

**BALKABAĞI LİFİ KULLANIMININ
YARIM YAĞLI YOĞURDUN KALİTESİ
VE DEPOLAMA STABİLİTESİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

Sümevra BAKIRCI

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Doç. Dr. Elif DAĞDEMİR**

2014

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BALKABAĞI LİFİ KULLANIMININ YARIM YAĞLI
YOĞURDUN KALİTESİ VE DEPOLAMA STABİLİTESİ ÜZERİNE
ETKİSİ**

Sümevra BAKIRCI

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2014

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**BALKABAĞI LİFİ KULLANIMININ YARIM YAĞLI YOĞURDUN
KALİTESİ VE DEPOLAMA STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Doç. Dr. Elif DAĞDEMİR danışmanlığında, Sümeyra BAKIRCI tarafından hazırlanan bu çalışma 26/12/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği/oy çokluğu (3/3) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Salih ÖZDEMİR

İmza : 

Üye : Doç. Dr. Elif DAĞDEMİR

İmza : 

Üye : Yrd. Doç. Dr. Melek EKİNCİ

İmza : 

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 31/12/2014 tarih ve 52/1758 nolu kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: 2013/376

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BALKABAĞI LİFİ KULLANIMININ YARIM YAĞLI YOĞURDUN KALİTESİ VE DEPOLAMA STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Sümeyra BAKIRCI

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Elif DAĞDEMİR

Bu çalışmada balkabağı lifinin yarım yağlı yoğurdun kalitesi ve depolama stabilitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca balkabağı lifinin yağ ikame maddesi olarak kullanılabilirliği de analiz edilmiştir. Bu amaçla yağ oranı %1,55'e standardize edilmiş inek sütüne farklı oranlarda (%0,5, %1,0 ve %1,5) balkabağı lifi ilave edilmiş ve yoğurt üretiminde kullanılmıştır. Balkabağı lifi ilavesiyle üretilen yoğurtların bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde lif içermeyen kontrol örneği ile karşılaştırılmıştır. Yapılan fiziksel ve kimyasal analizler sonucunda, balkabağı lifi ilavesinin yoğurtların kurumadde, sinerezis, su tutma kapasitesi, viskozite, titrasyon asitliği ve renk değerlerini önemli düzeyde etkilediği; protein, yağ ve pH değerlerini üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Lif konsantrasyonundaki artışa paralel olarak depolama süresince sinerezisin azaldığı, buna karşılık su tutma ve viskozite değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Renk ölçümleri değerlendirildiğinde, balkabağı lifi ilavesinin L değerlerini azalttığı, a ve b değerlerinde ise artışa neden olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince özellikle lif içeren örneklerde L değerlerinde artma a ve b değerlerinde ise azalma olduğu gözlenmiştir. Mikrobiyolojik analizler sonucunda, en yüksek *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (8,58 log kob/g) kontrol yoğurdunda, en yüksek *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* sayısı (8,73 log kob/g) ise %1 oranında balkabağı lifi içeren örnekte belirlenmiştir. Depolama süresince *L. bulgaricus* sayısında azalma olduğu, *S. thermophilus* sayısının ise depolamanın 7. gününe kadar arttığı, daha sonra sabit kaldığı belirlenmiştir. Yoğurt örneklerine ait SEM görüntülerinde kontrol örneği ile balkabağı lifi içeren örnekler arasında belirgin yapısal farklılıkların bulunduğu tespit edilmiştir. Balkabağı lifi ilave edilen yoğurtlarda protein ağını saran ipliksi uzantıların bulunduğu, serum fazının bulunduğu boşlukların sayısının azaldığı ve çaplarının küçüldüğü belirlenmiştir. Duyusal olarak, özellikle %1 oranında balkabağı lifi içeren örneğin panelistler tarafından daha fazla beğenildiği tespit edilmiştir. Genel değerlendirmede balkabağı lifinin yarım yağlı yoğurdun kalite ve tekstürel özelliklerini artırabileceği ve yağ ikame maddesi olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

2014, 103 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yarım yağlı yoğurt, balkabağı, diyet lifi, fonksiyonel gıda

ABSTRACT

MS Thesis

THE EFFECT OF PUMPKIN FIBERS ON QUALITY AND STORAGE STABILITY OF HALF-FAT YOGURT

Sümeýra BAKIRCI

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Elif DAGDEMİR

In this study, it was investigated the effect of pumpkin fiber on the quality and storage stability of half-fat yogurt. It was also analyzed the availability of the pumpkin fiber as the fat substitute. For this purpose, pumpkin fiber at different concentrations (0.5%, 1.0% and 1.5%) was added standardized cow's milk (1.5% fat ratio) and this milk was used in the production of yoghurt. Some physical, chemical, microbiological and sensorial characteristics of yoghurts produced with the fiber were compared to the control sample without pumpkin fiber on 1th, 7th and 14th days of storage. In the results of physical and chemical analysis, it was determined that the addition of pumpkin significantly affected dry matter, syneresis, water holding capacity, viscosity titratable acidity and color values of yoghurt samples, while its effect on protein, fat and pH values were not significant. As the concentration of pumpkin fiber increased, syneresis were decreased during storage, but the water retention capacity and the viscosity values increased. When assesment of color measurements, adding of pumpkin fiber reduced L values, while it caused an increase in a and b values. On the other hand it was observed an increase in L value of the samples especailly containing fiber during storage, but a and b values decreased. In the result of microbiological analysis, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (8.58 log cfu/g) count were highest in the control yoghurt while the highest *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* count (8.73 log cfu/g) were found in sample containing 1.0% of the pumpkin fiber. It was detected a reduction at *L. bulgaricus* counts during storage period, but in the counts of *S. thermophilus* count increased until 7 days of storage and later remained stable. It was determined distinctive structural differences between samples containing pumpkin fiber and control from the SEM images of the yogurt samples. The presence of filamentous extensions surrounding the protein network were determined in yogurts added pumpkin fiber and the numbers and diameters of void spaces located serum phase were lower in these samples. As of sensorial properties, yoghurt samples containing 1.0% pumpkin fiber were more preferred by panelist. In general assessment, the results have been revealed that pumpkin fiber can improve the quality and textural properties of half-fat yogurt and can be used as a fat substitute.

2014, 103 pages

Keywords: Half-fat yoghurt, pumpkin, dietary fiber, functional food

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın planlanmasından yazımına kadar her aşamasında büyük emeği geçen, tecrübelerini ve bilgilerini paylaşarak bana yol gösteren, desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Elif DAĞDEMİR'e

Çalışmalarım esnasında göstermiş olduğu idari kolaylıklardan dolayı Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Mükerrerem KAYA'ya, laboratuvar çalışmalarım esnasında yardım ve desteklerini gördüğüm hocalarım Sayın Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI'ya, Sayın Prof. Dr. Salih ÖZDEMİR'e, Sayın Prof. Dr. Mustafa ŞENGÜL'e ve Sayın Doç. Dr. Bülent ÇETİN'e, öğrenim hayatım boyunca bilgilerini ve yardımlarını benden esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. İhsan BAKIRCI'ya,

SEM (Scanning Electron Microscope) ve renk analizlerinin gerçekleştirilmesinde emeği geçen Sayın Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU'na,

Bu projeyi maddi açıdan destekleyen Atatürk Üniversitesi Araştırma Fonu Başkanlığı'na, Öncelikli Alanlara Yönelik Yurt İçi Yüksek Lisans Burs Programı kapsamında burs desteği sağlayan Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'na,

Çalışmalarım boyunca yardımlarıyla yanımda olan arkadaşlarım Maryam ALLAHYARI, Neslihan YILDIZ ile Hatice ERTEM'e ve hayatım boyunca maddi-manevi destekleriyle beni yalnız bırakmayan aileme teşekkür ederim.

Sümevra BAKIRCI

Aralık, 2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1. Materyal.....	17
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1. Balkabağı lifinin üretimi.....	17
3.2.2. Balkabağı lifinde yapılan fiziksel ve kimyasal analizler.....	18
3.2.2.a. Kurumadde oranı.....	18
3.2.2.b. Protein oranı.....	18
3.2.2.c. pH.....	19
3.2.2.d. Renk.....	19
3.2.2.e. Su bağlama kapasitesi.....	19
3.2.2.f. Yağ bağlama kapasitesi.....	19
3.2.2.g. Şişme kapasitesi.....	20
3.2.3. Yoğurt üretiminde kullanılan sütte yapılan fiziksel ve kimyasal analizler.....	20
3.2.4. Deneme yoğurt örneklerinin üretimi.....	20
3.2.5. Yoğurt örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analizler.....	23
3.2.5.a. Kurumadde oranı.....	23
3.2.5.b. Yağ oranı.....	23
3.2.5.c. Protein oranı.....	24
3.2.5.d. Titrasyon asitliği.....	24
3.2.5.e. pH.....	24
3.2.5.f. Sinerezis.....	24

3.2.5.g. Su tutma kapasitesi	25
3.2.6.h. Viskozite.....	25
3.2.6. Yoğurt örneklerinde renk analizi.....	25
3.2.7. Yoğurt örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizler	25
3.2.7.a. Örneklerin hazırlanması	26
3.2.7.b. <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayımı	26
3.2.7.c. <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> sayımı	26
3.2.8. Yoğurt örneklerinin mikroyapısının belirlenmesi	26
3.2.9. Yoğurt örneklerinde yapılan duyu analizler	27
3.2.10. İstatistik analizler	28
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	29
4.1. Yoğurt Örneklerinin Üretiminde Kullanılan Çiğ Sütün Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	29
4.2. Yoğurt Örneklerinin Üretiminde Kullanılan Balkabağı Lifinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	29
4.3. Yoğurt Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları	32
4.3.1. Kurumadde	35
4.3.2. Protein	37
4.3.3. Yağ	38
4.3.4. Titrasyon asitliği.....	38
4.3.5. pH.....	41
4.3.6. Sinerezis	43
4.3.7. Su tutma kapasitesi	47
4.3.8. Viskozite.....	50
4.4. Yoğurt Örneklerinin Renk Analizi Sonuçları.....	54
4.4.1. L değeri.....	55
4.4.2. a değeri	58
4.4.3. b değeri	60
4.5. Yoğurt Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	63
4.5.1. <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayısı	65
4.5.2. <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> sayısı	67
4.6. Yoğurt Örneklerinin Mikroyapısı.....	70

4.7. Yoğurt Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları.....	76
4.7.1. Renk ve görünüş.....	76
4.7.2. Koku.....	80
4.7.3. Lezzet.....	81
4.7.4. Yapı ve tekstür.....	83
4.7.5. Su salma.....	85
4.7.6. Genel kabul edilebilirlik.....	86
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	89
KAYNAKLAR.....	95
ÖZGEÇMİŞ.....	104

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

cP	: Centipoise
g	: Gram
H ₂ SO ₄	: Sülfirik asit
kob	: Koloni oluşturan birim
log	: Logaritma
ml	: Mililitre
N	: Normalite
NaCl	: Sodyum klorür
NaOH	: Sodyum hidroksit
rpm	: Revolutions per minute
β	: Beta
μm	: Mikrometre
G	: Elastik modulus
G ¹¹	: Viskoz modulus

Kısaltmalar

FDA	: Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi
PAS	: Peynir altı suyu
SEM	: Scanning Electron Microscope
TS	: Türk Standartları

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Yoğurt üretiminde kullanılan balkabağı lifi	18
Şekil 3.2. Yoğurt örneklerinin üretim akım şeması	22
Şekil 3.3. Kontrol ve balkabağı lifi içeren yoğurt örnekleri	23
Şekil 4.1. Yoğurt örneklerinin sinerezis değerlerine ait lif ilavesi x depolama süresi interaksiyonu	46
Şekil 4.2. Yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi değerlerine ait lif ilavesi x depolama süresi interaksiyonu.....	49
Şekil 4.3. Yoğurt örneklerinin viskozite değerlerine ait lif ilavesi x depolama süresi interaksiyonu	53
Şekil 4.4. Yoğurt örneklerinin L değerlerine ait lif ilavesi x depolama süresi interaksiyonu	57
Şekil 4.5. Yoğurt örneklerinin a değerlerine ait lif ilavesi x depolama süresi interaksiyonu	60
Şekil 4.6. Yoğurt örneklerinin b değerlerine ait lif ilavesi x depolama süresi interaksiyonu	63
Şekil 4.7. Yoğurt örneklerinin <i>L. bulgaricus</i> sayılarına ait lif ilavesi x depolama süresi interaksiyonu	67
Şekil 4.8. Yarım yağlı kontrol örneğine ait SEM görüntüsü (7.50 KX).....	72
Şekil 4.9. Yarım yağlı kontrol örneğine ait SEM görüntüsü (30.00 KX).....	72
Şekil 4.10. %0.5 oranında balkabağı lifi içeren yarım yağlı yoğurda ait SEM görüntüsü (7.50 KX)	73
Şekil 4.11. %0.5 oranında balkabağı lifi içeren yarım yağlı yoğurda ait SEM görüntüsü (30.00 KX).....	73
Şekil 4.12. %1 oranında balkabağı lifi içeren yarım yağlı yoğurda ait SEM görüntüsü (7.50 KX).....	74
Şekil 4.13. %1 oranında balkabağı lifi içeren yarım yağlı yoğurda ait SEM görüntüsü (30.00 KX).....	74
Şekil 4.14. %1.5 oranında balkabağı lifi içeren yarım yağlı yoğurda ait SEM görüntüsü (7.50 KX).....	75

Şekil 4.15. %1.5 oranında balkabağı lifi içeren yarım yağlı yoğurda ait SEM görüntüsü (30.00 KX).....	75
--	----

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Deneme yoğurt örneklerinin duyuusal değerlendirilmesinde kullanılan skala örneği	27
Çizelge 4.1. Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ sütün bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	29
Çizelge 4.2. Yoğurt üretiminde kullanılan balkabağı lifinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	29
Çizelge 4.3. Yoğurt örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ve standart sapmaları	33
Çizelge 4.4. Yoğurt örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları	34
Çizelge 4.5. Yoğurt örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait korelasyon değerleri	34
Çizelge 4.6. Yoğurt örneklerinin kurumadde değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	35
Çizelge 4.7. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait kurumadde değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	36
Çizelge 4.8. Yoğurt örneklerinin asitlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	39
Çizelge 4.9. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait asitlik değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	40
Çizelge 4.10. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait pH değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	42
Çizelge 4.11. Yoğurt örneklerinin sinerezis değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	44
Çizelge 4.12. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait sinerezis değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	45
Çizelge 4.13. Yoğurt örneklerinin su tutma değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	47

Çizelge 4.14. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait su tutma değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	48
Çizelge 4.15. Yoğurt örneklerinin viskozite (20 rpm) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	50
Çizelge 4.16. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait viskozite (20 rpm) değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	52
Çizelge 4.17. Yoğurt örneklerine ait renk analizi sonuçları ve standart sapmaları	54
Çizelge 4.18. Yoğurt örneklerinin renk analizi değerlerine ait varyans analiz sonuçları	55
Çizelge 4.19. Yoğurt örneklerinin L değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	55
Çizelge 4.20. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait L değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	56
Çizelge 4.21. Yoğurt örneklerine ait a değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	58
Çizelge 4.22. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait a değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	59
Çizelge 4.23. Yoğurt örneklerine ait b değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	61
Çizelge 4.24. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait b değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	62
Çizelge 4.25. Yoğurt örneklerine ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g) ve standart sapmaları	64
Çizelge 4.26. Yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları	65
Çizelge 4.27. Yoğurt örneklerine ait <i>L. bulgaricus</i> sayılarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	65
Çizelge 4.28. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait <i>L. bulgaricus</i> sayılarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	66
Çizelge 4.29. Yoğurt örneklerinin <i>S. thermophilus</i> sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	68

Çizelge 4.30. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait <i>S. thermophilus</i> sayılarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	69
Çizelge 4.31. Yoğurt örneklerinin duyu analizi sonuçları ve standart sapmaları.....	77
Çizelge 4.32. Yoğurt örneklerinin duyu analizi değerlerine ait varyans analiz sonuçları	78
Çizelge 4.33. Yoğurt örneklerinin renk ve görünüş puanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	79
Çizelge 4.34. Yoğurt örneklerinin koku puanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	80
Çizelge 4.35. Yoğurt örneklerinin lezzet puanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	82
Çizelge 4.36. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait lezzet puanlarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	83
Çizelge 4.37. Yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür puanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	84
Çizelge 4.38. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait yapı ve tekstür puanlarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	85
Çizelge 4.39. Yoğurt örneklerinin su salma puanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	86
Çizelge 4.40. Yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	87

1. GİRİŞ

Beslenme, insanoğlunun günlük olarak karşılamak zorunda olduğu temel ihtiyaçlarından biridir. Bu ihtiyacın karşılanmasında süt ve ürünleri önemli yer tutmaktadır. Süt, insanın ihtiyaç duyduğu çoğu besin maddelerini (protein, yağ, karbonhidrat, mineral ve vitamin) yeterli ve dengeli bir şekilde ihtiva etmektedir. Özellikle çocukluk, gebelik/emzicilik ve yaşlılık dönemlerinde en çok ihtiyaç duyulan gıdaların başında süt ve süt ürünleri gelmektedir. Süt içerdiği besin unsurları nedeniyle mikroorganizmalar için de uygun bir besi ortamıdır. Mikroorganizmalar kısa sürede sütü bozabilmektedir. Bu nedenle süt, çeşitli mamüllere işlenmekte, böylece hem dayanıklılığı artmakta hem de lezzet bakımından farklı ürünler elde edilmektedir. Bu ürünlerin başında peynir ve yoğurt gelmektedir.

Yoğurt, yüksek besleyici değeri ve insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle dünya üzerinde en fazla üretilen ve tüketilen fermente süt ürünüdür. Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği'nde yoğurt; *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* bakterilerinin laktik asit fermentasyonu ile meydana gelen koagüle ürünü olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2001). TS 1330'a göre ise yoğurt, "TS 1018 ve/veya TS 1019 pastörize süt standartlarına uygun tercihen homojenize edilmiş sütlerin *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* etkisiyle laktik asit fermentasyonu sonucu elde edilen ve yoğurt kültürlerini canlı olarak içeren fermente bir süt ürünü"dür (Anonim 2006). Söz konusu yoğurt bakterileri laktozdan laktik asit üreterek kazein misellerinin agregasyonuna ve üç boyutlu jel ağının oluşumuna neden olmaktadır.

Yoğurdun ilk defa nerede, ne zaman, nasıl ve kimler tarafından yapıldığına dair yeterli bilgi olmamakla beraber, çok eski çağlardan beri Orta Asya kavimlerinin ve Kafkaslarda göçebe Türklerinin temel tüketim maddesi olduğu bilinmektedir. Yoğurt bir Türk buluşu olarak kabul edilmekte, Türklerin yaşadığı ve Türk kültürünün hakim olduğu bölgelerden göçler ile Balkanlar'a, Ortadoğu'ya oradan da Avrupa'ya yayıldığı belirtilmektedir. Öyle ki 1000 yıl önce Kaşgarlı Mahmut tarafından yazılan Divan-ı

Lügat-ı Türk ve Balasagunlu Yusuf Has Hacip tarafından yazılan Kutadgu Bilig gibi Türk eserlerinde de yoğurt kelimesine bugünkü anlamında rastlanmaktadır (Tamime and Deeth 1980; Kurt 1994; Özer 2006).

Yoğurt pıhtısı, ısı ile teşvik edilmiş bir asit-kazein jeli olarak tanımlanmakta ve pıhtı oluşumunda özellikle ısı uygulaması ve inkübasyon sırasında asitlik oluşumu önemli rol oynamaktadır. Yoğurt yapılacak süte 70°C'nin üzerinde uygulanan ısı işlem globüler yapıdaki serum proteinlerinin (özellikle β -laktoglobülin) denatürasyonuna ve denatüre serum proteinleri ile kappa kazein arasında hidrofobik-disülfid interaksiyonlarının oluşumuna neden olmaktadır. Böylece denatüre olmuş serum proteinleri kazein miselleri arasında bağlantı köprüleri kurarak düşük poroziteye sahip jel yapının oluşmasını sağlamaktadır (Lucey and Singh 1998; Puvanenthiran *et al.* 2014). Ticari olarak yoğurtlar set tipi ve stirred tipi olmak üzere iki farklı şekilde üretilmekte, set tipi yoğurt üretiminde; süt satışı sunulacağı kaplarda fermente edilmekte ve son üründe jel yapısı korunmaktadır. Stirred tipi yoğurtlarda ise süt genellikle büyük hacimli kaplarda mayalanmakta, oluşan jel yapısı karıştırılarak bozulmakta, bu şekilde ya da meyve ilavesi yapılarak satışı sunulmaktadır (Sendra *et al.* 2010).

İnsan diyetinde önemli bir yer tutan yoğurdun, kimyasal bileşimi genel olarak süte benzemekle birlikte, üretim sırasında kurumadde oranının artırılması ve bakteriyel fermantasyon sırasında süt bileşenlerinde meydana gelen değişimler nedeniyle bazı farklılıklar görülebilmektedir (Çakmakçı ve Gündoğdu 2005). Fermantasyon sırasında B12 ve C vitaminlerinin bir bölümünün kullanıldığı, buna karşılık folik asit üretildiği ve süte oranla yüksek miktarda folik asit içerdiği bilinmektedir (Meydani and Ha 2000). Yoğurt protein, riboflavin (vitamin B2), tiamin (vitamin B1), kobalamin (vitamin B12) ile kalsiyum, fosfor, magnezyum, çinko gibi mineraller açısından mükemmel bir kaynak olarak kabul edilmektedir (McKinley 2005). Ayrıca fermantasyon sırasında oluşan laktik asit aracılığıyla Ca'nın emiliminin arttığı, proteinlerin çeşitli seviyelerde hidrolize olması nedeniyle serbest aminoasit ve peptit oranının yükseldiği ve uygulanan ısıl işleminde etkisiyle yoğurdun sindirimini kolaylaştığı belirtilmektedir (Çakmakçı ve Çağlar 1993; Yedikardaş 2010). İlaveten laktozun laktik aside dönüşümü nedeniyle

yoğurt laktozu sindiremeyenler ve diyabeti olanlar için son derece uygun bir süt ürünü olarak kabul edilmektedir.

Yoğurdun insan beslenmesi üzerindeki olumlu etkilerinin yanı sıra; düzenli yoğurt tüketiminin bağışıklık sistemini güçlendirdiği, yoğurta bulunan laktik asidin kalın bağırsakta asitliği artırarak arzu edilmeyen zararlı mikroorganizmaların gelişimini inhibe ettiği, yoğurt bakterilerinin metabolik aktiviteleri sonucu serum kolesterol seviyesini azalttığı ifade edilmiştir (Çakmakçı ve Gündoğdu 2005; Özer 2006). Yoğurdun söz konusu olumlu etkilerinin yanı sıra, sahip olduğu çeşitlilik (az yağlı yoğurt, meyveli ve probiyotik yoğurt vb.) nedeniyle üretim miktarı da her yıl artış göstermiş ve 2013 yılında bir önceki yıla göre %2,7 artarak 1 081 390 tona ulaşmıştır (Anonim 2013).

İnsan beslenmesinde yağların başlıca enerji kaynağı olmaları, esansiyel yağ asitlerini ve yağda eriyen vitaminleri içermeleri, prostoglandinler için öncü maddelerin kaynağını oluşturmaları, doyumluk hissinin oluşmasına yardımcı olmaları gibi önemli fonksiyonları bulunmaktadır (Ognean 2006). Ayrıca gıdaların yapısında bulunan yağın gıdanın tadını, aromasını, tekstürünü, kıvamını olumlu yönde etkilediği, erime özelliği, büzülmeyi önleme, hava tutmayı sağlama ve emülsiyon oluşturma gibi önemli görevlerinin de olduğu bilinmektedir (Batı 2008). Süt yağı yoğurt jelindeki ağ boşluklarını doldurmakta dolayısıyla yoğurdun kıvamı ve tekstürü üzerinde etkili olmaktadır. İlâveten yoğurdun tat-aroması ile renk ve parlaklık gibi görünür özelliklerini de önemli derecede etkilediği bilinmektedir (Güven *et al.* 2005; Torres *et al.* 2011).

Son yıllarda artan tüketici bilinci ve sağlık kaygıları nedeniyle daha sağlıklı ve besleyici gıdalara olan talebin gittikçe arttığı görülmektedir. Birçok araştırmacı, özellikle yüksek oranda doymuş yağ içeren diyetler ile beslenen insanlarda arteriyosklerosis, koroner kalp hastalıkları, obezite ve bazı kanser türlerinin görülme sıklığının arttığını belirtmişlerdir (Hodis *et al.* 1991; Simon *et al.* 1996; Nikoofar *et al.* 2013). Her ne kadar son yapılan meta analizlerde süt ve süt ürünlerinin tüketimi ile kardiyovasküler

hastalıklar, diyabet ve metabolik sendromlar arasında pozitif bir ilişkinin olmadığı belirlenmişse de, özellikle dolaşım sistemi bozukluğu olan ve sağlık konusunda aşırı hassas bireylerde hayvansal kaynaklı yağlardan kaçınma eğilimi söz konusudur (Batı 2008; Parodi *et al.* 2011). Bu durum, süt endüstrisinde tüketici istekleri göz önüne alınarak, diğer süt ürünlerinde olduğu gibi düşük yağ içeren veya yağsız yoğurtların üretiminin artmasına neden olmuştur. Bununla beraber, yağ içeriğindeki azalmaya bağlı olarak az yağlı/yağsız yoğurtların tat-aroma ve tekstürel (gevşek yapı, su salma vb) özelliklerinde bazı eksikliklerin olduğu belirlenmiştir. Söz konusu eksikliklerin giderilmesi ve tüketici kabul edilebilirliğinin artırılması amacıyla, az yağlı yoğurt üretiminde yaygın uygulama olarak süt kurumaddesinin artırılması veya çeşitli stabilizatörlerin (keçiboynuzu gamı, ksantan gam, guar gum, pektin) ilavesi yoluna gidilmiş, fakat bu uygulamaların doğal süt ürünlerinin üretimi için tüketici isteklerini karşılamada yeterli olmadığı ifade edilmiştir (Qin *et al.* 2011; Prasanna *et al.* 2013). Özellikle stabilizatörlerin istenmeyen tat ve tekstürel özelliklerin oluşumuna neden olduğu, son yıllarda gıda endüstrisindeki “clean label” (katkı maddeleri azaltılmış ürün) yaklaşımına ters düştüğü bildirilmiştir. Süt kurumaddesini artırmak amacıyla kullanılan süttozu, peynir altı suyu protein izolatı, peynir altı suyu protein konsantratu, Na/Ca-kazeinat gibi süt ingrediyeentlerinin ise yoğurdun tekstürel özelliklerini iyileştirdiği, ancak üretim maliyetlerini artırdığı ifade edilmiştir (Loveday *et al.* 2013). Mevcut uygulamalara ilaveten son yıllarda egzopolisakkarit üreten suşların kullanımı, yağ ikame maddelerinin kullanımı, hidrostatik basınç uygulaması ve işlem parametrelerinde değişiklik yapılması gibi çok sayıda uygulamalardan yararlanılmış ve bu işlemlerin yoğurt jelinin mikroyapısı, dolayısıyla tekstürünü ve duyuşsal özelliklerini farklı düzeylerde etkilediği bildirilmiştir (Torres *et al.* 2012).

Günümüzde gıda endüstrisinde sürekli olarak alternatif ingrediyeentler ve işleme metotları kullanılarak kalorisi azaltılmış ürün formülasyonları geliştirilmeye çalışılmakta ve özellikle proteinler ve polisakkaritler gibi biyopolimerler umut vaad eden bileşikler olarak kabul edilmektedir (Chung *et al.* 2014). Yağın fonksiyonel özelliklerine sahip gıdanın kalori değerini düşüren insan sağlığı üzerinde olumsuz etkisi olmayan ve ‘yağ ikame maddeleri’ olarak adlandırılan katkı maddeleri bu amaçla

sıklıkla kullanılan bileşikler arasında yer almaktadır. Yağ ikame maddeleri yağ benzeri maddeler (fat substitutes) ve yağ taklidi maddeler (fat mimetics) olmak üzere 2 grupta sınıflandırılmaktadır (Akoh 1998; Ognean *et al.* 2006; Lim *et al.* 2010). Yağ benzeri maddeler kimyasal yapı olarak yağlara benzemekte ve yağlarla aynı özellikleri göstermektedir. Apolar karakterde düşük kalori değerine sahip bileşikler olup, ürüne yağa benzer ağız hissi ve fonksiyonel özellikler kazandırır. Kimyasal olarak sentezlenebildikleri gibi, sıvı veya katı yağlardan enzimatik modifikasyon yoluyla da üretilirler (Akoh 1998; Ognean *et al.* 2006). Sukroz polyesteri olan Olestra ve kaprilik (C_{8:0}), kaprik (C_{10:0}) ve behenik (C_{22:0}) yağ asitlerinin gliserol ile esterleşmesiyle üretilen Caprenin en fazla bilinen yağ benzeri ikame maddeleridir (Akoh 1998). Bilinen yağ benzeri maddeler içerisinde gıdalarda sadece Caprenin ve Olestranın'nın sınırlı kullanımına izin verildiği, kullanılmaları durumunda etiket üzerinde belirtilmesi gerektiği, diğer tüm bileşiklerin sentetik olmaları nedeniyle Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından onay beklediği bildirilmiştir (Napier 1997).

Yağ taklidi maddeler ise yapı olarak yağlardan tamamen farklı olup, karbonhidrat veya protein bazlı ürünlerdir. Polar karakterli bileşikler olup, kalori değerleri 0-4 kkal/g arasında değişmektedir (Akoh 1998; Batı 2008). Su bağlama, tekstür iyileştirme, yağlılık hissi verme, stabilize etme gibi işlevsel özelliklerinin yanı sıra, doğal yöntemlerle üretildikleri için gıdalarda kullanımları daha yaygındır. Protein kaynaklı yağ taklidi maddeleri yumurta, süt, peynir altı suyu, soya, jelatin ve buğday gluteni gibi çeşitli protein kaynaklarından üretilmekte ve 0,1-0,3 µm gibi son derece küçük küre şeklindeki partiküllerden oluşmaktadırlar. Mikropartiküle edilmiş süt ve yumurta proteinlerinden üretilen Simplese® süt ürünlerinde en yaygın kullanılan yağ ikame maddesidir (Sezen 2005). Günümüzde çok sayıda sindirilebilir ve sindirilemeyen kompleks karbonhidratlar su bağlama yetenekleri sayesinde yağın gıdalarda sağlamış olduğu işlevlerin bir bölümünü sağlayabilmektedir. Maltodeskrinler, nişasta ve modifiye nişasta, pektin, selüloz, inülin, polidekstroz, polioller, gamlar ile diyet lifleri sıklıkla kullanılan karbonhidrat kaynaklı yağ taklidi maddeler arasında yer almaktadır (Napier 1997).

Az yağlı/yağsız yoğurt üretiminde yoğurtların tekstürel ve duyuşal özelliklerinin artırılması amacıyla protein (Simplese®, Dairy-Lo, mikropartiküle edilmiş peyniraltı suyu proteinleri, peynir altı suyu protein konsantratu) ve karbonhidrat (inulin, polidekstroz, modifiye edilmiş nişasta) kaynaklı yağ ikame maddelerinin kullanıldığı çok sayıda araştırmaya rastlamak mümkündür (Yazıcı and Akgün 2004; Sandoval-Castilla *et al.* 2004; Kip *et al.* 2006; Torres *et al.* 2012; Srisuvor *et al.* 2013; Krzeminski *et al.* 2014; Crispin-Isidro *et al.* 2014). Son yıllarda bahsedilen yağ ikame maddelerine alternatif olarak meyve, sebze ve tahıllardan elde edilen diyet lifleri başta yoğurt olmak üzere süt ürünlerinin üretiminde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Tüketicilerin daha sağlıklı ve besleyici gıdalara olan talepleri ve sentetik katkı maddelerinin yerine doğal olanlarını tercih etmeleri lifçe zenginleştirilmiş gıdaların üretiminde artışa neden olmuştur.

Diyet lifi; kalın bağırsakta tam ya da kısmi fermantasyona uğrayan, ince bağırsakta sindirilemeyen, yenilebilir bitki kısımlarının temel unsurlarındandır (Harris and Ferguson 1999). Bitki hücre duvarının yapısında yer alan lignin; kütin, mum, suberin gibi lignin türevleri; hemiselüloz, selüloz, pektin gibi yapı polisakkaritleri, inülin ve oligofruktoz gibi oligosakkaritler gıda lifi olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte, yapı bileşikleri olmayan gum arabik ve guar gum gibi gam maddeleri, karragenan, agar, aljinat gibi deniz yosunu polisakkaritleri ve sindirime dirençli nişastanın da diyet lifi olduğu bildirilmektedir (Thebaudin *et al.* 1997; Burdurlu ve Karadeniz 2003). Diyet lifi; suda çözünür ve çözünmeyen olmak üzere iki grup altında incelenmekte ve her iki grup da gıdalarda değişik oranlarda bulunmaktadır. Suda çözünen lifler pektik maddeleri, gamları, müsilaşları içermekte, suda çözünmeyen lifler ise selüloz, hemiselüloz, ligninden oluşmaktadır (Elleuch *et al.* 2011; Mudgil and Barak 2013). Yulaf, meyveler, sebzeler ve baklagiller çözünür lif açısından, buğday ve diğer tahıllar ise çözünmeyen lif bakımından zengin kaynaklar olarak kabul edilirler (Mudgil and Barak 2013). Farklı fizyolojik ve teknolojik özelliklere sahip olmaları nedeniyle, sağlıklı beslenme açısından her iki gruba ait lif içeren gıdaların tüketilmesi önerilmektedir (Dülger ve Şahan 2011). Günlük olarak alınması gereken ortalama lif miktarının kadınlar için 21-25 g, erkekler için ise 30-38 g olması gerektiği ve bu miktarın yaklaşık %20-30'luk

kısının çözünür lif kaynaklarından karşılanması gerektiği bildirilmiştir (Elleuch *et al.* 2011).

1970'lerin ortalarından bu yana, sağlık ve beslenme üzerinde diyet lifinin rolünün belirlenmesine yönelik çok sayıda araştırma yapılmış ve bu araştırmaların sonucunda düzenli lif tüketimi ile obezite, koroner kalp hastalıkları, diyabet ve bazı kanser türlerinin görülme sıklığı arasında negatif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Abdul-Hamid and Luan 2000; Mann and Cummings 2009; Elleuch *et al.* 2011). Çözünmeyen diyet lifi fekal hacmin artmasını sağlayarak bağırsak transit süresini kısaltmakta ve kabızlığın önlenmesine yardımcı olmaktadır. Çözünebilir lif ise bağırsaklardan safra asitlerinin emilimini engelleyerek karaciğerde kolesterol sentezi için gerekli öncü maddelerin konsantrasyonunu azaltmakta ve kardiovasküler hastalıkların görülme sıklığını azaltmaktadır. Ayrıca diyet lifinin glisemik indeksinin düşük olması lifli besinlerin düzenli tüketilmesi durumunda kan şekerinin düzenlenmesi bakımından yarar sağlamaktadır. İlaveten su çekme özelliğinden dolayı mide içeriğinin viskozitesini artırarak midenin boşalmasını geciktirmekte ve tokluk hissi vermektedir (Burdurlu ve Karadeniz 2003; Dülger ve Şahan 2011). Diyet lifinin söz konusu fizyolojik etkilerinin dışında, probiyotik bakterilerin gelişimini stimüle etmeleri yani prebiyotik olarak kullanılabilmesi ve biyoaktif bileşenler (vitaminler, mineraller, doğal antioksidant ve fenolik bileşikler) içermeleri gibi önemli etkilerinin de bulunduğu bildirilmiştir (Elleuch *et al.* 2011; Mudgil and Barak 2013). Aynı zamanda meyve ve sebzelerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atık/yan ürünlerin (kabuk, posa vb.) lif üretiminde değerlendirilmesi hem ekonomik açıdan hem de çevre kirliliğinin önlenmesi açısından önem arz etmektedir.

Diyet lifinin sağlık ve beslenme üzerindeki olumlu etkilerinin dışında, su tutma, su bağlama, şişme ve çözünürlük gibi bazı fonksiyonel özelliklere sahip olduğu ve söz konusu özelliklerin diyet liflerinin bir ingrediye olarak gıdalarda kullanımının uygunluğunun belirlenmesi açısından önem taşıdığı bildirilmiştir. Su bağlama, çözünürlük ve şişme gibi hidrasyon özelliklerinin sinerezisin önlenmesinde, jel yapının sıkılaştırılmasında, tekstür ve kıvamının artırılmasında, yağ bağlama özelliğinin ise

yağlı gıdalarda ve emülsiyonlarda stabilizasyonun sağlanmasında, et ürünlerinde pişirme sırasında kaybolan yağın tutulmasında etkili olduğu ifade edilmiştir (Thebaudin *et al.* 1997; Burdurlu ve Karadeniz 2003; Elleuch *et al.* 2011).

Sağlık ve beslenme üzerinde kanıtlanmış olumlu etkilerine rağmen, diyet lifi tüketiminin günlük alınması gereken miktarların çok altında olduğu bildirilmiştir (Ramirez-Santiago *et al.* 2010). Bu durum gıdaların lif bakımından zenginleştirilmesine yönelik çalışmaların hız kazanmasına neden olmuş ve son yıllarda tahıl, et ve süt ürünlerinin üretiminde kullanımına yönelik çok sayıda araştırma yapılmıştır (Wang *et al.* 2002; Yalınkılıç *et al.* 2012). Öte yandan süt ürünlerinin diyet lifi ve doğal antioksidanlar bakımından zengin bir kaynak olmadığı, buna karşılık lif bakımından zenginleştirilmeye uygun alternatif gıdalar olduğu bildirilmiştir (Özcan and Kurtuldu 2014).

Yoğurt ve dondurma lifle en fazla zenginleştirilen süt ürünleri içerisinde yer almaktadır. Yulaf, portakal, elma, havuç, hurma, kayısı, kuşkonmaz, yer elması gibi çok sayıda meyve, sebze ve tahıllardan üretilen lifler yoğurt üretiminde kıvamı arttırma, sinerezisi önleme, yağı ikame etme, kaloriyi azaltma amacıyla denenmiş ve bir takım başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Sanz *et al.* 2008; Hashim *et al.* 2009; Yedikardaş 2010; Ramirez-Santiago *et al.* 2010; Sendra *et al.* 2010; McCann *et al.* 2011; Qureshi *et al.* 2012; Damian 2013; Puvanenthiran *et al.* 2014). Konu ile ilgili devam eden araştırmalar ise daha çok alternatif lif kaynaklarının belirlenmesine ve gıdalarda potansiyel etkilerinin tespitine odaklanmıştır. Yeni lif kaynaklarının ortaya çıkışı liflerin kullanım alanları konusunda gıda endüstrisine yeni fırsatlar sağlaması açısından önem taşımaktadır. Bu amaçla değerlendirilebilecek kaynaklardan birinin de balkabağı olduğu düşünülmektedir.

Balkabağı (*Cucurbita moschata*) Cucurbitaceae familyasının bir üyesi olup, ilk olarak Amerika'da yetiştirilmiş ve daha sonra Asya'da özellikle de Çin'de yaygın olarak üretimi yapılmaya başlanmıştır (Kaya 2006). Balkabağı üzerine yapılan bilimsel araştırmalar, balkabağının diyet lifi, β -karoten, lutein, A, B6, K ve C vitaminleri,

potasyum, fosfor, magnezyum, demir ve selenyum gibi mineraller ile fenolik bileşikler bakımından önemli bir kaynak olduğunu göstermiştir (Noelia *et al.* 2011; Kim *et al.* 2012; Dini *et al.* 2013; Zhou *et al.* 2014; Aydın and Göçmen 2015). Balkabağının şeker hastalığının, hiper tansiyonun ve kolesterol oluşumunun engellenmesinde, bağışıklık sisteminin düzenlenmesinde etkili olduğu, ağrı kesici ve tümör oluşumunu engelleyici etkisinin de bulunduğu bildirilmiştir (Noelia *et al.* 2011; Zhou *et al.* 2014). Yıllık balkabağı üretiminde Çin ilk sırada yer almakta, bunu Hindistan, Rusya, ABD, Mısır ve Ukrayna izlemekte, Türkiye ise 12. sırada yer almaktadır (Balkaya vd 2010). Balkabağı ülkemizde daha çok tatlı yapımında kullanılmakta, dünyada ise meyve suyu, püre, kek ve çorba üretiminde değerlendirilmektedir. Aynı zamanda kurutulmuş toz haline getirilmekte, fonksiyonel ve renklendirici bir katkı maddesi olarak pasta ve un karışımlarında kullanılmaktadır. Balkabağının içerdiği besin öğelerinden daha fazla faydalanabilmek için yeni kullanım alanlarının belirlenmesi önem taşımaktadır.

Bugüne kadar yoğurdun lif bakımından zenginleştirilmesine yönelik çok sayıda araştırma yapılmasına rağmen, balkabağı lifinin kullanıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada balkabağı lifi ilavesinin yağ oranı azaltılmış yoğurdun kalitesi ve depolama stabilitesi üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla öncelikle Erzurum piyasasından temin edilen balkabağı kullanılarak lif üretimi gerçekleştirilmiş ve bazı teknolojik özellikleri analiz edilmiştir. Daha sonra yağ oranı %1,55'e standardize edilmiş süte %0,5, %1,0 ve %1,5 olmak üzere 3 farklı konsantrasyonda balkabağı lifi ilave edilmiş ve yoğurt üretiminde kullanılmıştır. Lif içermeyen örnek ise kontrol grubu olarak kabul edilmiştir. Balkabağı lifi içeren yoğurt örneklerinin bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu özellikleri 14 günlük depolama süresince, mikroyapıları ise sadece depolamanın 1. gününde kontrol grubu örnekleri ile karşılaştırılmıştır. Böylece balkabağı lifinin az yağlı yoğurt üretiminde yağ ikame maddesi olarak kullanılabilirliği ile balkabağı lifi ilavesinin yoğurdun kalite özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Aynı zamanda toplum beslenmesinde önemli yer tutan yoğurdun lifle zenginleştirilerek daha da fonksiyonel hale getirilmesine çalışılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bugüne kadar yoğurt üzerine yapılmış çok sayıda araştırma bulunmasına rağmen, bu bölümde yoğurdun lif bakımından zenginleştirilmesine yönelik araştırmalara ait sonuçlar özet halinde verilmiştir.

Srisuvor *et al.* (2013) inülin ve polydekstrozu yağ ikame maddesi olarak farklı konsantrasyonlarda (%1, %2 ve %3) az yağlı set tipi yoğurtların üretiminde kullanmışlar ve bazı fizikokimyasal özellikleri ile duyuşal özelliklerini kontrol grubu örnekleriyle karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar inülin ve polydekstoz ilavesinin titrasyon asitliği ve pH değerlerini etkilemediğini, kurumadde değerlerini ise kontrol örneklerine göre önemli düzeyde artırdığını bildirmişlerdir. İlaveten polydekstoz içeren örneklerde sinerezis değerinin daha düşük, buna karşılık su bağlama kapasitesi ve viskozite değerlerinin daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Duyusal analiz sonucunda her iki yağ ikame maddesi kullanılarak üretilen yoğurtların kontrol örneğine göre daha fazla beğenildiğini ve sonuç olarak özellikle %2 konsantrasyonunda ilave edilen polydekstozun yağ ikame maddesi olarak ticari yoğurt üretiminde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Puvanenthiran *et al.* (2014) havuçtan elde ettikleri tozu süt kurumaddesinin %1 ve %2 sini karşılayacak şekilde set tipi yoğurtların üretiminde kullanmışlar ve yoğurt jeli ile tekstürü üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, confocal mikroskobundan elde ettikleri görüntülerde havuç partiküllerinin dolgu materyali olarak kazein jelindeki boşlukları doldurduğunu ve yoğurt jelinin reolojik özelliklerini geliştirdiğini, özellikle süt kurumaddesinin %2'sinin havuç tozundan karşılandığı örneklerde jel sertliğinin arttığını ve havuç partiküllerinin su bağlama yeteneğinden dolayı sinerezisin azaldığını ifade etmişlerdir.

Sendra *et al.* (2010) portakaldan elde ettikleri lifi iki farklı boyutta (0,417-0,700 ve 0,701-0,991 mm), 6 farklı konsantrasyonda (%0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 ve 1) pastörizasyon

öncesi ve sonrası olmak üzere yoğurt üretiminde kullanmışlar ve reolojik parametreler üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar pastörizasyon işleminden önce lif ilavesinin G , G'' değerleri ile viskozite değerlerini katılan lif miktarına bağlı olarak arttırdığını, buna karşılık özellikle düşük konsantrasyonlarda (%0,2 ve %0,4) lifin pastörizasyon sonrası ilavesinin reolojik parametrelerini azalttığını belirtmişlerdir. İlaveten partikül büyüklüğünün yoğurt jelinin yapısını değiştirdiğini, G , G'' ve viskozite değerlerinin 0,701-0,991 mm büyüklüğündeki lif ile üretilen örneklerde önemli derecede yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Espirito-Santo *et al.* (2013) çarkıfelek meyvesinin kabuğundan elde ettikleri pektince zengin lifli probiyotik yoğurt üretiminde kullanmışlar ve sinerezis oluşumu, reolojik parametreler, mikroyapı ve duyusal özellikler açısından kontrol grubu örnekler (lif içermeyen) ile karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar lifçe zenginleştirilmiş yoğurtların zamana bağlı akış özelliğinin (tikotropisinin) ile görünür viskozite değerlerinin özellikle lif içeren *Lb. acidophilus*'lu örneklerde önemli düzeyde yüksek olduğunu, SEM mikroskobundan elde edilen görüntülerde lif içeren örneklerde kazein jelinin daha sıkı bir yapıya sahip olduğunu bildirmişlerdir. İlaveten duyusal değerlendirmede görünüm, koku ve renk parametreleri bakımından lif içeren örneklerin kabul edilebilir puanlar aldığını, buna karşılık panelistler tarafından aroma bakımından zayıf olarak değerlendirildiğini, sonuç olarak çarkıfelek meyvesinden elde edilen lifin nötral bir ingrediye olarak yoğurt üretiminde kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

McCann *et al.* (2011) meyve ve sebzelerden elde edilen düşük kalori içerisine sahip liflerin az yağlı yoğurtların yapısını iyileştirmek amacıyla stabilizatörlere alternatif olarak kullanılabilceğini bildirmişler ve bu amaçla farklı partikül büyüklüğündeki ($d_{0,5}=34, 71$ ve $80 \mu\text{m}$) ve konsantrasyondaki (%0, %0,5, %1, %1,5, %2) kurutulmuş havuç partiküllerinin set tipi az yağlı yoğurdun viskoelastik özellikleri, mikroyapısı, tekstürü ve sinerezis oluşumu üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, havuç lifinin inkübasyon sırasında pH düşüşünü hızlandırdığını, jel oluşum süresini kısalttığını, olgunlaşma süresince sinerezisi azalttığını ve özellikle $d_{0,5}=34 \mu\text{m}$ büyüklüğüne sahip havuç partikülleri ile üretilen yoğurtlarda jel yapısının daha sağlam

ve sinerezisin ise daha düşük düzeyde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. İlâveten confocal mikroskobundan elde edilen görüntülerde havuç partiküllerinin kazein jelindeki boşlukları doldurduğunu, reolojik ölçümler sonucunda elde edilen verilerin literatürde nişasta için verilen değerle benzer olduğunu, duyuşal açıdan ise lif içeren örneklerin hoşagiden tat ve aromaya sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Sonuç olarak araştırmacılar havuç lifinin düşük kalori içeriğı ve az yağlı yoğurdun kalitesi üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle stabilizatörlere alternatif olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Ramirez-Santiago *et al.* (2010) Meksika yer elması (*Pachyrhizus erosus*)'ndan ekstrakte ettikleri çözünebilir lifi %1 konsantrasyonunda pıhtısı kırılmış (stirred tipi) yoğurtların üretiminde kullanmışlar ve yoğurtların reolojik özelliklerini, mikroyapısını ve sinerezis oluşumunu lif içermeyen kontrol grubu örnekleriyle karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar lif içeren yoğurtların daha sıkı ve yoğun bir protein ağına sahip olduğunu ve bu örneklerde sinerezisin daha az düzeyde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Reolojik ölçümler sonucunda lif ilave edilen örneklerde elastik (G) ve viskoz modulus (G'') parametrelerinin kontrol örneklerine göre daha düşük olduğunu, buna karşılık daha düşük akış indeksi (n), daha yüksek kıvam indeksi (k) ve akma gerilimi değerlerine sahip olduğunu, duyuşal açıdan lifli örneklerin daha kabul edilebilir ağız hissi verdiğini ifade etmişlerdir.

Sanz *et al.* (2008) kuşkonmazın yenilmeyen bölümlerinden farklı ekstraksiyon (suda ve etanolde) ve kurutma yöntemleriyle (kuru hava ve liyofilizasyon) üretilen lifi %1 oranında pıhtısı kırılmış (stirred tipi) yağsız yoğurtların üretiminde kullanmışlar ve yoğurtların asitliği, pH'sı, reolojisi, rengi ve duyuşal özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, titrasyon asitliği değerleri arasında örnekler arasında belirgin farklılığın olmadığını, pH değerlerinin ise kontrol (lif içermeyen) örneğine göre önemli derecede düşük olduğunu bildirmişlerdir. Lif içeren örneklerin reolojik parametrelerinin (G ve G'') daha yüksek olduğunu, özellikle etanolde ekstrakte edilen ve liyofilize edilerek kurutulan lifler ile üretilen örneklerde daha belirgin olduğunu, buna karşılık viskoelastik davranış ($\tan \delta$) bakımından örnekler arasında farklılık bulunmadığını belirtmişlerdir. İlâveten ekstraksiyon ve kurutma yöntemine bağılı olarak

kuşkonmaz lifinin yoğurtların L (parlaklık/beyazlık) değerlerini azalttığını, sarımsı–yeşilimsi renk oluşumuna neden olduğunu, özellikle tat–aroma, tekstür ve genel kabul edilebilirlik gibi duyuşal parametreler bakımından suda ekstrakte edilen ve kuru hava yöntemiyle kurutulan lif içeren yoğurtların daha fazla beğenildiğini ifade etmişlerdir.

Staffolo *et al.* (2004) farklı diyet lifleri (elma, buğday, bambu ve inülin) kullanarak ürettikleri yoğurtların rengini, pH'sını, reolojik özelliklerini, sinerezis oluşumu ile duyuşal özelliklerini 21 günlük depolama süresince kontrol grubu örnekleriyle karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar lifle zenginleştirilen yoğurtlarda pH ve sinerezis değerleri bakımından örnekler arasında farklılığın bulunmadığını, buna karşılık elma lifi içeren yoğurtlarda L (beyazlık/parlaklık) değerlerinin daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Reolojik parametrelerinin (görünür viskozite ve dinamik oskilatori parametreleri) kullanılan lif çeşidine bağılı olarak depolama süresince değışiklik gösterdiğini, eğitilmemiş panelistler tarafından yapılan duyuşal değıerlendirmede lif içeren ve içermeyen (kontrol) örnekler arasında farklılık tespit edilmediğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak hem yoğurdun hem de diyet lifinin birlikte fonksiyonel gıda üretiminde uyumlu şekilde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Tseng and Zhao (2013) diyet lifi ve antioksidan bileşikler bakımından zengin üzüm posasını yoğurt üretiminde kullandıkları araştırmada 21 günlük depolama süresince üzüm posası içeren yoğurt örneklerinde viskozite değerlerinin arttığını, pH değerlerinin azaldığını, sinerezis ve asitlik değerlerinin ise stabil olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, üzüm posası ilavesinin yoğurtların peroksit değerleri ile L değerlerini azalttığını ve sonuç olarak fonksiyonel gıda ingrediyesi olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Hashim *et al.* (2009) hurma şurubu üretiminde yan ürün olarak oluşan posadan ürettikleri hurma lifini farklı konsantrasyonlarda (%1,5, %3 ve %4,5) yoğurt üretiminde kullanmışlar ve taze yoğurtların pH'sı, rengi (L,a ve b değıerleri), tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar lif içermeyen ve %1,5 oranında buğday lifi içeren yoğurtları kontrol grubu olarak kabul etmişler ve

karşılaştırma amacıyla kullanmışlardır. Hurma lifiyle zenginleştirmenin yoğurtların asitlik değerlerinde önemli bir değişikliğe neden olmadığını, kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında pH ve sertlik değerlerini artırdığını ve rengi koyulaştırdığını bildirmişlerdir. İlâveten tüketici testleri sonucunda %3'e kadar hurma lifi ile zenginleştirilmiş yoğurtların kontrol yoğurdu ile benzer ekşilik, tatlılık, sertlik, akıcılık ve genel kabul edilebilirlik puanlarına sahip olduğunu, %4,5 hurma lifi içeren yoğurdun ise panelistlerce daha az beğenildiğini belirtmişler ve %3 konsantrasyonunda hurma lifi içeren yoğurdun tüketimini tavsiye etmişlerdir.

Espirito-Santo *et al.* (2012a) %1 oranında elma, muz ve çarkıfelek meyvelerinden elde ettikleri lifleri yağsız probiyotik yoğurt üretiminde kullanmışlar ve kullanılan liflerin depolama süresince titrasyon asitliği, bakteri sayıları, yağ asidi kompozisyonu üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar depolama süresince elma ve muz liflerinin test edilen tüm probiyotik suşların (*Lactobacillus acidophilus* L10, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BL04, HN019 ve B94) canlılığını korumasına yardımcı olduğunu ve kullanılan tüm liflerin kısa zincirli ve çoklu doymamış yağ asidi içeriğini artırdığını bildirmişlerdir. İlâveten konjuge linoleik asit içeriği üzerine kullanılan probiyotik bakterilerin türü ile lif çeşitleri arasında sinerjist bir ilişkinin olduğunu belirtmişlerdir.

Nikoofar *et al.* (2013) yulaftan elde ettikleri çözünebilir β -glukan lifini farklı konsantrasyonlarda (%0,5, %1, %1,5 ve %2) yağsız yoğurt üretiminde kullanmışlar ve yoğurtların karakteristik özelliklerini β -glukan içermeyen tam yağlı ve yağsız yoğurtlarla karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar, β -glukanın asit üreten bakterilerin fermantasyon aktivitesini artırdığını, dolayısıyla asitlik değerlerinin lif içeren örneklerde daha yüksek olduğunu, sinerezisin kontrol örneklerine oranla daha yüksek düzeyde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. İlâveten β -glukan ilavesinin yoğurtların rengini koyulaştırdığını, sertliğini ve yapışkanlığını artırdığını ifade etmişlerdir.

Fernandez-Garcia and McGregor (1997) farklı kaynaklardan (soya, pirinç, yulaf, mısır ve şeker pancarı) elde ettikleri çözünmez liflerle ürettikleri sade yoğurtlarda, ilave

edilen tüm liflerin fermentasyon süresini kısalttığını, soya ve şeker pancarı lifi dışındaki liflerin viskozite değerlerini artırdığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar genel olarak lif ilavesinin tat ve tekstür puanlarını düşürdüğünü, yulaf lifi dışındaki liflerin tahılımsı tada ve kumlu bir tekstüre neden olduğunu belirtmişlerdir.

Özcan and Kurtuldu (2014) arpa ve yulaftan elde edilen β -glukanı probiyotik yoğurt üretiminde kullanmışlar ve β -glukanın probiyotik bakterilerin canlılığı ile depolama süresince bazı kalite özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Kullanılan her iki lifin de prebiyotik olarak *B.bifidum*'un gelişimini teşvik ettiğini ve depolama süresince *B.bifidum*'un canlılığını terapötik etki sağlayacağı düzeyde (>7 log kob/g) koruduğunu, özellikle arpadan elde edilen β -glukanın sinerezisi azalttığını, ilave edilen liflerin L (beyazlık/siyahlık) değerlerini düşürdüğünü, buna karşılık b (sarı/mavi) değerlerini artırdığını bildirmişlerdir. Sonuç olarak β -glukanın tahıl bazlı fonksiyonel bir süt ürününün geliştirilmesinde başarıyla kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Yedikardaş (2010), farklı yağ oranlarına (%0,3, %1, %1,9 ve %2,9) sahip çiğ inek sütlerine %2 oranında kayısı lifi ve yoğurt kültürlerine ek olarak *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* bakterilerinin ilavesiyle ürettiği probiyotik yoğurtların 14 günlük depolama süresince bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerini araştırmıştır. Araştırmacı yoğurtların toplam kurumadde miktarlarının yağ miktarları ile birlikte artış gösterdiğini, %0,3 yağ oranına sahip yoğurdun kalori değeri %2,9 yağlı yoğurda oranla %28 daha düşük olduğunu, yağ oranının artışına paralel olarak pıhtı sıklığının arttığını, serum ayrılması değerlerinde ise azalma olduğunu tespit etmiştir.

Garcia-Perez *et al.* (2005) farklı partikül büyüklüğündeki (0,417– 0,701 mm ve 0,701– 0,991 mm) ve konsantrasyondaki (%0, %0,6, % 0,8, %1,0) portakal lifi ilavesinin fermentasyon sırasında ve soğukta depolama süresince yoğurtların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, partikül büyüklüğünün yoğurtların bileşimini, pH sını, sinerezis oluşumunu, renk değerlerini ve duyuşal özelliklerini etkilemediğini, fermentasyon sırasında özellikle b değerlerinde artma

olduğunu bildirmişlerdir. Depolama sırasında lif konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak L değerlerinin azaldığını, a ve b değerlerinin ise arttığını ve özellikle %1 oranında portakal lifi içeren yoğurtlarda sinerezisin daha az düzeyde gerçekleştiğini tespit etmişlerdir.

Damian (2013) inulin ve elma lifi ilavesiyle üretilen yoğurtlarda, her iki lif ilavesinin yoğurtların viskozite değerlerini artırdığını, en düşük sinerezisin kontrol örneğinde gerçekleştiğini, elma lifi ilavesinin L değerlerini azalttığını, buna karşılık a ve b değerlerinde artışa neden olduğunu ve duyuşal açıdan elma lifi içeren örneklerde yoğun elma tadının ve kokusunun hissedilmesi nedeniyle tercih edilmediğini bildirmiştir.

Crispin-Isidro *et al.* (2014) farklı konsantrasyonlarda inulin ve fruktan (20g/L, 40g/L ve 60g/L) ilavesiyle ürettikleri az yağlı yoğurtların mikroyapılarını, reolojik ve duyuşal özelliklerini tam yağlı kontrol örneği ile karşılaştırmışlardır. SEM görüntülerinden fruktan ve inülin ilave edilen örneklerin kontrol örneğinden farklı protein ağına sahip olduğunu, fruktan içeren örneklerin kazein misellerini kapladığını, inülin içeren örneklerde ise jelleşmiş ikincil yapıların oluştuğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar 40 g/L inülin ve 60g/L fruktan içeren örneklerin kıvam, aroma ve genel kabul edilebilirlik gibi duyuşal özellikler açısından daha fazla beğenildiğini ifade etmişlerdir.

Baladura (2011) farklı konsantrasyonlarda (%1, %2 ve %3) bambu, elma ve buğday lifi ilavesiyle ürettiği süzme yoğurtların 21 günlük depolama süresince bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerinin araştırmıştır. Araştırmacı kullanılan diyet liflerinin yoğurtların kurumadde, asitlik ve pH değerlerini önemli düzeyde etkilemediğini, artan lif konsantrasyonuna bağlı olarak yoğurtların randıman değerlerinin arttığını, renk değerlendirmesinde buğday lifli süzme yoğurtlara göre elma lifi içeren yoğurtların L, a ve b değerlerinde farklılıkların olduğunu bildirmiştir. Yapılan duyuşal analizler sonucunda bambu ve buğday lifi içeren yoğurtların kabul edilebilir düzeyde beğenildiğini, buna karşılık baskın tadı ve keskin kokusundan dolayı elma lifli yoğurtların tercih edilmediğini ifade etmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Yoğurt örneklerinin üretiminde, Leben Gıda Süt Ürünleri İşletmesinden temin edilen duyusal ve teknolojik özellikleri yoğurt yapımına uygun yağ oranı %1,55 standardize edilmiş inek sütü kullanılmıştır. Yoğurt üretiminde kullanılan *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* bakterilerini içeren DVS kültür Chr. Hansen A.Ş. (İstanbul)'den temin edilmiştir. Yoğurda işlenecek sütlerin kurumadde artırımı için İzi Süt ve Gıda Mamülleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. (Konya) tarafından üretilen yağsız süttezu kullanılmıştır. Lif üretiminde kullanılan balkabağı ise Erzurum piyasasından temin edilmiş ve Atatürk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Süt ve Süt Ürünleri Analiz Laboratuvarında lif haline getirilmiştir. Araştırma materyali olan az yağlı yoğurtlar, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü'nde üretilmiştir

3.2. Yöntem

3.2.1. Balkabağı lifinin üretimi

Balkabağının kabukları soyularak uzaklaştırılmış ve dilimlendikten sonra katı meyve sıkacağından geçirilerek posa haline getirilmiştir. Ardından posa 1:1 oranında distile edilmiş su ile sürekli karıştırılarak yıkanmıştır. Su süzülerek uzaklaştırılmış ve 60°C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutulan lif, laboratuvar tip değirmenden geçirilerek toz haline getirilmiş ve kuru toz halinde kullanılmıştır (de Escalada *et al.* 2007). Toz haline getirilen balkabağı lifi yoğurt üretiminde kullanılıncaya kadar -18°C'de saklanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Yoğurt üretiminde kullanılan balkabağı lifi

3.2.2. Balkabağı lifinde yapılan fiziksel ve kimyasal analizler

3.2.2.a. Kurumadde oranı

Balkabağı lifinde kurumadde tayini için 3 g lif tartılmış ve $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Elde edilen değerlerden hesapla % kurumadde miktarı bulunmuştur (Martinez *et al.* 2012).

3.2.2.b. Protein oranı

Protein miktarı, yaş yakmaya tabi tutulan örneklerde mikro Kjeldahl yöntemi ile bulunan azot miktarının 6,25 faktörü ile çarpılması sonucu hesaplanmış ve % olarak ifade edilmiştir (Chantaro *et al.* 2008).

3.2.2.c. pH

Balkabağı lifinin pH değeri Mettler Toledo (Seven Compact™ S220) marka dijital pH metre kullanılarak belirlenmiştir (Dirim and Çalışkan 2012).

3.2.2.d. Renk

Balkabağı lifinde renk analizi Chroma Meter (model CR-5, Konica Minolta, Osaka, Japonya) kullanılarak yapılmış, ölçüm öncesinde kalibrasyon plakasıyla kalibre edilmiş ve sonuçlar L (beyazlık/siyahlık), a (kırmızı/yeşil), b (sarı/mavi) parametrelerine göre değerlendirilmiştir (Trigueros *et al.* 2011).

3.2.2.e. Su bağlama kapasitesi

Balkabağı lifinde su bağlama kapasitesi tayini için, 1 g lif örneği santrifüj tüpüne tartılmış ve üzerine 30 ml distile su ilave edilerek 1 d süreyle vortekslenmiştir. Oda sıcaklığında 18 saat bekletildikten sonra, 3000x g'de 20 d süre ile santrifüj (Hettich Rotina 420 R, Tuttlingen, Almanya) edilmiştir. Ardından sıvı kısım uzaklaştırılarak kalıntı tartılmış (A) ve 105°C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur (B). Su bağlama kapasitesi aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Chantaro *et al.* 2008).

$$\text{Su bağlama kapasitesi (g su/g lif)} = \frac{A-B}{B}$$

3.2.2.f. Yağ bağlama kapasitesi

Yağ bağlama kapasitesi tayini için, santrifüj tüpüne 1 g lif örneğinden tartılmış, üzerine 30 ml ayçiçeği yağı ilave edilmiş, 1 d süre ile vortekslenerek (IKA, Almanya) homojen hale getirilmiştir. Karışım oda sıcaklığında 18 saat süreyle bekletilmiş ve ardından 3000xg'de 20 d santrifüj (Hettich Rotina 420 R, Tuttlingen, Almanya) edilmiştir.

Süpernatant uzaklaştırılmış ve kalıntı tartılarak yağ bağlama kapasitesi g yağ/g lif olarak ifade edilmiştir (Crizel *et al.* 2013).

3.2.2.g. Şişme kapasitesi

Şişme kapasitesi tayini için, 0,200 g örnek hassas şekilde derecelendirilmiş tüpe tartılmış ve üzerine 10 ml distile su ilave edilmiştir. Ardından 25°C’de 18 saat süreyle bekletilmiş ve lifin ulaştığı son hacim kaydedilmiştir. Şişme kapasitesi aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (de Escalada Pla *et al.* 2007).

$$\text{Şişme kapasitesi (ml/g)} = \frac{\text{Ulaşılan son hacim}}{\text{Örnek ağırlığı}}$$

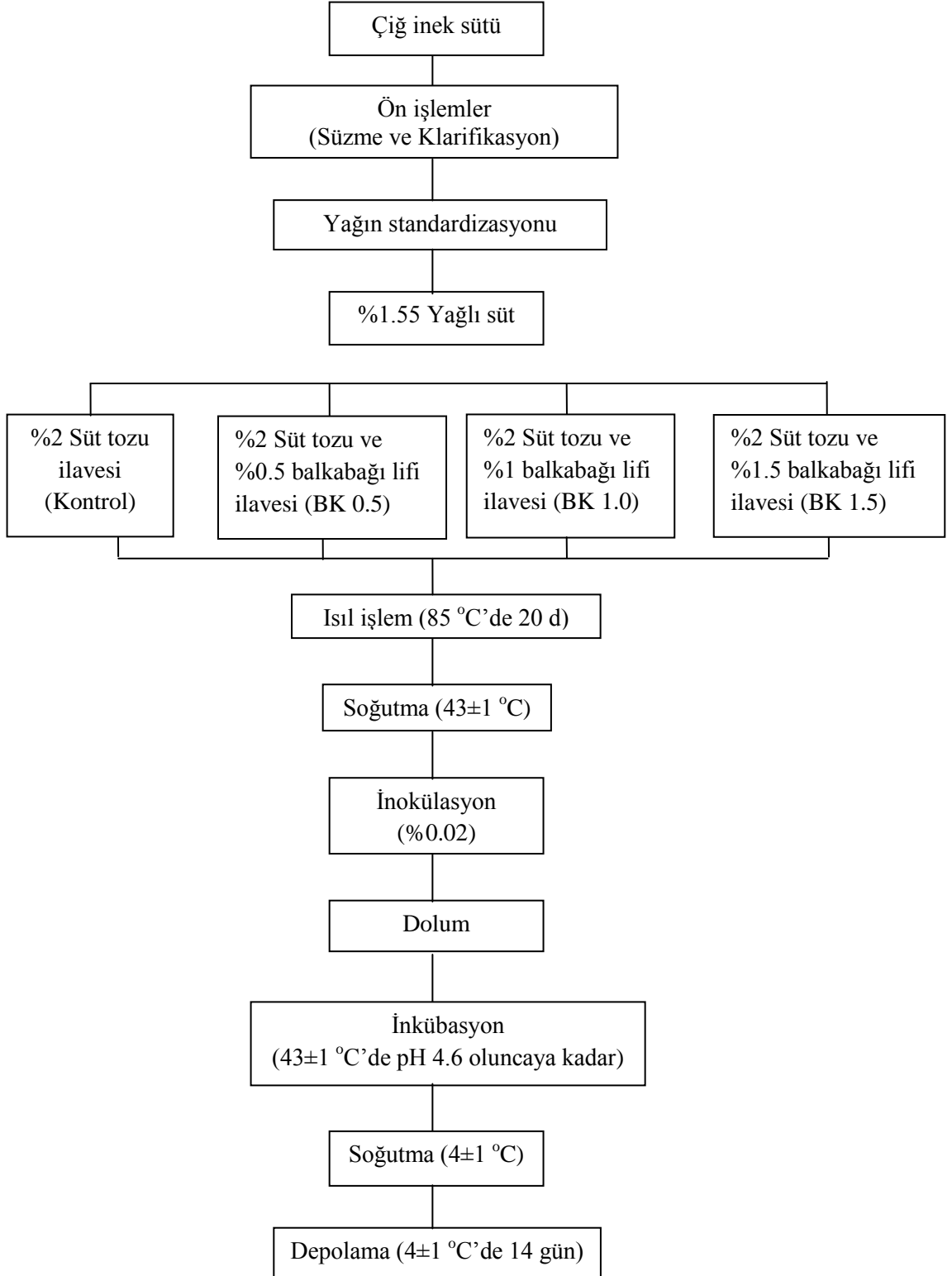
3.2.3. Yoğurt üretiminde kullanılan sütte yapılan fiziksel ve kimyasal analizler

Yoğurt üretiminde kullanılan sütte kurumadde tayini belirli miktardaki örneğin 105±2°C’de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulması ile gravimetrik olarak, yağ miktarı süt bütirometresi kullanılarak Gerber yöntemiyle, protein miktarı ise mikrokjeldahl yöntemiyle azot miktarlarının saptanması ve 6,38 faktörü ile çarpılmasıyla belirlenmiştir. Asitlik değeri sütün ayarlı 0,1 N NaOH ile titre edilmesiyle, pH değeri ise Mettler Toledo (Seven Compact™ S220) marka dijital pH metre kullanılarak tespit edilmiştir (Kurt vd 2007).

3.2.4. Deneme yoğurt örneklerinin üretimi

Deneme yoğurt örneklerinin üretimi için yağ oranı %1,55’e standardize edilen çiğ süt 4 gruba ayrılmış ve her bir gruba %2 oranında yağsız süttozu ilave edilmiştir. Birinci grup süt kontrol grubu olarak kabul edilmiş ve herhangi bir lif ilavesi yapılmamıştır. İkinci, üçüncü ve dördüncü grup sütlere ise sırasıyla %0,5, %1,0 ve %1,5 oranında balkabağı lifi ilave edilmiş ve Ultra-Turrax blender (IKA Werck Tp 18-10 20,000 Upm) ile

karıştırılarak homojen hale getirilmiştir. Daha sonra 85°C’de 20 d ısıtma işlemi tabii tutulmuş ve ısıtma işlemi takiben 43°C’ye soğutulmuştur. Soğutulmuş sütler %0,025 oranında yoğurt kültürü (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*)’nden ilave edilmiş ve 150 ml steril cam kavanozlara dolmuştur. Dolmuş kavanozlar 43±1°C’de pH 4,6’ya ulaşmaya kadar inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra yoğurtlar hızla soğutulmuş buzdolabı koşullarında 4±1°C’de 14 gün süreyle depolanmıştır. Yoğurt örneklerinin bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu özellikleri depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde analiz edilmiştir. Deneme yoğurt örneklerinin üretim akım şeması Şekil 3.2’de, yoğurt örneklerine ait görüntüler ise Şekil 3.3’de görülmektedir.



Şekil 3.2. Yoğurt örneklerinin üretim akım şeması



Şekil 3.3. Kontrol ve balkabağı lifi içeren yoğurt örnekleri

3.2.5. Yoğurt örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analizler

3.2.5.a. Kurumadde oranı

Temiz kurutma kapları, kurutma dolabında 100°C'de bir saat tutulduktan sonra desikatörde soğutulmuş, darası alınmış ve içerisine iyice karıştırılmış yoğurt örneğinden 5 g kadar tartılmıştır. Örnekler 105°C sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş, desikatörde oda sıcaklığına soğutulduktan sonra elde edilen değerlerden hesapla % kurumadde miktarı belirlenmiştir (Kurt vd 2007).

3.2.5.b. Yağ oranı

Yoğurt örneklerinin yağ miktarları 10 g yoğurt örneği üzerine 10 ml saf su katılarak 1:1 oranında sulandırıldıktan sonra Gerber yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bütirometreden okunan değer 2 ile çarpılarak % yağ miktarı tespit edilmiştir (Kurt vd 2007).

3.2.5.c. Protein oranı

Yoğurt örneklerinin protein miktarları, yaş yakmaya tabi tutulan örneklerde mikro Kjeldahl yöntemi ile bulunan azot miktarının 6,38 faktörü ile çarpılması sonucu hesaplanmış ve % olarak ifade edilmiştir (IDF 1993).

3.2.5.d. Titrasyon asitliği

Titrasyon asitliği tayini için, homojen hale getirilen örneklerden 9 g tartılarak birkaç damla fenolftaleyn indikatöründen damlatılmış ve 0,1 N NaOH çözeltisi ile hafif pembe renk elde edilinceye kadar titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan 0,1 N NaOH miktarı formülde yerine konularak laktik asit cinsinden % asitlik hesap edilmiştir (Kurt vd 2007).

$$\% \text{Asitlik} = \frac{H \times 0,009}{Y} \times 100$$

H: Titrasyonda harcanan 0,1 N NaOH çözeltisi (ml)

Y: Örnek miktarı (9 g)

3.2.5.e. pH

Yoğurt örneklerinin pH analizi Mettler Toledo (Seven Compact™ S220) marka dijital pH metre kullanılarak tespit edilmiştir. Analiz öncesi pH metre standart çözeltiler kullanılarak pH 4 ve 7 olarak kalibre edilmiştir.

3.2.5.f. Sinerezis

Yoğurt örneklerinde sinerezis analizi Atamer ve Sezgin (1986) tarafından modifiye edilmiş metot kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla, 25 g yoğurt örneği 4±1°C'de 2

saat süreyle kaba filtre kağıdından süzölmüş ve elde edilen süzöntü miktarı volumetrik olarak ölçölmüşür.

3.2.5.g. Su tutma kapasitesi

Su tutma kapasitesi tayini için, 20 g yoğurt örneği santriföj töpüne tartılmış ve tüpler 5000xg'de 4°C'de 20 d süre ile santriföj (Hettich Rotina 420 R, Tuttlingen, Almanya) edilmiştir. Ardından sıvı kısım uzaklaştırılmış ve kalıntı kısım tartılmıştır. Su tutma kapasitesi aşğıdaki formöl kullanılarak hesaplanmıştır (Bhullar *et al.* 2002; Arslan and Özel 2012).

$$\% \text{Su Tutma Kapasitesi} = \frac{\text{Kalıntı ağırlığı}}{\text{Örnek ağırlığı}} \times 100$$

3.2.6.h. Viskozite

Yoğurt örneklerinin viskozite değerleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Faköltesi Gıda Mühendisliği Bölümünde bulunan Brookfield DV II Pro+ Viskosimeter (Brookfield DV II, Brookfield Mühendislik Laboratuar A.Ş., Stoughton, USA) cihazı kullanılarak ölçölmüşür. Analiz öncesi örnekler, 20 defa (10 kez sağa, 10 kez sola) karıştırılmış ve 20 rpm'de ölçüm yapılarak, sonuçlar "Centipoise (cP)" cinsinden verilmiştir (Aryana *et al.* 2007; Laleli 2011).

3.2.6. Yoğurt örneklerinde renk analizi

Yoğurt örneklerinde renk analizi 3.2.2.d.'de belirtildiği şekilde Trigueros *et al.* (2011) tarafından belirtilen metot kullanılarak yapılmıştır.

3.2.7. Yoğurt örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizler

3.2.7.a. Örneklerin hazırlanması

Homojen hale getirilen 10 g yoğurt örneği 90 ml steril fizyolojik tuzlu su (%0,85 NaCl çözeltisi) içerisine alınarak iyice karıştırılmış ve böylece 10^{-1} 'lik dilüsyonlar hazırlanmıştır. Diğer dilüsyonların hazırlanmasında ise steril pipetler kullanılarak ilk dilüsyondan 1 ml alınmış ve içerisinde 9 ml steril dilüsyon sıvısı bulunan tüplere aktarılmıştır. İşleme 10^{-8} 'lik dilüsyona ulaşılmıncaya kadar devam edilmiştir (Chouchouli *et al.* 2013).

3.2.7.b. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayımı

Yoğurt örneklerinde *L. bulgaricus* sayısının belirlenmesinde pH'sı 5,4'e ayarlanmış MRS agar besiyeri kullanılmıştır. Steril edilmiş MRS (Merck) agar ile uygun dilüsyonlardan 1 ml dökme plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. Petri kutuları anaerobik ortamda $43\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 3 gün inkübe edilmiş ve koloni içeren petriyerler sayılmıştır (Dave and Shah 1997).

3.2.7.c. *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* sayımı

Yoğurt örneklerinde *S. thermophilus* sayısının belirlenmesinde M-17 agar (Oxoid) besiyeri kullanılmıştır. Bu amaçla steril edilmiş M-17 agar'a uygun dilüsyonlardan 1 ml dökme plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. Petri kutuları aerobik ortamda $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 48 saat inkübe edilmiş ve koloni içeren petriyerler sayılmıştır (Espirito Santo *et al.* 2012a).

3.2.8. Yoğurt örneklerinin mikroyapısının belirlenmesi

Yoğurt örneklerinin mikroyapısı SEM (Scanning Electron Microscope) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla örneklerden 0,3 g tartılarak eşit miktarda %3'lük

agar solüsyonu ile 47°C’de karıştırılmış ve oda sıcaklığına soğutularak katılaşması sağlanmıştır. Jelleşen örnekler 1x1x10 mm büyüklüğünde parçalar halinde kesilmiş ve %2,5 glutaraldehit solüsyonu içinde (1 M fosfat tamponu kullanılarak hazırlanmış, 7,2 pH) bir gece bekletilmiştir. Daha sonra fosfat tamponu ile 6 kez yıkanmış, % 20, 40, 60, 80, 95 ve 100 etanol serisinde 30 d süre ile tutulmuştur. Ardından örnekler kritik nokta kurutucuda (model K850: Quorum Technologies Ltd., Sussex, UK) kurutulmuş ve alüminyum taslaklar üzerine yapıştırılmıştır. Küp şeklindeki parçacıklar ince tabaka halinde paladyum-altın karışımı ile kaplanmış ve SEM (LEO, EVO 40; Carl Zeiss SMT GmbH, Oberkochen, Germany) kullanılarak görüntülenmiştir. Ölçümler 20 kV’da gerçekleştirilmiş ve görüntüler 7.500 ve 30.000 büyütme derecesi ile kaydedilmiştir (Akalin *et al.* 2012).

3.2.9. Yoğurt örneklerinde yapılan duyu analizler

Deneme yoğurt örneklerinin duyu değerlendirilmesinde Bodyfelt *et al.* (1988) belirtilen kriterler dikkate alınarak hazırlanan çizelge kullanılmıştır (Çizelge 3.1). Duyu analizler Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanlarından oluşan 8 kişilik bir panelist grubu tarafından depolamanın 1.,7. ve 14. günlerinde yapılmıştır. Yoğurt örnekleri üç basamaklı sayılarla kodlanmış ve +10°C’de iken panelistlere sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Deneme yoğurt örneklerinin duyu değerlendirilmesinde kullanılan skala örneği (Tam Puan=9)

Panelistin Adı Soyadı:	Çok iyi (9-8)	İyi (7-6)	Orta (5-4-3)	İyi değil (2-1)
Örnek Kodu:				
Değerlendirilen Özellikler				
Renk ve Görünüş				
Koku				
Lezzet				
Yapı ve Tekstür				
Su Salma				
Genel Kabul Edilebilirlik				

Belirtmek istediğiniz husus:.....

3.2.10. İstatistiki analizler

Araştırma, 4 farklı oranda balkabağı ilavesi (K, BK 0.5, BK 1.0 ve BK 1.5), 3 farklı depolama süresi (1., 7. ve 14. gün) ve 2 tekerrür olmak üzere faktöriyel düzende Tam Şansa Bağlı Deneme Planına göre kurulmuş ve yürütölmüştür. Sonuçlar SPSS for Windows Release ver. 13.0.1 paket programında varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan ortalamalara Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Yoğurt Örneklerinin Üretiminde Kullanılan Çiğ Sütün Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ sütün bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ sütün bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Fiziksel ve Kimyasal Özellikler	Çiğ Süt
Kurumadde (%)	10,44
Yağ (%)	1,55
Protein (%)	3,43
Titrasyon asitliği (%)	0,17
pH	6,59

4.2. Yoğurt Örneklerinin Üretiminde Kullanılan Balkabağı Lifinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Yoğurt üretiminde kullanılan balkabağı lifinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Yoğurt üretiminde kullanılan balkabağı lifinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Fiziksel ve Kimyasal Özellikler	Balkabağı Lifi
Kurumadde (%)	95,07
Protein (%)	5,71
pH	6,42
Su bağlama kapasitesi (g su/g lif)	16,77
Yağ bağlama kapasitesi (g yağ/g lif)	3,12
Şişme kapasitesi (ml su/g lif)	27,16
Renk	
L (beyazlık/siyahlık)	82,43
a (kırmızı/yeşil)	5,40
b (sarı/mavi)	39,63

Diyet lifinin sağlık ve beslenme üzerindeki olumlu etkilerinin yanı sıra; teknolojik açıdan da önemli etkilerinin bulunduğu, su bağlama, yağ bağlama, çözünürlük, şişme gibi karakteristikleri nedeniyle gıdalara bazı fonksiyonel özellikler kazandırdıkları bilinmektedir. Söz konusu özellikler diyet lifinin bir ingrediyeht olarak gıdalarda kullanılabilirliğinin belirlenmesi açısından önem taşımaktadır. Yüksek oranda yağ bağlama kapasitesine sahip lifler yağlı gıdalarda ve emülsiyonlarda stabilizasyonun sağlanmasında etkili olurken, su bağlama kapasitesi yüksek olan lifler ise sinerezisin önlenmesinde, tekstür ve viskozitenin artırılmasında etkili olmaktadır (Elleuch *et al.* 2011). Bu nedenle araştırmada kullanılan balkabağı lifinin az yağlı yoğurdun viskozitesi, sinerezis oluşumu ile mikroyapısı üzerindeki etkilerinin belirlenebilmesi açısından, bazı teknolojik özelliklerinin tespiti önem taşımaktadır.

Araştırmada kullanılan balkabağı lifine ait kurumadde oranı %95,07, protein oranı ise %5,71 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde de Escalada Pla *et al.* (2007) balkabağı pulpundan ürettikleri lifde kurumadde oranını %91,7; protein oranını ise %6,2 olarak tespit etmişlerdir. Yapılan başka bir araştırmada liyofilizasyon yöntemiyle üretilen balkabağı tozunda kurumadde miktarı %96,07 olarak belirlenmiştir (Dirim and Çalışkan 2012).

Su bağlama kapasitesi; genelde santrifüjleme olmak üzere bir dış kuvvet uygulandıktan sonra life bağlı kalan suyun miktarı olarak tanımlanmaktadır. Balkabağı lifinin su bağlama kapasitesi 16,77 g su/g lif, yağ bağlama kapasitesi ise 3,12 g yağ/g lif olarak belirlenmiştir. Bu araştırmada belirlenen su bağlama kapasitesi de Escalada Pla *et al.* (2007) tarafından balkabağı lifinde (23,00 g su/g lif), Chantaro *et al.* (2008) tarafından havuç lifinde (12,40-19,63 g su/g lif) belirlenen değerlerle benzer, Crizel *et al.* (2013) tarafından portakal lifinde (8,71-9,63 g su /g lif), Figuerola *et al.* (2005) tarafından elma lifinde (1,62-1,87 g su/g lif) bulunan değerlerden ise yüksek bulunmuştur. Farklı kaynaklardan üretilen meyve ve sebze lifleri ile karşılaştırıldığında balkabağı lifinin su bağlama kapasitesinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Yüksek su bağlama kapasitesinin genel olarak çözünür lif fraksiyonu ile ilgili olduğu, yüksek oranda pektik maddelerin bu duruma neden olabileceği bildirilmiştir (Griguelmo-Miguel and Martin-

Belloso 1999; Chantaro *et al.* 2008). Balkabağı lifinde belirlenen yüksek su tutma kapasitesinin de içerdığı pektik maddelerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim balkabağının pektin bakımından zengin bir kaynak olduğu, balkabağından elde edilen pektinin gıda sanayinde geniş bir kullanım alanı bulduğu bildirilmiştir (Zhou *et al.* 2014; Aydın and Göçmen 2015).

Şişme kapasitesi, lif matriksinin ne kadar su absorbladığını gösteren bir parametre olup, diyet lifinin önemli teknolojik özellikleri arasında yer almaktadır. Araştırmada kullanılan balkabağı lifinin şişme kapasitesi 27,16 ml su/g lif olarak belirlenmiş ve de Escalada Pla *et al.* (2007) tarafından balkabağı lifinde (25,02 ml su/g lif), Chantaro *et al.* (2008) tarafından havuç lifinde (18,81-23,97 ml su/g lif) belirlenen değerlerle benzer bulunmuştur. Buna karşılık, Figuerola *et al.* (2005) tarafından elma lifinde (6,59-8,27 ml su/g lif), Raghavendra *et al.* (2006) tarafından hindistan cevizi lifinde (17,00-20,00 ml su/g lif), Gomez-Ordenez *et al.* (2010) tarafından su yosunu liflerinde (7,20-11,43 ml su/g lif) belirlenen değerlerden ise yüksek bulunmuştur. Yüksek su tutma kapasitesinin çözünebilir diyet lifi ile özellikle de pektin içeriği ile ilgili olduğu, bununla birlikte hidrasyon özelliklerinin lifte bulunan polisakkaritlerin kimyasal yapısı, partikül büyüklüğü, iyonik güç, pH, sıcaklık gibi parametrelerden de etkilenebileceği bildirilmiştir (Elleuch *et al.* 2011; Lopez-Vargas *et al.* 2013).

Renk; kurutulmuş ürünlerin kalitesini etkileyen en önemli parametrelerden biri olup, kurutma sıcaklığı ve süresine bağlı olarak maillard reaksiyonu gibi enzimatik olmayan reaksiyonların oluşumuna neden olabilmektedir. Aynı zamanda renk tüketiciler tarafından gıda maddelerinin tercih edilmesinde önemli rol oynamaktadır. Her ne kadar diyet lifinin gıdalarda kullanımının sağlık ve beslenme açısından olumlu etkileri olsa da, renk ve görünüş olarak kabul görmeyen bir ürünün pazarlanması son derece güçtür. Bu nedenle balkabağı lifine ait renk parametrelerinin analiz edilerek değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi balkabağı lifine ait L değeri 82,43, a değeri 5,40 ve b değeri 39,63 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlardan balkabağı lifinde özellikle b (sarılık)

değerlerinin oldukça yüksek olduğu görülmekte ve bu durumun da balkabağının orijinal renginden kaynakladığı düşünülmektedir (Şekil 3.1). Benzer şekilde Aydın and Göçmen (2015) iki farklı kurutma (kurutma fırını ve liyofilizasyon) yöntemi kullanarak ürettikleri balkabağı tozunda L değerlerini sırasıyla 77,38 ile 88,36 olarak, a değerlerini 3,32 ile 10,22, b değerlerini ise 50,63 ile 56,79 olarak tespit etmişlerdir. Que *et al.* (2008) kuru hava sıcaklığında ve liyofilize ederek kuruttukları balkabağı tozunda L değerlerini sırasıyla 61,83 ile 80,15, a değerlerini 11,12 ile 13,43, b değerlerini 41,87 ile 48,63 olarak belirlemişlerdir. Her iki araştırma sonuçlarından da kuru havada kurutmanın özellikle L değerlerinde azalmaya yol açtığı ve bu durumun kurutma sırasında esmerleşme reaksiyonlarının oluşumundan kaynaklandığı bildirilmiştir. Bu araştırma kapsamında balkabağı posası kurutma öncesinde yıkama işlemine tabi tutulmuş, dolayısıyla şekerlerin uzaklaştırılması sağlanmış ve böylece lifin kararması önlenmiştir. Bu durum L değerlerinin söz konusu araştırmalarda belirlenen değerlerden daha yüksek olmasının nedeni olarak görülebilir.

4.3. Yoğurt Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Yoğurt örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.3’de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.4’de toplu olarak verilmiştir. Yoğurt örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait korelasyon değerleri ise Çizelge 4.5’te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Yoğurt örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ve standart sapmaları*

Yoğurt Örnekleri	Depolama Süresi (Gün)	Kurumadde (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Asitlik (%)	pH	Sinerezis (ml/25g)	Su Tutma Kapasitesi (%)	Viskozite (20 rpm) (cP)
Kontrol (K)	1	13,56±0,34	4,81±0,04	1,68±0,08	1,174±0,10	4,22±0,08	7,00±0,00	47,13±1,19	6802,00±318,69
	7	13,16±0,13	4,79±0,56	1,71±0,08	1,205±0,02	4,05±0,04	6,95±0,10	48,15±0,64	7476,00±527,69
	14	13,05±0,14	4,43±0,09	1,73±0,07	1,231±0,03	4,07±0,02	7,12±0,25	42,65±1,69	7683,50±374,70
%0.5 Balkabağı Lifi İlavesi (BK 0.5)	1	14,34±0,30	4,83±0,45	1,75±0,07	1,182±0,00	4,20±0,10	5,57±0,39	48,71±1,72	7816,75±846,81
	7	14,20±0,33	4,81±0,12	1,76±0,04	1,217±0,20	4,14±0,06	5,15±0,17	53,55±1,22	10398,50±204,95
	14	14,01±0,28	4,70±0,11	1,77±0,06	1,247±0,17	4,02±0,06	4,02±0,60	54,67±4,33	11995,50±611,41
%1.0 Balkabağı Lifi İlavesi (BK 1.0)	1	15,09±0,53	4,64±0,18	1,72±0,06	1,183±0,00	4,19±0,12	3,10±0,23	51,40±0,31	11814,50±224,58
	7	15,19±0,33	4,73±0,36	1,75±0,07	1,238±0,02	4,06±0,04	3,00±0,14	55,04±0,60	15069,00±203,22
	14	14,87±0,15	4,73±0,06	1,75±0,05	1,294±0,04	4,02±0,07	2,75±0,55	57,00±0,50	15469,25±1041,53
%1.5 Balkabağı Lifi İlavesi (BK 1.5)	1	15,37±0,09	4,58±0,18	1,73±0,07	1,185±0,15	4,21±0,09	2,90±0,27	55,76±1,62	13413,00±1372,93
	7	15,23±0,28	4,68±0,26	1,76±0,04	1,235±0,05	4,13±0,03	2,65±0,36	55,64±1,73	14934,00±465,34
	14	15,16±0,21	4,87±0,07	1,77±0,06	1,284±0,08	4,01±0,05	2,27±0,63	58,86±0,48	16479,50±199,18
En düşük		13,05	4,43	1,68	1,174	4,01	2,27	42,65	6802,00
En yüksek		15,37	4,87	1,77	1,294	4,22	7,12	58,86	16479,50

*Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır.

Çizelge 4.4. Yoğurt örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	Kurumadde (F)	Protein (F)	Yağ (F)	Asitlik (F)	pH (F)	Sinerezis (F)	Su Tutma Kapasitesi (F)	Viskozite 20 rpm (F)
Lif İlavesi (A)	3	120,444**	0,368	1,319	6,222**	0,463	370,173**	98,077**	368,485**
Depolama Süresi (B)	2	4,867*	0,288	1,033	52,416**	22,128**	11,037**	13,563**	87,453**
AxB	6	0,566	1,340	0,041	1,337	1,028	4,051**	8,945**	6,343**
Hata	36								
Genel	48								

*P<0,05 düzeyinde önemli **P<0,01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.5. Yoğurt örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait korelasyon değerleri

	Kurumadde	Protein	Yağ	Asitlik	pH	Sinerezis	Su Tutma Kapasitesi
Protein	0,037						
Yağ	0,107	0,037					
Asitlik	0,187	0,037	0,203				
pH	0,096	- 0,010	- 0,236	- 0,564**			
Sinerezis	- 0,882**	- 0,051	- 0,251	- 0,439**	0,183		
Su Tutma Kapasitesi	0,738**	0,186	0,263	0,478**	- 0,273	- 0,876**	
Viskozite (20 rpm)	0,794**	0,035	0,275	0,589**	- 0,336*	- 0,936**	0,883**

*P<0,05 düzeyinde önemli **P<0,01 düzeyinde önemli

4.3.1. Kurumadde

Yoğurt örneklerine ait kurumadde oranlarının depolama süresince değişimi Çizelge 4.3'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.4'de verilmiştir. Yoğurt örneklerine ait en düşük kurumadde oranı (%13,05) lif içermeyen kontrol örneğinde (K) depolamanın 14. gününde, en yüksek kurumadde oranı ise (%15,37) %1,5 balkabağı lifi içeren yoğurt örneğinde (BK 1.5) depolamanın 1. gününde tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, yoğurt örneklerinin kurumadde miktarları üzerine lif ilavesinin etkisi $p < 0,01$ düzeyinde, depolama süresinin etkisi ise $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Lif ilavesi x depolama süresi interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.4). Yoğurt örneklerinin lif ilavesine ait kurumadde ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6'da, depolama sürelerine ait ortalamalar ise Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Yoğurt örneklerinin kurumadde değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	n	Kurumadde (%)*
K	12	13,25±0,30 ^a
BK 0.5	12	14,18±0,31 ^b
BK 1.0	12	15,05±0,36 ^c
BK 1.5	12	15,26±0,21 ^c

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, en yüksek kurumadde miktarı %1,5 balkabağı lifi içeren yoğurt örneğinde (BK 1.5) belirlenmiş olup, istatistiksel olarak %1 balkabağı lifi içeren örnekle (BK 1.0) benzer bulunmuştur. Özellikle kontrol örneğinin (K) kurumadde miktarının diğer örneklerle karşılaştırıldığında önemli derece düşük olduğu görülmektedir. Beklendiği üzere lif ilavesi kurumadde değerlerinde artışa neden

olmuş ve lif ilave edilmiş örneklerde konsantrasyondaki artışa bağlı olarak kurumadde değerlerinin de orantılı olarak arttığı belirlenmiştir. Benzer şekilde Ramirez-Santiago *et al.* (2010) istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte, %1 oranında yer elması lifi ilavesinin yoğurtların kurumadde miktarlarını kontrol örneklerine göre artırdığını bildirmişlerdir. Kalender (2014), yapmış olduğu çalışmada süzme yoğurda 3 farklı konsantrasyonda inülin ilave etmiş ve inülin oranı arttıkça süzme yoğurtların kurumadde miktarlarının da arttığını bildirmiştir. Qureshi *et al.* (2012) yulaf lifi ilavesinin yoğurt örneklerinin nem içeriklerini 15 günlük depolama süresince kontrol örneklerine nazaran önemli düzeyde azalttığını ifade etmişlerdir. Srisuvor *et al.* (2013) inülin ve polydekstrozun ilave edilme oranlarına bağlı olarak yoğurtların kurumadde içeriklerini artırdığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.7. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait kurumadde değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	Kurumadde (%)*
1	16	14,59±0,79 ^b
7	16	14,44±0,91 ^{ab}
14	16	14,27±0,86 ^a

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, depolama süresince en yüksek kurumadde değeri depolamanın 1. gününde belirlenmiş, 7. ve 14. günlerinde ise bir miktar azalma olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Öztürk (2013) yoğurt örneklerinde depolamanın başında ortalama %16,70 olan kurumadde değerinin depolamanın 14. gününde %16,42'ye düştüğünü bildirmiştir. Peker (2012) keçiyoynuzu gamı kullanarak ürettiği set tipi yoğurtlarda depolama süresince kurumadde değerlerinin azaldığını ifade etmiştir. Bu çalışmada belirlenen kurumadde değerleri Toksöz (2010) tarafından keten tohumu protein konsantresi ilaveli yoğurtlarda (%14,75-15,44), Yedikardaş (2010) tarafından kayısı lifli yoğurtlarda (%14,10-16,37), Batı (2008) tarafından simplese ve maltrin içeren yoğurtlarda (%12,12-15,24) belirlenen değerlerle benzer, Ünal (2008) tarafından kazeinat ve peyniraltı suyu proteini katkılı yoğurtlarda (%15,50-17,62),

Crispin-Isidro *et al.* (2014) tarafından inülin ve fruktan katkılı yoğurtlarda (%17,40-22,60) belirlenen değerlerden ise düşük bulunmuştur. Bu sonuçlardan çeşitli araştırmalarda belirlenen kurumadde değerlerinin büyük farklılıklar gösterdiği ve bu durumun yoğurt üretiminde kullanılan hammadde, süt kuru maddesinin standardizasyonu için ilave edilen katkı maddeleri ve konsantrasyonları gibi faktörlere bağlı olarak değiştiği düşünülmektedir.

4.3.2. Protein

Yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen protein oranları Çizelge 4.3'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.4'de verilmiştir. Yoğurt örneklerine ait en düşük protein oranı (%4,43) lif içermeyen kontrol örneğinde depolamanın 14. gününde, en yüksek protein miktarı ise (%4,87) %1,5 balkabağı lifi içeren yoğurt örneğinde depolamanın 14. gününde tespit edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda yoğurtların protein oranları üzerine lif ilavesinin, depolama süresinin ve lif ilavesi x depolama süresi interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,01$) (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.3'den balkabağı lifi ilavesinin yoğurt örneklerinin protein oranlarında önemli bir değişikliğe neden olmadığı ve muhafaza süresince yoğurt örneklerinin protein oranlarının sabit seyrettiği görülmektedir. Balkabağı lifinin ağırlıklı olarak karbonhidratlardan oluşması ve protein içeriğinin düşük olması nedeniyle yoğurt örneklerinin protein içerikleri üzerinde önemli etkisinin olmadığı düşünülmektedir. Kalender (2014) farklı oranlarda inülin ilavesinin az yağlı süzme yoğurtların protein oranlarını etkilemediğini ve depolama süresince önemli bir değişim göstermediğini bildirmiştir. Sendra *et al.* (2010) %0,2 den %1'e değişen oranlarda portakal lifi ilavesinin yoğurtların protein oranlarında istatistiki olarak bir değişikliğe neden olmadığını belirtmiştir. Ramirez-Santiago *et al.* (2010) ise yer elması lifi ilavesinin kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında protein oranlarında azalmaya neden olduğunu ifade etmiştir. Bu çalışmada belirlenen protein değerleri Toksöz (2010) tarafından keten tohumu protein konsantresi içeren yoğurtlarla (%4,23-4,63), Yedikardaş (2010)

tarafından kayısı lifi ilaveli yoğurtlarda (%4,17-4,39), Batı (2008) tarafından simplese ve maltrin ilaveli az yağlı yoğurtlarda (%4,56-4,61) belirlenen değerlerle paralellik arz etmektedir.

4.3.3. Yağ

Çizelge 4.3’de yoğurt örneklerine ait yağ oranlarının %1,68 ile %1,77 arasında değiştiği görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonucunda, yoğurtların yağ miktarları üzerine lif ilavesinin, depolama süresinin ve lif ilavesi x depolama süresi intreaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.4). Bu araştırma kapsamında yoğurt yapımı için sütün yağ oranı %1,55’e standardize edilmiş ve yağ oranlarında üretim sırasında az bir miktar artış görülmekle birlikte, depolama süresince örnekler arasında önemli bir farklılık belirlenememiştir. Başka bir deyişle balkabağı lifi ilavesi, örneklerin yağ içeriklerinde herhangi bir değişikliğe yol açmamıştır. Bu durumun balkabağının düşük yağ içerisine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde Crispin-Isidro *et al.* (2014) inülin ve fruktan ilavesinin (20 g/L, 40g /L ve 60g/L) az yağlı yoğurtların yağ oranlarını etkilemediğini bildirmişlerdir. Yedikardaş (2010) kayısı lifi ile üretilen yoğurtlarda lif katkısının yoğurtların yağ oranlarında değişikliğe neden olmadığını ifade etmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2009/25)’ne göre; $\geq 3,8$ süt yağı içeren yoğurtlar tam yağlı, %1,5 ile %2 arasında süt yağı içeren yoğurtlar yarım yağlı, $\leq 0,5$ süt yağı içeren yoğurtlar yağsız yoğurt sınıfına dahil edilmektedir (Anonim 2009). Bu durumda araştırma kapsamında üretilen tüm yoğurt örnekleri yarım yağlı yoğurt sınıfına girmektedir.

4.3.4. Titrasyon asitliği

Titrasyon asitliği; fermente edilmiş süt ürünlerinde hem sütün doğal asitliği hem de bakteriyel faaliyet sonucu oluşan başlıca laktik asit olmak üzere diğer organik asitlerin miktarı hakkında bilgi veren önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir (Sanz *et al.*

2008). Aynı zamanda fermantasyon sırasında belirli sınırlar içinde oluşan laktik asitin yoğurdun kendine has tat ve aromasının oluşmasında etkili olduğu bilinmektedir.

Yoğurt örneklerinde depolama süresince belirlenen % asitlik değerleri Çizelge 4.3’de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.4’de verilmiştir. Yoğurt örneklerine ait en düşük % asitlik değeri (%1,174) lif içermeyen kontrol yoğurdu örneğinde (K) depolamanın 1. gününde, en yüksek % asitlik değeri (%1,294) ise %1 konsantrasyonunda balkabağı lifi içeren yoğurt örneklerinde (BK 1.0) depolamanın 14. gününde tespit edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda, yoğurtların % asitlik değerleri üzerine lif ilavesi ile depolama süresinin etkisi $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunurken, lif ilavesi x depolama süresi interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.4). Farklı oranlarda balkabağı lifi ilavesi ile üretilen yoğurtların % asitlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.8’de, depolama sürelerine ait ortalamalar ise Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Yoğurt örneklerinin asitlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	n	Titrasyon Asitliği (%)*
K	12	1,203±0,03 ^a
BK 0.5	12	1,215±0,03 ^a
BK 1.0	12	1,239±0,05 ^b
BK 1.5	12	1,234±0,04 ^b

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, en düşük ortalama % asitlik değeri lif içermeyen kontrol grubu yoğurt örneğinde (K) belirlenmiş olup, %0,5 balkabağı lifi içeren yoğurt örnekleriyle istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. En yüksek ortalama asitlik değerleri ise %1,0 ve %1,5 konsantrasyonlarında balkabağı lifi içeren örneklerde belirlenmiştir. Çizelge 4.3’de örneklerin asitlik değerleri arasında başlangıçta önemli bir farklılığın olmadığı, depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte özellikle BK1.0 ve BK

1.5 örneklerinde kontrol örneğine oranla biraz daha fazla asitlik gelişiminin olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle balkabağı lifi ilavesinin az miktarda, ancak istatistiksel olarak önemli düzeyde asitlik artışına neden olduğu belirlenmiştir. Bu durumun balkabağı lifinin yoğurt bakterilerinin aktivitesini teşvik etmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim depolama süresince oluşan asitlik gelişiminin laktozun laktik aside dönüşümünün devam etmesi ile ilişkilendirilebileceği, bununla birlikte çözünebilir lif bileşenlerini içeren yoğurtlarda diğer mekanizmaların asitlik artışını teşvik edebileceği bildirilmiştir (Ramirez-Santiago *et al.* 2010). Benzer şekilde Ramirez-Santiago *et al.* (2010) depolamanın başlangıcında yer elması lifi katkılı örnekler ile kontrol örnekleri arasında titrasyon asitliği (84,7-84,3°D) açısından farklılığın bulunmadığını, 14 günlük depolamanın sonunda lif katkılı yoğurtlarda asitlik değerlerinin (90,8-93,0°D) istatistiksel olarak daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Nikoofar *et al.* (2013) β -glukan ilavesinin yağsız set tipi yoğurtların asitlik değerlerinde artışa neden olduğunu ve bu durumun β -glukanın fermentasyon sırasında asetik asit ile propiyonik asit oluşumunu artırmış olmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Sendra *et al.* (2008) portakal lifi ilavesinin fermente sütlerde muhtemelen laktozun laktik aside dönüşümünü hızlandırarak probiyotik bakterilerin gelişimini ve canlılığını artırdığını ifade etmişlerdir. Qureshi *et al.* (2012) yulaf lifi ilavesinin konsantrasyon artışına bağlı olarak yoğurtların asitlik değerlerini depolama süresince artırdığını ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.9. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait asitlik değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	Titrasyon Asitliği (%)*
1	16	1,181±0,01 ^a
7	16	1,224±0,02 ^b
14	16	1,264±0,04 ^c

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan test sonuçlarından, depolamanın başlangıcında %1,181 olan titrasyon asitliğinin depolama süresince arttığı ve depolamanın 14. gününde %1,264'e ulaştığı görülmektedir. Bu durum yoğurt bakterilerinin depolama süresince faaliyetlerine devam etmesine ve asitlik artışına neden olmasına bağlanabilir. Depolama süresince asitlik değerlerindeki artış diğer araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir (Güven *et al.* 2005; Erkaya 2009; Ramirez-Santiago *et al.* 2010; Peker 2012). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre yoğurtta titrasyon asitliğinin %0,6 ile %1,5 arasında olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim 2009). Bu araştırmada belirlenen titrasyon asitliği değerleri belirtilen sınırlar içerisinde yer almaktadır.

4.3.5. pH

Farklı oranlarda balkabağı lifi kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin pH değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişimler Çizelge 4.3'de verilmiştir. Yoğurt örneklerine ait en düşük pH değeri (4,01) %1,5 balkabağı lifi içeren yoğurt örneğinde (BK 1.5) depolamanın 14. gününde, en yüksek pH değeri ise (4,22) lif içermeyen kontrol yoğurdu örneğinde (K) depolamanın 1. gününde tespit edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda yoğurtların pH değerleri üzerine depolama süresinin etkisi $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunurken, lif ilavesi ile lif ilavesi x depolama süresi interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.4). Yoğurt örneklerinin pH değerleri üzerine depolama süreleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Balkabağı lifi ilavesinin yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinde bir miktar artışa neden olduğu, buna karşılık pH değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Nitekim kurumadde düzeyleri, özellikle de protein içerikleri yüksek olan yoğurtlarda tamponlama kapasitelerinin yüksek olması nedeniyle depolama sırasındaki titrasyon asitliklerinde artış meydana geldiği, fakat pH değerlerinde önemli değişimlere neden olmadığı bildirilmiştir (Atamer ve Sezgin 1986; Yılmaz 2006; Erkaya *et al.* 2009). Benzer şekilde Staffolo *et al.* (2004) elma, buğday, bambu ve inulin ilavesi ile ürettikleri yoğurtların pH değerlerinde önemli bir farklılığın

olmadığını bildirmişlerdir. Sendra *et al.* (2010) %0,2 den %1'e kadar portakal lifi ilavesinin yoğurtların pH değerlerinde istatistiksel olarak bir farklılığa yol açmadığını bildirmişlerdir. Srisuvor *et al.* (2013) farklı konsantrasyonlarda inülin ve polydekstoz ilavesinin yoğurt örneklerinin pH'sında değişikliğe neden olmadığını ifade etmişlerdir. Güven *et al.* (2005) inülin ilavesinin az yağlı yoğurtların pH'sını önemli düzeyde etkilemediğini ve bu durumun inülinin yoğurt bakterilerinin aktiviteleri üzerinde olumsuz bir etkisinin olmamasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.10. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait pH değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	pH*
1	16	4,21±0,09 ^c
7	16	4,10±0,06 ^b
14	16	4,03±0,05 ^a

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Çizelge 4.10'da görüldüğü üzere, yoğurt örneklerine ait en yüksek pH değeri depolamanın 1. gününde, en düşük pH değeri ise depolamanın 14. gününde tespit edilmiştir. Yoğurt örneklerinin pH değerlerinde depolama süresince sürekli bir azalmanın olduğu ve bu azalmanın özellikle 7. günde daha belirgin olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Peker (2012), depolamanın ilk günlerinde pH düşüşünün daha hızlı gerçekleştiğini ifade etmiştir. Depolama süresince pH değerlerinde görülen azalmanın laktik asit bakterilerinin laktozu parçalayarak laktik asit oluşturmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Baladura (2011), elma, bambu ve buğday lifi ilave edilerek üretilen süzme yoğurtlarda depolama süresince pH değerlerinin azaldığını bildirmiştir. Peker (2012), farklı konsantrasyonlarda keçiyoynuzu gamı içeren set tipi yoğurtların depolama süresince pH değerlerinin azaldığını belirtmiştir. Batı (2008) simplese ve maltrin yağ ikame maddeleri kullanarak üretmiş olduğu yağsız yoğurtlarda depolama süresince pH değerlerinin azaldığını ifade etmiştir.

4.3.6. Sinerezis

Yoğurtta sinerezis (su salma), yoğurt üretiminde yaygın olarak karşılaşılan ve tüketici tercihini olumsuz yönde etkileyen teknolojik bir kusur olarak kabul edilmektedir. Sinerezis sırasında meydana gelen olaylar net olarak anlaşılammakla birlikte, depolama sırasında görülen su salmaya kazein ağının yeniden düzenlenmesinin neden olduğu düşünülmektedir (van Vliet *et al.* 1997; Ramirez-Santiago *et al.* 2010). Genel olarak su salmanın yoğurt jelindeki ağ yapının zayıflığı nedeniyle serum fazını yeterince tutamamasından kaynaklandığı ve jel yapısının kuvvetlendirilmesi ile sinerezisin azaltılabileceği bildirilmiştir (Prasanna *et al.* 2013). Sütün protein içeriği başta olmak üzere, kurumadde içeriği, homojenizasyon işlemi, ısıl işlem uygulaması, serum proteinlerinin denatürasyonu, mineral madde içeriği, yoğurdun asitliği ve soğutma sıcaklığı ile yoğurt üretiminde kullanılan starter kültürlerin proteolitik aktiviteleri gibi çok sayıda faktörün sinerezis üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir (Yılmaz 2006; Erkaya 2009).

Farklı konsantrasyonlarda balkabağı lifi ilavesi ile üretilen yoğurt örneklerinin depolama süresince sinerezis değerlerinde meydana gelen değişiklikler Çizelge 4.3'de verilmiştir. Yoğurt örneklerine ait en düşük sinerezis değeri (2,27 ml/25g) %1,5 lif içeren yoğurt örneğinde (BK 1.5) depolamanın 14. gününde, en yüksek sinerezis değeri (7,12 ml/25g) ise lif içermeyen kontrol yoğurdu örneğinde (K) depolamanın 14. gününde tespit edilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda, yoğurtların sinerezis değerleri üzerine lif ilavesinin, depolama süresinin ve lif ilavesi x depolama süresi interaksyonunun etkisi $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4). Yoğurt örneklerinin sinerezis değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.11'de, depolama sürelerine ait değerler ise Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Yoğurt örneklerinin sinerezis değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	n	Sinerezis (ml/25g)*
K	12	7,02±0,16 ^d
BK 0.5	12	4,91±0,78 ^c
BK 1.0	12	2,95±0,35 ^b
BK 1.5	12	2,60±0,49 ^a

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, en yüksek sinerezis değeri kontrol örneğinde, en düşük sinerezis değeri ise %1,5 oranında balkabağı lifi içeren yoğurt örneklerinde belirlenmiştir. Balkabağı lifinin ilave edilme oranlarına bağlı olarak sinerezis değerlerini önemli düzeyde azalttığı görülmektedir. Bu durumun ilave edilen balkabağı lifinin yüksek su tutma kapasitesine sahip olması ve buna bağlı olarak fazla miktarda suyu absorblamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim farklı kaynaklardan üretilen meyve ve sebze lifleri ile karşılaştırıldığında balkabağı lifinin su bağlama kapasitesinin (16,77 g su/g lif) oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2). Aynı zamanda balkabağı lifindeki karbonhidrat karakterdeki bileşiklerin süt bileşenleriyle özellikle de proteinlerle etkileşimi, jel yapının sıkışmasına dolayısıyla sinerezisin azalmasına neden olmuş olabilir.

Bitki hücre duvarı partiküllerinin yüksek oranda selüloz, hemiselüloz, pektin içerdikleri ve bu bileşenlerin hidrofilik olmaları nedeniyle yüksek oranda su tutma kapasitesine sahip oldukları bilinmektedir (Day *et al.* 2010). Özellikle balkabağının yüksek oranda pektin içerdiği çeşitli araştırmalar ile belirlenmiştir (Ptichkina *et al.* 2008; Souza *et al.* 2012). Yoğurt üretiminde kullanılan hidrokolloitlerin etkisinin serbest suyun hareketini önlemesi, süt bileşenleri özellikle süt proteinleri ile interaksiyonları, protein ağını stabilize etmeleri ve su bağlama yetenekleriyle ilgili olduğu bilinmektedir (Tamime and Robinson 1999). Pektinin protein yüzeyindeki pozitif yüklerle etkileşime girme yeteneğine sahip bir anyonik hidrokolloit olduğu ve bu yeteneği sayesinde sinerezisin

kontrol edilmesinde ve protein ağının kuvvetlendirilmesinde etkili olduğu bildirilmiştir (Soukoulis *et al.* 2007). Söz konusu etkinin pektin moleküllerinin kalsiyum iyonları vasıtasıyla kazein ile interaksiyona girmesiyle gerçekleştirildiği belirtilmiştir. Benzer şekilde Espirito-Santo *et al.* (2013) çarkıfelek meyvesinden elde ettikleri lifte bulunan pektinin yoğurtlarda su salmayı azalttığını ifade etmişlerdir. Garcia-Perez *et al.* (2005) %1 oranında ilave edilen portakal lifinin yüksek su tutma kapasitesi nedeniyle sinerezisi azalttığını bildirmişlerdir.

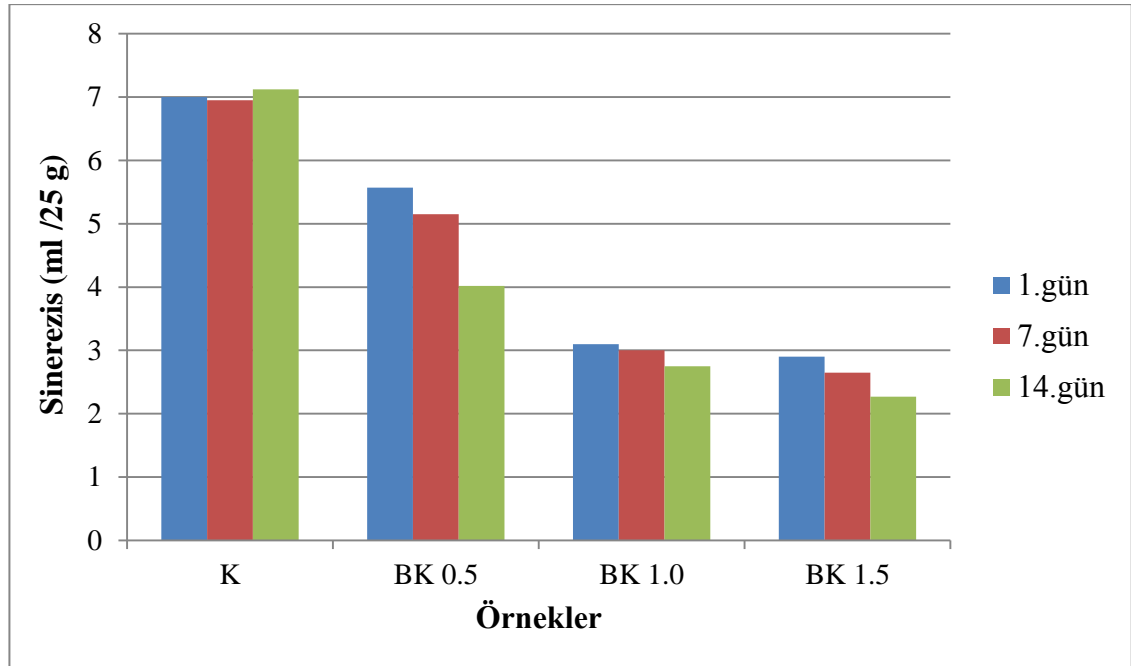
Damian (2013) elma ve inulin ilaveli yoğurtlarda sinerezisin kontrol örneklerine oranla daha yüksek oranda gerçekleştiğini, bu durumun elma lifinin porlu yapısından kaynaklandığını bildirmiştir. Ramirez-Santiago *et al.* (2010) yer elmasında ekstrakte ettikleri çözünebilir lif ile ürettikleri yoğurtlarda sinerezisin kontrol örneğine göre daha az düzeyde gerçekleştiğini (11,30-17,50 g/100g, sırasıyla) ve her iki grup örnekte de depolama süresince arttığını (15,40-23,30 g/100g, sırasıyla) bildirmişlerdir. Lobato-Calleros *et al.* (2014) yağ ikame maddesi olarak doğal ve kimyasal yolla modifiye edilmiş nişasta kullanarak ürettikleri yağ oranı azaltılmış yoğurt örneklerinde, en yüksek sinerezisin kontrol örneğinde belirlendiğini bildirmişlerdir. Nikoofar *et al.* (2013) yulaftan elde edilen β -glukan ilavesinin kontrol örneklerine nazaran sinerezisi artırdığını ve bu durumun kazein ile β -glukan arasında termodinamik olarak bir uyumsuzluk olmasından kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Puvanenthiran *et al.* (2014) süt kurumaddesinin %1 ile 2'lik kısmının havuç tozundan karşılandığı yoğurtlarda su salmanın daha az düzeyde gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.12. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait sinerezis değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	Sinerezis (ml/25g)*
1	16	4,64±1,79 ^b
7	16	4,43±1,80 ^b
14	16	4,04±2,00 ^a

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından yoğurt örneklerinde sinerezis değerlerinin depolama süresince sürekli olarak azaldığı, bu azalmanın özellikle depolamanın 14. gününde istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Bu durumun depolama ilerledikçe balkabağı lifinin daha fazla su bağlamasıyla ilgili olabileceği düşünülmektedir. McCann *et al.* (2011) farklı konsantrasyonlarda havuç tozu ilavesinin konsantrasyon artışına bağlı olarak 28 günlük depolama süresince sinerezisi azalttığını bildirmişlerdir. İlaveten depolama süresince pH değerlerindeki düşmeye bağlı olarak (pH 4,0-4,6) proteinlerin su tutma kapasitelerinin artmasından da kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Erkaya 2009; Toksöz 2010). Depolama süresince sinerezis değerlerindeki azalma Batı (2008); Erkaya (2009); Şahan *et al.* (2008) tarafından da belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin sinerezis değerlerine ait lif ilavesi x depolama süresi interaksyonu Şekil 4.1’de görülmektedir.



Şekil 4.1. Yoğurt örneklerinin sinerezis değerlerine ait lif ilavesi x depolama süresi interaksyonu

Şekil 4.1’de, kontrol örneğinde sinerezis değerlerinde depolama süresince önemli bir değişikliğin olmadığı, buna karşılık balkabağı lifi içeren örneklerde konsantrasyon

artışına bağlı olarak sürekli bir azalmanın olduğu görülmektedir. Bu sonuçlardan balkabağı lifinin depolama süresince sinerezisi azaltmada etkili olduğu söylenebilir.

4.3.7. Su tutma kapasitesi

Sinerezisin aksine su tutma kapasitesi, pıhtı sıklığı ve stabilitesi hakkında bilgi veren ve tüketici beğenisini yansıtan önemli fiziksel özelliklerden biridir. Farklı konsantrasyonlarda balkabağı lifi ilavesi ile üretilen yoğurt örneklerine ait su tutma kapasitesi değerleri Çizelge 4.3’de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.4’de verilmiştir. Yoğurt örneklerine ait en düşük su tutma kapasitesi değeri (%42,65) lif içermeyen kontrol yoğurdu örneğinde (K) depolamanın 14. gününde, en yüksek su tutma değeri (%58,86) %1,5 lif içeren yoğurt örneğinde (BK 1.5) depolamanın 14. gününde tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda yoğurtların su tutma kapasiteleri üzerine lif ilavesinin ve depolama süresinin etkisi ile lif ilavesi x depolama süresi interaksiyonunun etkisi $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4). Yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.13’de, depolama sürelerine ait değerler ise Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Yoğurt örneklerinin su tutma değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	n	Su Tutma Kapasitesi (%)*
K	12	45,98±2,74 ^a
BK 0.5	12	52,31±3,69 ^b
BK 1.0	12	54,48±2,46 ^c
BK 1.5	12	57,42±1,83 ^d

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

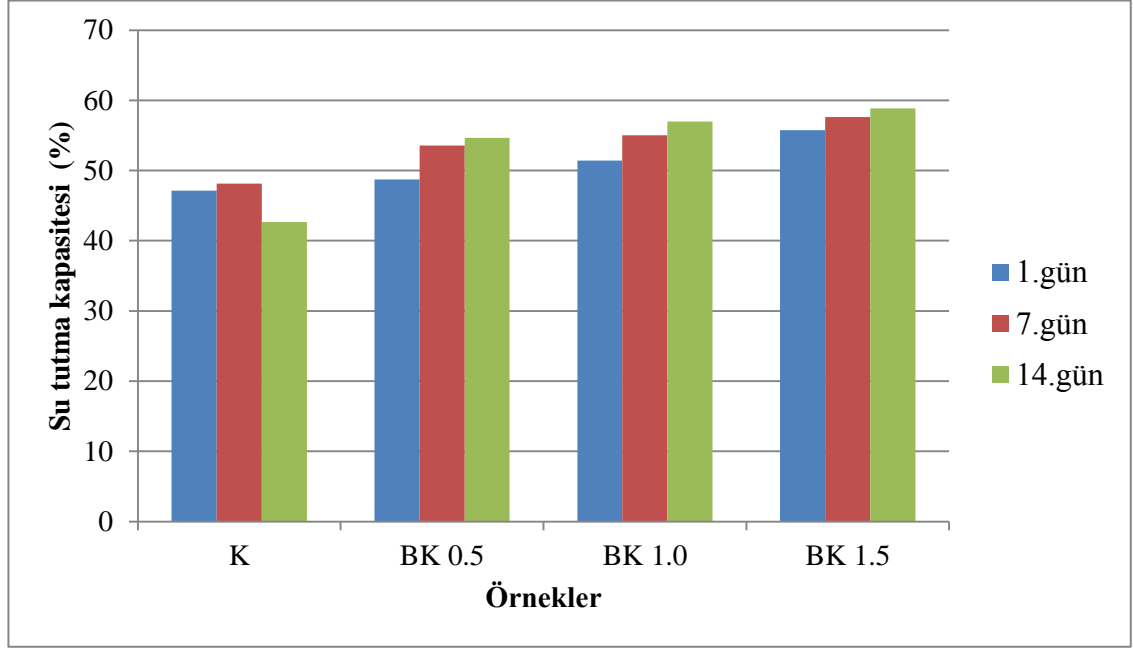
Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, yoğurt örneklerine ait en yüksek su tutma kapasitesi değeri BK 1.5 örneğinde belirlenmiş olup, bunu sırasıyla BK 1.0, BK 0.5 ve kontrol örnekleri takip etmiştir. Balkabağı lifinin ilave edilme oranlarına bağlı olarak su tutma kapasitelerinin de arttığı görülmektedir. Bu durumun 4.3.6'da açıklandığı gibi balkabağı lifinin yüksek oranda su bağlama kapasitesine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Srisuvor *et al.* (2013) polydekstroz katkılı yoğurtlarda su tutma kapasitesinin inülin ilave edilen örneklerden daha yüksek, sinerezis değerlerinin ise daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Toksöz (2010) istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte, %0,25 ile %0,50 oranlarında keten tohumu protein konsantresi ilavesinin su tutma kapasitesini artırdığını bildirmiştir. Peker (2012) keçiyoynuzu gamı kullanarak ürettiği yoğurtlarda su tutma kapasitesinin kontrol örneklerine oranla daha yüksek olduğunu ve bu durumun keçiyoynuzu gamının yüksek miktarda su tutma yeteneği ve kıvam arttırıcı özelliğinin bulunması ile açıklanabileceğini bildirmiştir. Yüksel (2007) transglutaminaz eklene sütlerden ürettiği set tipi yoğurtlarda su tutma kapasitelerinin belirgin şekilde arttığını bildirmiştir.

Çizelge 4.14. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait su tutma değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	Su Tutma Kapasitesi (%)*
1	16	50,75±3,58 ^a
7	16	53,59±3,72 ^b
14	16	53,29±6,85 ^b

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, en düşük su tutma kapasitesi depolamanın 1. gününde, en yüksek su tutma kapasitesi ise depolamanın 7. gününde belirlenmiş olup, istatistiksel olarak 14. günde belirlenen değerlerle benzer bulunmuştur. Su tutma kapasitesinin depolamanın 7. gününde önemli derece arttığı, 14. günde sabit kaldığı görülmektedir. Yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi değerlerine ait lif ilavesi x depolama süresi interaksyonu Şekil 4.2'de görülmektedir.



Şekil 4.2. Yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi değerlerine ait lif ilavesi x depolama süresi interaksiyonu

Şekil 4.2’de kontrol örneğinde su tutma kapasitesinin 7. günde bir miktar attığı, 14. günde yeniden azaldığı görülmektedir. Lif içeren örneklerde konsantrasyon artışına paralel olarak su tutma kapasitelerinde sürekli bir artışın olduğu belirlenmiştir. Bu durumun balkabağı lifinin yüksek su tutma kapasitesine sahip olmasından, dolayısıyla depolama süresince daha fazla suyu bağlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Beklendiği üzere yoğurt örneklerinin sineresiz değerleri azalırken (Şekil 4.1), su tutma kapasitelerinin arttığı görülmektedir. Nitekim Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi sinerezis ile su tutma kapasitesi arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p < 0,01$) negatif korelasyon ($r = -0,876$) olduğu belirlenmiştir. Bu araştırmada belirlenen su tutma kapasiteleri Tosun (2007) tarafından salep katkılı yoğurtlarda (%38,42-57,11) belirlenen değerlerle benzer, Toksöz (2010) tarafından keten tohumu protein konsantresi ilaveli yoğurtlarda (%35,78-42,27) belirlenen değerlerden ise yüksek bulunmuştur.

4.3.8. Viskozite

Viskozite, pıhtı stabilitesi, kıvamı ve yoğurdun kalitesi hakkında bilgi veren önemli bir parametredir. Farklı konsantrasyonlarda balkabağı lifi kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin viskozite değerleri Çizelge 4.3’de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.4’de verilmiştir. Yoğurt örneklerine ait en düşük viskozite değeri (6802,00 cP) lif içermeyen kontrol yoğurdu örneğinde (K) depolamanın 1. gününde, en yüksek viskozite değeri ise (16479,50 cP) %1,5 lif içeren yoğurt örneğinde (BK 1.5) depolamanın 14. gününde tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarından yoğurtların viskozite değerleri üzerine lif ilavesinin, depolama süresinin ve lif ilavesi x depolama süresi interaksyonunun etkisi $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4). Viskozite değerleri üzerinde örnekler arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.15’de, depolama sürelerine ait değerler ise Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.15. Yoğurt örneklerinin viskozite (20 rpm) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	n	Viskozite (20 rpm)* (cP)
K	12	7320,50±544,43 ^a
BK 0.5	12	10070,25±1882,19 ^b
BK 1.0	12	14117,58±1800,88 ^c
BK 1.5	12	14942,16±1514,49 ^d

* Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, yoğurt örneklerine ait en yüksek ortalama viskozite değeri %1,5 konsantrasyonunda balkabağı lifi içeren örnekte (BK1.5), en düşük ortalama viskozite değeri ise kontrol örneğinde (K) tespit edilmiştir. Tüm örnekler istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur. Yoğurt örneklerinde lif

konsantrasyonundaki artışa paralel olarak viskozite değerlerinin de arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.15). BK 1.0 ve BK 1.5 örneklerinin viskozite değerleri istatistiksel olarak farklı olmakla birlikte, değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Lif içeren örneklerde görülen viskozite artışı, balkabağı lifinin suyu absorblamasına, dolayısıyla kıvam artışına neden olmasına bağlanabilir. Balkabağının pektin bakımından zengin bir kaynak olduğu, balkabağından elde edilen pektinin gıdalarda koyulaştırıcı ve kıvam artırıcı olarak kullanıldığı bilinmektedir (Ptichkina *et al.* 2008). İlâveten lif ilavesiyle kurumadde miktarında artış sağlanmış olması da viskozite değerlerindeki artışa neden olmuş olabilir. Nitekim kurumadde, protein miktarı, uygulanan ısıl işlem ve süresi, serum proteinlerinin denatüre olma dereceleri, homojenizasyon, pH, bakterilerin metabolik ürünleri gibi çok sayıda faktörün viskozite üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (Özer 2006). Çizelge 4.5 incelendiğinde yoğurt örneklerinin viskozite/kurumadde değerleri ($r=0,794$), viskozite/su tutma kapasiteleri ($r=0,883$) arasında pozitif, viskozite/sinerezis değerleri arasında ise ($r= -0,936$) negatif bir korelasyon olduğu görülmektedir ($P<0,01$). Benzer şekilde Damian (2013) inülin ve elma lifi ilavesinin yoğurt örneklerinde viskozite değerlerini artırdığını ve depolama süresince su salma eğilimini azalttığını bildirmiştir. Peker (2012), farklı konsantrasyonlarda keçiyoynuzu gamı ilave ettiği az yağlı yoğurdun viskozitelerinin keçiyoynuzu gamı miktarı ile doğru orantılı olarak arttığını tespit etmiştir. Saldamlı ve Babacan (1996), farklı konsantrasyonlarda şeker pancarı lifi ilavesinin yoğurtların viskozitelerini konsantrasyon artışına bağlı olarak artırdığını bildirmişlerdir. Srisuvor *et al.* (2013) farklı konsantrasyonlarda polidektroz ilave edilmiş yoğurt örneklerinin görünür viskozite değerlerinin inülin ilave edilenlerden daha yüksek olduğunu, belirli konsantrasyonun üzerinde ilave edilen polydeksroz ve inülinin viskozite değerlerini azalttığını bildirmişlerdir. Sendra *et al.* (2010) %0,2 den %1'e değişen oranlarda portakal lifinin pastörizasyon öncesi ilavesinin kompleks viskozite değerlerini (η) lif konsantrasyonuna bağlı olarak artırdığını bildirmişlerdir.

Espirito-Santo *et al.* (2013) çarkıfelek meyvesi lifi katkılı yoğurtlarda (44,3-91,6 Pa. s) depolama süresince görünür viskozite değerlerinin kontrol örneğinden (41,5-62,7 Pa. s) yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Hussein *et al.* (2011), farklı bitkisel kaynaklardan

(taro, bamya, jews mallow) ekstrakte ettikleri polisakkaritlerin yoğurt örneklerinin viskozite değerlerini depolama süresince kontrol örneğine oranla önemli düzeyde artırdığını bildirmişlerdir. Kip *et al.* (2006) farklı zincir uzunluğuna sahip inülin (DP9 ve DP23) kullanarak üretmiş oldukları yağsız yoğurtlarda, DP23'ün görünür viskozite değerlerini artırmada daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Staffolo *et al.* (2004) inülin, elma, bambu ve buğday liflerini kullanarak ürettikleri yoğurtlarda görünür viskozite değerlerinin depolama süresince elma lifi içeren örneklerde önemli düzeyde yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.16. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait viskozite (20 rpm) değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

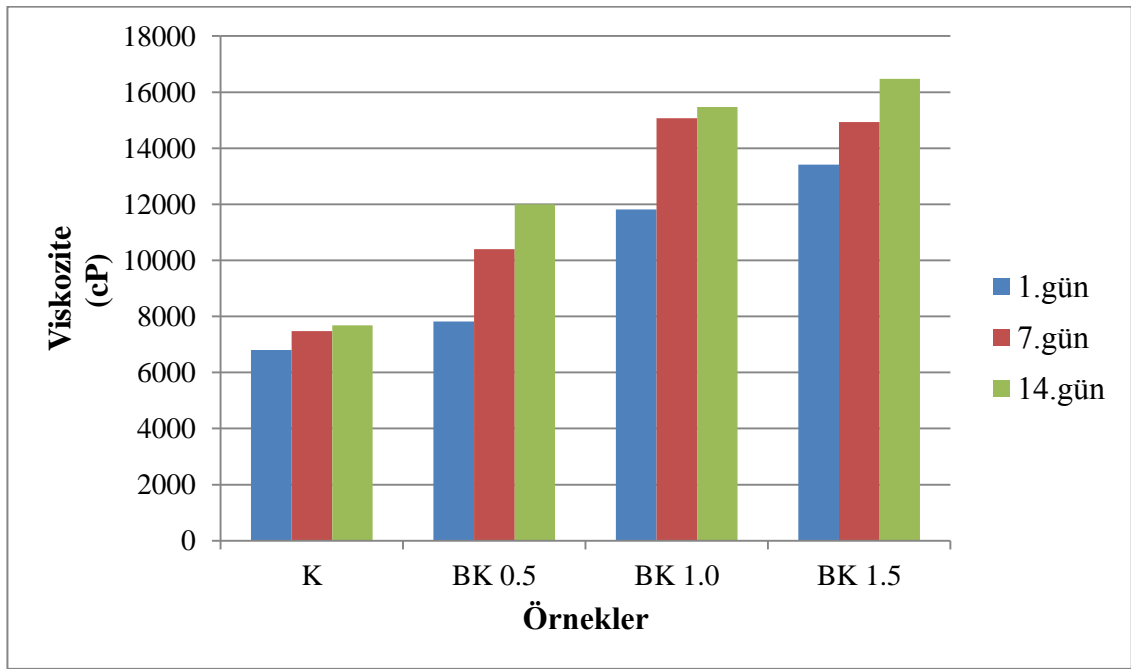
Depolama Süresi (Gün)	n	Viskozite (20 rpm)* (cP)
1	16	9961,56±2920,93 ^a
7	16	11969,38±3326,19 ^b
14	16	12906,94±3602,69 ^c

* Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, viskozite değerlerinin depolama süresince sürekli arttığı, bu artışın özellikle 7. günde daha belirgin olduğu ve istatistiksel olarak önemli bulunduğu görülmektedir. Bu durumun balkabağı lifinin karbonhidrat içeriğinin yüksek olması ve dolayısıyla depolama süresince daha fazla suyu absorblamasına bağlanabilir. Bununla birlikte pH ve serum ayrılmasındaki azalmanın viskozite değerlerindeki artış üzerinde etkili olabileceği de düşünülmektedir. Benzer şekilde soğukta depolamanın jel yapısını sıkılaştırması da viskozite değerlerinde artışa neden olmuş olabilir. Benzer durum Erkaya (2009) ve Laleli (2011) tarafından da belirlenmiştir.

Yazıcı ve Akgün (2004) yağ ikame maddesi olarak Dairy-Lo ve Simplese ilave ettiği yoğurtlarda viskozite değerlerinin depolama süresince önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir. Toksöz (2010) istatistiki açıdan önemli olmamakla birlikte, keten

tohumu protein konsantresi ilavesinin depolama süresince yoğurt örneklerinin viskozite değerlerini artırdığını bildirmiştir. Yedikardaş (2010), farklı yağ oranlarına sahip kayısı lifi katkılı probiyotik yoğurtların depolama süresince viskozitelerinin arttığını belirtmiştir. Yoğurt örneklerinin viskozite değerlerine ait lif ilavesi x depolama süresi interaksyonu Şekil 4.3’de görülmektedir.



Şekil 4.3. Yoğurt örneklerinin viskozite değerlerine ait lif ilavesi x depolama süresi interaksyonu

Şekil 4.3’de analiz edilen tüm örneklerinin viskozite değerlerinde depolama süresince sürekli bir artışın olduğu ve bu artışın kontrol örneklerinde daha az düzeyde gerçekleştiği görülmektedir. Balkabağı lifi içeren örneklerde ise ilave edilme oranlarına bağlı olarak düzenli bir artışın olduğu, özellikle BK 1.0 ve BK 1.5 örneklerinin viskozite değerlerinin depolama süresince değişiminin benzer olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlardan balkabağı lifinin tüm konsantrasyonlarının pıhtı stabilitesinin artırılması bakımından etkili olduğu söylenebilir.

4.4. Yoğurt Örneklerinin Renk Analizi Sonuçları

Renk, ürün tercihinde tüketicinin dikkatini çeken öncelikli kriterlerden biridir. Bu nedenle balkabağı lifi ilavesinin renk üzerine etkisinin hem duyuşsal hem de aletsel olarak belirlenmesi önem taşımaktadır. Yoğurt örneklerinin renk sonuçları CIELAB (Commission Internationale l'Eclairage) tarafından geliştirilmiş renk tanımlama sistemine göre değerlendirilmiş, L değeri beyazlığı 0 (siyah)'dan 100 (beyaz)'e kadar olan aralıkta, (-a) yeşilliği, (+a) kırmızılığı, (-b) maviliği, (+b) sarılığı ifade etmek için kullanılmıştır. Yoğurt örneklerine ait renk analiz sonuçları Çizelge 4.17'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.18'de toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 4.17. Yoğurt örneklerine ait renk analizi sonuçları ve standart sapmaları*

Yoğurt Örnekleri	Depolama Süresi (Gün)	L	a	b
Kontrol (K)	1	94,89±0,01	-2,10±0,00	10,79±0,01
	7	95,39±0,00	-2,14±0,03	11,13±0,03
	14	95,38±0,01	-2,33±0,02	11,08±0,04
%0.5 Balkabağı Lifi İlavesi (BK 0.5)	1	90,84±0,03	2,45±0,00	21,19±0,01
	7	91,11±0,08	1,84±0,02	20,66±0,00
	14	91,00±0,10	1,79±0,18	20,55±0,35
%1.0 Balkabağı Lifi İlavesi (BK 1.0)	1	89,65±0,13	3,04±0,08	23,49±0,23
	7	90,18±0,05	3,29±0,01	23,72±0,03
	14	90,32±0,08	2,81±0,08	23,25±0,24
%1.5 Balkabağı Lifi İlavesi (BK 1.5)	1	88,67±0,06	4,22±0,00	25,88±0,13
	7	89,13±0,01	3,90±0,03	25,14±0,18
	14	89,14±0,11	3,68±0,02	25,30±0,07
En düşük		88,67	-2,33	10,79
En yüksek		95,39	4,22	25,88

*Verilen değerler iki tekrür ortalamasıdır

Çizelge 4.18. Yoğurt örneklerinin renk analizi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	L (F)	a (F)	b (F)
Lif İlavesi (A)	3	16505,333**	20301,163**	19621,00**
Depolama Süresi (B)	2	195,379**	159,632**	13,765**
AxB	6	8,655**	33,256**	14,364**
Hata	36			
Genel	48			

*p<0,05 düzeyinde önemli **p<0,01 düzeyinde önemli

4.4.1. L değeri

Yoğurt örneklerinin L değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişim Çizelge 4.17’de görülmektedir. En düşük L değeri (88,67) depolamanın 1. gününde %1,5 balkabağı lifi içeren yoğurt örneğinde (BK 1.5), en yüksek L değeri (95,39) ise lif içermeyen kontrol yoğurdu örneğinde (K) depolamanın 7. gününde tespit edilmiştir. Varyans analizi sonucunda, yoğurt örneklerinin L değerleri üzerine lif ilavesinin, depolama süresinin ve lif ilavesi x depolama süresi etkisi istatistiksel olarak p<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. L değerleri üzerinde örnekler arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.19’da, depolama sürelerine ait değerler ise Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Yoğurt örneklerinin L değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	n	L Değeri*
K	12	95,22±0,24 ^d
BK 0.5	12	90,98±0,13 ^c
BK 1.0	12	90,05±0,31 ^b
BK 1.5	12	88,98±0,23 ^a

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma test sonucunda, en düşük L değeri %1,5 lif içeren yoğurt örneğinde (BK 1.5), en yüksek L değeri ise lif içermeyen kontrol yoğurdu örneğinde (K) tespit edilmiştir. Balkabağı lifi katkılı yoğurt örneklerinde L değerinin kontrol yoğurduna göre daha düşük olduğu ve lif oranının artışına paralel olarak L değerlerinin düştüğü görülmektedir. Beklenildiği üzere balkabağı lifi ilavesi yoğurtların beyazlık derecesinde azalmaya neden olmuştur.

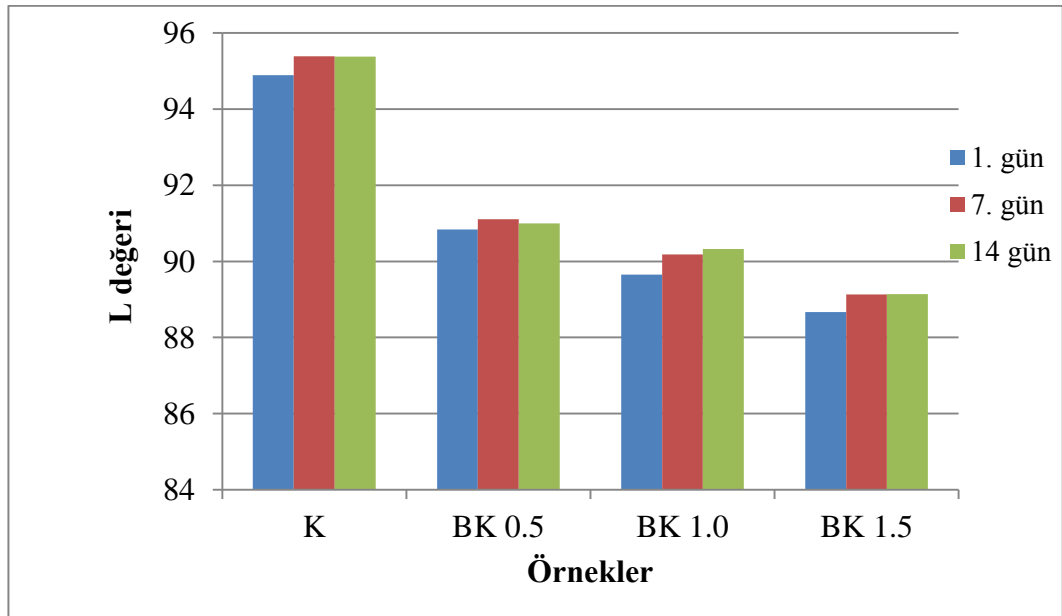
Damian (2013) inülin ve elma lifi ilavesiyle ürettikleri yoğurt örneklerinde L değerlerini sırasıyla 96,98, 75,76 olarak belirlemiş ve özellikle elma lifinin L değerlerini kontrol örneğine (97,02) nazaran önemli düzeyde azalttığını bildirmiştir. Sanz *et al.* (2008) farklı kurutma yöntemleriyle ürettikleri kuşkonmaz lifinin yoğurt örneklerinin beyazlığını önemli derecede azalttığını bildirmişlerdir. Hashim *et al.* (2009), %1,5, %3,0 ve %4,5 konsantrasyonlarında hurma lifi içeren yoğurtlarda L değerlerini sırasıyla 84,8, 80,1 ve 75,4 olarak belirlemişler ve hurma lifi konsantrasyonu arttıkça L değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir. Yapılan başka bir araştırmada %0,5'ten %2'ye değişen oranlarda β -glukan ilavesinin konsantrasyon artışına bağlı olarak yağsız yoğurtların L değerlerini azalttığı belirtilmiştir (Nikoofar *et al.* 2013). Özcan and Kurtuldu (2014) buğday ve yulaftan elde ettikleri β -glukan ilavesinin kontrol örnekleriyle kıyaslandığında L değerlerini önemli derece düşürdüğünü belirtmişlerdir. Singh *et al.* (2012) %0,3'e kadar β -glukan ilavesinin set tipi yoğurtlarda renk değerlerini etkilemediğini, ancak daha yüksek oranlarda β -glukan ilavesinin yoğurtların L değerini düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Çizelge 4.20. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait L değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	L Değeri*
1	16	91,01±2,44 ^a
7	16	91,45±2,45 ^b
14	16	91,46±2,43 ^b

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, yoğurt örneklerine ait L değerlerinin depolamanın 7. gününe kadar arttığı, 14 günde ise sabit kaldığı görülmektedir. L değerlerinde görülen bu artışın depolama sırasında balkabağı lifinde yer alan renk bileşenlerinin (β -karoten ve lutein vb) oksidasyona uğramış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Çizelge 4.17 incelendiğinde, genel olarak a ve b değerlerinde bir miktar azalmanın olması da bu sonucu doğrular niteliktedir. Nitekim Zhou *et al.* (2014) yüksek hidrostatik basınç uygulanmış balkabağının soğukta muhafazası sırasında L değerlerinde artış olduğunu ve bu durumun β -karotenin izomerizasyonu ve oksidasyonundan kaynaklandığını bildirmişlerdir. Bu çalışmanın aksine Peker (2012) farklı oranlarda keçiyoynuzu gamı kullanarak ürettiği az yağlı set tipi yoğurtlarda depolama süresinin sonunda L değerlerinin azaldığını bildirmiştir. Baladura (2011) farklı oranlarda elma, bambu ve buğday lifi kullanarak ürettiği süzme yoğurtlarda 21 günlük depolama boyunca L değerlerinin inişli çıkışlı bir seyir gösterdiğini bildirmiştir. Yoğurt örneklerinin L değerlerine ait lif ilavesi x depolama süresi interaksyonu Şekil 4.4’de görülmektedir.



Şekil 4.4. Yoğurt örneklerinin L değerlerine ait lif ilavesi x depolama süresi interaksyonu

Şekil 4.4'de kontrol örneğine ait L değerlerinin lif içeren örneklerden önemli düzeyde yüksek olduğu ve depolama süresinin 7. gününe kadar artış gösterdiği, 14. gününde ise sabitlendiği görülmektedir. Lif içeren örneklerde (BK 0.5, BK 1.0 ve BK 1.5) konsantrasyon artışına bağlı olarak L değerlerinin azaldığı, depolama süresince de başlangıç değerlerine göre artış gösterdiği tespit edilmiştir.

4.4.2. a değeri

Balkabağı lifi kullanılarak üretilen yoğurt örneklerine ait a (kırmızı/yeşil) değeri sonuçları Çizelge 4.17'de, varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.18'de verilmiştir. En düşük a değeri (-2,33) lif içermeyen kontrol örneğinde (K) depolamanın 14. gününde, en yüksek a değeri (4,22) ise %1,5 balkabağı lifi içeren yoğurt örneğinde (BK 1.5) depolamanın 1. gününde tespit edilmiştir. Varyans analizi sonucunda, yoğurt örneklerinin a (kırmızı/yeşil) değeri üzerine lif ilavesinin, depolama süresinin ve lif ilavesi x depolama süresi interaksiyonunun etkisi $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Yoğurt örneklerinde a değerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.21'de, depolama sürelerine ait sonuçlar ise Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Yoğurt örneklerine ait a değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	n	a değeri*
K	12	-2,19±0,10 ^a
BK 0.5	12	2,03±0,32 ^b
BK 1.0	12	3,04±0,21 ^c
BK 1.5	12	3,93±0,23 ^d

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

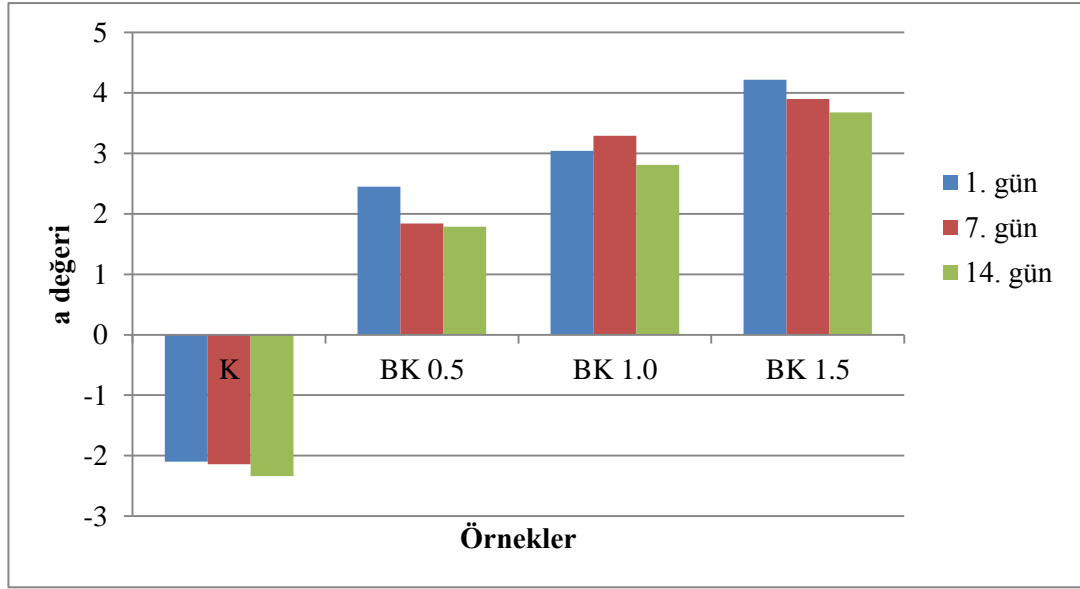
Duncan çoklu karşılaştırma test sonucunda, en düşük a değeri lif içermeyen kontrol yoğurdu örneğinde (K), en yüksek a değeri ise %1,5 balkabağı lifi içeren yoğurt örneğinde (BK 1.5) tespit edilmiştir. Analiz edilen örnekler arasında sadece kontrol örneğinin negatif a değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Lif oranının artmasıyla a değerinde artış meydana geldiği, tüm örneklerde a değerlerinin istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Balkabağı lifinin sahip olduğu sarımsı/turuncumsu renk nedeniyle a değerlerinin lif içeren örneklerde yüksek olduğu düşünülmektedir. Nitekim balkabağı lifinde yapılan renk analizinde a değeri 5,40 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Damian (2013) inülin ve elma lifi ilavesi ile üretilen yoğurtlarda özellikle elma lifi ilavesiyle a değerinin arttığını bildirmiştir. Baladura (2011) elma lifi katkılı süzme yoğurtlarda elma lifi oranı arttıkça genel olarak L değerinin azaldığını, a ve b değerlerinin ise arttığını bildirmiştir. Staffolo *et al.* (2004) inülin, buğday, elma ve bambu lifi içeren yoğurtlarda renk parametrelerinin depolamayla değişmediğini, bununla birlikte elma lifinin kahverengimsi renk verdiğini ve parlaklığı azalttığını ifade etmişlerdir. Garcia-Perez *et al.* (2005) %0,6, %0,8 ve %1 oranlarında portakal lifi katkılı yoğurtlarda lif oranı arttıkça a değerinin arttığını bildirmişlerdir. Hashim *et al.* (2009) %1,5 %3 ve %4,5 oranlarında hurma lifiyle zenginleştirilmiş yoğurtlarda a değerinin kontrol yoğurduna göre daha yüksek olduğunu, hurma lifi oranı arttıkça a değerinin de arttığını belirtmişlerdir. Aportela-Palacios *et al.* (2005) buğday lifi ilavesiyle ürettikleri yoğurtlarda, lif konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak a değerlerinin yükseldiğini, kontrol örneğinin ise negatif a değerlerine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.22. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait a değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	a değeri*
1	16	1,90±2,47 ^c
7	16	1,72±2,42 ^b
14	16	1,49±2,38 ^a

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, yoğurt örneklerine ait a değerlerinin depolama boyunca sürekli azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Bu durumun depolama süresince renk bileşenlerinin oksidasyona uğramış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Peker (2012) farklı oranlarda keçiyoynuzu gamı ilaveli yoğurtlarda a değerinin depolama sonunda azaldığını belirtmiştir. Yoğurt örneklerinin a değerlerine ait lif ilavesi x depolama süresi interaksyonu Şekil 4.5’de görülmektedir.



Şekil 4.5. Yoğurt örneklerinin a değerlerine ait lif ilavesi x depolama süresi interaksyonu

Şekil 4.5’de kontrol örneğinde (-a) değerlerinde depolama süresince sürekli bir artışın olduğu, lif içeren örneklerde ise depolamanın başlangıcında belirlenen a değerlerinin 14. günde azaldığı görülmektedir.

4.4.3. b değeri

Farklı oranlarda balkabağı lifi kullanılarak üretilen yarım yağlı yoğurtların b (sarı/mavi) değerlerinde depolama süresince meydana gelen değişim Çizelge 4.17’de görülmektedir. Buna göre en düşük b değeri (10,79) lif içermeyen kontrol örneğinde

(K), en yüksek b değeri (25,88) ise %1,5 oranında balkabağı lifi içeren yoğurt örneğinde (BK 1.5) depolamanın 1 gününde tespit edilmiştir. Varyans analizi sonuçlarından, yoğurt örneklerinin b (sarı/mavi) değeri üzerine lif ilavesinin, depolama süresinin ve lif ilavesi x depolama süresi interaksiyonunun etkisi $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Yoğurt örneklerinin b değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.23'de, depolama sürelerine ait sonuçlar ise Çizelge 4.24'de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Yoğurt örneklerine ait b değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	n	b değeri*
K	12	11,00±0,15 ^a
BK 0.5	12	20,80±0,34 ^b
BK 1.0	12	23,49±0,26 ^c
BK 1.5	12	25,44±0,35 ^d

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, en düşük b değeri lif içermeyen kontrol yoğurdu örneğinde (K), en yüksek b değeri ise %1,5 oranında balkabağı lifi içeren yoğurt örneğinde (BK 1.5) tespit edilmiştir. Balkabağı lifinin ilave edilme oranlarına bağlı olarak b değerlerinin artış gösterdiği, hem lif içeren örnekler arasında hem de kontrol grubu örnekler arasında belirgin farklılıkların olduğu görülmektedir. Balkabağı lifinin sahip olduğu doğal sarımsı/turuncumsu renk dolayısıyla yoğurtların b değerlerinin yüksek olduğu düşünülmektedir. Balkabağı lifinde yapılan renk analizinde de b değerinin 39,63 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2) (Şekil 3.1). Nitekim kabak çeşitlerinde karotenoid miktarının değişkenlik gösterdiği, sarıdan turuncuya değişen renklerin karotenoid içeriğinden kaynaklandığı ve yüksek karotenoid içeriğinin turuncu renge, yüksek lutein ve düşük karotenoid içeriğinin açık sarı renk oluşuma neden olduğu bildirilmiştir (Murkovic *et al.* 2002; Kaya 2006). Yapılan bir araştırmada farklı oranlarda portakal lifi ilavesinin yoğurtlarda b değerlerini artırdığı ve bu durumun

yoğurt yapımı sırasında süte uygulanan ısıtma işleminin portakal lifindeki başta karoten olmak üzere bazı renk maddelerinin serbest kalmasını teşvik etmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Garcia-Perez *et al.* 2005). Damian (2013) inülin ve elma lifi ilavesiyle ürettiği yoğurtlarda b değerlerini sırasıyla 12,89, 18,34 olarak belirlemiş ve özellikle elma lifi ilavesinin kontrol örneğine (12,61) oranla b değerlerini artırdığını bildirmiştir. Sanz *et al.* (2008) farklı ekstraksiyon (suda ve etanolde) ve kurutma yöntemleriyle (kurutma fırını ve liyofilizasyon) hazırlanan kuşkonmaz lifinin kontrol örneğine nazaran b değerlerini önemli düzeyde artırdığını, özellikle suda ekstrakte edilip kurutma fırınında kurutulan lifin daha sarımsı renge sahip olduğunu bildirmişlerdir. Hashim *et al.* (2009) %1,5'den %4,5'e değişen oranlarda hurma lifiyle zenginleştirdiği yağsız yoğurtlarda sarılık değerlerinin konsantrasyon artışına bağlı olarak arttığını belirtmişlerdir. Baladura (2011) elma lifi katkılı süzme yoğurtlarda elma lifi oranı arttıkça a ve b değerlerinin arttığını bildirmiştir. Trigueros *et al.* (2011) ayva haşlama suyunun az yağlı set tipi yoğurtların L ve a renk koordinatlarını etkilemediğini, fakat ayvanın hafif sarımsı renginden dolayı b değerlerinin arttığını belirtmişlerdir.

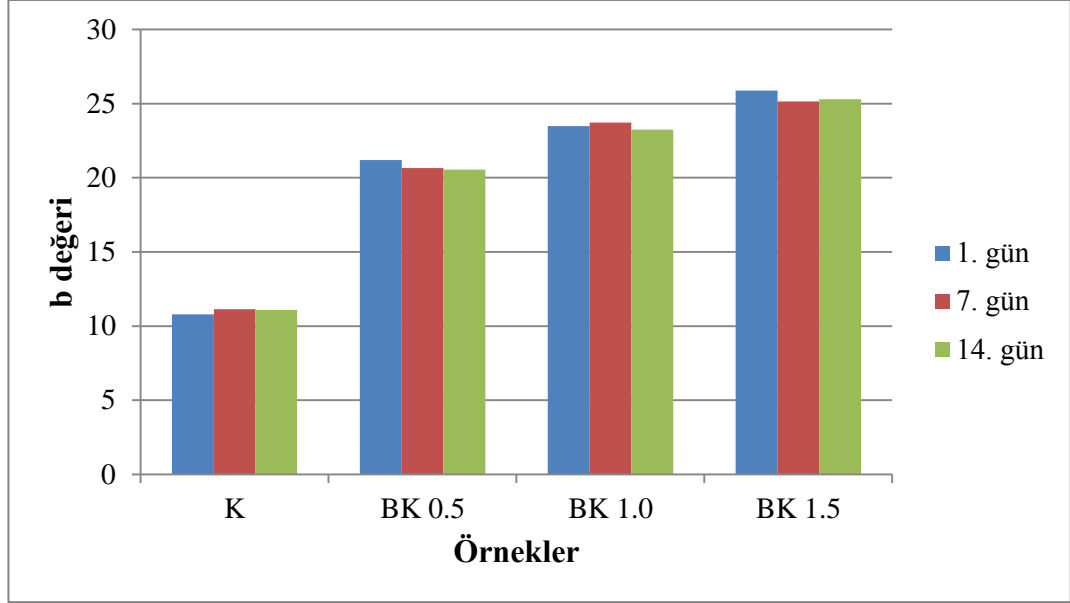
Çizelge 4.24. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait b değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	b değeri*
1	16	20,34±5,94 ^c
7	16	20,16±5,64 ^b
14	16	20,04±5,62 ^a

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, depolama süresince en yüksek b değeri depolamanın 1. gününde, en düşük b değeri ise depolamanın 14. gününde belirlenmiştir. Depolama süresince b değerlerinde görülen azalma istatistiksel olarak önemli olmakla birlikte, gerçekte çok büyük farklılığın olmadığı görülmektedir. Benzer şekilde Zhou *et al.* (2014), yüksek hidrostatik basınç uygulanmış balkabağı dilimlerinin soğukta muhafazası sırasında a ve b değerlerinde azalma olduğunu bildirmişlerdir. Peker (2012)

farklı oranlarda keçiyoynuzu gamı ilaveli yoğurtlarda b değerinin depolama sonunda azaldığını belirtmiştir.



Şekil 4.6. Yoğurt örneklerinin b değerlerine ait lif ilavesi x depolama süresi interaksyonu

Şekil 4.6’da lif içermeyen kontrol örneklerinde b değerlerinin depolama süresince sabit bir değişim sergilediği, lif içeren örneklerde ise depolama periyodunun sonunda başlangıç değerlerine oranla bir miktar azalmanın olduğu görülmektedir.

4.5. Yoğurt Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Yoğurt bakterileri arasındaki simbiyotik ilişki, fermentasyon işlemi ve yoğurdun kalitesini etkileyen ana faktörlerden biridir. Bu ilişkide *S. thermophilus*’un pürvik asit, formik asit, folik asit, ornitin, uzun zincirli yağ asitleri ile CO₂ gibi metabolitleri üreterek ve ortamın pH’sını azaltarak *L. bulgaricus*’un gelişimini, *L. bulgaricus*’un ise peptit ve serbest amino asit oluşumunu sağlayarak *S. thermophilus*’un gelişimini teşvik ettiği bilinmektedir (Settachaimongkon *et al.* 2014). Canlı ve aktif yoğurt bakterilerinin insan sağlığı üzerine yararlı etkilerinin olduğu ve Ulusal Yoğurt Derneği’nin düzenlemelerine göre; soğukta muhafaza edilen yoğurtlar için yoğurt bakterilerinin

belirtilen raf ömrü süresince aktif olması gerektiği bildirilmiştir (Chandan and Rell 2006; Chouchouli *et al.* 2013). Bu nedenle özellikle katkılı ya da çeşitli materyallerle zenginleştirilmiş yoğurtlarda, yoğurt bakterilerinin aktivite ve canlılığının kontrolü önem taşımaktadır.

Farklı oranlarda balkabağı lifi kullanılarak üretilen yarım yağlı yoğurtların bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.25’de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ise toplu olarak Çizelge 4.26’da verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarından, yoğurt örneklerinin *L. bulgaricus* sayıları üzerine lif ilavesinin etkisi $p<0,01$ düzeyinde, depolama süresinin ve lif ilavesi x depolama süresi interaksiyonunun etkisi $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. *S. thermophilus* sayıları üzerine lif ilavesinin etkisi $p<0,05$ düzeyinde, depolama süresi değişkeninin etkisi ise $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.26).

Bu araştırmalarda belirlenen *L. bulgaricus* ile *S. thermophilus* sayılarının Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2009/25)’nde öngörülen değerlerden yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. Yoğurt örneklerine ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g) ve standart sapmaları*

Yoğurt Örnekleri	Depolama Süresi (Gün)	<i>L. bulgaricus</i> Sayısı	<i>S. thermophilus</i> Sayısı
Kontrol (K)	1	8,70±0,20	8,25±0,14
	7	8,41±0,19	8,50±0,25
	14	8,64±0,08	8,39±0,82
%0.5 Balkabağı Lifi İlavesi (BK 0.5)	1	8,51±0,12	8,29±0,09
	7	8,36±0,17	8,81±0,04
	14	8,30±0,11	8,50±0,21
%1.0 Balkabağı Lifi İlavesi (BK 1.0)	1	8,46±0,13	8,47±0,02
	7	8,48±0,06	8,83±0,16
	14	8,23±0,03	8,90±0,14
%1.5 Balkabağı Lifi İlavesi (BK 1.5)	1	8,31±0,05	8,39±0,17
	7	8,33±0,19	8,50±0,16
	14	8,26±0,16	8,76±0,20
En düşük		8,23	8,25
En yüksek		8,70	8,90

*Verilen değerler iki tekerrür ortalamasıdır

Çizelge 4.26. Yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik analiz değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	<i>L. bulgaricus</i> Sayısı (F)	<i>S. thermophilus</i> Sayısı (F)
Lif İlavesi (A)	3	8,646**	3,132*
Depolama Süresi (B)	2	4,127*	5,973**
AxB	6	2,453*	0,904
Hata	36		
Genel	48		

*p<0,05 düzeyinde önemli **p<0,01 düzeyinde önemli

4.5.1. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı

Çizelge 4.25’de yoğurt örneklerinin *L. bulgaricus* sayılarının 8,23-8,70 log kob/g arasında değiştiği görülmektedir. En düşük *L. bulgaricus* sayısı (8,23 log kob/g) %1 oranında balkabağı lifi içeren yoğurt örneğinde (BK 1.0) depolamanın 14. gününde, en yüksek *L. bulgaricus* sayısı ise (8,70 log kob/g) lif içermeyen kontrol yoğurdu örneğinde (K) depolamanın 1. gününde belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin *L. bulgaricus* sayıları arasındaki farklılıkları belirlemek için yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.27’de, depolama sürelerine ait sonuçlar ise Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Yoğurt örneklerine ait *L. bulgaricus* sayılarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	n	<i>L. bulgaricus</i> Sayısı (log kob/g)*
K	12	8,58±0,20 ^b
BK 0.5	12	8,39±0,15 ^a
BK 1.0	12	8,39±0,14 ^a
BK 1.5	12	8,30±0,14 ^a

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma test sonucunda, en düşük ortalama *L. bulgaricus* sayısı %1,5 lif içeren yoğurt örneğinde (BK 1.5), en yüksek ortalama *L. bulgaricus* sayısı ise lif içermeyen kontrol yoğurdunda tespit edilmiştir. Lif katkılı yoğurtların *L. bulgaricus* sayıları istatistiksel olarak birbirleriyle benzer, kontrol örneği ile farklı bulunmuştur. Balkabağı lifinin ilave edilme oranlarının da *L. bulgaricus* sayısı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Kontrol örneğinde *L. bulgaricus* sayısı istatistiksel olarak önemli olmakla birlikte, balkabağı lifi içeren yoğurtlarla kıyaslandığında aradaki rakamsal farklılığın çok büyük olmadığı görülmektedir. Mevcut sonuçlardan balkabağı lifi ilavesinin yoğurtların *L. bulgaricus* sayıları üzerine önemli düzeyde olumsuz etkisinin olmadığı söylenebilir. Chouchouli *et al.* (2013) 2 farklı üzüm çeşidine ait çekirdek ekstraktlarını kullanarak ürettikleri tam yağlı ve yağsız yoğurtlarda *L. bulgaricus* sayılarının kontrol örnekleriyle benzer olduğunu ve depolama süresince görülen azalmanın kontrol örnekleriyle paralel olduğunu bildirmişlerdir.

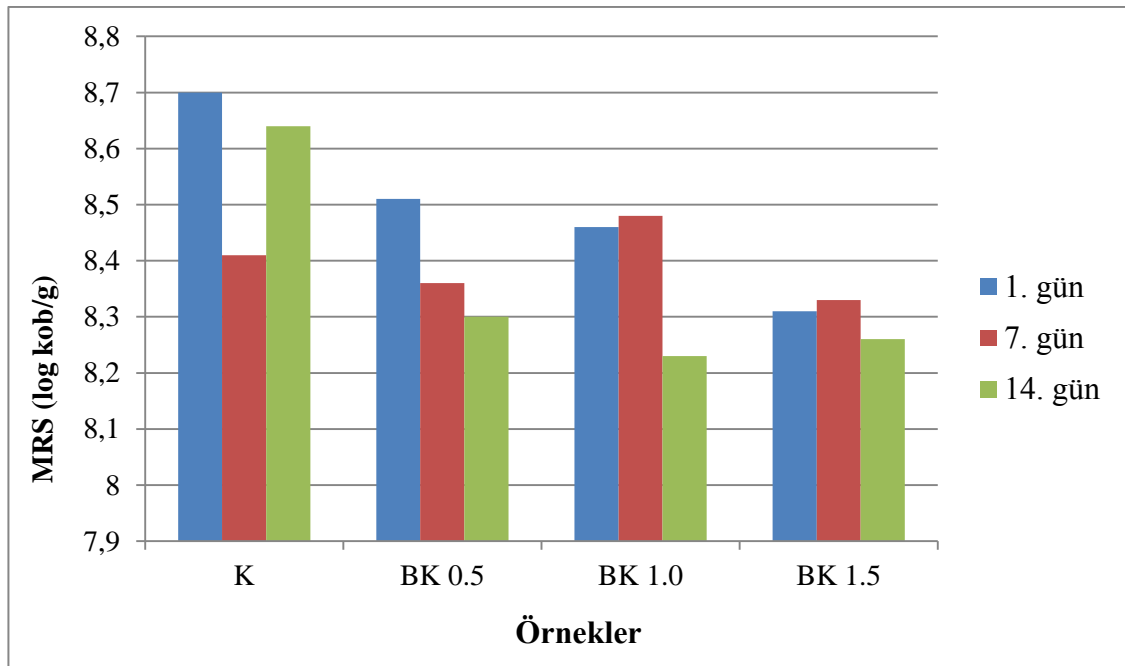
Çizelge 4.28. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait *L. bulgaricus* sayılarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	<i>L. bulgaricus</i> Sayısı (log kob/g)*
1	16	8,49±0,19 ^b
7	16	8,39±0,15 ^a
14	16	8,36±0,19 ^a

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, yoğurt örneklerinin *L. bulgaricus* sayılarının depolama süresi boyunca azaldığı, ancak depolamanın 7. ve 14. günlerindeki azalmanın istatistiksel olarak birbirinden farksız olduğu belirlenmiştir. Bu azalmanın depolama süresince asitlik değerlerinde artış meydana gelmesinden (post asidifikasyon) ve bakterilerin bu durumdan olumsuz etkilenmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde önceki araştırmalarda da depolama sırasında asitlik artışına bağlı olarak azalan pH'nın yoğurt bakterilerinin sayısını azalttığı bildirilmiştir (Kailasapathy *et al.* 2008; Trigueros *et al.* 2011).

Erkaya (2009) inek sütünden yapılan yoğutta *L. bulgaricus* sayısını depolamanın 1. gününde 8,34 log kob/g, 14. günde 8,19 log kob/g ve 28. günde 7,46 log kob/g olarak belirlemiştir. Toksöz (2010) keten tohumu protein konsantratu ilavesiyle üretilen yoğurtlarda *L. bulgaricus* sayısını 7,73-8,87 log kob/g arasında değiştiğini ve genel olarak depolama süresince azalma gösterdiğini ifade etmiştir. Yoğurt örneklerinin *L. bulgaricus* sayılarına ait lif ilavesi x depolama süresi interaksyonuna ait grafik Şekil 4.7’de görülmektedir. Şekil 4.7’de BK 0.5 örneğinde depolama süresince *L. bulgaricus* sayılarında sürekli bir azalmanın olduğu, K, BK 1.0 ve BK 1.5 örneklerinde ise hafif dalgalanmaların olduğu görülmektedir. Bununla birlikte tüm örneklerde depolamanın 14. gününde *L. bulgaricus* sayılarının depolamanın ilk gününe göre azaldığı belirlenmiştir.



Şekil 4.7. Yoğurt örneklerinin *L. bulgaricus* sayılarına ait lif ilavesi x depolama süresi interaksyonu

4.5.2. *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* sayısı

Farklı oranlarda balkabağı lifi ilavesi ile üretilen yoğurtlarda depolama süresince *S. thermophilus* sayılarının değişimi Çizelge 4.25’de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge

4.26'da verilmiştir. En düşük *S. thermophilus* sayısı (8,25 log kob/g) lif içermeyen kontrol örneğinde (K) depolamanın 1. gününde, en yüksek *S. thermophilus* sayısı (8,90 log kob/g) ise %1 konsantrasyonunda balkabağı lifi içeren yoğurt örneğinde (BK 1.0) depolamanın 14. gününde tespit edilmiştir. *S. thermophilus* sayıları üzerine yoğurt örnekleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.29'da, depolama sürelerine ait sonuçlar ise Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* sayılarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	n	<i>S. thermophilus</i> Sayısı (log kob/g)*
K	12	8,38±0,46 ^a
BK 0.5	12	8,53±0,25 ^{ab}
BK 1.0	12	8,73±0,22 ^b
BK 1.5	12	8,55±0,22 ^{ab}

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma test sonucunda, en düşük *S. thermophilus* sayısı kontrol örneğinde, en yüksek *S. thermophilus* sayısı %1 oranında balkabağı lifi (BK 1.0) içeren örneklerde belirlenmiştir. %0,5 ile %1,5 oranında balkabağı lifi içeren örnekler istatistiksel olarak birbirleriyle benzer bulunmuştur. Genel olarak lif içeren örneklerde özellikle de BK 1.0 örneğinde *S. thermophilus* sayısının biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun balkabağı lifinin söz konusu bakterilerin gelişimini ve aktivitesini teşvik etmiş olabileceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Espirito Santo *et al.* (2010) açai pulpu ilavesiyle ürettikleri probiyotik yoğurtlarda *S. thermophilus* sayısının depolamanın 14. gününde kontrol örneklerine oranla önemli düzeyde yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar açai pulpunun özellikle probiyotik içermeyen örneklerde *S. thermophilus* bakteri sayılarını pozitif yönde etkilediğini ifade etmişlerdir.

Espirito Santo *et al.* (2012a) elma ve muz meyvelerinden elde edilen liflerle üretilen probiyotik yoğurtlarda depolamanın 1. gününden sonra *S. thermophilus* sayılarının (10,1–11,2 log kob/ml) kontrol örneğine oranla önemli düzeyde arttığını ifade etmişlerdir. Kavaz (2012) farklı konsantasyonlarda inülin/d-PAS tozu ilavesiyle ürettiği probiyotik yoğurtlarda *S. thermophilus* sayısının kullanılan % inülin/% d-PAS tozu oranına bağlı olarak depolama süresince küçük dalgalanmalarla birlikte artış gösterdiğini, yüksek oranda d-PAS tozu ile belli bir dereceye kadar inülin kombinasyonunun *S. thermophilus* sayısı üzerinde olumlu bir etki meydana getirdiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.30. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait *S. thermophilus* sayılarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	<i>S. thermophilus</i> Sayısı (log kob/g)*
1	16	8,35±0,14 ^a
7	16	8,66±0,22 ^b
14	16	8,64±0,44 ^b

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarından yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* sayılarının depolamanın 7. gününe kadar arttığı daha sonra kısmen stabil kaldığı görülmektedir. Erkaya (2009) inek, koyun, keçi sütleri kullanarak ürettikleri yoğurtlarda 28 günlük depolama süresince *S. thermophilus* sayısının 7. güne kadar arttığını daha sonra azalma eğilimi gösterdiğini bildirmiştir. Espirito Santo *et al.* (2012b) çarkıfelek meyvesi lifi ile ürettikleri probiyotik yoğurtlarda *S. thermophilus* sayısının genel olarak depolama süresince stabil olduğunu, 1. ve 14. günlerde *L. acidophilus* içeren örneklerde bir miktar azalma olduğunu, buna karşılık *B. lactis* içeren yoğurtlarda ise artış görüldüğünü belirtmişlerdir. Peker (2012) farklı oranlarda keçiyoynuzu gamı içeren yoğurt örneklerinin tümünde depolamanın 7. gününde *S. thermophilus* sayısının arttığını gözlemlemiştir.

4.6. Yoğurt Örneklerinin Mikroyapısı

Gıdaların mikroyapısının belirlenmesi, gıdayı oluşturan tanımlanabilir bileşenlerin boyutsal düzenlenmesi, birbirleriyle olan etkileşimlerinin anlaşılması ve fiziksel durumu hakkında bilgi vermesi açısından önem taşımaktadır. Yoğurt teknolojisi açısından bakıldığında, arzu edilen tekstürel ve duyuşsal özelliklere sahip yoğurt üretiminin gerçekleştirilebilmesi bakımından mikroyapısının belirlenmesi anahtar rol oynamaktadır (Laverse *et al.* 2011). Özellikle polisakkarit ve proteinlerden oluşan karışık jel sistemlerinde protein-polisakkarit interaksiyonlarının yapısının ve özelliklerinin iyi anlaşılması önem taşımaktadır. Süt proteinlerinin ve bazı polisakkaritlerin polielektrolit karakterleri dikkate alındığında, bu polimerler arasında elektrostatik interaksiyonlar jel yapısının şekillenmesinde büyük rol oynamaktadır (Nejatian *et al.* 2013).

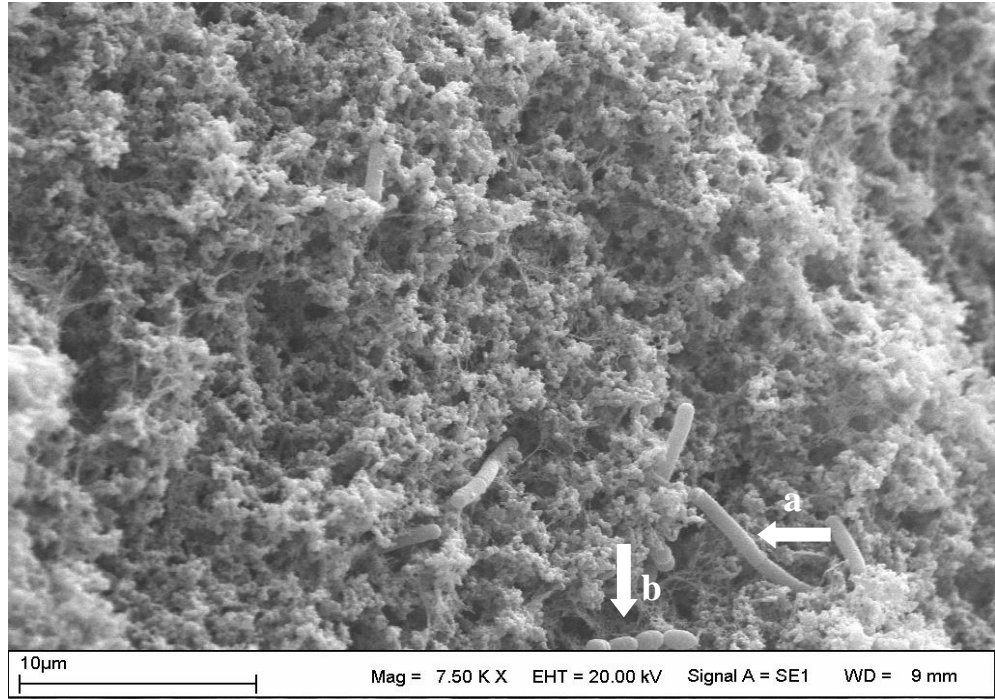
Farklı konsantrasyonlarda balkabağı lifi ilavesiyle üretilen yarım yağlı yoğurtların farklı büyütme derecelerine (7.500 ve 30.000) ait SEM (Scanning Electron Microscope) görüntüleri Şekil 4.10-4.15'de, kontrol örneğine ait görüntüler ise Şekil 4.8-4.9'da verilmiştir. Şekil 4.8-4.9'da kontrol örneğinin mikroyapısının hala globüler yapısı kolaylıkla ayırt edilebilen kazein agregatları ve zincirlerinden oluşan üç boyutlu bir protein ağı ile içerisinde serum fazının bulunduğu boşluklardan oluştuğu görülmektedir. Benzer jel yapısı Sandoval-Castilla *et al.* (2004) ve Ramirez-Santiago *et al.* (2010) tarafından herhangi bir katkı maddesi içermeyen kontrol örneklerinde de belirlenmiştir. Aynı zamanda SEM görüntülerinde fermantasyon sürecinde yer alan yoğurt bakterilerinin varlığı da belirlenmiştir (Şekil 4.8-4.9).

Yoğurt örneklerine ait SEM görüntüleri incelendiğinde kontrol örneği ile balkabağı lifi içeren örnekler arasında yapısal olarak belirgin farklılıklar olduğu görülmektedir. Balkabağı lifi ilave edilen yoğurtlarda protein ağını saran ipliksi uzantıların bulunduğu ve bunların lif olduğu tahmin edilmektedir. Özellikle 30.000 büyütme derecesinde elde edilen görüntülerde ipliksi yapılar daha net olarak görülebilmektedir. Benzer şekilde Ramirez-Santiago *et al.* (2010) yer elmasından elde ettikleri çözünebilir lif ile ürettikleri yoğurtlara ait SEM görüntülerinde pamuk ipliğine benzeyen yapıların bulunduğunu ve

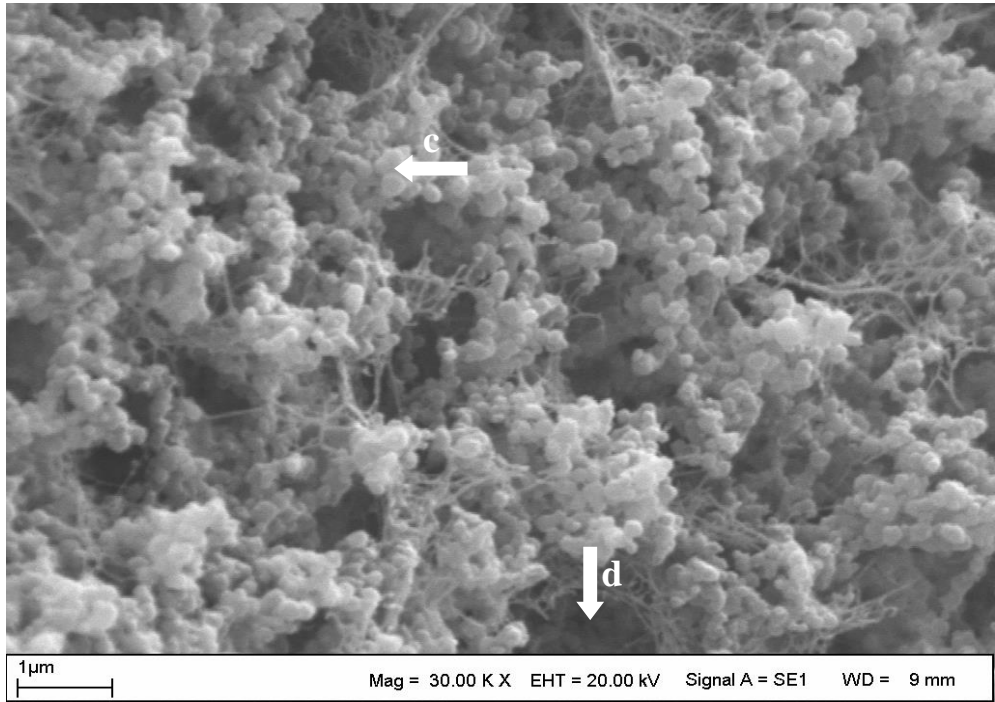
bu yapıların lif olabileceğini bildirmişlerdir. Aynı zamanda balkakabağı lifi içeren tüm yoğurt örneklerinde yoğurt bakterileri kolaylıkla ayırt edilebilmektedir.

Balkabağı lifinin protein agregatlarının arasına girdiği, bu örneklerde su fazının bulunduğu boşlukların sayısının azaldığı ve çaplarının küçüldüğü görülmektedir. Lif konsantrasyonundaki artışa paralel olarak iplikli yapıların arttığı, daha yoğun bir protein ağının oluştuğu tespit edilmiş ve bu durumun sonucu olarak jel sıklığının arttığı ve sinerezisin azaldığı yapılan diğer analiz sonuçlarıyla da desteklenmiştir. Balkabağı lifi içeren yoğurtlarda belirlenen jel yapının lifin yapısında bulunan pektinin süt proteinleriyle etkileşime girmiş olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Pektinin protein yüzeyindeki pozitif yüklerle etkileşime girme yeteneğine sahip bir anyonik hidrokolloit olduğu önceki araştırmalarda bildirilmiştir (Soukoulis *et al.* 2007).

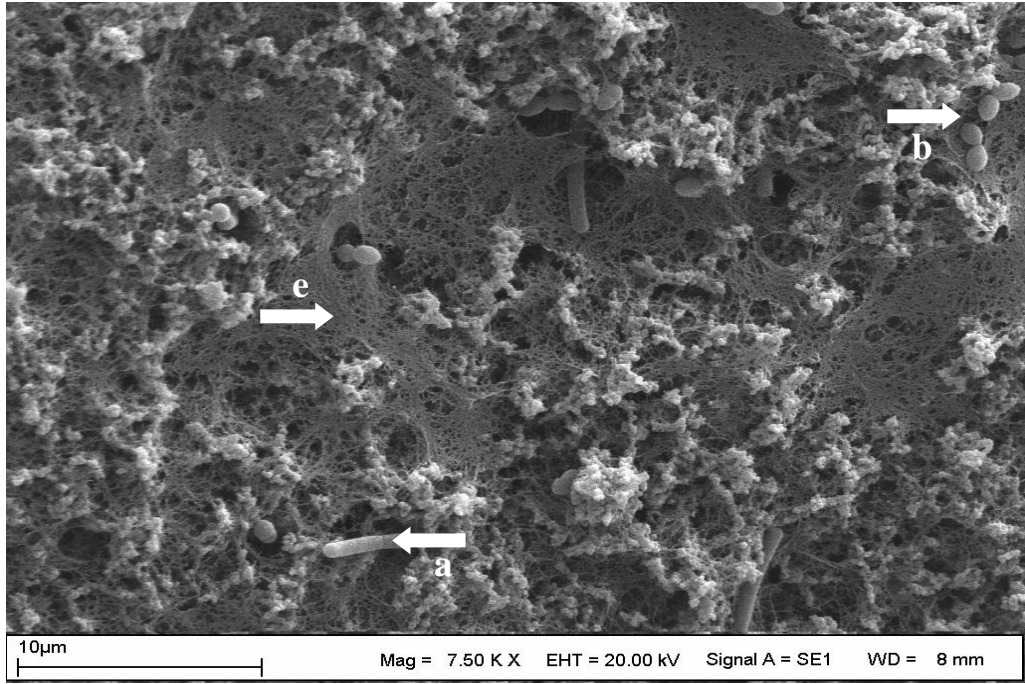
McCann *et al.* (2011) %0,5, %1 ve %1,5 oranlarında havuç tozu kullanarak ürettikleri yoğurt örneklerinde havuç partiküllerinin protein agregatları içeresine lokalize olduğunu, kontrol örneği ile karşılaştırıldığında daha az sayıda boşlukların bulunduğu ve konsantrasyon artışına bağlı olarak daha yoğun ve sıkı jel yapısının oluştuğunu bildirmişlerdir. Söz konusu yapının oluşmasında yoğurt pH sında havuç partiküllerinin negatif yüklü olmasının ve protein matriksi ile elektrostatik interaksyonlara girebilmesinin etkisinin olduğunu ifade etmişlerdir. Espirito-Santo *et al.* (2013) çarkıfelek meyvesi lifi ile zenginleştirdikleri probiyotik yoğurtlarda oluşan daha sıkı jel yapısının lifte yer alan pektinin varlığı ile açıklanabileceğini bildirmişlerdir. Tromp *et al.* (2004) fermente edilmiş süt içeceğinin stabilizasyonunu sağlamak amacıyla %1 oranında ilave edilen pektinin elektrostatik etkileşimleri sonucu olarak kazein misellerine adsorbe olduğu ve pektinin adsorbsiyonunun geri dönüşümsüz olduğunu ifade etmişlerdir. Yağsız süt dispersiyonlarında pektinin kazein miselleri üzerine adsorbsiyon derecesinin araştırıldığı başka bir çalışmada, pektin adsorbsiyonunun pH 5'in altında gerçekleştiği ve azalan pH (pH 3,5-5) ile birlikte adsorbsiyonun da arttığı bildirilmiştir (Tuinier *et al.* 2002).



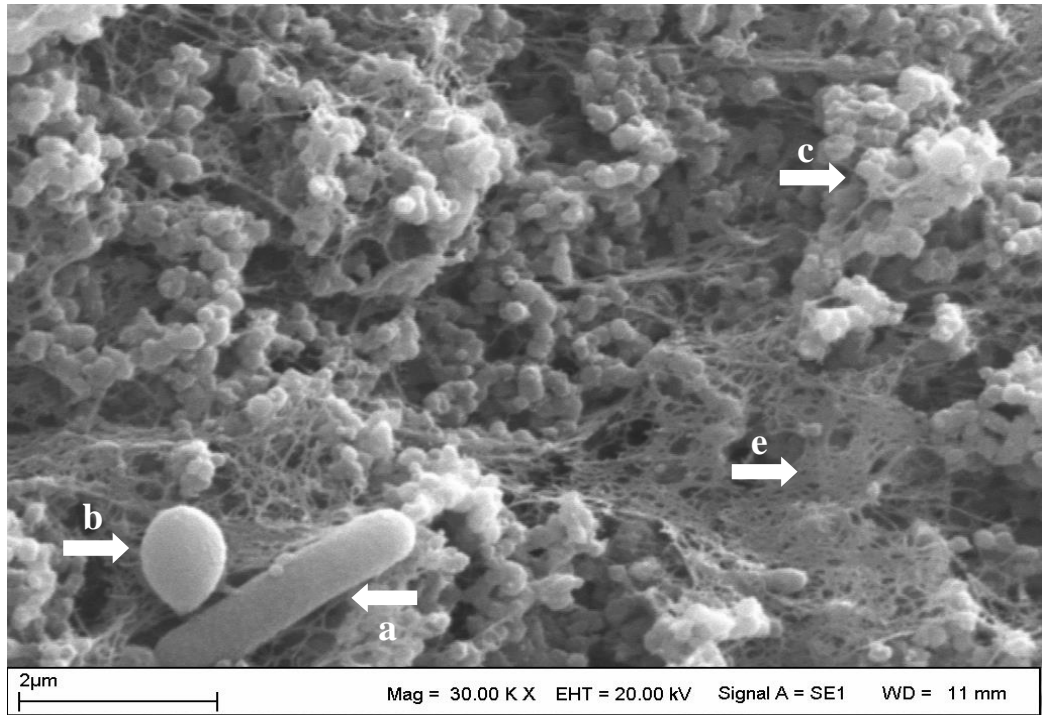
Şekil 4.8. Yarım yağlı kontrol örneğine ait SEM görüntüsü (7.50 KX)
a: laktobasil **b:** streptokok



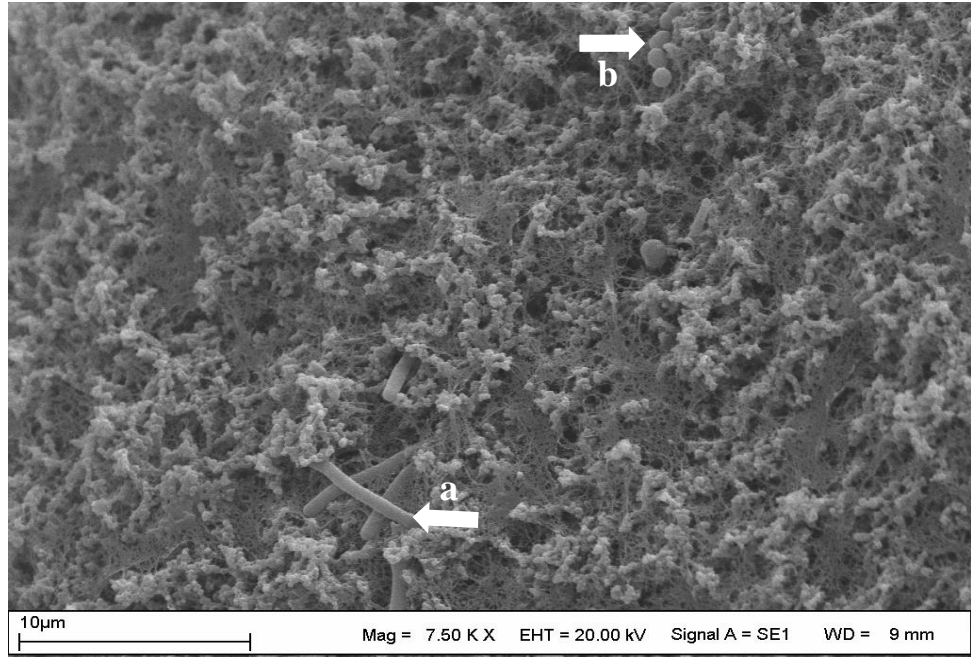
Şekil 4.9. Yarım yağlı kontrol örneğine ait SEM görüntüsü (30.00 KX)
c: kazein misellerinin oluşturduğu protein ağı **d:** su fazı ile doldurulan boşluk



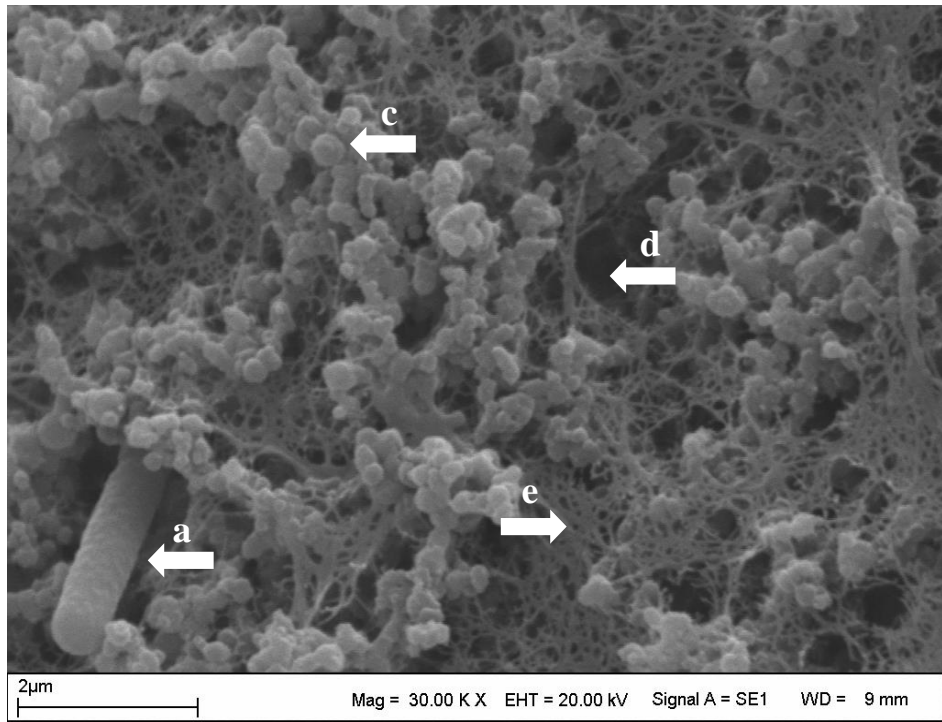
Şekil 4.10. %0.5 oranında balkabağı lifi içeren yarım yağlı yoğurda ait SEM görüntüsü
a: laktobasil **b:** streptokok **e:** balkabağı lifi



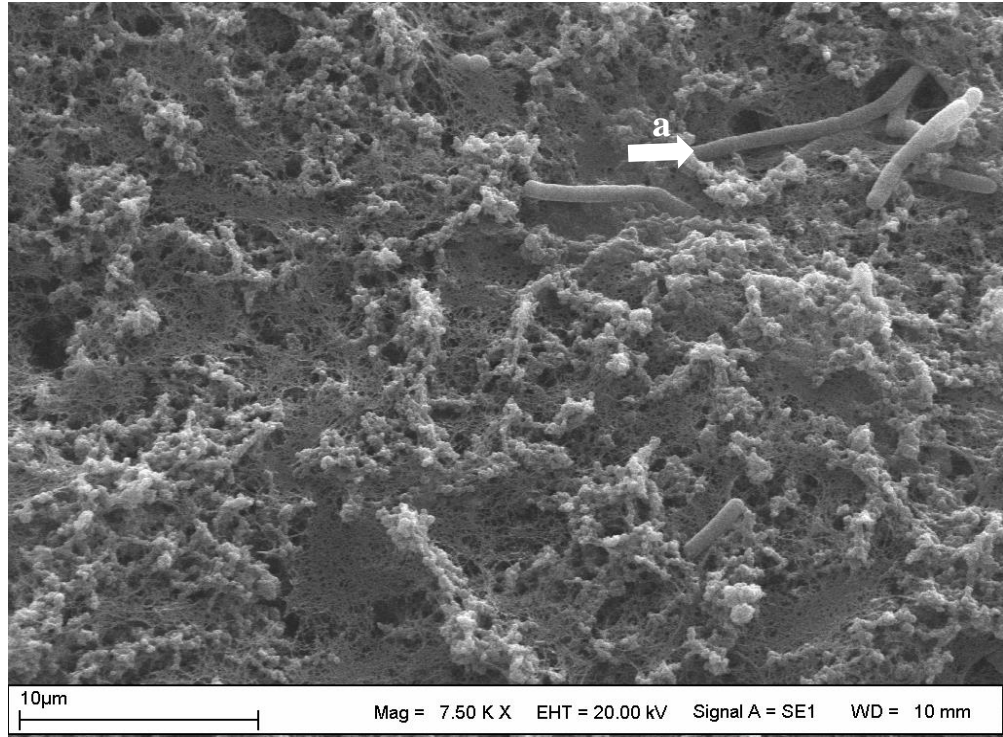
Şekil 4.11. %0.5 oranında balkabağı lifi içeren yarım yağlı yoğurda ait SEM görüntüsü
a: laktobasil **b:** streptokok **c:** kazein misellerinin oluşturduğu protein ağı **e:** balkabağı lifi



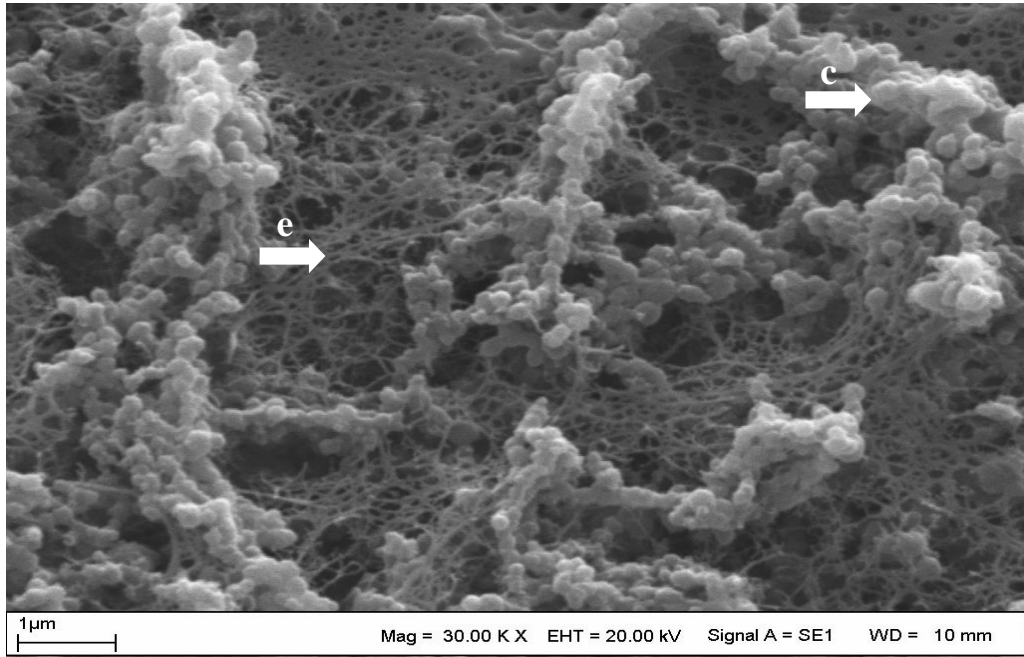
Şekil 4.12. %1 oranında balkabağı lifi içeren yarım yağlı yoğurda ait SEM görüntüsü (7.50 KX)
a: laktobasil **b:** streptokok



Şekil 4.13. %1 oranında balkabağı lifi içeren yarım yağlı yoğurda ait SEM görüntüsü (30.00 KX)
a: laktobasil **c:** kazein misellerinin oluşturduğu protein ağı **d:** su fazı ile doldurulan boşluklar **e:** balkabağı lifi



Şekil 4.14. %1.5 oranında balkabağı lifi içeren yarım yağlı yoğurda ait SEM görüntüsü (7.50 KX)
a: laktobasil



Şekil 4.15. %1.5 oranında balkabağı lifi içeren yarım yağlı yoğurda ait SEM görüntüsü (30.00 KX)
c:kazein misellerinin oluşturduğu protein ağı e: balkabağı lifi

4.7. Yoğurt Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları

Duyusal değerlendirme, özellikle yeni ürün formülasyonlarının geliştirilmesinde tüketicinin beğenisi ve isteklerinin saptanması açısından büyük önem arz etmektedir. Farklı oranlarda balkabağı lifi ilavesiyle üretilen yoğurtlar ile kontrol örneğine ait duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.31’de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.32’de verilmiştir.

4.7.1. Renk ve görünüş

Panelistler tarafından deneme yoğurt örneklerine verilen renk ve görünüş puanları Çizelge 4.31’de verilmiştir. Yoğurt örneklerine ait en düşük renk ve görünüş puanı (7,87) %0,5 oranında balkabağı lifi içeren yoğurt örneğine, en yüksek renk ve görünüş puanı (8,24) ise %1,5 konsantrasyonunda balkabağı lifi içeren yoğurt örneğine (BK 1.5) depolamanın 14. gününde verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda, yoğurt örneklerinin renk ve görünüş puanları üzerine balkabağı lifinin etkisi $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunurken, depolama süresinin ve lif ilavesi x depolama süresi etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yoğurt örneklerinin renk ve görünüş puanları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.33’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Yoğurt örneklerinin duyu analizi sonuçları ve standart sapmaları*

Yoğurt Örnekleri	Depolama Süresi (Gün)	Renk ve Görünüş	Koku	Lezzet	Yapı ve Tekstür	Su Salma	Genel Kabul Edilebilirlik
Kontrol (K)	1	8,06±0,08	7,99±0,17	7,93±0,09	7,58±0,11	7,87±0,35	7,79±0,19
	7	8,12±0,17	7,87±0,17	7,68±0,09	7,62±0,17	7,54±0,16	7,54±0,16
	14	8,09±0,12	7,77±0,13	7,37±0,17	7,74±0,12	7,50±0,00	7,61±0,15
%0.5 Balkabağı Lifi İlavesi (BK 0.5)	1	7,90±0,13	7,84±0,22	7,74±0,17	7,68±0,26	7,74±0,17	7,87±0,17
	7	8,02±0,13	7,77±0,13	7,87±0,17	7,83±0,24	7,84±0,22	7,73±0,10
	14	7,87±0,17	7,62±0,17	7,59±0,12	7,62±0,17	7,76±0,14	7,65±0,21
%1.0 Balkabağı Lifi İlavesi (BK 1.0)	1	8,15±0,13	7,59±0,22	8,06±0,08	7,83±0,24	8,06±0,08	8,00±0,00
	7	8,06±0,08	7,65±0,13	8,12±0,16	8,00±0,00	8,24±0,17	7,96±0,21
	14	8,00±0,00	7,56±0,08	7,90±0,13	8,12±0,17	8,17±0,10	8,12±0,17
%1.5 Balkabağı Lifi İlavesi (BK 1.5)	1	8,06±0,08	7,58±0,11	7,89±0,32	7,70±0,06	8,19±0,10	7,87±0,17
	7	8,20±0,07	7,62±0,17	8,12±0,17	8,18±0,08	8,26±0,19	7,83±0,24
	14	8,24±0,17	7,54±0,16	7,68±0,09	8,12±0,00	8,31±0,08	7,81±0,08
En düşük		7,87	7,54	7,37	7,58	7,50	7,54
En yüksek		8,24	7,99	8,12	8,18	8,31	8,12

*Verilen değerler iki tekerrürün ortalamasıdır

Çizelge 4.32. Yoğurt örneklerinin duyu analizi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	Renk ve Görünüş (F)	Koku (F)	Lezzet (F)	Yapı ve Tekstür (F)	Su Salma (F)	Genel Kabul Edilebilirlik (F)
Lif İlavesi (A)	3	3,564*	4,274*	5,893*	7,533**	17,288**	5,270*
Depolama Süresi (B)	2	0,492	1,330	8,421**	4,306*	0,095	1,007
AxB	6	0,791	0,246	1,111	1,277	1,187	0,512
Hata	12						
Genel	24						

* p<0.05 düzeyinde önemli ** p<0.01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.33. Yoğurt örneklerinin renk ve görünüş puanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	n	Renk ve Görünüş Puanları*
K	6	8,09±0,10 ^{ab}
BK 0.5	6	7,93±0,13 ^a
BK 1.0	6	8,07±0,09 ^{ab}
BK 1.5	6	8,16±0,12 ^b

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, en düşük renk ve görünüş puanı %0,5 balkabağı lifi içeren yoğurt örneğine (BK 0.5), en yüksek renk ve görünüş puanı ise %1,5 balkabağı lifi içeren yoğurt örneğine (BK 1.5) verilmiştir. Balkabağı lifinin ilave edilme oranlarına bağlı olarak renk ve görünüş puanlarının artış gösterdiği ve özellikle BK 1.0 ve BK 1.5 kodlu örneklerin kontrol örneği ile benzer puanlar aldığı belirlenmiştir. Lif partiküllerinin sayısı arttıkça sarımsı renk yoğunluğunun arttığı hem duyuşsal olarak hem de renk ölçüm sonuçlarıyla tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan gözle yapılan değerlendirmede lif içeren örneklerin özellikle renk açısından panelistler tarafından beğenildiği anlaşılmaktadır. Aynı zamanda lif içeren örneklerde sinerezisin daha az düzeyde gerçekleşmiş olması da görünüş puanlarının yüksek olmasının nedeni olarak görülebilir.

Espirito-Santo *et al.* (2013) çarkı felek meyvesi lifi ile üretilen yoğurtların hafif sarımsı rengine rağmen kontrol örnekleriyle benzer puanlar aldığını belirtmişlerdir. Baladura (2011) farklı oranlarda (%1, %2 ve %3) elma, bambu ve buğday lifi kullanarak ürettiği süzme yoğurtlarda yapılan duyuşsal değerlendirme sonucunda, en düşük görünüş puanının %3 oranında elma lifi içeren yoğurt örneğinde, en yüksek görünüş puanının ise %1 oranında buğday lifi içeren yoğurt örneğinde belirlendiğini bildirmiştir. Hashim *et al.* (2009) %1,5, %3 ve %4,5 konsantrasyonlarında hurma lifi içeren yoğurt örneklerinin renk ve görünüş puanlarının kontrol örneğine oranla önemli düzeyde düşük olduğunu

bildirmişlerdir. Güven *et al.* (2005) yağ ikame maddesi olarak farklı konsantrasyonlarda (%1, %2 ve %3) inülinin kullanıldığı yoğurtlarda, en yüksek renk ve görünüş puanının kontrol yoğurdunda belirlendiğini, bunu %1 inülin içeren yoğurt örneğinin takip ettiğini bildirmişlerdir. Küçükakgöl (2006) karbonhidrat esaslı yağ ikame maddesi (Litesse™) içeren yağsız yoğurt örneklerinde en yüksek görünüş puanlarını %1 ve %1,5 oranında Litesse™ içeren yoğurt örneklerinin aldığını bildirmiştir. Yoğurt örneklerine ait renk görünüş puanlarında depolama süresince önemli bir değişikliğin olmadığı belirlenmiştir.

4.7.2. Koku

Yoğurt örneklerinin koku puanlarının depolama süresince görülen değişimi Çizelge 4.31'de görülmektedir. Buna göre en düşük koku puanı (7,54) %1,5 balkabağı lifi içeren yoğurt örneğine (BK 1.5) depolamanın 14. gününde, en yüksek koku puanı (7,99) ise lif içermeyen kontrol yoğurdu örneğine (K) depolamanın 1. gününde verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarından, yoğurt örneklerinin koku puanları üzerine lif ilavesinin etkisi $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunurken, depolama süresinin ve lif ilavesi x depolama süresi interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Yoğurt örneklerinin koku puanları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.34'de verilmiştir.

Çizelge 4.34. Yoğurt örneklerinin koku puanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	n	Koku Puanları*
K	6	7,88±0,16 ^b
BK 0.5	6	7,74±0,17 ^{ab}
BK 1.0	6	7,60±0,13 ^a
BK 1.5	6	7,58±0,12 ^a

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, en düşük koku puanları %1,0 ve % 1,5 konsantrasyonunda balkabağı lifi içeren yoğurt örneklerinde (BK 1.5), en yüksek koku puanı ise lif içermeyen kontrol yoğurdu (K) örneğinde tespit edilmiştir. Balkabağı lifi konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak koku puanlarında azalma olduğu belirlenmiştir. Bu durumun balkabağı lifi içeren örneklerde balkabağının karakteristik kokusunun hissedilmiş olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Baladura (2011) farklı oranlarda elma, buğday ve bambu lifi ilavesiyle üretilen süzme yoğurtların duyu analizi sonucu, en yüksek koku puanlarının buğday lifi katkılı yoğurt örneklerine ait olduğunu belirtmiştir. Espirito-Santo *et al.* (2013) çarkıfelek meyvesi lifi katkılı yoğurtların koku puanlarının kontrol örneklerinden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Garcia-Perez *et al.* (2005) portakal lifi ilavesiyle ürettikleri yoğurtlarda, lif konsantrasyonundaki artışla birlikte portakal kokusunun daha yoğun hissedildiğini ifade etmişlerdir.

4.7.3. Lezzet

Yoğurt örneklerine panelistler tarafından verilen lezzet puanları Çizelge 4.31.'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.32'de görülmektedir. En düşük lezzet puanı (7,37) lif içermeyen kontrol yoğurdu örneğine (K) depolamanın 14. gününde, en yüksek lezzet puanı (8,12) ise % 1 ve % 1,5 balkabağı lifi içeren yoğurt örneklerine (BK 1.0, BK 1.5) depolamanın 7. gününde verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarından, yoğurt örneklerinin lezzet puanları üzerine lif ilavesinin etkisi $p<0,05$ düzeyinde, depolama süresinin etkisi ise $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Yoğurt örneklerinin lezzet puanları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.35'de, depolama sürelerine ait sonuçlar ise Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.35. Yoğurt örneklerinin lezzet puanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	n	Lezzet Puanları*
K	6	7,66±0,26 ^a
BK 0.5	6	7,73±0,17 ^{ab}
BK 1.0	6	8,02±0,14 ^c
BK 1.5	6	7,90±0,26 ^{bc}

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, en yüksek lezzet puanı %1 oranında balkabağı lifi içeren yoğurt örneğine (BK 1.0) verilmiş, sırasıyla BK 1.5, BK 0.5 ve K örnekleri tarafından takip edilmiştir. Balkabağı lifinin tüm konsantrasyonlarının kontrol örneğinden daha yüksek lezzet puanı aldığı belirlenmiştir. Panelistler tarafından balkabağı tadı hissedilmiş olmakla birlikte, bu durum lezzet puanları üzerine olumlu olarak yansımış ve özellikle %1 oranında balkabağı lifi içeren yoğurtlar panelistlerce daha fazla beğenilmiştir. McCann *et al.* (2011) yapmış oldukları duyusal değerlendirmenin sonucunda, havuç lifi ilavesinin yoğurtlarda hoşça giden aroma oluşumuna neden olduğunu ifade etmişlerdir. Crispin-Isidro *et al.* (2014) farklı konsantrasyonlarda (20 g/L, 40g /L ve 60g/L) fruktan ve inülin ilavesinin az yağlı yoğurtların duyusal niteliklerini etkilediğini, özellikle 40g/L inülin ile 60g /L fruktan içeren örneklerin tat puanlarının tam yağlı yoğurt örneklerinden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Başka bir araştırmada suda ve etanolde ekstrakte edilip, kurutularak ya da liyofilize edilerek hazırlanan kuşkonmaz lifi yoğurda ilave edilmiş ve en yüksek lezzet puanı suda ekstrakte edilmiş ve fırın sıcaklığında kurutulmuş kuşkonmaz lifi içeren yoğurtta belirlenmiştir (Sanz *et al.* 2008). Güven *et al.* (2005) az yağlı yoğurt üretiminde yağ ikame maddesi olarak kullanılan inülinin oranı arttıkça tat ve aroma puanlarının düştüğünü bildirmişlerdir. Hashim *et al.* (2009) %1, %3 ve %4,5 oranında hurma lifi içeren yoğurtlarda en yüksek lezzet puanının %1 oranında hurma lifi içeren yoğurda ait olduğunu ifade etmişlerdir. Küçükakgöl (2006) farklı oranlarda karbonhidrat esaslı yağ ikame maddesi (Litesse™) içeren yağsız yoğurt örneklerinde, en

yüksek tat puanının %1,5 oranında Litesse™ içeren yoğurt örneğine ait olduğunu belirtirken, en düşük tat puanını yağsız yoğurdun aldığını bildirmiştir.

Çizelge 4.36. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait lezzet puanlarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	Lezzet Puanları*
1	8	7,90±0,19 ^b
7	8	7,95±0,23 ^b
14	8	7,63±0,22 ^a

* Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, en düşük lezzet puanı depolamanın 14. gününde, en yüksek lezzet puanı ise depolamanın 7. gününde belirlenmiş ve 1. gündeki değer ile istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Genel olarak lezzet puanlarının 7. günden sonra azalmaya başladığı tespit edilmiştir. Depolamanın ilerlemesiyle artan asitlik değerleri lezzet puanlarında görülen düşüşün nedeni olarak görülebilir. Benzer şekilde Yedikardaş (2010) farklı yağ oranlarına sahip kayısı lifi katkılı probiyotik yoğurtların tat değerlerinde depolama süresince azalma olduğunu gözlemlemiştir. Peker (2012) farklı oranlarda (%0,13, %0,02, %0,026) keçiyoynuzu gamı ilaveli yoğurtlara ait en yüksek tat puanının depolamanın ilk gününde, en düşük tat puanının ise depolamanın 15. gününde belirlendiğini bildirmiştir.

4.7.4. Yapı ve tekstür

Yoğurt örneklerine depolama süresince verilen yapı ve tekstür puanları Çizelge 4.31'de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.32'de verilmiştir. Buna göre panelistler tarafından en düşük yapı ve tekstür puanı (7,58) lif içermeyen kontrol örneğine (K) depolamanın 1. gününde, en yüksek yapı ve tekstür puanı (8,18) ise %1,5 balkabağı lifi içeren yoğurt örneğine (BK 1.5) depolamanın 7. gününde verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarından, yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür puanları üzerine lif ilavesinin etkisi $p < 0,01$

düzeyinde, depolama süresinin etkisi ise $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür puanları arasındaki farklılıkları belirlemek için yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.37’de, depolama sürelerine ait sonuçlar ise Çizelge 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür puanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	n	Yapı ve Tekstür Puanları*
K	6	7,65±0,13 ^a
B 0.5	6	7,71±0,20 ^a
B 1.0	6	7,98±0,18 ^b
B 1.5	6	8,00±0,23 ^b

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, en yüksek yapı ve tekstür puanı %1,5 balkabağı lifi içeren yoğurt örneğinde (BK 1.5), en düşük yapı ve tekstür puanı ise lif içermeyen kontrol yoğurdu örneğinde (K) belirlenmiştir. Özellikle %1 ile %1,5 oranında lif içeren örneklerin yapı ve tekstür puanlarının önemli derecede yüksek olduğu görülmektedir. Bu örneklerde sinerezisin daha az düzeyde gerçekleşmiş olması, aynı zamanda viskozite değerlerinin de daha yüksek olması yapı ve tekstür puanlarındaki artışın nedeni olarak görülebilir. Nitekim Çizelge 4.11, 4.13 ve 4.15’te sinerezis, su tutma ve viskozite sonuçları incelendiğinde, duysal olarak verilen yapı ve tekstür puanları ile deneysel olarak bulunan değerlerin paralellik arz ettiği görülmektedir. Benzer şekilde yapılan bir araştırmada farklı konsantrasyonlarda inülin ve fruktan ilavesiyle üretilen az yağlı yoğurtların viskozitelerinin duysal olarak değerlendirildiği panel testinde, 40g /L inülin ile 60g /L fruktan içeren örneklerin tam yağlı kontrol örneklerinden daha yüksek tekstür puanları aldığı bildirilmiştir (Crispin-Isidro *et al.* 2014). Güven *et al.* (2005) farklı konsantrasyonlarda inülin içeren az yağlı yoğurtların yapı ve tekstür puanlarında önemli farklılıkların olmadığını

gözlemlemiştir. Kalender (2014) inülin konsantrasyonu arttıkça az yağlı süzme yoğurtların yapı ve kıvamının iyileştiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.38. Yoğurt örneklerinin depolama sürelerine ait yapı ve tekstür puanlarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	n	Yapı ve Tekstür Puanları*
1	8	7,70±0,17 ^a
7	8	7,90±0,24 ^b
14	8	7,90±0,26 ^b

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarından yoğurt örneklerinin yapı ve tekstür puanlarının depolamanın 7. gününe kadar arttığı, daha sonra sabit seyrettiği görülmektedir. Depolama süresince viskozite artışına paralel olarak yapı ve tekstür puanlarının da arttığı ve panelistlerin bu durumu duyuşsal olarak gözlemleyebildikleri anlaşılmaktadır.

4.7.5. Su salma

Yoğurt örneklerine panelistler tarafından depolama süresince verilen su salma puanları Çizelge 4.31'de görülmektedir. Su salma puanlarına ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.32'de verilmiştir. En düşük su salma puanı (7,50) lif içermeyen kontrol yoğurdu örneğine (K) depolamanın 14. gününde, en yüksek su salma puanı (8,31) ise %1,5 oranında balkabağı lifi içeren yoğurt örneğine (BK 1.5) depolamanın 14. gününde verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarından, yoğurt örneklerinin su salma puanları üzerine lif ilavesinin etkisi $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunurken, depolama süresinin ve lif ilavesi x depolama süresi interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Yoğurt örneklerinin su salma puanları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.39'da verilmiştir.

Çizelge 4.39. Yoğurt örneklerinin su salma puanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	n	Su Salma Puanları*
K	6	7,63±0,25 ^a
BK 0.5	6	7,78±0,15 ^a
BK 1.0	6	8,16±0,13 ^b
BK 1.5	6	8,25±0,11 ^b

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucunda, en yüksek su salma puanı % 1,5 balkabağı lifi içeren yoğurt örneğinde (BK 1.5), en düşük su salma puanı ise lif içermeyen kontrol yoğurdu örneğinde (K) tespit edilmiştir. Genel olarak balkabağı lifinin ilave edilme oranlarına paralel olarak su salma puanlarının arttığı görülmektedir. Özellikle BK 1.0 ve BK 1.5 kodlu örneklerde su salma puanlarının önemli derecede yüksek olduğu belirlenmiştir. Balkabağı lifi içeren örneklerde lif oranına bağlı olarak su salmanın daha az düzeyde gerçekleştiği deneysel analiz sonuçları ile de belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Bu araştırma sonuçları ile paralel olarak Domagala *et al.* (2013) farklı oranlarda transglutaminaz enzimi kullanarak üretmiş oldukları yoğurtlarda su salma puanlarının kontrol örneklerinden yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

4.7.6. Genel kabul edilebilirlik

Yoğurt örneklerine panelistler tarafından depolama süresince verilen genel kabul edilebilirlik puanları Çizelge 4.31'de görülmektedir. Buna göre en düşük genel kabul edilebilirlik puanı (7,54) lif içermeyen kontrol yoğurdu örneğine (K) depolamanın 7. gününde, en yüksek genel kabul edilebilirlik puanı (8,12) ise %1 balkabağı lifi içeren yoğurt örneğine (BK 1.0) depolamanın 14. gününde verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarından, yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları üzerine lif ilavesinin etkisi $p<0,05$ düzeyinde önemli, depolama süresi ile lif ilavesi x depolama

süresi interaksiyonunun etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.40'da verilmiştir.

Çizelge 4.40. Yoğurt örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	n	Genel Kabul Edilebilirlik Puanları*
K	6	7,65±0,17 ^a
BK 0.5	6	7,75±0,16 ^a
BK 1.0	6	8,03±0,14 ^b
BK 1.5	6	7,83±0,14 ^{ab}

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, en yüksek genel kabul edilebilirlik puanı %1 oranında balkabağı lifi içeren yoğurt örneğinde (BK 1.0), en düşük genel kabul edilebilirlik puanı ise kontrol örneğinde belirlenmiştir. Genel kabul edilebilirlik terimi tat, aroma, kıvam, tekstür gibi duyuşsal algılamaları bünyesinde bulunduran çok yönlü bir tanım olduğundan, bu açıdan ele alındığında özellikle %1 oranında balkabağı lifi içeren yoğurt örneğinin panelistler tarafından daha fazla beğenildiği söylenebilir. Srisuvor *et al.* (2013) farklı oranlarda inülin ve polydekstroz ilavesiyle ürettikleri yoğurtlarda, %2 ile %3 konsantrasyonunda polydekstroz içeren yoğurtların en fazla beğenilen örnekler olduğunu bildirmişlerdir. Staffolo *et al.* (2004) inülin, elma, buğday ve bambudan elde edilen ticari lifler kullanılarak üretilen yoğurtların panelistler tarafından kabul edilebilir düzeyde beğenildiğini bildirmişlerdir. Hashim *et al.* (2009) %3'e kadar hurma lifi ilave edilen yoğurt örneklerinin kontrol örnekleriyle benzer genel kabul edilebilirlik puanları aldığını, ancak lif miktarının %4,5'e çıkarılmasının sözkonusu puanları azalttığını bildirmişlerdir. Başka bir araştırmada farklı oranlarda elma, buğday ve bambu lifi kullanılarak üretilen süzme yoğurtların duyuşsal analiz sonucu en yüksek puanları %1 buğday lifi katkılı yoğurt örneğinin aldığı bildirilmiştir (Baladura 2011). Şahan *et al.* (2008) uzman panelistler tarafından yapılan

değerlendirmede, %0,25 ve %0,50 oranında β -glukan ilavesiyle üretilen yoğurtların kontrol örnekleriyle benzer düzeyde beğenildiğini bildirmişlerdir. Güven *et al.* (2005) farklı konsantrasyonlarda inülin içeren az yağlı yoğurtlarda en yüksek kabul edilebilirlik puanını kontrol yoğurdunun aldığını belirterek, yoğurtlarda inülin konsantrasyonu arttıkça kabul edilebilirlik puanlarının düştüğünü saptamışlardır. Yoğurt örneklerine ait genel kabul edilebilirlik puanlarında depolama süresince artma/azalmalar görülmekle birlikte, bu dalgalanmaların istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.31).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada balkabağı lifi ilavesinin yağ oranı azaltılmış yoğurdun kalitesi ve depolama stabilitesi üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, öncelikle Erzurum piyasasından temin edilen balkabağı kullanılarak lif üretimi gerçekleştirilmiş ve bazı teknolojik özellikleri analiz edilmiştir. Daha sonra yağ oranı %1,55'e standardize edilmiş süte %0,5, %1,0 ve %1,5 olmak üzere 3 farklı konsantrasyonda balkabağı lifi ilave edilmiş ve yoğurt üretiminde kullanılmıştır. Lif içermeyen örnek ise kontrol grubu olarak kabul edilmiştir. Balkabağı lifi içeren örneklerin bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, duyu özellikleri ile mikroyapısı kontrol grubu örnekleri ile 14 günlük depolama süresince karşılaştırılmıştır. Böylece balkabağı lifinin az yağlı yoğurt üretiminde yağ ikame maddesi olarak kullanılabilirliği ile balkabağı lifi ilavesinin yoğurdun kalite özellikleri üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Aynı zamanda toplum beslenmesinde önemli yer tutan yoğurdun lifle zenginleştirilerek daha da fonksiyonel hale getirilmesine çalışılmıştır. İlave olarak balkabağı lifinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri de analiz edilerek teknolojik olarak uygunluğu da kontrol edilmiştir. Bu araştırma sonucunda aşağıda belirtilen bulgular elde edilmiş ve öneriler yapılmıştır.

1. Araştırmada kullanılan balkabağı lifine ait kurumadde oranı %95,07, protein oranı ise %5,71 olarak belirlenmiştir. Balkabağı lifinin su bağlama kapasitesi 16,77 g su/g lif, yağ bağlama kapasitesi 3,12 g yağ/g lif olarak, şişme kapasitesi ise 27,16 ml su/g lif olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan balkabağı lifinin dikkate değer düzeyde hidrasyon özelliklerine sahip olduğu ve bu özellikler açısından değerlendirildiğinde gıda endüstrisinde tekstür ve kıvamın artırılmasında ve kalori değerinin azaltılmasında başarıyla kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda sahip olduğu lif içeriği ve biyoaktif bileşenler (karotenoidler, antioksidan ve fenolik bileşenler) sayesinde de fonksiyonel bir katkı maddesi olarak gıda formülasyonlarında kullanılabilmesi düşünülmektedir.

Balkabağı lifinde yapılan renk analizi sonucunda, L değeri 82,43, a değeri 5,40 ve b değeri 39,63 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlardan, balkabağının sahip olduğu sarımsı/turuncumsu renk dikkate alındığında, başta yoğurt ve dondurma olmak üzere çeşitli gıdaların üretiminde doğal bir renklendirici olarak kullanılabilceği kanaatine varılmıştır.

2. Yoğurt örneklerinde yapılan kurumadde analizi sonucunda, ortalama en düşük kurumadde miktarı ($\%13,25 \pm 0,30$) kontrol örneğinde, en yüksek ortalama kurumadde miktarı ($\%15,26 \pm 0,21$) ise $\%1,5$ balkabağı lifi içeren yoğurt örneğinde (BK 1.5) belirlenmiştir. Lif ilavesinin konsantrasyon artışına paralel olarak kurumadde değerlerini istatistiksel olarak artırdığı tespit edilmiştir.

3. Yoğurt örneklerinde yapılan protein analizi sonucunda, balkabağı lifi ilavesinin yoğurt örneklerinin protein oranlarında balkabağı lifinin ağırlıklı olarak karbonhidratlardan oluşması ve protein içeriğinin düşük olması nedeniyle önemli bir değişikliğe neden olmadığı ve depolama süresince sabit seyrettiği belirlenmiştir.

4. Yoğurt örneklerinde yapılan yağ analizi sonucunda, yağ oranlarının $\%1,68$ ile $\%1,77$ arasında değiştiği belirlenmiştir. Yoğurt yapımı için sütün yağ oranı $\%1,55$ 'e standardize edildiğinden depolama süresince örnekler arasında bir farklılık tespit edilememiştir. Başka bir deyişle balkabağı lifi ilavesi düşük yağ içeriği nedeniyle örneklerin yağ oranlarında herhangi bir değişikliğe yol açmamıştır.

5. Yoğurt örneklerinde yapılan titrasyon asitliği analizi sonucunda, en düşük ortalama $\%$ asitlik değeri ($\%1,203 \pm 0,03$) lif içermeyen kontrol grubu yoğurt örneğinde (K), en yüksek ortalama asitlik değerleri ise $\%1,0$ ve $\%1,5$ konsantrasyonlarında balkabağı lifi içeren örneklerde ($\%1,239 \pm 0,05$ ve $\%1,234 \pm 0,04$ sırasıyla) tespit edilmiştir. Mevcut sonuçlardan balkabağı lifi ilavesinin az miktarda, ancak istatistiksel olarak önemli düzeyde asitlik artışına neden olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda depolama süresince tüm örneklerde titrasyon asitliğinin arttığı gözlenmiştir.

6. Balkabağı lifi ilavesinin yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinde bir miktar artışa neden olduğu, bununla birlikte yoğurt örneklerinin pH değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir farklılığın bulunmadığı belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin pH değerlerinde depolama süresince sürekli bir azalmanın olduğu tespit edilmiştir.

7. Yoğurt örneklerinde en yüksek ortalama sinerezis değeri ($7,02 \pm 0,16$ ml/25g) kontrol örneğinde, en düşük ortalama sinerezis değeri ($2,60 \pm 0,49$ ml/25g) ise %1,5 oranında balkabağı lifi içeren örneklerde belirlenmiştir. Balkabağı lifinin yüksek su tutma kapasitesine sahip olması ve buna bağlı olarak fazla miktarda suyu absorblaması ilave edilme oranlarına bağlı olarak sinerezis değerlerini önemli düzeyde azaltmıştır. Aynı zamanda balkabağı lifindeki karbonhidrat karakterdeki bileşiklerin süt bileşenleriyle özellikle de proteinlerle etkileşiminin, jel yapının sıkılaşmasına dolayısıyla sinerezisin azalmasına neden olduğu düşünülmektedir. Depolama süresince sinerezis değerlerinde sürekli bir azalmanın olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlardan araştırmada kullanılan tüm lif konsantrasyonlarının sinerezisi azaltmada etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

8. Yoğurt örneklerine ait ortalama en düşük su tutma kapasitesi ($\%45,98 \pm 2,74$) kontrol örneğinde, en yüksek ortalama su tutma kapasitesi değeri ($\%57,42 \pm 1,83$) %1,5 oranında balkabağı lifi içeren örneklerde belirlenmiştir. Genel olarak sinerezisin aksine, kullanılan lif konsantrasyonları arttıkça su tutma kapasitesinin de arttığı belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlardan özellikle az yağlı/yağsız yoğurtların üretiminde süt kurumaddesini artırmak amacıyla alternatif olarak balkabağı lifinden de yararlanılabileceği sonucuna varılmıştır.

9. Yoğurt örneklerinde yapılan viskozite ölçümlerinde, en düşük ortalama viskozite değeri kontrol örneğinde ($7320,50$ cP) belirlenmiş, kontrol örneğini sırasıyla BK 0.5 ($10070,25$ cP), BK 1.0 ($14117,58$ cP), BK 1.5 örnekleri ($14942,16$ cP) izlemiştir. Özellikle lif ilave edilen örneklerde konsantrasyon artışına paralel olarak viskozite değerlerinin arttığı, %1,0 ve %1,5 oranında lif ilavesinin viskozite artışındaki etkisinin benzer olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince tüm örneklerde viskozite değerlerinde artış gözlenmiş, bu artışın lif içeren örneklerde daha belirgin olduğu tespit edilmiştir.

10. Yoğurt örneklerinde yapılan renk analizi sonucunda, en yüksek ortalama L (beyazlık/siyahlık) değeri kontrol örneğinde ($95,22 \pm 0,24$), en düşük ortalama L değeri ($88,98 \pm 0,23$) ise %1,5 oranında balkabağı lifi içeren örneklerde belirlenmiştir. Lif ilavesinin yoğurt örneklerinin beyazlık değerlerinde azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Yoğurt örneklerine ait a (yeşil/kırmızı) değerinin balkabağı lifi içeren örneklerde kontrol örneğine nazaran önemli düzeyde arttığı, analiz edilen örnekler içerisinde sadece kontrol örneğinin negatif a (yeşilimsi) değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Yoğurt örneklerine ait en düşük ortalama b değeri (sarı/mavi) kontrol örneğinde ($11,00 \pm 0,15$) en yüksek ortalama b değeri ise ($25,44$) %1,5 oranında balkabağı lifi içeren örneklerde belirlenmiştir. Artan balkabağı konsantrasyonuna paralel olarak +b (sarımsı) değerlerinin de arttığı tespit edilmiştir. Balkabağı lifinin sarıdan turuncuya değişen doğal rengi nedeniyle a ve özellikle b değerlerinin artış gösterdiği düşünülmektedir.

Depolama süresince renk parametrelerinin değişimleri incelendiğinde, L değerlerinde başlangıç değerine oranla artış olduğu, a ve b değerlerinde ise bir miktar azalmanın olduğu belirlenmiştir. Sadece kontrol örneğinin –a değerlerinde depolama süresince artma olduğu tespit edilmiştir. Özellikle depolama süresince lif içeren örneklerde L değerlerindeki artışa karşın, a ve b değerlerinde görülen azalmanın balkabağı lifinde yer alan renk bileşenlerinin (β -karoten ve lutein vb) oksidasyona uğramış olma ihtimalinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu sonuçlardan balkabağı lifinin yoğurt örneklerinin rengini olumsuz yönde etkilemediği, aksine doğal renklendirici olarak yoğurt ve dondurma gibi süt ürünlerinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

11. Yoğurt örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçlarından, en yüksek ortalama *L. bulgaricus* sayısı ($8,58 \pm 0,20$ log kob/g) lif içermeyen kontrol örneğinde, en düşük ortalama *L. bulgaricus* sayısı ($8,30 \pm 0,14$ log kob/g) ise %1,5 oranında balkabağı lifi içeren örnekte belirlenmiştir. Lif katkılı yoğurtların *L. bulgaricus* sayıları istatistiksel olarak birbirleriyle benzer, kontrol örneği ile farklı bulunmuştur. Mevcut sonuçlardan balkabağı lifi içeren örneklerde *L. bulgaricus* sayıları istatistiksel olarak daha düşük olduğu, ancak aradaki farklılığın çok büyük olmadığı tespit edilmiştir. Bu

durumda balkabağı lifi ilavesinin *L. bulgaricus*'un gelişimi üzerine olumsuz bir etkisinin bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

12. Yoğurt örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçlarında, en yüksek ortalama *S. thermophilus* sayısı ($8,73 \pm 0,22$ log kob/g) %1,0 oranında balkabağı lifi içeren yoğurt örneğinde, en düşük ortalama *S. thermophilus* sayısı ($8,38 \pm 0,46$ log kob/g) ise kontrol örneğinde belirlenmiştir. Genel olarak lif içeren örneklerde özellikle de BK 1.0 örneğinde *S. thermophilus* sayısının biraz daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Mevcut sonuçlardan balkabağı lifi ilavesinin *S. thermophilus*'un gelişimi ve aktivitesi üzerine herhangi olumsuz etkisinin olmadığı kanaatine varılmıştır.

Depolama süresince analiz edilen tüm örneklerde yoğurt bakterilerinin sayısının 7 log kob/g'nin üzerinde bulunduğu, genel olarak *L. bulgaricus* sayısının depolama süresince azaldığı, *S. thermophilus* sayısının ise 7. güne kadar arttığı, daha sonra sabit kaldığı belirlenmiştir.

13. Yoğurt örneklerine ait SEM (Scanning Electron Microscope) görüntülerinden kontrol örneği ile balkabağı lifi içeren örnekler arasında belirgin yapısal farklılıkların bulunduğu tespit edilmiştir. Kontrol örneğinin kazein agregatlarından oluşan üç boyutlu bir protein ağı ile içerisinde serum fazının bulunduğu boşluklardan oluştuğu belirlenmiştir. Balkabağı lifi ilave edilen yoğurtlarda protein ağını saran ipliksi uzantıların bulunduğu, serum fazının bulunduğu boşlukların sayısının azaldığı ve çaplarının küçüldüğü tespit edilmiştir. Lif konsantrasyonundaki artışa paralel olarak ipliksi yapıların arttığı, daha yoğun bir protein ağının oluştuğu ve bu durumun sonucu olarak jel sıklığının arttığı ve sinerezisin azaldığı belirlenmiştir. Balkabağı lifi içeren yoğurtlarda belirlenen jel yapının lifin yapısında bulunan pektinin süt proteinleriyle etkileşime girmiş olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. İlâveten tüm örneklere ait görüntülerde yoğurt bakterilerinin varlığı da net olarak belirlenebilmiştir.

14. Yoğurt örneklerinin duyuşal değeriendirilmesinde, renk, görünüş, lezzet, su salma ve genel kabul edilebilirlik puanları bakımından balkabağı lifi içeren örneklerin kontrol

örneği ile benzer ya da yüksek puanlar aldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte balkabağının karakteristik kokusunun algılanması nedeniyle koku puanlarının kontrol örneğinden önemli derece düşük olduğu tespit edilmiştir. İlave edilen tüm konsantrasyonların yarım yağlı yoğurtların duyuşal özelliklerini artırdığı, özellikle %1 oranında balkabağı lifi ilavesinin daha etkili olduğu belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarından, balkabağı lifinin %1,5'un üzerindeki konsantrasyonlarda kullanımının duyuşal kusurlara yol açabileceği kanaatine varılmıştır.

Araştırmada elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde; balkabağı lifi ilavesinin yarım yağlı yoğurtlarda jel sıklığını ve viskoziteyi artırdığı, sinerezisi azalttığı, duyuşal özelliklerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Bu nedenle balkabağı lifi kullanımının yağsız ya da az yağlı yoğurt üretiminde avantaj sağlayacağı ve yağın olmaması durumunda ortaya çıkabilecek olumsuzlukların giderilebileceği sonucuna varılmıştır. Özellikle %1 oranında lif ilavesinin az yağlı yoğurt üretimi için en ideal konsantrasyon olduğu belirlenmiştir. Hem yoğurdun hemde diyet lifinin sağlık ve beslenme üzerindeki olumlu etkileri düşünöldüğünde, bir arada kullanılmalarının yeni ve fonksiyonel ticari bir ürün geliştirilmesi açısından ilerideki araştırmalara ışık tutacağı düşünölmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdul-Hamid, A. and Luan, Y.S., 2000. Functional properties of dietary fiber from defatted rice bran. *Food Chemistry*, 68,15-19.
- Akalın, A.S., Unal, G., Dinkci, N. and Hayaloglu, A.A., 2012. Microstructural, textural, and sensory characteristics of probiotic yogurts fortified with sodium calcium caseinate or whey protein concentrate. *Journal of Dairy Science*, 95(7), 3617–3628.
- Akoh, C.C.,1998. Fat Replacers. *Food Technology*, 52(3), 47-53.
- Anonim, 2001. Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği. Tebliğ No: 2001/21.
- Anonim, 2006. Türk Standartları Enstitüsü, Yoğurt Standardı (TS 1330), Ankara.
- Anonim, 2009. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, Fermente Süt Ürünleri Tebliği. Resmi Gazete, Sayı: 27143, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 2013. Dünya ve Türkiye’de Süt Sektör İstatistikleri, Ulusal Süt Konseyi, Ankara.
- Aportela-Palacios, A., Sosa-Morales, M.E. and Velez-Ruiz, J.F., 2005. Rheological and physicochemical behavior of fortified yogurt, with fiber and calcium. *Journal of Texture Studies*, 36, 333-349.
- Arslan, S. and Özel, S., 2012. Some properties of stirred yoghurt made with processed grape seed powder, carrot juice or a mixture of grape seed powder and carrot juice. *Milchwissenschaft*, 67(3), 281-285.
- Aryana, K.J., Plauche, S., Rao, R.M., McGrew, P. and Shah, N.P., 2007. Fat free plain yogurt manufactured with inulins of various chain lenggths and *Lactobacillus acidophilus*. *Journal of Food Science*, 72(3), 79-84.
- Atamer, M. ve Sezgin, E., 1986. Yoğurtlarda kurumadde artımının pıhtının fiziksel özellikleri üzerine etkisi, *Gıda*, 11(6), 327-331.
- Aydın, E. and Göçmen, D., 2015. The influences of drying method and metabisulfite pre-treatment on the color, functional properties and phenolic acids contents and bioaccessibility of pumpkin flour. *LWT- Food Science and Technology*, 60, 385-392.
- Baladura, E., 2011. Süzme Yoğurtlarının Fonksiyonel Özelliklerinin Arttırılmasında Bazı Diyet Liflerin Kullanılması Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Balkaya, A., Özbakır, M. ve Karaağaç, O., 2010. Karadeniz Bölgesinden toplanan balkabağı (*Cucurbita moschata* Duch.) populasyonlarının karakterizasyonu ve meyve özelliklerindeki varyasyonun değerlendirilmesi. *Ankara Tarım Bilimleri Dergisi*, 16(1), 17-25.
- Batı, G., 2008. Yağsız Yoğurt Üretiminde Simplese ve Maltrin Kullanımının Yoğurtların Kalitesi ve Mikrostrüktürü Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Bhullar, Y.S., Udin, M.A. and Shah, N.P., 2002. Effects of ingredients supplementation on textural characteristics and microstructure of yoghurt. *Milchwissenschaft*, 57(6), 328-332.
- Bodyfelt, F.W., Tobias, J. and Trout, G.M., 1988. *The Sensory Evaluation of Dairy Products*, 598, London: Van Nostrand Reinhold.

- Burdurlu, H.S. ve Karadeniz, F. 2003. Gıdalarda diyet lifinin önemi. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7(15), 18-25.
- Chandan, R.C. and O'Rell, K.R., 2006. Yoghurt plant: Quality Assurance. In R. C. Chandan, C. H. White, A. Kilara, & Y. H. Hui (Eds.), *Manufacturing yoghurt and fermented milks*, 247-265. Ames, IA: Blackwell Publishing.
- Chantaro, P., Devahastin, S. and Chiewchan, N., 2008. Production of antioxidant high dietary fiber powder from carrot peels. *LWT- Food Science and Technology*, 41, 1987-1994.
- Chouchouli, V., Kalogeropoulos, N., Konteles, S.J., Karvela, E., Makris, D.P. and Karathanos, V.T., 2013. Fortification of yoghurts with grape (*Vitis vinifera*) seed extracts. *LWT - Food Science and Technology*, 53, 522-529.
- Chung, C., Degner, B. and McClements, D.J., 2014. Reduced calorie emulsion-based foods: Protein microparticles and dietary fiber as fat replacers. *Food Research International*, 64, 664-676.
- Crispin-Isidro, G., Lobato-Calleros, C., Espinosa-Andrews, H., Alvarez-Ramirez, J. and Vernon-Carter E.J., 2014. Effect of inulin and agave fructans addition on the rheological, microstructural and sensory properties of reduced-fat stirred yogurt. *LWT- Food Science and Technology*, 1-7.
- Crizel, T., Jablonski, A., de Oliveira Rios, A., Rech, R. and Flores, S.H., 2013. Dietary fiber from orange byproducts as a potential fat replacer. *LWT- Food Science and Technology*, 53, 9-14.
- Çakmakçı, S. ve Gündoğdu, E., 2005. Yoğurdun yararları ne kadar tekrarlınsa da yine de az. *Hasat Gıda*, 20, 10-15.
- Çakmakçı, S., Çağlar, A. ve Türkoğlu, H., 1993. Yoğurdun insan beslenmesindeki rolü ve önemi. *Standart ve Ekonomik Dergisi*, 384, 29-35.
- Damian, C., 2013. Influence of dietary fiber addition on some properties of yoghurt. *Annals of Chemistry*, 24(1), 17-20.
- Dave, R. I. and Shah, N. P., 1997. Effect of cysteine on the viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made with commercial starter cultures. *International Dairy Journal*, 7, 537-545.
- Day, L., Xu, M., Oiseth, S. K., Lundin, L. and Hemar, Y., 2010. Dynamic rheological properties of plant cell-wall particle dispersions. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 81(2), 461-467.
- de Escalada Pla, M.F., Ponce, N.M., Stortz, C.A., Gerschenson, L.N. and Rojas, A.M., 2007. Composition and functional properties of enriched fiber products obtained from pumpkin (*Cucurbita moschata Duchesne ex Poiret*). *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 40, 1176-1185.
- Dini, I., Tenore, G.C. and Dini, A., 2013. Effect of industrial and domestic processing on antioxidant properties of pumpkin pulp. *LWT - Food Science and Technology*, 53(1), 382-385.
- Dirim, S.N. and Çalışkan, G., 2012. Determination of the effect of freeze drying process on the production of pumpkin (*Cucurbita moschata*) puree powder and the powder properties. *Gıda Dergisi*, 37(4), 203-210.
- Domagala, J., Wszolek, M., Tamime, A.Y. and Kupiec-Teahan, B., 2013. The effect of transglutaminase concentration on the texture, syneresis and microstructure of set-type goat's milk yoghurt during the storage period. *Small Ruminant Research*, 112, 154-161.

- Dülger, D. ve Şahan, Y., 2011. Diyet lifin özellikleri ve sağlık üzerindeki etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.*, 25(2), 147-157.
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C. and Attia, H., 2011. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry*, 124, 411-421.
- Erkaya, T., 2009. İnek, Manda, Koyun ve Keçi Sütlerinden Üretilen Yoğurtların Bazı Kalite Özelliklerinin Tespiti ve Aroma Profillerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Espirito Santo, A.P., Silva, R.C., Soares, F.A.S.M., Anjos, D., Gioielli, L.A. and Oliveira, M.N., 2010. Açai pulp addition improves fatty acid profile and probiotic viability in yoghurt. *International Dairy Journal*, 20, 415–422.
- Espirito-Santo, A.P., Cartolano, N.S., Silva, T. F., Soares, F.A.S.M., Gioielli, L.A., Perego, P., Converti, A. and Oliveira, M.N., 2012a. Fibers from fruit by-products enhance probiotic viability and fatty acid profile and increase CLA content in yoghurts. *International Journal of Food Microbiology*, 154, 135–144.
- Espirito Santo, A.P., Perego, P., Converti, A. and Oliveira, M.N., 2012b. Influence of milk type and addition of passion fruit peel powder on fermentation kinetics, texture profile and bacterial viability in probiotic yoghurts. *LWT - Food Science and Technology*, 47, 393-399.
- Espirito-Santo, A.P., Lagazzo, A., Sousa, A.L.O.P., Perego, P., Converti, A. and Oliveira, M.N., 2013. Rheology, spontaneous whey separation, microstructure and sensorial characteristics of probiotic yoghurts enriched with passion fruit fiber. *Food Research International*, 50, 224–231.
- Fernandez-Garcia, E. and McGregor, J.U. 1997. Fortification of sweetened plain yogurt with insoluble dietary fiber. *Z. Lebensm. Unters. Forsch. A.* , 204(6), 433-437.
- Figuerola, F., Hurtado, M. L., Estevez, A.M., Chiffelle, I. and Asenjo, F., 2005. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry*, 91, 395-401.
- Garcia-Perez, F. J., Lario, Y., Fernandez-Lopez, J., Sayas, E., Perez-Alvarez, J. A. and Sendra, E., 2005. Effect of orange fiber addition on yogurt color during fermentation and cold storage. *Industrial Applications*, 30(6), 457-463.
- Gomez-Ordenez, E., Jimenez-Escrig, A. and Ruperez P., 2010. Dietary fibre and physicochemical properties of several edible seaweeds from the northwestern Spanish coast. *Food Research International*, 43, 2289-2294.
- Grigelmo-Miguel, N. and Martín-Belloso, O., 1999. Comparison of dietary fiber from by-products of processing fruits and greens and from cereals. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 32, 503-508.
- Güven, M., Yasar, K., Karaca, O. B. and Hayaloglu, A.A., 2005. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 58(3), 180-184.
- Harris, P.J. and Ferguson, L.R., 1999. Dietary fibres may protect or enhance carcinogenesis. *Nutrition research*, 443, 95-110.
- Hashim, I. B., Khalil, A.H. and Afifi, H. S., 2009. Quality characteristics and consumer acceptance of yogurt fortified with date fiber. *Journal Dairy Science*, 92(11), 5403-5407.

- Hodis, H.N., Crawford D.W. and Sevanian A., 1991. Cholesterol feeding increases plasma and aortic tissue cholesterol oxide levels in parallel: further evidence for the role of cholesterol oxidation in arteriosclerosis. *Arteriosclerosis*, 89,117-126.
- Hussein, M.M., Hassan, F.A.M., Daym, H.H.A., Salama, A., Enab, A.K. and Abd El-Galil, A.A., 2011. Utilization of some plant polysaccharides for improving yoghurt consistency. *Annals of Agricultural Science*, 56(2), 97–103.
- IDF (International Dairy Federation), 1993. Standard Method 20B: Milk. Determination of nitrogen content. IDF, Brussels, Belgium.
- Kailasapathy, K., Harmstorf, I. and Phillips, M., 2008. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* ssp *lactis* in stirred fruit yogurts. *LWT-Food Science and Technology*, 41, 1317-1322.
- Kalender, M., 2014. Farklı Oranlarda İnülin İlavesinin Yağı Azaltılmış Süzme Yoğurt Üretimi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kavaz, A., 2012. Farklı Prebiyotik Kombinasyonları İle Üretilen Probiyotik Yoğurtların Organik Asit Miktarı, Aroma Profili Ve Diğer Kalite Özelliklerinin Tespiti. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Kaya, D., 2006. Balkabağı Suyu Üretim Teknolojisinin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kim, M.Y., Kim, E.J., Kim, Y.N., Choi, C. and Lee, B.H., 2012. Comparison of the chemical compositions and nutritive values of various pumpkin (Cucurbitaceae) species and parts. *Nutrition Research and Practice*, 6(1), 21–27.
- Kip, P., Meyer, D. and Jellema, R.H., 2006. Inulins improve sensoric and textural properties of low-fat yoghurts. *International Dairy Journal*, 16, 1098–1103.
- Krzeminski, A., Prell, K. A., Busch-Stockfisch, M., Weiss, J. and Hinrichs, J., 2014. Whey protein pectin complexes as new texturising elements in fat-reduced yoghurt systems. *International Dairy Journal*, 36, 118-127.
- Kurt, A., 1994. Yoğurdun Tarihesi ve Yeryüzüne Yayılışı. III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, MPM Yay. No: 548, 23 s, İstanbul.
- Kurt, A., Çakmakçı S. ve Çağlar A., 2007. Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yay. No.18.
- Küçükakgöl, Ö., 2006. Karbonhidrat Esaslı Yağ İkame Maddesi Kullanılarak Yağsız Yoğurt Üretiminde Kurumadde Artırımının Yoğurdun Kalitesi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Laleli, M., 2011. Soya Lesitininin Yağı Azaltılmış Yoğurtlardaki Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Laverse, J., Mastromatteo, M., Frisullo, P., Albenzio, M., Gammariello, D. and Del Nobile, M.A., 2011. Fat microstructure of yogurt as assessed by X-ray microtomography. *Journal of Dairy Science*, 94(2), 668–675.
- Lim, J., Inglett, G.E. and Lee, S., 2010. Response to consumer demand for reduced-fat foods: multi-functional fat replacers. *Japan Journal of Food Engineering*, 11(4), 147-152.
- Lobato-Calleros, C., Ramirez-Santiago, C., Vernon-Carter, E.J. and Alvarez-Ramirez, J., 2014. Impact of native and chemically modified starches addition as fat replacers in the viscoelasticity of reduced-fat stirred yogurt. *Journal of Food Engineering*, 131,110–115.

- Lopez-Vargas, J.H., Fernandez-Lopez, J., Perez-Alvarez, J.A. and Viuda-Martos, M., 2013. Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. *Food Research International*, 51(2), 756-763.
- Loveday, S.M., Ye, A., Anema, S.G. and Singh, H., 2013. Heat-induced colloidal interactions of whey proteins, sodium caseinate and gum arabic in binary and ternary mixtures. *Food Research International*, 54, 111–117.
- Lucey, J. A. and Singh, H., 1998. Formation and physical properties of acid milk gels: a review. *Food Research International*, 30(7), 529-542.
- Mann, J.I. and Cummings, J.H., 2009. Possible implications for health of the different definitions of dietary fibre. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 19, 226–229.
- Martinez, R., Torres, P., Meneses, M.A., Figueroa, J.G., Perez-Alvarez, J.A. and Viuda-Martos, M., 2012. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food Chemistry*, 135(3), 1520-1526.
- McCann, T.H., Fabre, F. and Day, L., 2011. Microstructure, rheology and storage stability of low-fat yoghurt structured by carrot cell wall particles. *Food Research International*, 44, 884–892.
- Mckinley, M., 2005. The nutrition and health benefits of yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 58(1), 1-12.
- Meydani, S.N. and Ha, W., 2000. Immunologic effects of yogurt. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 861–72.
- Mudgil, D. and Barak, S., 2013. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 61, 1-6.
- Murkovic, M., Mülleder, U. and Neunteufl, H., 2002. Carotenoid content in different varieties of pumpkins. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15, 633-638.
- Napier, K. 1997. Fat replacers—The cutting edge of cutting calories. A report. American Council on Science and Health, New York, NY.
- Nejatian, M., Hatami, M. and Mohammadifar, M.A., 2013. Effect of gum tragacanth exuded by three Iranian *Astragalus* on mixed milk protein system during acid gelation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 53, 168– 176.
- Nikoofar, E., Hojjatoleslami, M., Shakerian, A., Molavi, H. and Shariaty, M.A., 2013. Surveying the effect of oat beta glucan as a fat replacer on rheological and physicochemical characteristics of non fat set yoghurt. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 2(20), 790-796.
- Noelia, J.V., Roberto, M.J.M., de Jesus, Z.M.J. and G.I. J. Alberto, 2011. Physicochemical, technological properties, and health-benefits of *Cucurbita moschata* Duchense vs. Cehualca A Review. *Food Research International*, 44, 2587–2593.
- Ognean, C.F., Darie, N. and Ognean, M., 2006. Fat replacers -Review. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 12(2), 433-442.
- Özcan, T. and Kurtuldu, O., 2014. Influence of dietary fiber addition on the properties of probiotic yogurt. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 5(5), 397-401.
- Özer, B., 2006. Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Sidas Medya LTD. ŞTİ., 488 s, Şanlıurfa.

- Öztürk, T., 2013. Farklı Oranlarda Süt Tozu ve Yayıkaltı Kullanılarak Üretilen Yoğurtların Kalite Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Parodi, P.W., 2011. Nutrition and health. nutritional and health-promoting properties of dairy products: Fatty acids of milk and cardiovascular disease. Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition), 1023-1033.
- Peker, H., 2012. Keçiboynuzu Gami Kullanılarak Az Yağlı Yoğurt ve Zeytin Yaprağı Ekstraktı Kullanılarak Fonksiyonel Meyveli Yoğurt Üretimlerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Prasanna, P.H.P., Grandison, A.S. and Charalampopoulos, D., 2013. Microbiological, chemical and rheological properties of low fat set yoghurt produced with exopolysaccharide (EPS) producing *Bifidobacterium* strains. Food Research International, 51, 15-22.
- Ptichkina, N.M., Markina, O.A. and Romyantseva, G.N., 2008. Pectin extraction from pumpkin with the aid of microbial enzymes. Food Hydrocolloids, 22, 192–195.
- Puvanenthiran, A., Stevovitch-Rykner, C., McCann, T. H. and Day, L., 2014. Synergistic effect of milk solids and carrot cell wall particles on the rheology and texture of yoghurt gels. Food Research International, 62, 701–708.
- Qin, Q.Q., Xia, B.S., Xiong, Y., Zhang, S.X., Luo, Y.B. and Hao, Y.L., 2011. Structural Characterization of the Exopolysaccharide Produced by *Streptococcus thermophilus* 05-34 and Its In Situ Application in Yogurt. Journal of Food Science, 76(9), 1226-12230.
- Que, F., Mao, L., Fang, X. and Wu, T., 2008. Comparison of hot air-drying and freeze-drying on the physicochemical properties and antioxidant activities of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) flours. International Journal of LWT- Food Science and Technology, 43, 1195-1201.
- Qureshi, A.M., Salariya, A.M., Rashid, A.A. and Parveen, R., 2012. Preparation and nutritional evaluation of oat fiber based yogurt. Pak. J. Biochem. Mol. Biol., 45(2), 64-67.
- Raghavendra, S.N., Ramachandra Swamy, S.R., Rastogi, N.K., Raghavarao, K.S.M.S., Kumar, S. and Tharanathan, R.N., 2006. Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: A source of dietary fiber. Journal of Food Engineering, 72, 281-286.
- Ramirez-Santiago, C., Ramos-Solis, L., Lobato-Calleros, C., Pena-Valdivi, C., Vernon-Carter, E.J. and Alvarez-Ramirez, J., 2010. Enrichment of stirred yogurt with soluble dietary fiber from *Pachyrhizus erosus* L. Urban: Effect on syneresis, microstructure and rheological properties. Journal of Food Engineering, 101, 229-235.
- Saldamlı, İ. ve Babacan, S., 1996. Yoğurda besinsel lif katımı. Gıda, 21(3), 185-191.
- Sandoval-Castilla, O., Lobato-Calleros, C., Aguirre-Mandujano, E. and Vernon-Carter, E.J., 2004. Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. International Dairy Journal, 14, 151–159.
- Sanz T., Salvador A., Jimenez A. and Fiszman S.M., 2008. Yogurt enrichment with functional asparagus fibre. Effect of fibre extraction method on rheological properties, colour, and sensory acceptance. Eur Food Res Technol, 227, 1515-1521.

- Sendra, E., Fayos, P., Lario, Y., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E. and Perez-Alvarez, J.A., 2008. Incorporation of citrus fibers in fermented milk containing probiotic bacteria. *Food Microbiology*, 25, 13–21.
- Sendra, E., Kuri, V., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Navarro, C. and Perez-Alvarez, J.A., 2010. Viscoelastic properties of orange fiber enriched yogurt as a function of fiber dose, size and thermal treatment. *LWT - Food Science and Technology*, 43, 708–714.
- Settachaimongkon, S., Nout, M.J.R., Fernandes, E.C.A., Hettinga, K.A., Vervoort, J.M., van Hooijdonk, T.C.M., Zwietering, M.H., Smid, E.J. and van Valenberg, H.J.F., 2014. Influence of different proteolytic strains of *Streptococcus thermophilus* in co-culture with *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* on the metabolite profile of set-yoghurt. *International Journal of Food Microbiology*, 177, 29–36.
- Sezen, F., 2005. Protein Esaslı Yağ İkame Maddesi Kullanımının Yağsız Yoğurdun Kalitesi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Simon, J.A., Fong J. and Bernert JR., 1996. Serum fatty acids and blood pressure. *Hypertension*, 27, 303-307.
- Singh, M., Kim, S. and Liu, S.X., 2012. Effect of purified oat β -glucan on fermentation of set-style yogurt mix. *Journal of Food Science*, 77(8), 195-201.
- Soukoulis, C., Panagiotidis, P., Koureli, R. and Tzia, C., 2007. Industrial yogurt manufacture: Monitoring of fermentation process and improvement of final product quality. *Journal Dairy Science*, 90,2641–2654.
- Souza, J.R.R., Feitosa, J.P.A., Ricardo, N.M.P.S. and Brito, E.S., 2012. Isolation and characterization of pumpkin pectin for drug encapsulation. *Congresso Latino Americano de Orgaos Artificiais e Biomateriais*, Natal,RN.
- Srisuvor, N., Chinprahast, N., Prakitchaiwattana, C. and Subhimaros, S., 2013. Effects of inulin and polydextrose on physicochemical and sensory properties of low-fat set yoghurt with probiotic-cultured banana purée. *LWT - Food Science and Technology*, 51, 30-36.
- Staffolo, M.D., Bertola, N., Martino, M. and Bevilacqua, A., 2004. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *International Dairy Journal*, 14, 263-268.
- Şahan, N. Yasar, K. and Hayaloglu, A.A., 2008. Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a b-glucan hydrocolloidal composite during storage. *Food Hydrocolloids*, 22, 1291–1297.
- Tamime, A. Y. and Robinson, R. K., 1999. *Yoghurt: Science and Technology*. 2nd edn. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Tamime, A.Y. and Deeth, H.C., 1980. Yoghurt: Technology and Biochemistry. *Journal of Food Protection*, 43,939-976.
- Thebaudin, J.Y., Lefebvre, A.C., Harrington, M. and Bourgeois, C.M., 1997. Dietary fibres: Nutritional ve technological interest. *Trends in Food Science & Technology*,8, 41- 48.
- Toksöz, D., 2010. Keten Tohumu Protein Konsantresinin Yoğurdun Bazı Nitelikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.

- Torres, I.C., Janhøj, T., Mikkelsen, B.O. and Ipsen, R., 2011. Effect of microparticulated whey protein with varying content of denatured protein on the rheological and sensory characteristics of low-fat yoghurt. *International Dairy Journal*, 21, 645-655.
- Torres, I.C., Rubio, J. M. A. and Ipsen, R., 2012. Using fractal image analysis to characterize microstructure of low-fat stirred yoghurt manufactured with microparticulated whey protein. *Journal of Food Engineering*, 109, 721–729.
- Tosun, F., 2007. Salebin Yoğurdun Depolama Stabilitesi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Trigueros, L., Perez-Alvarez, J.A., Viuda-Martos, M. and Sendra, E., 2011. Production of low-fat yogurt with quince (*Cydonia oblonga* Mill.) scalding water. *LWT - Food Science and Technology*, 44, 1388-1395.
- Tromp, R.H., de Kruif, C.G., van Eijk, M. and Rolin, C., 2004. On the mechanism of stabilisation of acidified milk drinks by pectin. *Food Hydrocolloids*, 18, 565–572.
- Tseng, A. and Zhao, Y., 2013. Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. *Food Chemistry*, 138(1), 356-365.
- Tuinier, R., Rolin, C. and de Kruif, C.G., 2002. Electrosorption of pectin into casein micelles. *Biomacromolecules*, 3, 632–638.
- Ünal, G., 2008. Kazeinat veya Peynir Suyu Protein Konsantresi İle Zenginleştirmenin Yoğurdun Duyusal, Biyokimyasal ve Reolojik Özellikleri İle Yoğurt Bakterilerinin Gelişimi Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- van Vliet, T., Lucey, J.A., Grolle, K. and Walstra, P., 1997. Rearrangements in acidinduced casein gels during and after gel formation. In: *Food Colloids: Protein, Lipids, and Polysaccharides* (Ed. E. Dickinson and B. Bergenstahl). Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK., 335-345.
- Wang, J., Rosella, C.M. and Barbera, C.B., 2002. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chemistry*, 79, 221-226.
- Yalınkılıç, B., Kaban, G. and Kaya, M., 2012. The effects of different levels of orange fiber and fat on microbiological, physical, chemical and sensorial properties of sucuk. *Food Microbiology*, 29, 255-259.
- Yazıcı, F. and Akgün, A., 2004. Effect of some protein based fat replacers on physical, chemical, textural, and sensory properties of strained yoghurt. *Journal of Food Engineering*, 62, 245–254.
- Yedikardaş, E., 2010. Yağ Oranlarının Kayısı Lifi Katkılı Probiyotik Kültür İle Üretilen Yoğurtların Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Yılmaz, L., 2006. Yoğurt Benzeri Fermente Süt Ürünleri Üretiminde Farklı Probiyotik Kültür Kombinasyonlarının Kullanımı. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Yüksel, Z., 2007. Transglutaminazın Süt Proteinlerinin Bazı İşlevsel Özelliklerinin Değişimi Üzerine Etkisi ve Yoğurt ve Peynire Uygulanabilirliği. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Zhou, C.L., Liu, W., Zhao, J., Yuan, C., Song, Y., Chen, D., Ni, Y.Y. and Li, Q.H., 2014. The effect of high hydrostatic pressure on the microbiological quality and physical–chemical characteristics of Pumpkin (*Cucurbita maxima* Duch.) during refrigerated storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 21, 24–34.

ÖZGEÇMİŞ

13 Aralık 1989 yılında İstanbul'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Erzurum'da tamamladı. 2008 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünü'nde lisans eğitimine başladı ve 2012 yılında tamamladı. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı.