bifidobacterium animalis* miktarını belirlemek için yapılan analizlerde sırasıyla 9,04; 9,11; 10,27; 10,39 ve 10,14 \log_{10} , kob/gr değerleri bulunmuştur. Mikroorganizma sayısındaki artış ve azalışlar incelendiğinde 14. gün verisindeki artış ve 28. gün verisindeki düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Depolama süresince deneysel olarak hazırlanmış yoğurt örneklerine yapılan analizlerde, yalnızca 14. ve 28. gün *Bifidobacterium animalis* miktarlarının *Spirulina platensis* konsantrasyonuna paralel miktarda bulunduğu gözlemlenmiştir (p<0,05).

3.2.7. Maya-Küf Sayımı

Tablo 3.16. Muhafaza süresince maya-küf değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log₁₀ kob/g)

Grup	Günler (X±SD)				
	0	7	14	21	28
A	3,73±0,19 ^{Aab}	3,36±0,08 ^{Abc}	3,33±0,03 ^{Abc}	2,96±0,50 ^{Ac}	3,89±0,16 ^{Aa}
B	3,84±0,21 ^{Aa}	2,93±0,23 ^{Bb}	2,95±0,08 ^{Bb}	2,73±0,20 ^{Ab}	3,78±0,15 ^{Aa}
C	3,91±0,18 ^{Aa}	3,03±0,10 ^{Bb}	2,84±0,15 ^{Bb}	2,93±0,03 ^{Ab}	3,71±0,20 ^{Aa}
D	3,79±0,26 ^{Aa}	2,82±0,15 ^{Bb}	2,88±0,14 ^{Bb}	2,56±0,44 ^{Ab}	3,73±0,16 ^{Aa}

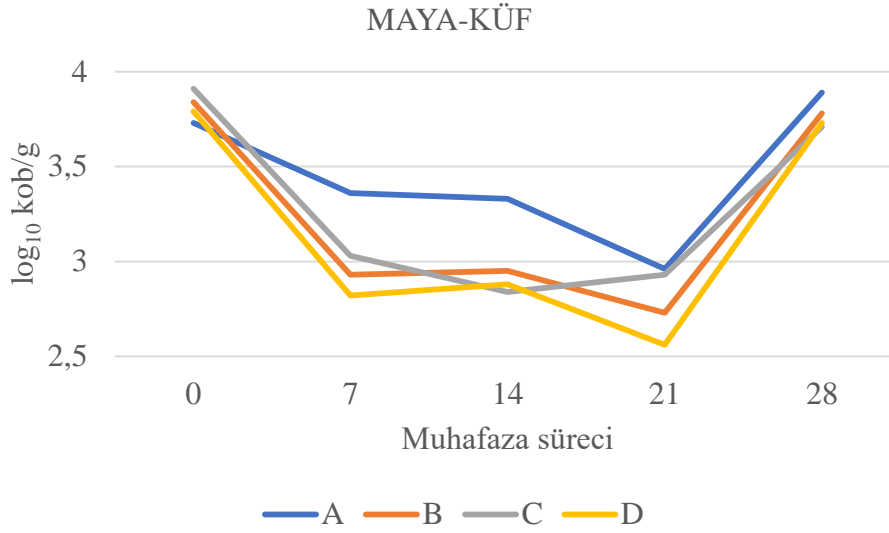
a, b, c, d (→) Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0,05 düzeyinde farklıdır. A, B, C, D (↓) Aynı sütunda büyük farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0,05 düzeyinde farklıdır.

Muhafaza sürecinde A grubunun ilk gün analizinde Maya-küf miktarı 3,73 log₁₀ kob/g olarak saptanırken bu değer sonraki analiz günlerinde sırasıyla 3,36; 3,33; 2,96 ve 3,89 log₁₀ kob/g olarak tespit edilmiştir. Son gün analizindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05).

B grubunun Maya-küf miktarı ilk analiz gününde 3,84 log₁₀ kob/g olan değer yedinci gün analizinde 2,93 log₁₀ kob/g miktarına artmış (p<0,05), sonraki iki analiz gününde ise 2,95 ve 2,73 log₁₀ kob/g düzeylerinde saptanmıştır (p>0,05). Son analiz gününde ise bu değer 3,78 log₁₀ kob/g miktarına artmıştır (p<0,05).

%0,75 oranında *Spirulina platensis* içeren C grubunun maya-küf miktarını değerlendirdiğimizde ilk analiz gününde mikroorganizma sayısı 3,91 log₁₀ kob/g iken 7. gün analizinde 3,03 log₁₀ kob/g düzeyine arttığı tespit edilmiştir (p<0,05). Sonraki analiz günlerinde bakteri sayıları 2,84; 2,93 ve 3,71 log₁₀ kob/g olarak gözlemlenmiştir. Son analiz gününde gözlemlenen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p>0,05).

En yoğun konsantrasyonda *Spirulina platensis* içeren D grubu yoğurt örneklerinin maya-küf düzeyleri incelendiğinde, B ve C gruplarında görülen artış ve azalışlar gözlemlenmiştir. Buna göre elde edilen sonuçlar sırasıyla 3,79; 2,82; 2,88; 2,56 ve 3,73 log₁₀ kob/g olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.15. Muhafaza süresince maya-küf değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (log₁₀ kob/g)

Depolama sürecinin ilk ve son iki analiz gününde alınan sonuçlar incelendiğinde gruplar arasında söz konusu mikroorganizma miktarı yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edildi ($p>0,05$).

Spirulina platensis içeren yoğurt örneklerinin yalnızca muhafazanın yedinci ve on dördüncü günlerindeki maya-küf miktarları, kontrol grubuna göre daha az bulunmuştur.

3.3. Duyusal Değişimler

3.3.1. Renk

Tablo 3.17. Muhafaza süresince renk değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması

Grup	Günler (X±SD)				
	0	7	14	21	28
A	8,40±0,67 ^{Aa}	8,30±0,47 ^{Aab}	7,97±0,72 ^{Bbc}	7,93±0,58 ^{Bbc}	7,50±0,51 ^{Cc}
B	8,23±0,77 ^{Aa}	8,40±0,50 ^{Aa}	8,10±0,80 ^{ABa}	8,40±0,50 ^{Aa}	8,10±0,71 ^{Ba}
C	8,30±0,65 ^{Aa}	8,43±0,50 ^{Aa}	8,27±0,64 ^{ABa}	8,40±0,50 ^{Aa}	8,20±0,41 ^{Ba}
D	8,30±0,65 ^{Ab}	8,40±0,50 ^{Aab}	8,43±0,50 ^{Aab}	8,40±0,50 ^{Aab}	8,70±0,47 ^{Aa}

a, b, c, d (→) Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır.
A, B, C, D (↓) Aynı sütunda büyük farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır.

Gruplar içinde A grubunun renk puanları muhafaza süresince istikrarlı bir şekilde sürekli bir azalış göstererek sırasıyla 8,40; 8,30; 7,97; 7,93 ve 7,50 değerlerini almıştır (Tablo 3.17). A grubunun ilk analiz günü değeri, 7. gün analiz değeri haricinde diğer günlerle istatistiksel farklılık ortaya koymuştur ($p<0,05$). Muhafazanın 0-7, 7-14-21, 14-28 ve 21-28. günleri arasında istatistiksel açıdan farklılık görülmemiştir ($p>0,05$).

B grubu örneklerinin renk puanları muhafaza süresince değişkenlikler göstermiş, 8,10 ile 14 ve 28. günlerde en düşük, 8,40 ile 7 ve 21. günlerde en yüksek değeri almıştır. Günler arasında ortaya çıkan bu değer değişimleri istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye neden olmamıştır ($p>0,05$).

C grubunda renk puanı en yüksek 8,43 ile muhafazanın 7. gününde, en düşük ise 8,20 değeri ile 28. günde tespit edilmiştir. Muhafaza süresince C grubu renk değerlerindeki değişim B grubu ile benzer bir seyir izleyerek istatistiksel açıdan önem arz etmemiştir ($p>0,05$).

D grubunda elde edilen renk değerleri diğer gruplardan farklı olarak muhafazanın 14. gününe kadar artış, sonrakinde azalış ve son günde tekrar artış sergileyerek en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Muhafaza süreci boyunca D grubunun en

yüksek değeri 28. günde (8,70) bulunmuştur. Bu grupta sadece ilk ve son analiz günlerinde ortaya çıkan değerler arasında farklılık saptanmıştır ($p<0,05$).

Gruplar arası değerlendirmede ilk analiz gününde kontrol grubu en yüksek puanı (8,40) almış ($p>0,05$), sonraki günlerde *Spirulina platensis* ihtiva eden grupların tamamı kontrol grubundan daha yüksek değerler elde etmiştir. Tablo 3.17 de görüldüğü gibi en yüksek renk değeri 8,70 ile 28. günde D grubunda, en düşük değeri ise yine aynı analiz gününde 7,50 ile A grubunda bulunmuştur. Muhafazanın son gününde D grubunda en yüksek düzeyde saptanan renk değeri diğer bütün gruplara göre farklılık göstermiştir ($p<0,05$).

3.3.2. Yapı

Tablo 3.18. Muhafaza süresince yapı değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması

Grup	Günler (X±SD)				
	0	7	14	21	28
A	7,70±0,47 ^{Ba}	7,80±0,61 ^{Ba}	7,10±0,66 ^{Cbc}	7,37±0,85 ^{Cab}	6,60±0,93 ^{Dc}
B	8,20±0,61 ^{Aa}	8,03±0,18 ^{Ba}	7,23±0,63 ^{Cb}	7,43±0,50 ^{Cb}	7,20±1,00 ^{Cb}
C	8,30±0,65 ^{Aab}	8,50±0,51 ^{Aa}	7,93±0,64 ^{Bb}	7,97±0,67 ^{Bb}	7,90±0,71 ^{Bb}
D	8,53±0,78 ^{Aa}	8,67±0,48 ^{Aa}	8,37±0,56 ^{Aa}	8,67±0,48 ^{Aa}	8,57±0,50 ^{Aa}

a,b,c,d,e Aynı satırda farklı harf taşıyan günler arası farklılıklar önemlidir ($p<0,05$)

A,B,C,D,E Aynı sütunda farklı harf taşıyan gruplar arası farklılıklar önemlidir ($p<0,05$)

Yoğurt örneklerinde tespit edilen yapı değerleri itibariyle A grubunda en yüksek puanın 7,80 seviyesi ile muhafazanın yedinci gününde, en düşük ise 6,60 puan ile yirmisekizinci gününde ortaya çıktığı tespit edilmiş, muhafazanın başlangıcı ile sonunda elde edilen değerlerin farklılık gösterdiği saptanmıştır ($p<0,05$).

B grubu örneklerinin yapı puanı ise 8,20 ile ilk analiz gününde en yüksek, 28. günde ise 7,20 ile en düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Bu grupta muhafazanın 0-7 ve 14-21-28. günleri arasında meydana gelen değişimler istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur ($p>0,05$).

C grubuna ait örneklerde ise en yüksek yapı puanı 8,50 ile 7. günde, en düşük ise 7,90 ile son analiz gününde tespit edilmiş, muhafazanın 7. gününde elde edilen değerler sonraki günlerde elde edilenlerden farklı bulunmuştur ($p<0.05$).

Tablo 3.18 incelendiğinde de görüleceği gibi yapı özelliği bakımından D grubu yoğurt örneklerinde tespit edilen değerler C grubu ile benzer seyiri göstermiş, 7 ve 21. günlerde en yüksek (8,67), 14. günde en düşük seviyede olmuştur. D grubu örneklerinden ortaya çıkan yapı puanları muhafaza sürecinde istatistiksel açıdan farklılık göstermemiştir ($p>0.05$).

Gruplar arası değişimi muhafaza günlerine göre incelediğimizde muhafazanın ilk günü en yüksek yapı puanı Tablo 3.18’de de görüldüğü gibi 8,53 ile D grubunda, en düşük ise 7,70 ile A grubunda saptanmıştır ($p<0.05$). Muhafazanın ilk günü *Spirulina platensis* ihtiva eden B, C ve D grupları arasında istatistiksel açıdan fark yok iken, bu grupların tamamı ile kontrol grubu arasında istatistiksel bakımından anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Muhafazanın 7. gününde A ile C, A ile D, B ile C, B ile D grupları arasında yapısal nitelikler bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmış olup ($p<0,05$), D grubu 8,67 ile en yüksek, A grubu 7,80 ile en düşük puanı almıştır.

Muhafazanın 14. günü sadece A ve B grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark ortaya çıkmazken ($p>0.05$), diğer gruplar arasındaki fark ifade etmiştir ($p<0,05$). En yüksek yapı puanı 8,37 ile D grubunda, en düşük yapı puanı ise 7,10 ile A grubunda görülmüştür.

Muhafazanın 21. günü de 14. güne benzerlik göstermiştir. A ve B grupları arasındaki farklılık anlam arz etmiyorken ($p>0.05$), diğer gruplar arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($p<0,05$). A grubu örnekleri 7,37 ile en düşük, D grubu örnekleri ise 8,67 ile en yüksek yapı puanını almıştır.

Muhafazanın son günü en yüksek yapı puanı 8,57 ile D grubunda, en düşük ise 6,60 ile A grubunda saptanmış, gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($p<0,05$).

3.3.3. Koku

Tablo 3.19. Muhafaza süresince koku değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması

Grup	Günler (X±SD)				
	0	7	14	21	28
A	8,43±0,68 ^{Aa}	8,23±0,63 ^{Aa}	7,63±0,67 ^{Cb}	7,60±0,50 ^{Cb}	7,33±0,71 ^{Cb}
B	8,37±0,61 ^{Aa}	7,93±0,36 ^{ABab}	7,87±0,78 ^{BCb}	7,80±0,61 ^{BCb}	7,77±0,90 ^{BCb}
C	8,07±0,69 ^{Aab}	7,70±0,47 ^{Bb}	8,23±0,43 ^{ABa}	7,97±0,49 ^{Bab}	8,07±0,74 ^{ABab}
D	8,00±0,69 ^{Ab}	7,67±0,48 ^{Bb}	8,43±0,50 ^{Aa}	8,53±0,51 ^{Aa}	8,53±0,57 ^{Aa}

a, b, c, d (→) Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır.
A, B, C, D (↓) Aynı sütunda büyük farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır.

İncelediğimiz duyuşsal niteliklerden biri olan koku parametresi bakımından muhafazanın ilk gününde en yüksek puanı A grubu örneği almış olmakla birlikte bu değer devam eden analiz günlerinde hep düşüş göstermiş, bu değişim ilk iki analiz günü ile sonraki analiz günleri arasında istatistiksel olarak da anlam ifade etmiştir ($p<0,05$). A grubu örneklerinin koku puanları ilk analiz gününden itibaren sırasıyla 8,43; 8,23; 7,63; 7,60 ve 7,33 olarak saptanmış, bu grup muhafazanın 14. gününden itibaren bu parametre bakımından en az beğenilen grup olmuştur (Tablo 3.19).

B grubu örnekleri 0. günde 8,37 ile en yüksek koku değerine sahip iken muhafaza süresi boyunca aldığı puan sürekli bir azalış göstermiş ve son gün 7,77 değerine inmiştir. Muhafazanın 0 ve 7. günleri ile yine muhafazanın 7, 14, 21 ve 28. günleri arasındaki değişimler istatistiksel olarak anlamlılık göstermemiştir ($p>0,05$). Buna karşın 0. gün ile 14-21-28. günleri arasındaki değişim ise anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

C grubu örneklerinin koku puanları A ve B gruplarından biraz farklılık göstermiş, devamlı bir artış veya azalış ortaya çıkmamıştır. Bu grupta 0-7. günler arası azalış görülürken 7-14. günler arasında anlamlı derece bir artış saptanmıştır ($p<0,05$). Muhafazanın 21. gününde tekrar bir azalış görülmüş ve 28. günde hafif bir

artış ortaya çıkmakla birlikte aradaki fark istatistiksel açıdan anlam ifade etmemiştir ($p>0,05$). C grubu örneklerinde koku puanları en düşük 7,70 ile 7. günde, en yüksek ise 8,23 ile 14. günde tespit edilmiştir.

D grubu yoğurtlarda en düşük koku puanı 7,67 ile 7. günde, en yüksek ise 8,53 değeri ile muhafazanın 21 ve 28. günlerinde saptanmıştır. Muhafazanın 0 ve 7. günü 14, 21 ve 28. günlerinde elde edilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Gruplar arası karşılaştırmada muhafazanın ilk gününde en yüksek değer 8,43 ile kontrol grubu olan A'da, en düşük değer ise 8,00 ile en yüksek düzeyde *S. platensis* ihtiva eden D grubunda saptanmış fakat bu farklılık istatistiksel bir anlam sunmamıştır ($p>0,05$). Benzer değerler muhafazanın 7. gününde de görülmekle birlikte A ve B gruplarının almış olduğu değerler C, D ve E gruplarından farklılık arz etmiştir ($p<0,05$). Tablo 3.19'da görüldüğü üzere depolamanın 14. gününden itibaren *S. platensis* içeren grupların koku puanlarında artışlar başlamış, muhafazanın sonuna gelindiğinde en yüksek değer 8,53 ile en yüksek düzeyde *S. platensis* ihtiva eden grupta, en düşük değer ise 7,33 ile bu katkıyı içermeyen A grubunda tespit edilmiştir ($p<0,05$). Muhafazanın sonunda A ve B ile C ve D grupları arasında istatistiksel farklılık görülmemiş ($p>0,05$), diğer gruplardaki farklılıklar önem arz etmiştir ($p<0,05$).

3.3.4. Tat

Tablo 3.20. Muhafaza süresince tat değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması

Grup	Günler (X±SD)				
	0	7	14	21	28
A	8,00±0,69 ^{ABa}	7,83±0,75 ^{Aa}	7,20±0,71 ^{Cb}	7,23±0,73 ^{Cb}	6,90±0,80 ^{Cb}
B	8,40±0,62 ^{Aa}	7,97±0,61 ^{Aa}	7,63±0,67 ^{Bb}	7,70±0,65 ^{Bb}	7,70±0,75 ^{Bb}
C	7,93±0,78 ^{Ba}	8,27±0,64 ^{Aa}	7,83±0,59 ^{Ba}	7,97±0,61 ^{Ba}	7,87±0,68 ^{Ba}
D	7,77±0,43 ^{Bc}	8,07±0,64 ^{Abc}	8,67±0,48 ^{Aa}	8,63±0,49 ^{Aa}	8,37±0,49 ^{Aab}

a, b, c, d (→) Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır. A, B, C, D (↓) Aynı sütunda büyük farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır.

A grubu örneğinde muhafazanın ilk gününde tat puanı en yüksek seviyede iken (8,00), 7 ve 14. günlerde azalma, 21. günde artma, son günde ise tekrar bir azalma yönünde seyir izleyerek en düşük seviyesine (6,90) inmiştir. Muhafaza sürecinde tat değerlerinde ortaya çıkan değerler ilk analiz gününden itibaren sırasıyla 8,00; 7,83; 7,20; 7,23 ve 6,90 olarak saptanmış, 0-7 ile 14-21-28. muhafaza günlerinde saptanan bu değerler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($p>0,05$)

B grubu tat puanları da kontrol grubuyla benzer oranlarda 0 ve 14. günlerde azalış göstermiş, 21. günde artışa geçerek bu seviyeyi 28. günde de korumuştur. B grubu örneklerinde en düşük tat puanı 7,63 ile 14. günde, en yükseği ise 8,40 ile muhafazanın ilk gününde saptanmıştır. Muhafazanın başlangıcı ile sonu arasında ortaya çıkan bu puan düşüşü anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

C numunesi tat bakımından en yüksek değerini (8,27) 7. günde, en düşük değeri ise (7,83) 14. günde almıştır. Muhafazanın 7. gününde belli bir düzeyde yükselme görülse bile analiz günleri boyunca elde edilen değerler arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0,05$).

D grubu örneklerinde 0, 7 ve 14. günlerde tat puanı değerleri artış sergilemiş, 21 ve 28. günlerde ise tedricen azalmıştır. En düşük tat puanı (7,77) muhafazanın ilk gününde, en yükseği ise (8,67) 14. gününde ortaya çıkmıştır ($p<0,05$).

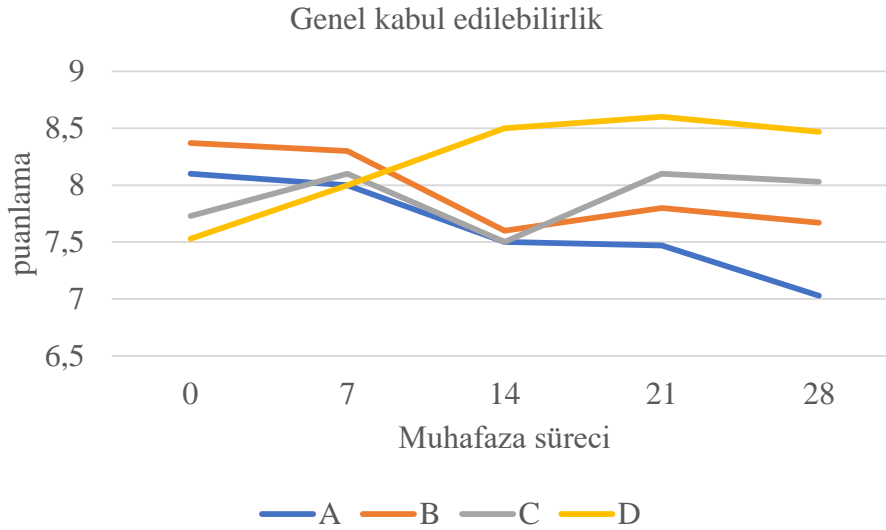
Gruplar arası karşılaştırmada muhafazanın ilk gününde sırasıyla B ve A grupları en yüksek (8,40 ve 8,00) puanları alırken, D grubu en düşük (7,77) seviyede kalmış, B grubu değerleri C ve D grubu ile istatistiksel farklılık göstermiştir ($p<0,05$). Diğer duyuşsal parametrelere benzer olarak bu durum muhafazanın ilerleyen sürecinde değişerek daha yüksek düzeyde *Spirulina platensis* içeren grupların puanları da artmaya başlamış ve Tablo 3.20'de görüleceği gibi muhafazanın sonunda en yüksek değeri D grubu örnekleri olarak diğer gruplarla istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0,05$).

3.3.5. Genel Kabul Edilebilirlik

Tablo 3.21. Muhafaza süresince genel kabul edilebilirlik değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması

Grup	Günler (X±SD)				
	0	7	14	21	28
A	8,10±0,71 ^{ABa}	8,00±0,45 ^{Aa}	7,50±0,73 ^{Bb}	7,47±0,51 ^{Cbc}	7,03±0,67 ^{Cc}
B	8,37±0,72 ^{Aa}	8,30±0,47 ^{Aa}	7,60±0,67 ^{Bb}	7,80±0,41 ^{Bb}	7,67±0,71 ^{Bb}
C	7,73±0,52 ^{BCab}	8,10±0,55 ^{Aa}	7,50±0,68 ^{Bb}	8,10±0,55 ^{Ba}	8,03±0,49 ^{Ba}
D	7,53±0,51 ^{Cc}	8,00±0,45 ^{Ab}	8,50±0,68 ^{Aa}	8,60±0,50 ^{Aa}	8,47±0,63 ^{Aa}

a, b, c, d (→) Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0,05 düzeyinde farklıdır.
A, B, C, D (↓) Aynı sütunda büyük farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0,05 düzeyinde farklıdır.



Şekil 3.16. Muhafaza süresince genel kabul edilebilirlik değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması

Genel kabul edilebilirlik puanlarına bakıldığında A grubunda sürekli bir düşüş gözlenmiş, bu grup içinde en yüksek değer (8,10) 0. günde, en düşük değer ise (7,03) 28. günde tespit edilmiştir. Muhafazanın 0-7 ve 21-28. günleri arasında görülen değişimlerin istatistiksel olarak anlam ifade etmediği (p>0,05), diğer analiz günleri arasında ise anlamlı bir fark olduğu ortaya çıkmıştır (p<0,05).

B grubu örnekleri muhafazanın ilk 14 günlük süresinde genel kabul edilebilirlik değerinde devamlı bir düşüş göstermiş olup, 21. günde bir miktar artışla birlikte takip eden analiz gününde ise tekrar düşüş sergilemiştir. Muhafazanın 14.

gününden sonra bu değerlerde görülen değişimler anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). Bu grupta en yüksek genel kabul edilebilirlik değeri 8,37 ile muhafazanın ilk gününde, en düşük ise 7,60 ile 14. günde tespit edilmiştir.

C grubu örnekleri muhafaza süresince genel kabul edilebilirlik düzeyi yönünden dalgalı bir seyir göstermekle beraber son analiz günü değerleri ilk analiz günü değerlerinden daha yüksek seviyede ortaya çıkmıştır. Bu değerler ilk analiz gününden itibaren sırasıyla 7,73; 8,10; 7,50; 8,10 ve 8,03 düzeylerinde saptanmıştır. İstatistiksel olarak ise sadece muhafazanın 7. günü ile 14 günü arasında ortaya çıkan değişim önem arz etmiştir ($p<0,05$).

Muhafazanın son günü hariç D grubu örneklerinin genel kabul edilebilirlik değerleri sürekli olarak artış göstermiş ve bu artış eğilimi 14. güne kadar istatistiksel olarak ta önem arz etmiştir ($p<0,05$). Bu gruptaki en yüksek değer 8,60 ile 21. günde, en düşük ise 7,53 puan ile 0. günde ortaya çıkmıştır ($p<0,05$).

Gruplar arası karşılaştırmada *S. platensis* ihtiva eden gruplardan B grubu hariç diğerlerinin genel kabul edilebilirlik değerleri, kontrol grubuna göre daha düşük puanlar almış olmakla beraber sadece A ve D grubu arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). İlerleyen muhafaza sürecinde B grubu hariç *S. platensis* ihtiva eden grupların genel kabul edilebilirlik puanları yükseliş göstermiş, *S. platensis* konsantrasyonu fazla olan yoğurda doğru 21. günden itibaren hep bir artış söz konusu olmuştur (Tablo 3.21). Muhafazanın ilk günü D grubu en düşük genel kabul edilebilirlik değerini almasına rağmen muhafazanın ilerleyen günlerinde (özellikle 21. gündeki değeri) bu değer devamlı yükselerek en yüksek kabul edilirlilik değerlerine ulaşmıştır. Şekil 3.16'de de görüldüğü gibi muhafaza sürecinin sonunda ise ilk güne göre tam ters değerlere ortaya çıkmış, *S. platensis* konsantrasyonu arttıkça genel kabul edilebilirlik değerleri de artmış, en düşük değer 8,47 ile D grubunda, en düşük değer ise 7,03 ile A grubunda belirlenmiştir ($p<0,05$).

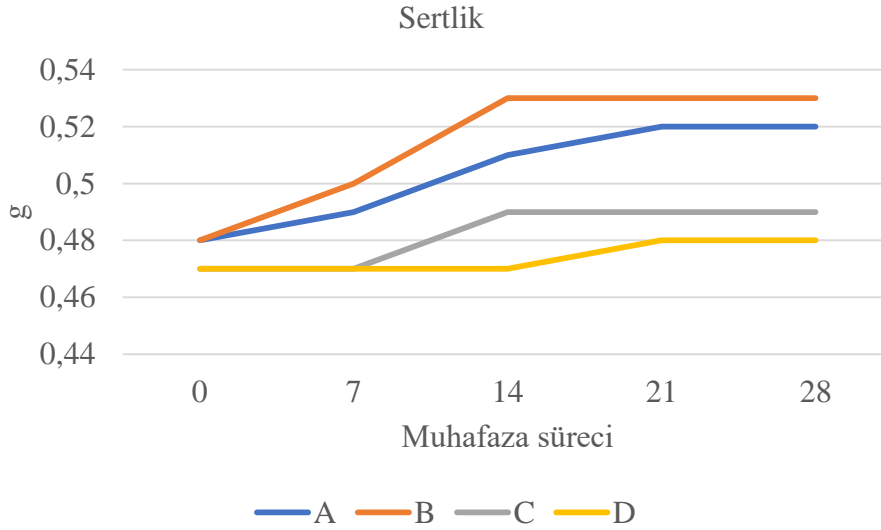
3.4. Tekstürel Analizler

3.4.1. Sertlik

Tablo 3.22. Muhafaza süresince sertlik değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (g)

Grup	Günler (X±SD)				
	0	7	14	21	28
A	0,48±0,00 ^{Ab}	0,49±0,01 ^{Ab}	0,51±0,00 ^{Aa}	0,52±0,01 ^{Aa}	0,52±0,00 ^{Aa}
B	0,48±0,01 ^{ABc}	0,50±0,01 ^{Ab}	0,53±0,01 ^{Aa}	0,53±0,00 ^{Aa}	0,53±0,02 ^{Aa}
C	0,47±0,01 ^{Bb}	0,47±0,01 ^{Bb}	0,49±0,01 ^{Ba}	0,49±0,01 ^{Ba}	0,49±0,01 ^{Ba}
D	0,47±0,01 ^{Ba}	0,47±0,00 ^{Ba}	0,47±0,01 ^{Ca}	0,48±0,01 ^{Ba}	0,48±0,01 ^{Ba}

a, b, c, d (→) Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0,05 düzeyinde farklıdır.
A, B, C, D (↓) Aynı sütunda büyük farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden p<0,05 düzeyinde farklıdır.



Şekil 3.17. Muhafaza süresince sertlik değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (g)

Sertlik değerleri muhafaza süresi boyunca tüm gruplarda genel olarak yükselmiş, analiz günlerinin tamamında en yüksek değerleri B grubu örnekleri almıştır. D grubunda elde edilen değerlerin tümü diğer gruplarda tespit edilenlerden daha düşük düzeyde ortaya çıkmış, bu grup örneklerden elde edilen değerler hiçbir analiz gününde istatistiksel olarak birbiriyle farklılık göstermemiştir (p>0,05).

Tablo 3.22’de görüldüğü gibi A, B, C ve D gruplarında tespit edilen en düşük ve en yüksek sertlik puanları sırasıyla 0,48-0,52; 0,48-0,53; 0,47-0,49 ve 0,47-0,48 düzeylerinde belirlenmiştir. C grubu örneklerinde saptanan sertlik değerleri A ve B grubuna göre daha düşük seviyede kalmış ve muhafaza süresinin tamamında C grubu sertlik değerleri A ve B grubuyla istatistiksel farklılık göstermiştir ($p<0,05$).

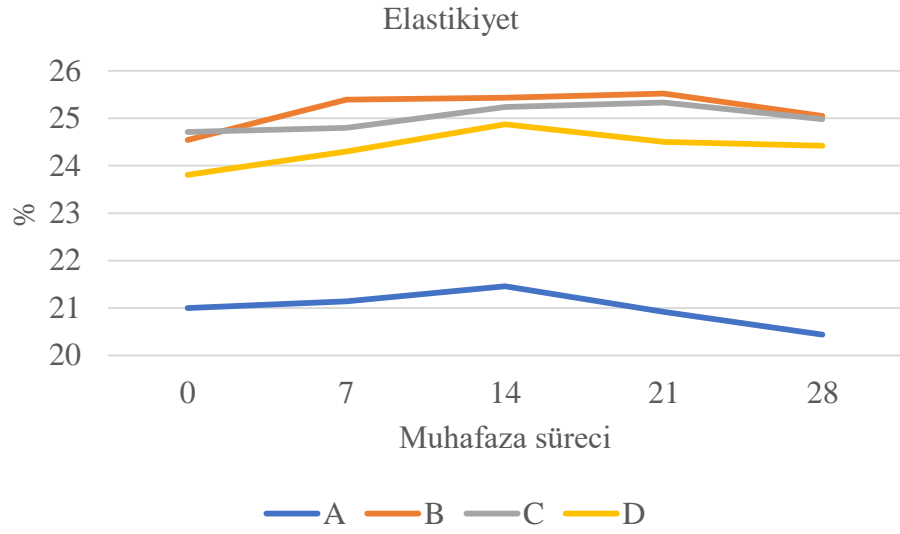
3.4.2. Elastikiyet

Tablo 3.23. Muhafaza süresince elastikiyet değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması

Grup	Günler (X±SD)				
	0	7	14	21	28
A	21,00±0,13 ^{Cb}	21,14±0,20 ^{Db}	21,46±0,26 ^{Ca}	20,92±0,18 ^{Cb}	20,44±0,04 ^{Cc}
B	24,54±0,08 ^{Ac}	25,39±0,24 ^{Aa}	25,43±0,11 ^{Aa}	25,52±0,27 ^{Aa}	25,05±0,08 ^{Ab}
C	24,71±0,31 ^{Ac}	24,80±0,14 ^{Bc}	25,24±0,12 ^{Aab}	25,33±0,03 ^{Aa}	24,98±0,08 ^{Abc}
D	23,81±0,04 ^{Bc}	24,30±0,19 ^{Cb}	24,87±0,21 ^{Ba}	24,50±0,21 ^{Bb}	24,42±0,09 ^{Bb}

a, b, c (→) Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır.
A, B, C (↓) Aynı sütunda büyük farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır.

Muhafaza süresince tespit edilen elastikiyet puanları Tablo 3.23’de belirtilmiştir. Elastikiyet puanı en düşük 20,44’lük değerle A grubunun 28. analiz gününde, en yüksek değer ise 25,52 ile B grubunda muhafazanın 21. gününde tespit edilmiştir. *Spirulina platensis*li ihtiva eden probiyotik yoğurtların elastikiyet puanları kontrol grubuna göre daha yüksek seviyelerde tespit edilmiştir.



Şekil 3.18. Muhafaza süresince elastikiyet değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması

A grubu elastikiyet puanları muhafazanın 0-14. günleri arasında artmış, 21-28. günleri arasında azalmıştır. En düşük değer 20,44 ile 28. günde, en yüksek ise 21,46 ile 14. günde saptanmıştır. Bu değer bakımından muhafazanın 0, 7 ve 21. günlerinde görülen değişimler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

B grubu yoğurt örneklerinde muhafazanın ilk 21 gününde elastikiyet puanları artış göstermekle beraber bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). C grubu yoğurtlarda elde edilen değerler ve değişim B grubu ile benzer yönde olmuştur.

D grubu örneklerinin elastikiyet puanları muhafazanın ilk on dört günü artmış, yirmi bir ve yirmi sekizinci günlerde azalmıştır. Muhafazanın 7, 21 ve 28. günleri arasında ortaya çıkan farklılıklar anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Muhafaza günlerine bakıldığında Tablo 3.23 ve Şekil 3.18 görüldüğü gibi en düşük elastikiyet puanı 20,44'lük değerle A grubunda, en yüksek ise 25,52'lik değerle B grubunda ortaya çıkmıştır. *Spirulina platensis* ihtiva eden yoğurtlarda artan konsantrasyona bağlı olarak 7. günden itibaren depolama süresi boyunca sürekli bir

azalış görülmüş, bu azalış sadece B ve C grupları arasında anlam göstermemiş ($p>0,05$), diğer gruplar arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Depolamanın 7. günü en düşük elastikiyet puanı (21,14) A grubunda, en yüksek değer (25,39) ise B grubunda ortaya çıkmıştır. Yosun ihtivası arttıkça elastikiyet puanları azalış göstermiştir. Muhafaza sürecinin 14. günü en düşük elastikiyet değerini 21,46 ile A grubu, en yüksek değeri ise 25,43'lük puanla B grubu almış, bu günde B ile C grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır ($p>0,05$).

Kontrol ve D grubunun elastikiyet değerleri muhafazanın 21. gününde bir önceki analiz gününe göre azalış göstermiş, diğer gruplar birbirine yakın değerlerde artış göstermiştir. B ve C grubu arasında değer farklılıkları istatistik olarak anlamsız bulunmuşken ($p>0,05$), diğer grupların elastikiyet değerleri aralarında anlamlı farklılıklar oluşmuştur ($p<0,05$).

Muhafazanın son günü olan 28. günde tüm gruplarda önceki analiz gününe göre elastikiyet puanlarında azalmalar meydana gelmiş, *Spirulina platensis*'li yoğurtların yüksek elastikiyet değerlerinin kontrol grubuyla olan farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

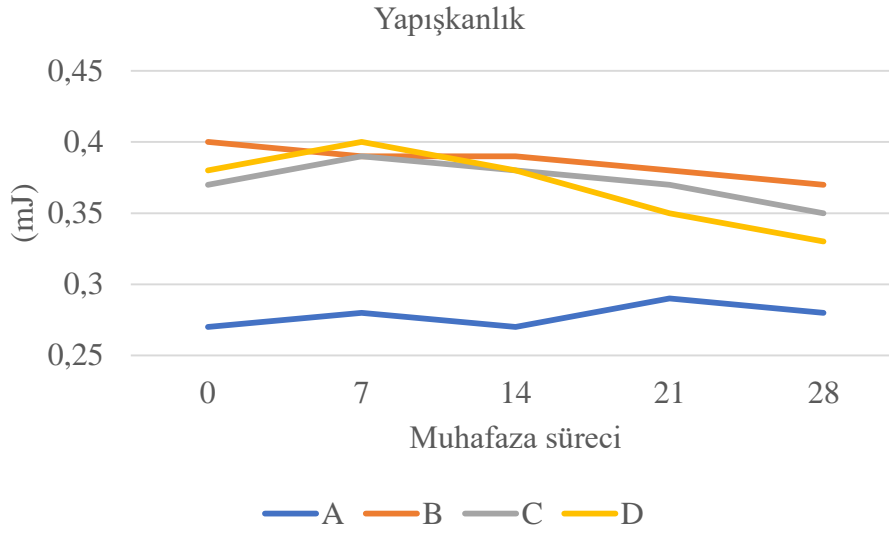
3.4.3. Yapışkanlık

Tablo 3.24. Muhafaza süresince yapışkanlık değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (mJ)

Günler (X±SD)					
Grup	0	7	14	21	28
A	0,27±0,02 ^{Ca}	0,28±0,01 ^{Ba}	0,27±0,01 ^{Ba}	0,29±0,01 ^{Ca}	0,28±0,01 ^{Da}
B	0,40±0,01 ^{Aa}	0,39±0,01 ^{Aab}	0,39±0,01 ^{Aab}	0,38±0,01 ^{Aab}	0,37±0,02 ^{Ab}
C	0,37±0,01 ^{Bbc}	0,39±0,01 ^{Aa}	0,38±0,01 ^{Aab}	0,37±0,01 ^{ABb}	0,35±0,01 ^{Bc}
D	0,38±0,01 ^{ABb}	0,40±0,01 ^{Aa}	0,38±0,00 ^{Aab}	0,35±0,01 ^{Bc}	0,33±0,01 ^{Cd}

a, b, c (→) Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır.

A, B, C (↓) Aynı sütunda büyük farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden $p<0,05$ düzeyinde farklıdır.



Şekil 3.19. Muhafaza süresince yapışkanlık değerlerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırılması (mJ)

Yoğurt örnekleri içerisinde kontrol grubu yoğurdun yapışkanlık değerinin diğer gruplardan daha düşük olduğu görülmüştür. En düşük yapışkanlık değeri 0,27 ile kontrol grubunda analizin ilk ve on dördüncü günlerinde saptanmıştır. En yüksek değer ise 0,40 düzeyi ile B grubunda 0. gün ve D grubunda ise 7. günde tespit edilmiştir. *Spirulina platensis* ihtiva eden yoğurtlarda 14. günden sonra depolama süresi boyunca bu değerde sürekli bir azalış görülmüştür (Şekil 3.19). Analizin 28. gününde tüm gruplar arasındaki yapışkanlık değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Depolama süresi boyunca kontrol grubu örneğinin yapışkanlık değerleri arasındaki değişim anlamlılık arz etmemiştir ($p>0,05$). B grubu en yüksek yapışkanlık değeri 0,40 ile ilk analiz gününde, en düşük değeri ise 0,37 değeri ile 28. günde almıştır. B grubu yoğurtta 0-28. günlerde arasında fark ortaya çıkmamış ($p<0,05$), D grubu yoğurt örneğinde ise 21 ve 28. günlerde yapışkanlık değerinde en fazla düşüşün olduğu görülmüştür (Tablo 3.24).

4. TARTIŞMA

4.1. Fiziko- Kimyasal Değerler

4.1.1. Kuru Madde

DeneySEL olarak hazırlanan yoğurt örneklerinin kuru madde oranları 0 ve 7. analiz günlerinde Aydemir (2019)'in çalışmasından daha düşük bulunmuştur. Diğer depolama günlerinde (14 ve 21. gün) daha yüksek tespit edilen kuru madde miktarları da göz önüne alındığında artış ve azalışların söz konusu çalışma ile paralel olmadığı gözlenmiştir. *Spirulina platensis* ilave ettiğimiz yoğurt örneklerinin kuru madde miktarındaki değişimler daha belirginken, Aydemir (2019)'in çalışmasında yer alan değerlerin birbirine yakın olduğu görülmüştür.

Barkallah ve ark. (2017)'nin yaptığı çalışmada bulunan kuru madde değerleri çalışmamıza göre yüksek bulunmuştur. Yapılan başka bir çalışmada kayısı püresi içeren yoğurt gruplarının kuru madde oranları, çalışmamızdaki değerlerden daha yüksek bulunmuştur (Çayır ve Şahan 2007). Elma püresinin %1 oranında eklenmesiyle üretilen bir çalışmada elde edilen kuru madde oranları, çalışmamıza benzer bulunmuştur (Akın ve Akın 2016). Akın ve Avkan (2019)'ın bezelye unu ilavesi ile ürettikleri yoğurtlardan elde edilen kuru madde miktarlarının, çalışmamızdaki verilere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Demirkol (2016)'un yaptığı çalışmada yoğurt numunelerinin 1. gün kuru madde oranları arasındaki değişimler belirginken, *Spirulina platensis* ilave ettiğimiz yoğurt örneklerinin ilk analiz günündeki kuru madde oranlarının birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Buğday rüşeymi ihtiva eden yoğurtlarla yapılan bir çalışmada (Yalçinkaya ve ark., 2003) elde edilen kuru madde değerleri, verilerimize göre daha yüksek bulunmuştur. Saldamlı ve Babacan (1996)'ın çalışmasında ise lif katkılı yoğurt üretimi sonrası elde edilen kuru madde miktarları, lif yoğunluğuna bağlı artışlar göstermiş, kontrol grubu ve %0,5 oranında lif içeren yoğurt örneklerinden elde edilen bulguların ise çalışmamızdaki verilere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bal kabağı eklenerek hazırlanan yoğurt numuneleri ile yapılan bir çalışmada en yüksek kuru madde miktarının %25-30 oranında bal kabağı eklenmiş numuneler olduğu

bildirilmiştir. Aynı çalışmanın diğer gruplarında ise söz konusu değerlerin birbirine yakın olduğu ve yaptığımız çalışmadaki değerlerden fazla olduğu tespit edilmiştir (Çağlayan, 2018). Gürsoy ve Kayaardı (1999)' nın *Asidofilus bifidus* içeren yoğurt örnekleri ile yaptıkları araştırmada, elde edilen kuru madde oranlarının bulgularımıza göre daha düşük olduğu görülmüştür.

Yapılan başka bir araştırmada ise %2 konsantrasyonda fruktooligosakkarit ilave edilen yoğurt numunelerinin kuru madde değerleri, çalışmamızdaki değerlerden yüksek olduğu görülmüştür (Fenderya ve Akalın 2003). Alg eklediğimiz yoğurt gruplarının kuru madde oranları, kontrol grubu örneklerimize göre daha yüksek bulunmuştur. Yoğurda *Spirulina platensis* ilavesinin kuru madde oranları üzerine olumlu etkisini olduğu söylenebilmektedir

4.1.2. pH

İncelemeye aldığımız yoğurt örneklerinin pH değerleri, Aydemir (2019)'in çalışmasındaki pH verilerinden, genel olarak daha yüksek bulunmuştur. Söz konusu olan çalışma ile deneysel olarak hazırladığımız kontrol grupları karşılaştırıldığında pH düşüşlerinin birbirine paralel olduğu tespit edilmiştir.

Spirulina platensis eklenmiş olan numunelerden elde ettiğimiz pH değerleri Dubey ve Kumari (2011), Agustini ve ark. (2017), Akın ve Avkan (2019), Beheshtipour ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmalara göre daha düşük çıkmıştır. Çayır ve Şahan (2007)'in, kayısı pürelü yoğurtları ve Akın ve Akın (2016)'ın elma lifi içeren çalışmasındaki pH değerleri, tespit ettiğimiz pH değerlerine göre daha düşük bulunmuştur. Deneysel olarak hazırladığımız yoğurt örneklerinin muhafaza boyunca verdikleri pH değerleri Sengupta ve Bhowal (2017); Q'Sullivan; Bayır ve Bilgin (2019); Okur ve ark. (2019) ve ark. (2016)'ın verilerine paralel olduğu gözlenmiştir. Bilici (2017)'nin yapmış olduğu maca tozu ve propolis ekstraktlı yoğurdunda depolama süresince pH değerlerinde azalmalar olduğu görülmüştür.

%0,75 ve %1 *Spirulina platensis* eklendiğimiz C ve D grubu yoğurt örneklerinin pH değerleri diğer gruplara göre yüksek bulunmuştur. Probiyotik

bakterilerin varlığı muhafaza boyunca pH değerlerinde düşmelere sebep olmuştur. Yoğurtta *Spirulina platensis* varlığı ise daha kontrollü bir pH değişimi sağlamıştır.

4.1.3. Kül

Deneysel olarak hazırladığımız yoğurt örneklerinin, kül miktarı depolama boyunca artış gösterirken, Aydemir (2019) çalışmasında birbirine çok yakın değerler bulunmuştur. Aynı çalışmada gruplar arasında anlamlı bir fark yok iken çalışmamızda istatistiksel olarak anlamlı değişimler gözlenmiştir. Akın ve Avkan (2019)'ın bezelye unu katkılı yoğurt örneklerinin kül değerleri, konsantrasyona paralel artış göstermiş, *Spirulina platensis* içeren yoğurt numunelerimizin kül değerlerinden yüksek bulunmuştur. Gürsoy ve Kayaardı (1999)'ın *Asidophilus bifidus* ekleyerek yaptıkları yoğurtların kül miktarları, muhafaza süresince elde ettiğimiz verilere göre yakın bulunmuştur. Bir başka çalışmadaki yoğurt numunelerine eklenen buğday rüşeyminin kül değerini artırdığı tespit edilmiştir (Yalçınkaya ve ark. (2003). Agustini ve ark. (2017); Q'Sullivan ve ark. (2016)'nın çalışmasındaki kül değerleri, elde ettiğimiz kül değerlerine göre daha düşük oranlarda tespit edilmiştir. Barkallah (2017)'in çalışmasında *Spirulina platensis* ilave edilmiş yoğurtlarındaki kül miktarının kontrol grubuna göre daha yüksek çıktığı görülmüştür. Kül oranlarında görülen farklılıkları süt *Spirulina platensis* konsantrasyonundan kaynaklı olduğunu söyleyebiliriz.

4.1.4. Yağ

Grup içi ve gruplar arası karşılaştırmada yağ oranlarını incelediğimizde küçük değişimler gözlenmiştir. Bu küçük değişimlerin Aydemir (2019)'in çalışmasındakilerden daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir. *Spirulina platensis* ilavesinin yağ miktarı üzerine etkisi olmadığı görülmüştür.

Agustini ve ark. (2017); Barkallah ve ark. (2017); Akın ve Akın (2016); Çayır ve Şahan (2007); Q'Sullivan ve ark. (2016)'ın elde ettikleri yağ yüzdeleri çalışmamızdaki verilere göre düşük bulunmuştur. Çakmakçı ve arkadalkarının (2019) ve Güldas ve İrkin (2010)'in yaptıkları araştırma bulgularının bizim verilerimize

paralel olduğu, Fenderya ve Akalın (2003) yaptıkları çalışmadaki yağ oranlarının ise yüksek olduğu görülmüştür. Çağlayan (2018)'in çalışmasındaki bal kabağı ve kuru üzüm ilaveli yoğurt örneklerinde, kontrol grubuna göre depolama süresince yağ oranının arttığı gözlemlenmiştir.

Deneyesel olarak ürettiğimiz yoğurt örneklerinin günler arası yağ oranlarında düşüş gözlemlenmiş, *Spirulina platensis* içermesine bağlı istatistiksel olarak anlam ifade etmediği gözlemlenmiştir.

4.1.5. Protein

Aydemir (2019)' de çalışmasında *Spirulina platensis* ihtiva eden yoğurt örneklerinin kontrol gruplarına göre protein oranı daha yüksek bulunmuştur. Bayır ve Bilgin (2019)'in çalışma verilerine göre yoğurda karanfil tozu ilavesinin protein değerinde herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Gürsoy ve Kayaardı (1999)' nın deneysel olarak ürettikleri diyet yoğurtlarının ortalama protein değeri, diyet *Asidofilus bifidus* içeren yoğurtların değerlerinden yüksek olduğu saptanmıştır. Barkallah ve ark. (2017); Agustini ve ark. (2017)'nin verilerinde *Spirulina platensis* ihtiva edilen yoğurt örneklerinin protein oranları kontrol grubuna göre yüksek olduğu tespit edilmiştir *Spirulina platensis* yapısı gereği %50-60 oranlarda bitkisel protein içermektedir. Bu protein içeriğinden dolayı az miktarda katılmış olsa bile protein değerlerini artırabileceğini söyleyebiliriz.

4.1.6. Titrasyon Asitliği

Elde ettiğimiz titrasyon asitliği verileri Aydemir (2019)'in çalışması ile karşılaştırıldığında D grubu hariç tüm gruplarda depolama boyunca artış göstermiş, bu artışın paralel olduğu gözlenmiştir. Çalışmamızda genel olarak kontrol grubu asitlik titrasyon değerleri *Spirulina platensis* içeren gruplara göre yüksek bulunurken Aydemir (2019)'in çalışmasında tam tersi olduğu belirlenmiştir.

Bayır ve Bilgin (2019)'in yaptıkları bir araştırmada yoğurda eklenen karanfil tozu yoğunluğunun artması ile titrasyon asitlik oranının yükseldiği ifade edilmiştir.

Bir başka çalışmada ise üretilen yoğurtların titrasyon asitliği çalışmamız ile paralel değerler vermiştir (Demirkol, 2016). Gürsoy ve Kayaardı (1999)'nın deneysel olarak geliştirdiği yoğurt örneklerinin ortalama titrasyon asitlik değeri %1,10 oranlarında olup, çalışmamızla benzerlik göstermemiştir. Çakmakçı ve ark. (2019); Akın ve Avkan (2019)'ın çalışmalarındaki yoğurtların titrasyon asitlik değerleri, yoğurtlara ilave edilen besin bileşenlerine bağlı olarak artış göstermiştir. Çayır ve Şahan (2007); Akın ve Akın (2016); Beheshtipour ve ark. (2012); Fenderya ve Akalın (2003); Agustini ve ark. (2017)'nin verilerinde titrasyon asitlik değerleri, çalışmamızdaki elde edilen verilere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

4.1.7. Su Tutma Kapasitesi

Akın ve Akın (2016)'ın yaptığı çalışmada *Spirulina platensis* eklenmiş yoğurtların su tutma kapasitesi, kontrol grubundan yüksek bulunmuştur. Dirican (2017)'in çam balı ilaveli probiyotik yoğurtlarla yaptığı çalışmada ise tutma kapasitesi depolama boyunca azalmıştır. Elde ettiğimiz veriler incelendiğinde muhafaza süresince *Spirulina platensis* konsantrasyonu arttıkça su tutma kapasitesinin de yükseldiği tespit edilmiştir.

4.1.8. Çözünür Diyet Lifi

Barkallah ve arkadaşlarının (2017) çözünür diyet liflerini incelediği yoğurt örneklerinin kontrol grubu, çalışmamızdaki kontrol grubundan yüksek bulunmuştur. %0,25 *Spirulina platensis* ihtiva eden yoğurt gruplarının lif oranında artış gözlenmiştir. Deneysel olarak *Spirulina platensis* ekleyerek hazırladığımız numunelerde çözünür diyet lifi oranının konsantrasyona bağlı arttığı gözlemlenmiştir. Muhafaza süreci boyunca her grupta istatistiksel olarak da artış olmuş ancak grup içi artışların her grupta aynı olduğu gözlemlenmiştir. *Spirulina platensis* içermesinin artış oranına etkisi gözlemlenmemiştir.

4.1.9. Çözünmez Diyet Lifi

Farklı konsantrasyonlarda *Spirulina platensis* ekleyerek hazırladığımız yoğurt örneklerinin çözünmez diyet lif oranının alg yoğunluğuna bağlı arttığı tespit edilmiştir. aynı sonuçlar bir başka çalışmada da ifade edilmiştir (Barkallah ve ark., 2017). Söz konusu çalışmadaki kontrol grubunun çözünmez diyet lifi verileri, *Spirulina platensis* ihtiva etmeyen yoğurt örneklerimizden düşük bulunmuştur.

4.2. Mikrobiyolojik Değerler

4.2.1. Koliform Grubu Bakterilerin Sayımı

Farklı konsantrasyonlarda *Spirulina platensis* ekleyerek ürettiğimiz yoğurt örneklerindeki koliform bakteri sayısını depolama süresince incelediğimizde, yedinci gün analizlerinde yaklaşık 2 log düşüş gözlemlenmiş ve sonraki günlerde söz konusu mikroorganizma içermediği tespit edilmiştir. Aydemir (2019)'in çalışmasında ise muhafaza süresi boyunca koliform bakteri grubu saptanmamıştır. Yapılan başka bir çalışmada da incelenen yoğurt örneklerinin koliform grubu bakteri bulundurmadığı tespit edilmiştir.

4.2.2. Maya-Küf Sayımı

TS 1330 Yoğurt Standardına göre maya değeri için öngörülen üst limit 1×10^2 log₁₀ kob/g'dır. Deneysel olarak hazırladığımız yoğurt örneklerinin maya küf sayıları bu limitin üzerinde bulunmuştur. Bu durumun ham maddemiz olan sütün mikrobiyal hijyeninden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çakmakçı ve ark. (2019)'nın yaptığı yoğurt çalışmalarında maya-küf bakteri sayılarına hiçbir yoğurt grubunda rastlanmamıştır. Demirkol (2016)'un çalışmasında da 10 günlük depolama süresince maya-küf bakterisine rastlanılmamış, muhafazanın 21. günde bazı gruplarda küflenme görülmüştür. Okur ve arkadaşlarının (2019) yaptığı çalışmada, yoğurt örneklerimizde tespit ettiğimiz gibi 28. gün maya-küf değerlerinde artış olmuştur.

4.2.3. Toplam Mezofil Aerob Bakteri Sayımı

Spirulina platensis ihtiva eden yoğurt gruplarının muhafaza süresince toplam mezofilik aerob bakteri sayısı, verilerimizin aksine düşüş göstermiştir (Aydemir, 2019) Yoğurt örneklerine eklediğimiz *Spirulina platensis*' in, probiyotikler üzerine pozitif etkide olması TAMB sayılarındaki artışı açıklayabilir.

4.2.4. *Streptococcus thermophilus* sayımı

Streptococcus thermophilus değerleri Aydemir (2019)'in bulgularına göre yüksek bulunmuştur. *Spirulina platensis* eklediğimiz yoğurt grupları arasında muhafazanın ilk günü hariç diğer analiz günlerinde sürekli bir artış görülmüş ve bu değerlerin Aydemir (2019)'in çalışmasıyla paralel olmadığı saptanmıştır.

Q'Sullivan ve ark. (2016)'nın çalışmasında *Spirulina platensis* ihtiva eden yoğurt gruplarının *Streptococcus thermophilus* miktarlarının, kontrol gruplarından daha az oranda olduğu saptanmıştır. Akın ve Akın (2016)'ın çalışmasında elma lifi oranı arttıkça *S. thermophilus* sayılarının arttığı gözlenmiştir. Yapılan başka bir araştırmada çam ballı ilave edilen yoğurt örneklerindeki *Streptococcus thermophilus* miktarının, kontrol gruplarındakine göre daha yüksek değerler verdiği ifade edilmiştir (Dirican, 2017). Bu çalışmada %2 çam balı ilave edilen grup ön plana çıkmışken, bizim çalışmamızdaki yoğurtlardan %1 *Spirulina platensis* içeren grubun bakteri gelişiminin daha iyi olduğu gözlemlenmiştir.

4.2.5. *Lactobacillus bulgaricus* sayımı

Q'Sullivan ve ark. (2016) ile Güldas ve İrkin (2010)'in çalışmasında *Lactobacillus bulgaricus* sayısı deney gruplarımızdan elde ettiğimiz verilere göre düşük bulunmuştur. Q'Sullivan ve ark. (2016)'nın sonuçlarına göre kontrol gruplarıyla *Spirulina platensis* ilave edilen yoğurt grupları arasında yakın değerler aldığı saptanmıştır. Güldas ve İrkin (2010)'in yapmış oldukları çalışmada kontrol grubunun *Lactobacillus bulgaricus* miktarları, *Spirulina platensis* içeren gruptan düşük bulunmuştur. Akın ve Akın (2016)'ın verilerine göre de depolama boyunca

Lactobacillus bulgaricus sayılarında sürekli bir düşüş görülmüştür. Bilici (2017)'nin çalışmasındaki yoğurt örneklerinin *Lactobacillus* miktarları ayrı ayrı propolis ve maca tozu içeren yoğurtlarında yükselme gösterirken, her ikisinde ilave edildiği yoğurt grubunda miktarın azaldığı tespit edilmiştir. Yapılan bir araştırmada (Çağlayan, 2018) hazırlanan balkabağı pürelili kuru üzüm ilaveli probiyotik yoğurt, kontrol grubu ve %20 balkabağı içeren yoğurtların depolama süresince laktik asit bakteri miktarlarında düşüş olduğu ifade edilmiştir. Balkabağı yoğunluğu arttıkça genel olarak yoğurtların laktik asit bakteri miktarlarında artış olduğu gözlemlenmiştir. Dirican (2017)'in yaptığı çalışmada ise kontrol grubu yoğurtlarda düşüşler görülürken, %2 ve %4 çam balı ilave edilmiş yoğurt örneklerinde ise mikroorganizma sayılarında artış olduğu ifade edilmiştir. Yalçınkaya ve ark. (2003)'nin çalışmasında rüşeym ilave edilen yoğurt örneklerinin laktik asit bakteri miktarının, kontrol grubuna göre daha fazla olması, rüşeymin besin bileşenlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yine aynı çalışmada en yüksek laktik asit bakteri sayısı, %2 yağsız buğday rüşeymi ve fitaz ilaveli yoğurt gruplarında tespit edilmiştir.

4.2.6. *Lactobacillus acidophilus* sayısı

Deneysel olarak hazırladığımız yoğurt gruplarındaki *Lactobacillus acidophilus* miktarı, depolama süresi boyunca sürekli bir artış göstermiş, muhafazanın son günlerinde söz konusu mikroorganizma düzeylerinin artmasında *Spirulina platensis* konsantrasyonunun etkili olduğu düşünülmüştür.

Güldas ve İrkin (2010)'in çalışmasında e kontrol grubunda muhafaza sürecinin ilerleyen günlerinde *Lactobacillus acidophilus* sayısında ciddi azalmalar görülürken *Spirulina platensis* içeren yoğurt tiplerinde daha az düşüşler tespit edilmiştir. Yine başka bir çalışmada (Agustini ve ark., 2017) *Spirulina platensis* ilave edilen yoğurt gruplarının *Lactobacillus acidophilus* sayısının kontrol grubundan daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Diğer çalışmaların aksine Beheshtipour ve ark. (2012)'nin çalışmasında yer alan *Lactobacillus acidophilus* değerleri depolama boyunca sürekli bir azalma göstermiştir. Çakmakçı ve ark. (2019)'nin yaptığı çalışmada yeşil çay tozu ilavesi ile üretilen yoğurt örneklerinde en yüksek söz konusu probiyotik miktarı %2 toz ilaveli yoğurtta tespit edilmiştir. Başka bir

çalışmada ise yoğurtlara çam balı ilavesinin *Lactobacillus acidophilus* miktarında düşüşe neden olduğu, en yüksek mikroorganizma sayısının kontrol grubunda bulunduğu bildirilmiştir (Dirican, 2017).

4.2.7. *Bifidobacterium animalis* sayımı

Beheshtipour ve ark. (2012)'nin çalışmasında tüm gruplarda depolama boyunca *Bifidobacterium animalis* sayısının sürekli bir azalış gösterdiği ifade edilmiştir. Farklı tip yosunlarla yapılan bu araştırmada konsantrasyon arttıkça *Bifidobacterium animalis* sayısı artış göstermiştir. Deneysel olarak ürettiğimiz yoğurt numunelerinden *Spirulina platensis* ihtiva eden örnek gruplarında konsantrasyona bağlı *Bifidobacterium animalis* miktarında artışlar gözlenmiştir.

4.3. Duyusal Değerler

4.3.1. Yapı

Aydemir (2019); Akın ve Akın (2016); Barkallah ve ark. (2017)'nin çalışmalarında panelistler tarafından puanlanarak elde edilen yapı değeri muhafaza boyunca azalmıştır. Demirkol (2016)'un deneysel olarak hazırladıkları yoğurt örneklerine yapılan duyusal analizlerdeki yapı puanlaması, posa yoğunluğu arttıkça artış göstermekte. Elma lifinin kumlu yapısından kaynaklı olarak konsantrasyonu arttıkça yapı puanlarını düşürmüştür (Akın ve Akın, 2016).

Spirulina platensis içerikli yapılan iki çalışmada (Barkallah ve ark., 2017; Aydemir, 2019) kontrol gruplarının daha yüksek yapı puanlarına sahip olduğu görülmüştür. *Spirulina platensis* içeren gruplar kontrol grubuna göre yapı olarak daha çok beğenilmiş ve bunu da muhafaza süresince sürdürmüştür. *Spirulina platensis* konsantrasyonu arttıkça yapı puanlarında artış göstermiştir. En sevilen örnek grubu %1 oranında *Spirulina* içeren yoğurt olmuştur. *Spirulina platensis* eklenerek olumsuz bir durum meydana getirmemiştir.

4.3.2. Renk

Alglerin yapısında bulunan klorofil, karotenoid, fikobiliprotein ve fikosiyanın pigmenti bulunmaktadır (Yılmaz ve ark., 2016). Yapısında bulunan bu pigmentler renk puanları açısından muhafaza boyunca olumsuz bir etki göstermemiştir. Kontrol grubunun renk puanları azalırken *Spirulina platensis* içeren yoğurt numunelerinin renk puanları korunmuş ve artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Akın ve Akın (2016), Barkallah ve ark. (2017) ve Aydemir (2019)'in çalışmasındaki renk değerleri *Spirulina platensis* konsantrasyonu arttıkça düşüşler görülmüşken, Agustini ve ark. (2017)'nin verilerinde renk değeri *Spirulina platensis* ilave edilmiş yoğurtta kontrol grubuna oranla yüksek bulunmuştur. Dubey ve Kumari (2011) ile Sengupta ve Bhowal (2017)'in çalışmalarında ise renk puanları elde ettiğimiz verilerle paralellik göstermiştir.

4.3.3. Koku

Barkallah ve ark. (2017), Aydemir (2019)'in çalışmalarındaki yoğurt örneklerinin *Spirulina platensis* yoğunluğu arttıkça koku parametresinde düşüşler tespit edilmiştir. Agustini ve ark. (2017)'nin ise kontrol grubuna göre *Spirulina platensis* eklenmiş yoğurtta koku değerinde artış görülmüştür. Dubey ve Kumari (2011) ile Sengupta ve Bhowal (2017)'in çalışmalarındaki koku puanları elde ettiğimiz verilerle paralellik göstermiştir. Bilici (2017)'nin çalışmasındaki sade yoğurt örneklerinin koku değerinin, kontrol grubumuza yakın oranlarda bulunduğu ve propolis maca tozlu yoğurt örneği puanlarının, kendi kontrol gruplarından daha düşük olduğu tespit edilmiştir. yapılan başka bir çalışmada çam balı konsantrasyonu artırılarak hazırlanan yoğurt örneklerinin, yoğunluk artışına bağlı koku parametresinin olumsuz yönde etkilendiği ifade edilmiştir (Dirican, 2017).

Spirulina platensis oranı arttıkça koku puanlarının genel olarak arttığı görülmüştür. Konsantrasyon farklılıklarının koku puanları üzerine geliştirici etkisi olduğu gözlenmiştir.

4.3.4. Tat

Akın ve Akın (2016), Barkallah ve ark. (2017), Aydemir (2019)'in çalışmasındaki tat değerlerinde *Spirulina platensis* konsantrasyonu arttıkça düşüşler görülmüştür. Sengupta ve Bhowal (2017)'in çalışmasında elde edilen tat puanları çalışmamızla benzerlik göstermiştir. Agustini ve ark. (2017)'nin kontrol grubuna oranla *Spirulina platensis* içeren yoğurtlarında tat parametresi puanlarının yükseldiği tespit edilmiştir. Gürsoy ve Kayaardı (1999)'nin çalışmasındaki yoğurtların tat değerlerine bakıldığında Diyet yoğurt tiplerinin daha çok beğenildiği tespit edilmiştir. Dirican (2017)'in ürettiği yoğurt örneklerinde en yüksek tat değerini %4 çam balı ilave edilen yoğurt örneği almıştır. Çakmakçı ve ark. (2019)'nin yoğurt üretim çalışmasında konsantrasyon miktarı ve depolama süresi arttıkça tat parametresin puanlarında düşüşler görülmüştür. Yoğurda eklenen yeşil çay tozunun yoğunluğu arttıkça kontrol grubu yoğurtlarına oranla daha az beğenildiği tespit edilmiştir.

Spirulina platensis içeren yoğurt örneklerinde laktik asit bakterilerin miktarında artış gözlenmiştir. Bu mikroorganizmaların yoğurt örneklerine aroma katması tat parametresini olumlu yönde etkilemiştir. *Spirulina platensis* konsantrasyonu arttıkça panelistlerin tat puanları da yükselmiştir. En sevilen yoğurt grubu %1 *Spirulina platensis* içeren örnek grubu olmuştur.

4.3.5. Genel kabul edilebilirlik

Akın ve Akın (2016), Barkallah ve ark. (2017), Agustini ve ark. (2017), Aydemir (2019)'in verilerine göre *Spirulina platensis* konsantrasyonu artan yoğurtların genel kabul edilebilirlik puanlarında bir düşüş saptanmıştır.

Duyusal analizler incelendiğinde *Spirulina platensis* ilaveli yoğurtların yapı, renk, koku, tat ve genel kabul edilebilirlik açısından görülmektedir. Özellikle %1 *Spirulina platensis* ihtiva eden yoğurt gruplarının daha çok tercih edildiği ve Agustini ve ark. (2016)'nın yaptığı çalışmada da benzer durumun gözlemlendiği tespit edilmiştir. Yapısında fikobiliproteinler bulunduran *Spirulina platensis* suda ve yağda

çözünen klorofiller yoğurt ile birlikte duyusal özellikleri geliştirmiştir. İyi bir üretim prosesinin uygulanması, hijyenik şartların sağlanması, kaliteli ham madde ve probiyotik ilavesi de duyusal özelliklerin korunmasına ve gelişmesine katkı sağlamıştır.

4.4. Tekstürel Değerler

4.4.1. Sertlik

Bezelye unu ihtiva eden yoğurt örnekleri ile yapılan bir araştırmada incelenen sertlik değerlerinin yoğurt örneklerimizden elde ettiğimiz veriler gibi biyoaktif bileşen konsantrasyonuna bağlı olarak artış gösterdiği ifade edilmiştir (Akın ve Avkan, 2019).

Çağlayan (2018)'ın yaptığı çalışmada yoğurtların sertliği incelenmiş ve depolama süresince verilerimize paralel bir artış gösterdiği tespit edilmiştir.

4.4.2. Elastikiyet

Spirulina platensis ilavesinin artması ile Barkallah ve ark. (2017)'nin yaptığı çalışmada olduğu gibi yoğurt örneklerimizin elastikiyet değerlerinin azaldığı görülmüştür. Her iki araştırmada da en yüksek elastikiyet değeri %25 *Spirulina platensis* ihtiva eden yoğurt örneklerinde tespit edilmiştir.

4.4.3. Yapışkanlık

Barkallah ve ark. (2017)'nin deneysel olarak ürettiği yoğurt örneklerine ilave edilen yosun miktarı arttıkça, yapışkanlık değerlerinin düşüş gösterdiği ifade edilmiştir. Verilerin araştırmamızdaki değerlerle paralel oldukları tespit edilmiştir.

Yoğurt örneklerine farklı oranlarda bezelye unu eklenerek yapılan bir çalışmada, konsantrasyona bağlı olarak yapışkanlık değerlerinin arttığı

gözlemlenmiştir. Bu değerlerin yoğurtlardaki protein ve kuru madde artışından kaynaklandığı düşünülmüştür (Akın ve Avkan, 2019).



5. SONUÇ

Probiyotik yoğurt ülkemizde farklı şekillerde üretilip tüketilmektedir. Probiyotik yoğurtta aroma artırmak, hoş koku katmak gibi amaçlarla çeşitli ürünler ilave edilmektedir. Son yıllarda gıdalara, onları sağlık açısından daha olumlu etkilere kavuşturmak bazı fonksiyonel bileşenler ilave edilmektedir. Ülkemizde de üretimi yapılan *Spirulina platensis* antioksidan, antimikrobiyal ve sağlık üzerine olumlu etkileri ile bu alanda kullanılan ürünlerden biri olmuştur. Bu çalışmada, yoğurda probiyotik kültürler ve *Spirulina platensis* ekleyerek hem sağlık açısından ekstra faydalar sağlayan hem de tüketilebilirlik açısından yoğurtta çeşitlilik katan yeni bir fonksiyonel ürün ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

Spirulina platensis yüksek düzeyde protein ve kuru madde miktarına sahip olan bir üründür. Bu özelliğiyle ortaya çıkardığımız ürünün de kuru madde, kül ve protein miktarları *Spirulina platensis* konsantrasyonu arttıkça anlamlı şekilde yükselmiş ve dolayısıyla besleyici niteliği artmıştır ($p<0,05$). Yine bu yosun türünün özellikle beslenme bilimi açısından büyük önem taşıyan diyet liflerini yapısında bulundurması sağlık açısından ilave fayda sağlamaktadır. *Spirulina* ihtiva eden yoğurt örneklerimizde çözüner ve çözünmez diyet lifi miktarları bu mddeyi barındırmayan kontrol gurubundan daha yüksek seviyelerde tespit edilmiş, bu farklılıklar istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur. Benzer şekilde yoğurt örneklerinde *Spirulina platensis* miktarının artmasına bağlı olarak ürünün su tutma kapasitesi de artmış, buda ürüne tekstürel açıdan fayda sağlamıştır.

Elde ettiğimiz değerler, antibakteriyel özelliğe sahip olan *Spirulina platensis*'in yoğurt örneklerinde mikrobiyolojik olarak kaliteli bir ürün elde etmemize yardımcı olduğunu göstermiştir. Deneysel çalışma örneklerimizde koliform grubu bakteriler *Spirulina* ihtiva eden örneklerde daha az düzeyde bulunmuş, muhafazanın yedinci gününden sonra örneklerin hiçbirinde saptanamamıştır. *Spirulina platensis* ihtiva eden yoğurt gruplarında konsantrasyon oranı arttıkça toplam mezofil aerobik bakteri, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium animalis* sayılarında yükselmeler tespit edilmiştir. Yapısında barındırdığı diyet lifleri ile

prebiyotik özelliğine de sahip olan bu yosun grubu, çalışmamızda kullandığımız probiyotiklerin canlılıkları üzerine gösterdikleri olumlu etki ile ürünün mikrobiyolojik kalitesine pozitif katkı sağlamıştır. Ürünün maya-küf sayıları üzerinde *Spirulina platensis*'in istatistiksel açıdan olumlu ya da olumsuz bir etkisi görülmemiştir.

Spirulina platensis ürünün duyuşal nitelikleri üzerinde olumsuz bir etki ortaya koymamıştır. Aksine *Spirulina platensis* oranının artmasıyla renk, koku, tat, genel kabul edilebilirlik ve tekstür puanlarının arttığı görülmüş, duyuşal analiz sonuçlarına göre en beğenilen grup %1 *Spirulina platensis* miktarı ile en yüksek konsantrasyonu barındıran D grubu olmuştur.

Sertlik değerleri hariç diğer tekstürel analiz sonuçlarında *Spirulina* ilaveli örnekler daha iyi sonuçlar ortaya koymuşlardır. Elastikiyetlik ve sertlik değerleri muhafaza süresi boyunca devamlı olarak artan deneysel yoğurt örneklerinin elastikiyet ve yapışkanlık puanlarında *Spirulina platensis*'li örnekler kontrol grubuna göre olumlu yönde fark yaratmıştır.

Bu araştırma neticesinde elde ettiğimiz sonuçlar, deneysel olarak ürettiğimiz probiyotik yoğurt örneklerine *Spirulina platensis* ilavesinin genel olarak ürünün mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyuşal nitelikleri üzerine olumlu etkide bulunduğunu ortaya koymaktadır. Fonksiyonel beslenmenin sağlık üzerine olumlu etkileri düşünöldüğünde birçok fonksiyonel özelliğe sahip olan gerek probiyotiklerin gerekse *Spirulina platensis* tüketiminin artması için çalışmamızda ki gibi ürünlerin daha tanınır hale gelmesi gerekmektedir. Tek başına bile yüksek besleyici niteliklere sahip olan yoğurda Probiyotik ve *Spirulina platensis* ilavesi ortaya çıkacak olan ürünü elde ettiğimiz verilerde de göröldüğü gibi sağlık ve besleyicilik özellikleri açısından üstün bir ürün haline getirecektir. Bu çalışma ile ortaya çıkardığımız bu fonksiyonel ürünün tüketime kazandırılabilmesi için sektörel işbirliğine gidilmesi gerekmektedir. Bu alanda yapılacak olan benzer çalışmalar ile ürünlerin niteliği daha da geliştirilmeli, bu şekilde hem tüketicilerin hem de sektörün ilgisi çekilmelidir. Çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz veriler, besleyici değeri yüksek, halk sağlığı açısından güvenli bir ürün ortaya çıktığını göstermektedir.

Spirulina platensis'in süt ve süt ürünlerinde kullanımı ile ilgili çalışmaların artırılmasıyla hem bu ürünün tanınırlığı artacak hem de besleyicilik değeri çok yüksek olan süt ürünlerine farklı fonksiyonel özellikler kazandırılmış olunacaktır.



KAYNAKLAR

Abd El-Baky HH, El Baz FK, El- Baroty GS (2008). *Characterization of nutraceutical compounds in blue green alga Spirulina maxima.* Vol: 2, 10th edition Journal of Medicinal Plants Research, p: 292-300.

Agustini TW, Soetrisnanto D, Ma'ruf WF (2017). Study on chemical, physical, microbiological and sensory of yoghurt enriched by *Spirulina platensis*. *International Food Research Journal*, **24 (1)**: 367-371.

Ak İ, Cirik S (2017). Mavi-Yeşil Algler (Siyanobakteriler) ve Termalizm. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **34 (2)**, 227-233.

Akbaba G (2003). Biyoteknolojide Mikroalgler. *Bilim ve Teknik Kulübü.*, **8**, 28-32.

Akepaer M (2015). Bazı *Enterococcus Lactococcus* ve *Pediococcus* Bakterilerinin Probiyotik Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Akın MB, Avkan F (2019). Bezelye Unu İlavesinin Probiyotik Yoğurtların Fizikokimyasal ve Tekstürel Özellikleri Üzerine Etkisi. Uluslararası Gıda, Tarım ve Hayvancılık Kongresi Tam Metin Kitabı, 132-138.

Akın MS, Akın MB (2016). Elma Lifi ile Zenginleştirmenin Set Tipi Yoğurtların Bazı Özelliklerine Etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, **20 (2)**: 94-104.

Aktar S, Cebe GE (2010). Alglerin Genel Özellikleri, Kullanım Alanları ve Eczacılıktaki Önemi. *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi.*, **39 (3)**, 237-264.

Akyl S, İlter I, Koç M, Kaymak-Ertekin F (2016). Alglerden Elde Edilen Yüksek Değerlikli Bileşiklerin Biyoaktif/ Biyolojik Uygulama Alanları. *Akademik Gıda.*, **14 (4)**, 418-423.

Alaşalvar C, Pelvan E (2009). Günümüzün ve Geleceğin Gıdaları Fonksiyonel Gıdalar. Tübitak Marmara Araştırma Merkezi Gıda Enstitüsü. *Bilim ve Teknik*, 26-29.

Alçay AÜ, Bostan K, Dinçel E, Varlık C (2017). Alglerin İnsan Gıdası Olarak Kullanımı. *Aydın Gastronomy.*, **1 (1)**: 47-59.

Alp G, Aslım B (2009). İnsan Bağırsak Sisteminde Probiyotik Olarak Bifidobakterilerin Önemi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, **10 (2)**: 343-354.

Anonim (2009). Yoğurt, TS 1330. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.

Aydemir S (2019). *Spirulina platensis* Katılarak Üretilmiş Yoğurtların Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Barkallah M, Dammak M, Louati I, Hentati F, Hadrich B, Mechichi T, Ayadi MA, Fendri İ, Attia H, Abdelkafi S (2017). Effect of *Spirulina platensis* Fortification on Physicochemical, Textural, Antioxidant and Sensory Properties Of Yogurt During Fermentation and Storage. *LWT - Food Science and Technology.*, **84**, 323-330.

Başer KHC (2002). Fonksiyonel Gıdalar ve Nutrasötükler. 14. Bitkisel İlaç Hammedde Toplantısı. Anadolu Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmakoloji Anabilim Dalı, 31-44.

Bayır AG, Bilgin MG (2019). The effect of clove on microbiological, chemical and sensory properties of probiotic yogurt. *Van Vet. J*, **30 (2)**: 109-114.

Baylan M, Akar M, Özcan N (2010). *Spirulina platensis*'den Serin Esteraz Geninin PCR Yöntemi İle Çoğaltılarak Pbr325SL Vektörünün Oluşturulması. *Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.*, **22 (3)**, 8-18.

Beheshtipour H, Mortazavian AM, Haratian P, Darani KK (2012). Effect of *Chrella vulgaris* and *Arthrospira platensis* addition on viability of probiotic bacteria in yogurt and its biochemical properties. *Eur Food Res Technol*, **235**: 719–728.

Bilici C (2017). *Lepidium Meyenii* Tozu ve Propolis Ekstraktı İlave Edilerek Fonksiyonel Özellikleri Geliştirilmiş Yoğurt Üretilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Boyacıoğlu D (2017). 1. Uluslararası Turizmin Geleceği Kongresi: İnovasyon, Girişimcilik ve Sürdürülebilirlik Kongresi. *Bildiriler Kitabı*, **48 (1)**: 375-384.

Corthiner G (2004). The health benefits of probiotics Danone Nutritopics. *Route Departmentale Palaiseau Cedex*, **17**: 1-4.

Coşkun T (2006). Pro-pre and synbiotics. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, **49**: 128-148.

Çağlayan H (2018). Balkabağı ve Kuru Üzüm İlavesinin Probiyotik Yoğurtların Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Çakmakçı S, Öz E, Çakıroğlu K, Polat A, Gülçin İ, Ilgaz Ş, Seyyedcheraghi K, Özhamamcı İ (2019). Probiotic shelf life, antioxidant, sensory, physical and chemical properties of yogurts produced with *Lactobacillus acidophilus* and green tea powder. *Kafkas Üniv Vet. Fak. Derg.*, **25 (5)**: 673-682.

Çayır MS, Şahan N (2007). Probiyotik Kültür Kullanılarak Üretilen Kayısı Katkılı Yoğurtların Bazı Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Çelikel N, Kınık Ö, Gönç S, Kavas G (2006). Mikroalglerin Gıdalarda Renk Verici Madde (Pigment) Kaynağı Olarak Kullanımı. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu, s: 447-450.

Dalay MC (2002). *Arthrospira maxima* (*Spirulina maxima* (Stiz.) Geitl., 1930) Acı Lake Strain. *E. U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences.*, **19**, (1-2), 241-245.

Dalay MC (2013). 21. Yüzyılın Mavi-Yeşil Besini Spirulina. *EGEMACC.*, 1-9.

Demirel Z, Hatipoğlu SU, Nalbantsoy A, Yılmaz FF, Erbaykent BT, Delioğlu-Gürhan İ, Dalay MC (2012). A comparative study on antioxidant and cytotoxic effects of *Oscillatoria amphibia* and *Spirulina platensis* C-Phycocyanin and crude extracts. *Su Ürünleri Dergisi, Ege J Fish Aqua Sci.*, **29** (1). 1-7.

Demirkol M (2016). Kokulu Kara Üzüm (*Vitis labrusca* L.) Posası Katkılı Yoğurtların Depolama Süresince Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Demiriz T (2008). Bazı Alglerin Antibakteriyal Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi. *Fen Bil. Enst. Biyoloji Anabilim Dalı*, Ankara.

Dirican LK (2017). Probiyotik Yoğurdun Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri Üzerine Çam Balının Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Dr. Carlson S (2011). Division of Biotechnology and GRAS Notice Review. *U. S. Food and Drug Administration.*, **7** (1), 1-42.

Duan E (2013). Bazı Deniz Makroalglerinden (*Ulva* sp., *Cystoseira* sp. ve *Corallina* sp.) Fermente Sıvı Organik Gübre Üretimi ve Fasülye (*Phaseolus vulgaris*) Verimine Etkisinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Giresun Üniversitesi. *Fen Bil. Enst. Biyoloji Anabilim Dalı*, Giresun.

Dubey RP, Kumari P (2011). Preparation of low fat and protein frozen yoghurt enriched with Papaya pulp and *Spirulina*. *Trends in Biosciences*, **4** (2): 182-184.

Durucan F, Turna İİ (2011). Antalya Batı Kıyılarındaki (Antalya-Kalkan) Makrobentik Deniz Algleri. *Journal of Science.*, **6** (2), 91-98.

Evren M, Apan M, Tutkun E, Evren S (2011). Geleneksel Fermente Gıdalarda Bulunan Laktik Asit Bakterileri. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR*, **9** (1): 11-17.

Fakıoğlu Ö, Atamanalp M, Demir N (2011). Baraj Göllerinde Toksik Mavi-Yeşil Algler. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi.*, **3** (2), 65-71.

Fay P (1992). Oxygen Relations of Nitrogen Fixation in Cyanobacteria. *Microbiological Reviews.*, 340-373.

Fenderya S, Akalın AS (2003). Probiyotik Yoğurtların Bazı Kimyasal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, **40 (1)**: 87-94.

Gezici M, Eliçin K, Gürhan R (2012). Biyoyakıt Amaçlı Mikroalg Üretimi İçin Bazı Yetiştirme Parametrelerinin Belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilim Dergisi.*, **8 (2)**, 223-231.

Guldas M, Irkin R (2010). Influence of *Spirulina platensis* powder on the microflora of yoghurt and acidophilus milk. *Mljekarstvo*, **60 (4)**, 237-243.

Güler F, Gülmez B (2008). *Spirulina sp. ve Kullanım Alanları Üzerine Bir Araştırma*. Kemaliye 5. Geleneksel Su Ürünleri Bilimsel ve Kültürel Platformu, Erzincan.

Gülmez M, Güven A (2002). Probiyotik, Prebiyotik ve Sinbiyotikler. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, **8 (1)**, 83-89.

Güner H, Aysel V (1994). Türkiye Florası. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 322. Sayısı.

Güner H, Aysel V (1996). Tohumuz Bitkiler Sistematiği (Algler). Cilt 1, *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi*.

Gürsoy O, Kayaardı S (1999). Diyet Acidophilus bifidus Yoğurdu ve Diyet Yoğurdun Kalite Niteliklerinin İncelenmesi. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **5 (2-3)**, 1109-1114.

Hacıoğlu G, Kurt G (2012). Tüketicilerin Fonksiyonel Gıdalara Yönelik Farkındalığı, Kabulü ve Tutumları: İzmir İli Örneği. *Business and Economics Research Journal*, **3 (1)**, 161-171.

Haliki A, Denizci AA, Çetingül V (2005). Bazı Deniz Alglerinin (Phaeophyta, Rhodophyta) Antifungal Aktiviteleri Üzerine Bir Araştırma. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi.*, **22 (1-2)**, 13-15.

Harsa Ş (2012). Gıdalar ve Sağlık. İzmir İleri Teknoloji Enstitüsü.

Horrobin DF (1983). "The role of essential fatty acids and prostaglandins in the premenstrual syndrome." *Journal of Reproductive Medicine.*, **28**, 465-468.

Hummel AS, Hertel C, Holzapfel WH, Franz CMAP (2007). Antibiotic Resistances of Starter and Probiotic Strains of Lactic Acid Bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, **73 (3)**, 730-739.

Işık O, Hızarcı L, Sayın S, Gökpınar Ş, Durmaz Y, Göksan T (2006). The Effect of the Environmental Factors on the Vitamin C (Ascorbic Acid), E (Alpha-tocopherol), β -carotens and the Fatty Acid Composition of *Spirulina platensis*. *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi.*, **23 (3-4)**, 257-261.

Kahraman SD, Küplülü Ö (2012). Siyanobakteriler ve Toksinleri. *Vet. Hekim Der. Derg.*, **83 (2)**, 36-47.

Kapoor R, Mehta U (1993). “Effect of supplementation of blue green alga (Spirulina) on outcome of pregnancy in rats.” *Plant Food Hum. Nutr.*, **43 (1)**, 29-35.

Karpov LM, Brown II, Poltavtseva NV, Ershova ON, Karakis SG, Vasil’eva TV, Chaban LuL (2000). “The postradiation use of vitamin-containing complexes and a phycocyanin extract in a radiation lesion in rats.” *Radiats Biol Radioecol.*, **40 (3)**, 4-310.

Kim HM, Lee EH, Cho HH, Moon YH (1998). Inhibitory effect of mast cell-mediated immediate type allergic reactions in rats by Spirulina. *Biochem Pharmacol*, **55 (7)**, 6-1071.

Klaenhammer TR, Kulen JM (1999). Selection and design of properties. *International Journal of Food Microbiology*, **50**: 45-57.

Koru E, Cirik S (2003): *Spirulina platensis* (Cyanophyceae) Mikroalginin Büyümesine ve Bazı Biyokimyasal Özelliklerine Sıcaklığın Etkisi. *E. Ü. Su Ürünleri Dergisi*.

Kose A, Ozen MO, Elibol M, Oncel SS (2017). Investigation of in vitro digestibility of dietary microalga *Chlorella vulgaris* and cyanobacterium *Spirulina platensis* as a nutritional supplement., **3 (7)**, 170.

Kurhan Ş (2012). Fulvik ve Humik Asidin *Chlorella vulgaris* ve *Spirulina platensis* Gelişimine Etkisinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi *Fen Bil. Enst. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Ankara.

Mathew B, Sankaranarayanan R, Nair PP, Varghese C, Somanathan T, Amma BP, Amma NS, Nair MK (1995). Evaluation of chemoprevention of oral cancer with *Spirulina fusiformis*. *Nutr. Cancer.*, **24 (2)**, 197-202.

Moorhead BK, Capelli B with Dr. Cysewski GR (1993). *Spirulina Nature’s Superfood*. 2nd edition, Cyanotech Corporation, 66.

Neide KK, Kamizakea (2002). Determination of total proteins in cow milk powder samples, a comparative study between the Kjeldahl method and spectrophotometric methods.

Okur ÖD, Dayıoğlu FN, Duman M, Köten P (2019). Çörek Otu Balı Kullanımı İle Fonksiyonel Set Tipi Yoğurt Üretimi. *Gıda*, **44 (1)**: 104-117.

Ong L, Henriksson A, Shah NP (2006). Development of probiotic Cheddar cheese containing *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. casei*, *Lb. paracasei* and *Bifidobacterium* spp. and the influence of these bacteria on proteolytic patterns and production of organic acid. *Int. Dairy J.*, **16**: 446-456.

O'Sullivan AM, O'Callaghan YC, O'Grady MN, Waldron DS, Smyth TJ, O'Brien NM, Kerry JP (2014). An examination of the potential of seaweed extracts as functional ingredients in milk. *International Journal of Dairy Technology*, **67**: 182-193.

O'Sullivan, AM, O'Grady MN, O'Callaghan YC, Smyth TJ, O'Brien NM, Kerry JP (2016). Seaweed extracts as potential functional ingredients in yogurt. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, **37**: 293-299.

Öner Z, Aloğlu HŞ (2018). Süt ve Süt Ürünleri Analiz Yöntemleri. Sidas Yayıncılık, 590.

Parada JL, Caire GZ, Mule MCZ, Cano MMS (1998). Lactic acid bacteria growth promoters from *Spirulina platensis*. *International Journal of Food Microbiology.*, **45**, 225-228.

Pong K (2003). Oxidative stress in neurodegenerative diseases: therapeutic implications for superoxide dismutase mimetics. *Expert Opinion Biol. Ther.*, **3** (1), 39-127.

Ramamoorthy A, Premakumari S (1996). Effect of Supplementation of Spirulina on Hypercholesterolemic Patients, *J. Food Sci. Technol.*, **33** (2), 124-128.

Reid G, Jass J, Sebulsky MT, Mc Cormick JK (2003). Potential uses of probiotics Reid in clinical practice. *Clinic Microbiol. Rev.*, **16**: 658-672.

Ribaya-Mercado JD, Blumberg JB (2004). Lutein and zeaxanthin and their potential roles in disease prevention. *J. Am. Coll. Nutr.*, **23** (6), 567-587.

Saldamlı İ, Babacan S (1996). Yoğurda Besinsel Lif Katımı. *Gıda*, **21** (3), 185-191.

Scwartz, Joel, Gerald S, Reid S, Trickier D (1988). Prevention of Experimental Oral Cancer by Extracts of Spirulina-Dunaliella Algae. *Nutrition and Cancer.*, **2** (2).

Sengupta S, Bhowal J (2017). Optimization of ingredient and processing parameter for the production of *Spirulina platensis* incorporated soy yogurt using response surface methodology. *J Microbiol Biotech Food Sci.*, **6** (4): 1081-1085.

Sezen AG (2013). Prebiyotik, Probiyotik ve Sinbiyotiklerin İnsan ve Hayvan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg.*, **8** (3): 248-258.

Şen B, Koçer MAT, Alp MT, Sönmez F, Yıldırım V (2003). Algelerin Atık Su Arıtımında Kullanılması. XII Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Elazığ, **9**, 98-105.

Teas J, Herbert JR, Fitton JH, Zimba PV (2004). Algae- a poor man's HAART. *Med Hypotheses.*, **62 (4)**, 10-507.

Tietze HW (1999). *Spirulina*. 4th edition, Micro Food Macro Blessing, s: 66.

Türk Gıda Kodeksi (2009). Fermente Süt Ürünleri Tebliği.

Vardaka E, Kormas KA, Katsiapi M, Genitsaris S, Gouni MM (2016). Molecular diversity of bacteria in commercially available "Spirulina" food supplements. *PeerJ.*, **4**, 1-14.

Wang J, Chang CF, Chou J, Chen HL, Deng X, Harvey BK, Cadet JL, Bickford PC (2005). Dietary supplementation with blueberries, spinach, or Spirulina reduces ischemic brain damage. *Exp. Neurol.*, **193 (1)**, 75-84.

Wu LC, Ho JA, Shieh MC, Lu IW (2005). Antioxidant and antiproliferative activities of Spirulina and Chlorella water extracts. *J. Agric Food Chem.*, **53 (10)**, 12-4207

Wu Q, Liu L, Miron A, Klimova B, Wan D, Kuca K (2016). The antioxidant, immunomodulatory, and anti-inflammatory activities of Spirulina: an overview, *Arch Toxicol.*, **5**, 204.

Yakhdansaz N (2015). *Spirulina platensis* İle Çeşitli Boyaların Renk Giderimlerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı*. Ankara.

Yalçınkaya S, Ayar A, Elgün A (2003). Buğday Ruşeymi ve Fitay İlavesiyle Besin Değeri Yüksek Yoğurt Üretimi. *S. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi.*, **17 (32)**, 57-63.

Yang Y, Park Y, Cassada DA, Snow DD, Rogers DG, Lee J (2011). In vitro and in vivo safety assessment of edible blue-green algae, *Nostoc commune* var. *sphaeroides* Kützing and *Spirulina platensis*. *Food and Chemical Toxicology.*, **49**, 1560-1564.

Yılmaz E, Tekinay AA, Çevik N (2006). Deniz Ürünleri Kaynaklı Fonksiyonel Gıda Maddeleri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi.*, **23 (1-3)**, 523-527.

Yılmaz HK, Dikbaş MD, Bilgüven M (2016). Siyanobakterilerden Elde Edilen Pigment Maddeleri ve Kullanım Alanları. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi.*, **30 (1)**, 139-155.

Yılsay TÖ, Bayizit AA, Yılmaz L (2001). Alglerden Elde Edilen ve Gıda Sanayisinde Kullanılan Bazı Stabilize Edici Maddeler ve Fonksiyonları. *Su Ürünleri Dergisi.*, **18 (1)**, 233-240.

Yüçetepe A, Özçelik B (2016). Bioactive Peptides Isolated from Microalgae *Spirulina platensis* and their Biofunctional Activities. *Akademik Gıda.*, **14 (4)**, 412-417.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Sıdıka Seher AKÇA

Doğum Yeri ve Yılı : Burdur-1994

Medeni Hali : Bekâr

Yabancı Dili : İngilizce

Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti

Telefon No : 0 5432764433

Elektronik Posta : seher_akca94@hotmail.com

İletişim Adresi : Uzman Diyetisyen Seher Akça Beslenme ve Diyet Danışmanlığı (Burdur/MERKEZ)



Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

Lisans : KKTC Lefke Avrupa Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü

Yüksek Lisans : Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvansal Ürünler Hijyen ve Teknolojisi Anabilim Dalı

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl (Mesleki Deneyim) : Burdur 58. Piyade Eğitim Alay Komutanlığı Kurum Mutfağı (2018-2019)

Diyetisyen Seher Akça Beslenme ve Diyet Danışmanlığı Burdur/MERKEZ (2019-Halen devam etmekte)

