



**BROKOLİ VE İSPANAK TAKVİYESİNİN PROBİYOTİK YOĞURTLARIN
FİZİKOKİMYASAL, MİKROBİYOLOJİK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNE
ETKİSİ**

KÜBRA GÜNEŞ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Binnur KAPTAN

2022

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**BROKOLİ VE İSPANAK TAKVİYESİNİN PROBİYOTİK YOĞURTLARIN
FİZİKOKİMYASAL, MİKROBİYOLOJİK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNE
ETKİSİ**

KÜBRA GÜNEŞ

ORCID: 0000-0003-2886-5666

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Binnur KAPTAN**

ŞUBAT-2022

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

BROKOLİ VE İSPANAK TAKVİYESİNİN PROBİYOTİK YOĞURTLARIN FİZİKOKİMYASAL, MİKROBİYOLOJİK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Kübra GÜNEŞ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Binnur KAPTAN

Bu çalışmada, inek sütüne %10 oranında brokoli ve ıspanak sebzelerinin püreleri ilavesi ile probiyotik (*Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* ve *Lactobacillus acidophilus*) stirred tip yoğurtlar üretilmiş ve +4°C’de 14 gün süre ile depolanmıştır. Yoğurtların fizikokimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve duyuşal özelliklerinde meydana gelen değişiklikler araştırılmıştır. Depolama süresi boyunca 1.,7. ve 14. günlerde kuru madde, kül, pH, titre edilebilir asitlik, yağ, protein, serum ayrılması, su tutma kapasitesi, su aktivitesi, fenolik madde, antioksidan aktivite, yağ asidi kompozisyonu, mikrobiyolojik analiz, renk (L*,a*,b*), tekstürel analiz (sıklık, kıvam, iç yapışkanlık, viskozite indeksi), ve duyuşal analiz (görünüş, tat, koku, renk, ağızda kıvam, kaşıkla kıvam) değerleri belirlenmiştir. Brokoli ve ıspanak ilavesinin kuru madde, kül, titrasyon asitliği, protein, yağ, su tutma kapasitesi, serum ayrılması, antioksidan aktivite ve fenolik madde değerlerinde olumlu etkileri olduğu görülmüştür. Brokoli ilavesinin serum ayrılmasına yararlı etkileri görülürken, ıspanak ilavesinde aynı etki görülmemiştir. Ayrıca prebiyotik olarak kabul edilen brokoli ve ıspanağın probiyotik yoğurtlara ilavesinin, *L. acidophilus* ve *B. lactis* gelişimini teşvik ettiği belirlenmiştir. Genel olarak tüm probiyotik yoğurt örneklerinde, bakteri sayılarının depolama süresine bağlı olarak azalış gösterdiği görülmüştür. Sonuç olarak, brokoli ve ıspanak ilavesinin *L. acidophilus* ve *B. lactis* bakteri türleri için prebiyotik etki gösterdiği ve ürünlere fonksiyonel özellik kazandırdığı görülmüştür. Bunun yanı sıra, brokoli ve ıspanak ilavesinin probiyotik yoğurtların biyoaktif bileşenlerini iyileştirmesi sayesinde endüstride kullanılabileceği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Brokoli, ıspanak, probiyotik yoğurt, sebzeli yoğurt

ABSTRACT

THE EFFECT OF BROCCOLI AND SPINACH FORTIFICATION ON PHYSICOCHEMICAL, MICROBIOLOGICAL, TEXTURAL, AND SENSORY PROPERTIES PROBIOTIC YOGHURTS

Kübra GÜNEŞ

Department of Food Engineering

MSc. Thesis

Supervisor: Asisst. Prof. Dr. Binnur KAPTAN

In this study, stirred type probiotic (*Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* and *Lactobacillus acidophilus*) yoghurts were produced by adding 10% broccoli and spinach vegetable purees to cow milk and stored at +4°C for 14 days. Changes in physicochemical, microbiological, textural and sensory properties of yoghurts were investigated. During the storage period on 1., 7. and 14. days dry matter, ash, pH, titratable acidity, fat, protein, serum separation, water holding capacity, water activity, phenolic substance, antioxidant activity, fatty acid composition, microbiological analysis, color (L*, a*, b*), textural analysis (firmness, consistency, cohesiveness, viscosity index), and sensory analysis (appearance, taste, odor, color, consistency in the mouth, consistency with a spoon) values were determined. It was observed that the addition of broccoli and spinach was effective in dry matter, ash, titration acidity, protein, fat, water holding capacity, serum separation, antioxidant activity and phenolic substance values. While the beneficial effects of broccoli addition on serum separation were observed, the same effect was not seen in the addition of spinach. Furthermore, the addition of broccoli and spinach, which are considered as prebiotics, to probiotic yogurts encourages the development of *L. acidophilus* and *B. lactis* determined. In general, in all probiotic yogurt samples, it was observed that the amount of bacteria decreased depending on the storage time. As a result, it has been observed that the addition of broccoli and spinach has a prebiotic effect for *L. acidophilus* and *B. lactis* bacterial species and gives functional properties to the products. In addition, it has been determined that the addition of broccoli and spinach can be used in industry thanks to the improvement of the bioactive components of probiotic yogurts.

Keywords: Broccoli, spinach, probiotic yogurt, vegetable added yogurts

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SİMGELER DİZİNİ.....	xii
KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
TEŞEKKÜR	xiv
1. GİRİŞ	15
1.1. Literatür Özeti	15
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	18
2. KAYNAK ÖZETLERİ	19
2.1. Probiyotikler	19
2.2. Yoğurt Denemelerinde Kullanılan Mikroorganizmalar ile Yapılan Çalışmalar.....	22
2.2.1. <i>Lactobacillus acidophilus</i>	22
2.2.2. <i>Bifidobacterium</i>	22
2.2.3. <i>Streptococcus thermophilus</i>	22
2.2.4. <i>Laktobacillus bulgaricus</i>	23
2.3. Prebiyotikler	23
2.4. Brokoli ve Ispanak	26
2.5. Probiyotik Yoğurt ile Yapılmış Çalışmalar	30
2.6. Meyve İlaveli Probiyotik Yoğurtlar	33
2.7. Sebze İlaveli Probiyotik Yoğurtlar	37
3. MATERYAL VE METOD	41
3.1. Materyal	41
3.1.1. Süt	41
3.1.2. Probiyotik Yoğurt Kültürleri.....	41
3.1.3. Brokoli ve Ispanak	41
3.1.4. Ambalaj Materyali	41
3.2. Metod	41
3.2.1. Sebze Pürelerinin Hazırlanması	41
3.2.2. Yoğurt Kültürlerinin Aktive Edilmesi	42
3.2.3. Sade ve Sebze Püre İlaveli Yoğurtların Üretimi	42

3.2.4. Sebze Pürelerine Yapılan Analizler	44
3.2.4.1. Kuru madde Oranı Tayini.....	44
3.2.4.2. Kül Tayini.....	44
3.2.4.3. pH Tayini.....	45
3.2.4.4. Titrasyon Asitliği Tayini	45
3.2.4.5. Renk Analizi.....	45
3.2.5. Süte Yapılan Analizler	46
3.2.5.1. pH Tayini.....	46
3.2.5.2. Titrasyon Asitliği Tayini	46
3.2.5.3. Kuru Madde Oranı Tayini	46
3.2.5.4. Yağ Oranı Tayini.....	46
3.2.6. Probiyotik Yoğurtlara Yapılan Analizler.....	47
3.2.6.1. Kuru Madde Oranı Tayini	47
3.2.6.2. Yağ Analizi.....	47
3.2.6.3. Protein Analizi.....	47
3.2.6.4. pH Tayini.....	48
3.2.6.5. Titrasyon Asitliği Tayini	48
3.2.6.6. Kül Tayini.....	49
3.2.6.7. Su Aktivitesi (a_w).....	49
3.2.6.8. Su Tutma Kapasitesi.....	49
3.2.6.9. Serum Ayrılması.....	50
3.2.6.10. Renk Analizi.....	50
3.2.7. Yağ Asidi Kompozisyonu Belirlenmesi	50
3.2.7.1. Yoğurt Örneklerinden Yağ Ekstraksiyonu.....	50
3.2.7.2. Yağ Asitlerinin Metil Ester Formlarına Esterleştirilmesi.....	51
3.2.7.3. GC-FID Kromatografik Analiz	51
3.2.8. Biyokimyasal Analizler	51
3.2.8.1. Örneklerin Ekstraksiyonu.....	51
3.2.8.2. Fenolik Madde Analizi.....	52
3.2.8.3. Antioksidan Aktivite Analizi.....	52
3.2.9. Mikrobiyolojik Analizler	53
3.2.9.1. Örneklerin analize hazırlanması.....	53
3.2.9.2. <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayımı	53
3.2.9.3. <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> sayımı.....	53
3.2.9.4. <i>Lactobacillus acidophilus</i> sayımı.....	54

3.2.9.5. <i>Bifidobacterium animalis</i> spp. <i>lactis</i> sayımı	54
3.2.10. Tekstürel Analiz	54
3.2.11. Duyusal Analiz	55
3.2.12. İstatistiksel Analiz	55
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	56
4.1. Sütün Bileşimi.....	56
4.2. Brokoli ve Ispanağın Özellikleri	56
4.3. Üretilen Yoğurtların Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri.....	57
4.3.1. Kuru Madde Değerleri (%).....	57
4.3.2. pH Değerleri.....	59
4.3.3. Titre Edilebilir Asitlik (Laktik Asit) (%).....	61
4.3.4. Kül (%).....	63
4.3.5. Yağ (%).....	65
4.3.6. Su aktivitesi.....	66
4.3.7. Su Tutma Kapasitesi (WHC)	68
4.3.8. Serum Ayrılması	70
4.3.9. Fenolik Madde	72
4.3.10. Antioksidan Aktivite	74
4.3.11. Protein	76
4.3.12. L* Değeri.....	78
4.3.13. a* Değerleri	80
4.3.14. b* Değeri	82
4.3.15. Yağ Asitleri Analizi.....	84
4.3.15.1. Toplam Zincir Uzunluklarına Göre Yağ Asitleri	88
4.3.15.2. Yağ Asitlerinin Besinsel Değerlendirme İndeksleri.....	89
4.4. Mikrobiyolojik Özellikler	92
4.4.1. <i>Streptococcus thermophilus</i> sayısı (log kob/g).....	92
4.4.2. <i>Lactobacillus bulgaricus</i> sayısı (log kob/g).....	94
4.4.3. <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i> (log kob/g) sayısı	96
4.4.4. <i>Lactobacillus acidophilus</i> sayısı (log kob/g)	98
4.5. Tekstürel Analizler.....	100
4.5.1. Sıkılık (Firmness) (g).....	100
4.5.2. Kıvam (Consistency) (g. sn)	103
4.5.3. İç yapışkanlık (Cohesiveness) (g).....	105
4.5.4. Viskozite indeksi (index of viscosity) (g. sn)	106

4.6. Duyusal Analizler	108
4.6.1. Görünüş Değerleri.....	109
4.6.2. Renk	110
4.6.3. Kaşıkla Kıvam Değerleri	111
4.6.4. Ağızla Kıvam Değerleri.....	112
4.6.5. Koku Değerleri.....	113
4.6.6. Tat Değerleri	115
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	117
6. KAYNAKLAR	119



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Probiyotik ürünlerde kullanılan mikroorganizmalar	21
Çizelge 2.2. Diyet lifi bileşenleri	25
Çizelge 2.3. Brokoli ve ıspanağın besin değerleri /100 g	28
Çizelge 2.3. Brokoli ve ıspanağın besin değerleri /100 g (devamı)	29
Çizelge 4.1. Yoğurt üretiminde kullanılan pastörize sütün bileşimi	56
Çizelge 4.2. Yoğurt üretiminde kullanılan brokoli ve ıspanak sebzelerini haşlama sonrası bileşimleri	57
Çizelge 4.3. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurtların depolama süresince kuru madde değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	58
Çizelge 4.4. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince pH değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	60
Çizelge 4.5. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince titre edilebilir asitlik değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	62
Çizelge 4.6. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince kül değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	63
Çizelge 4.7. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince yağ değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	65
Çizelge 4.8. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince su aktivitesi değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	67
Çizelge 4.9. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince su tutma kapasitesi değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	69
Çizelge 4.10. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince serum ayrılması değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	71
Çizelge 4.11. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince fenolik madde değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	73
Çizelge 4.12. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince antioksidan aktivite değerlerine (EC ₅₀) ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	75

Çizelge 4.13. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince protein değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	77
Çizelge 4.14. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince L* değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	79
Çizelge 4.15. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince a* değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	81
Çizelge 4.16. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince b* değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	82
Çizelge 4.17. Yoğurt üretiminde depolama süresince saptanan yağ asitlerinin ortalamaları...	84
Çizelge 4.17. Yoğurt üretiminde depolama süresince saptanan yağ asitlerinin ortalamaları (devamı).....	85
Çizelge 4.17. Yoğurt üretiminde depolama süresince saptanan yağ asitlerinin ortalamaları (devamı).....	86
Çizelge 4. 18. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince <i>S. thermophilus</i> sayılarına ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	93
Çizelge 4.19. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince <i>L. bulgaricus</i> (log kob/g) sayılarına ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	94
Çizelge 4.20. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i> (log kob/g) sayılarına ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	96
Çizelge 4.21. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince <i>L. acidophilus</i> (log kob/g) sayılarına ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	98
Çizelge 4.23. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince kıvam (consistency) (g. sn) değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları.....	103
Çizelge 4.24. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince iç yapışkanlık (cohesiveness) (g) değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	105
Çizelge 4.25. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince viskozite indeksi (g. sn) değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	107
Çizelge 4.26. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince görünüş değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	109

Çizelge 4.27. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince renk değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	110
Çizelge 4.28. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince kaşıkla kıvam değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	112
Çizelge 4.29. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince ağızla kıvam değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	113
Çizelge 4.30. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince koku değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	114
Çizelge 4.31. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince tat değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları	115



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Probiyotik fonksiyonları özetleyen şekil.....	21
Şekil 2.2. Bölgelere göre brokoli üretimi payı	26
Şekil 2.3. Bölgelere göre ıspanak üretimi payı	30
Şekil 3.1. Sebze ilaveli probiyotik yoğurt üretim akış şeması.....	43
Şekil 3.2. Denemede üretilen kontrol, brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtlar.....	44
Şekil 3.3. Duyusal değerlendirme puanlama testi	55
Şekil 4.1. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca kuru madde değerleri değişimi	59
Şekil 4.2. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH değerleri değişimi	61
Şekil 4.3. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca titrasyon asitliği değerleri değişimi	62
Şekil 4.4. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca kül değerleri değişimi.....	64
Şekil 4.5. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca yağ değerleri değişimi	66
Şekil 4.6. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca su aktiviteleri değerleri değişimi	68
Şekil 4.7. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca su tutma kapasitesi değerleri değişimi	70
Şekil 4.8. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca serum ayrılması değerleri değişimi	72
Şekil 4.9. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca fenolik madde değerleri değişimi	74
Şekil 4.10. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca antioksidan aktivite değerleri	76
Şekil 4.11. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca protein değerleri	78
Şekil 4.12. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca L* değerleri değişimi.....	80
Şekil 4.13. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca a* değerleri değişimi	82
Şekil 4.14. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca b* değerleri.....	83
Şekil 4.15. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca <i>S. thermophilus</i> (log kob/g) sayıları	94
Şekil 4.16. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca <i>L. bulgaricus</i> (log kob/g) sayıları	95

Şekil 4.17. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca <i>B. bacterium</i> (log kob/g) sayıları	97
Şekil 4.18. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca <i>L. acidophilus</i> (log kob/g) sayıları	99
Şekil 4.19. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca sıklık (g) değerleri değişimi	102
Şekil 4.20. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca kıvam (g. sn) değerleri değişimi	104
Şekil 4.21. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca iç yapışkanlık (g) değerleri değişimi	106
Şekil 4.22. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca viskozite indeksi değerleri...	108
Şekil 4.23. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca görünüş puanları.....	110
Şekil 4.24. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca renk puanları.....	111
.....	112
Şekil 4.25. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca kaşıkla kıvam puanları.....	112
Şekil 4.26. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca ağızla kıvam puanları	113
Şekil 4.27. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca koku puanları.....	114
Şekil 4.28. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca tat puanları.....	116

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
µl	Mikrolitre
aw	Su aktivitesi
d	Yoğunluk
DPPH	2,2-Diphenyl-2picrylhydrazyl
EC50	Yarım maksimal etkili konsantrasyon
FC	Folin-Ciocalteu
g	Gram
GAE	Gallik asit eşdeğeri
HCl	Hidroklorik asit
kob/g	Koloni oluşturan birim / gram
lt	Litre
mg	Miligram
ml	Mililitre
N	Normalite
nm	Nanometre
°C	Santigrat Derece
rpm	Revolutions Per Minute
sn	Saniye

KISALTMALAR DİZİNİ

AOAC	Official Methods of Analysis
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GRAS	Generally Recognized as Safe
HDL	Yüksek yoğunluklu lipoprotein
IDF	International Diabetes Federation
LDL	Düşük yoğunluklu lipoprotein
TPA	Tekstür profil analizi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
WHO	World Health Organization



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, iki yıl boyunca değerli bilgilerini benimle paylaşan, önemini asla unutmayacağım saygıdeğer danışman hocam; Dr. Öğr. Üyesi Binnur KAPTAN'a, çalışmalarım boyunca benden yardımını esirgemeyen sevgili arkadaşlarım İlke GÜLTEKİN'e ve Başak GÜRBÜZ'e, laboratuvar çalışmalarım sırasında bana gerekli desteği sağlayan değerli Yüksek Mühendis Kadriye ŞEN ve Yüksek Mühendis Özgür KARADAŞ'a, intörn mühendislik dönemimde bilgilerinden ve deneyimlerinden yararlandığım, tez çalışmalarımında analizlerime seve seve yardım eden sevgili Muzaffer ÇELEBİ'ye, hem lisans hem de yüksek lisans eğitimim boyunca, beni söz sahibi yapacak bilgilerle donattıkları için üniversitedeki diğer bölüm hocalarıma, hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini, esirgemeyen; bugünlere gelmemi sağlayan ve beni sonsuz destekleyen babam Turan GÜNEŞ, annem Jale GÜNEŞ ve kardeşim Tolga GÜNEŞ'e ve ayrıca hayat arkadaşım Furkan YILDIZ'a tüm kalbimle teşekkür ederim.

Kübra GÜNEŞ

Gıda Mühendisi

1. GİRİŞ

Süt ve süt ürünleri, temel olarak biyolojik değeri yüksek protein, çeşitli vitaminler ve kalsiyum gibi mineraller bakımından zengin olmaları nedeniyle insan diyetinde önemli gıda ürünleri olarak kabul edilmektedir. International Dairy Federation (IDF) verilerine göre dünyada toplam süt üretimi 2018 yılında %2,4 oranında artmış ve yaklaşık 864 milyon tona ulaşmıştır (IDF, 2018). 1900'lerden bu yana halk sağlığı yetkilileri, özellikle çocukların olmak üzere nüfusun beslenme durumunu iyileştirmek için süt ve süt ürünleri tüketimini teşvik etmiştir. Yoğurt, pastörize inek, koyun, keçi, manda ve bu sütlerin belirli oranlarda karıştırılmasıyla, *Lactobacillus bulgaricus* (*L. bulgaricus*) ve *Streptococcus thermophilus* (*S. thermophilus*) başta olmak üzere probiyotik kültürlerin ilavesiyle fermantasyona tabi tutulan bir fermente süt ürünüdür. Yoğurt üretimi için yaygın olarak kullanılan diğer bakterilerden bazıları ise *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus casei* ve *Lactobacillus jugurti* ve çeşitli *Bifidobacterium* türleridir (Chandan, Gandhi ve Shah, 2017).

1.1. Literatür Özeti

Dünya çapında mevcut 3500'ün üzerinde geleneksel fermente ürün arasında, fermente sütler uzun süredir beslenme ve diyetin önemli bir bileşeni olmuştur. Fermantasyon işlemi kullanılan veya probiyotik olarak eklenen bakteri tür veya suşlarının, süt bileşenlerinin sindirimini ve biyoyararlanımını iyileştirdiği, gastrointestinal sistemin zararlı bakterilerini inhibe ettiği, laktoz intoleransını ve hipokolesterolemik etkiyi hafiflettiği bildirilmiştir (Patrignani, Alessandro, Vannini ve Lanciotti, 2020).

Fermente süt ürünleri, yoğurt, fermente veya kültürlenmiş süt, asidofilus sütü, kefir, kumis, lor, ayran ve tatlı asidofil süt gibi çeşitli süt ürünlerini içermektedir. Fermente süt ürünleri arasında dünyada en çok tercih edilen ürün yoğurttur. Kendine has kıvam ve tada sahip pürüzsüz ve viskoz bir jel olarak karakterize edilen fermente sütler içinde en popüler olanı olarak kabul edilebilir. Yoğurt, kaşıklanabilecek kıvamda olmalı, dokusu ince ve pürüzsüz, topaksız, granülsüz ve çatlaksız olmalı, tipik asit tadı sunmalıdır (De Oliveira, 2014).

Aynı zamanda yoğurt, çeşitli dokularda (sıvı, sabit ya da pürüzsüz), yağ içeriklerinde (lüks, az yağlı veya yağsız) ve aromalarda (doğal, meyveli, tahıl içerikli) mevcut, uzun zamandır bilinen ve takdir edilen bir süt ürünüdür.

Yoğurt, son zamanların oldukça başarılı bir süt ürünü olmuştur ve son on yılda yoğurdun popülaritesinin dünya çapında artma olduğu görülmüştür. Bu durum, büyük ölçüde dünyadaki çeşitli etnik gruplarda yoğurt tüketimiyle ilişkili sağlık yararlarını vurgulayan araştırma bulgularına atfedilmektedir. Yoğurdun sağlık yararları konusunda artan farkındalığın yanı sıra, ürün yeniliği ve farklı tat ve türlerde yoğurdun mevcudiyeti, son on yılda artan yoğurt tüketimine önemli ölçüde katkıda bulunmuştur. Yoğurdun probiyotik özelliklerini ve fonksiyonel özelliğini güçlendirmek için üzerine probiyotik suşlar eklenmektedir. Çoğu süt ürünü, özellikle yoğurt ve asidofil süt, ana probiyotik taşıyıcılar olarak kabul edilmiştir (Champagne vd., 2005; aktaran: Shafiei, 2018).

Probiyotikler, Dünya Sağlık Örgütü'nün tanımına göre (FAO/WHO, 2017) “yeterli miktarlarda uygulandıklarında konakçıya sağlık yararı sağlayan canlı mikroorganizmalardır”. Gıda ürünlerine uygulamada sinerjik faydalı etkilerinden yararlanmak için kullanılan probiyotikler ve prebiyotiklerin karışımını ifade eden terim ise sinbiyotik olarak adlandırılır. Prebiyotiklerin *Lactobacillus rhamnosus* (*L. rhamnosus*), *Lactobacillus casei* (*L. casei*), *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium* spp. gibi suşlarla kombinasyonu, 4°C'de ve 4 haftalık depolama içerisinde canlılıklarını iyileştirebildiği bildirilmiştir (Capela, Nay ve Shah, 2006).

Yoğurt tüketimi, kemik sağlığını, diyet kalitesini iyileştirerek, obezite ve kardiyovasküler hastalık gibi kronik hastalıkların görülme sıklığını azaltarak konakçıya çeşitli sağlık yararları sağlamaktadır. Yoğurt ayrıca protein, kalsiyum, potasyum, fosfor ve B2 ve B12 vitaminleri dahil olmak üzere çeşitli temel besin maddelerinin güçlendirilmesinde aracı olarak görev almaktadır.

Günümüzde yoğurdun özellikleri, çeşitli katkı maddeleri ilave edilerek veya işlenerek artırılmaktadır. Mineraller, tıbbi ve aromatik bitkiler veya yağlar gibi aktif bileşenlerin eklenmesiyle sağlık yararları daha da artırılarak, piyasada tüketime sunulmaktadır (Kaur, Panwar ve Mishra, 2017). Yüksek lif içeren ürünlerin tüketimi hipertansiyon, hiperkolesterolemi, obezite, gastrointestinal bozukluklar, koroner kalp hastalığı, diyabet ve kanseri önleyebilmekte ya da azaltılabilmektedir. Yoğurda lif takviye etmek, sağlık yararları olan fonksiyonel gıdalar üretmek ve bunların işlevselliğini geliştirmek için günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır (Hashemi, Eskandari, Mesbahi ve Hanifpour, 2015).

Sebzeler, genel olarak antioksidan maddeler (örn., C vitamini, karotenoidler, tokoferoller, polifenoller) bakımından zengin gıda ürünleri grubuna aittir ve düzenli tüketimle, kanser ve kardiyovasküler rahatsızlıklar dahil birçok hastalık riskini azaltır.

Brokoli (*Brassica oleracea italica*), birçok besin maddesini bol miktarda içeren turpgillerden bir sebzedir ve sağlığı geliştiren birçok bileşiği içermesi nedeniyle tüketimi yıldan yıla düzenli bir şekilde artmaktadır. Epidemiyolojik çalışmalara göre meme kanseri, kolon kanseri ve prostat kanserinde hücre büyümesinin önlenmesinde, kolesterol düşürmede ve kardiyovasküler hastalıklarda koruyucu etkiye sahiptir.

Ispanak (*Spinacia oleracea*) ise popüler ve besleyici yönden zengin yeşil yapraklı sebzelerden biri olmasının yanında önemli miktarlarda folat, karotenoid, polifenol, askorbik asit, β -karoten ve mineral içerir (Roughani ve Miri 2019). Ispanak tüketiminin kalp damar hastalıklarında, diyabet, kolesterol ve hipoglisemik aktivite, kanser riskini azaltma ve obezitede etkili olduğu belirlenmiştir (Murcia, Monreal, Gonzalez ve Tome, 2020).

Bitkilerde bulunan biyolojik olarak aktif fitokimyasallar, doğal olarak oluşan kimyasal bileşikler, insanlar için makro besin ve mikro besin olarak kullanımlarının ötesinde sağlık yararları sağlamaktadır. Sağlık potansiyelleri ile tanınan fitokimyasallar arasında fenolik bileşikler (flavonoidler , fenolikler, fitoöstrojenler), karotenoidler ,fitosteroller ve fitostanoller, organosülfür ve sindirilemeyen karbonhidrat bileşikleri yer alır (Rodriguez, Flavier, Rodriguez-Amaya ve Amaya-Jarjan, 2006). Karotenoidler ve fenolik gibi biyoaktif fitokimyasalların sağlıkla ilgili özelliklerinin antioksidan aktivitelerinden kaynaklandığına inanılır (Thakur, Singh ve Khedkar,2020). Antioksidan aktivite, serbest radikallerin neden olduğu moleküllerin oksidasyonunu inhibe eder ve tüketim üzerine oksidatif hasara karşı insan vücudu için koruma sağlar (Khan vd., 2019).

Fitokimyasallar, meyvelerin, sebzelerin, tahılların, baklagillerin, baharatların ve yeşil çayın baş kaynağıdır (Fazilah, Ariff, Khayat, Rios-Solis ve Halim, 2018). 2000'den 2018'e kadar, 50 uygun çalışmada, %88'i bitki malzemelerinden yan akışlar kullanan sürdürülebilir içerikler kullanan yenilikçi ve sağlığı teşvik eden süt ürünlerinin geliştirilmesine yönelmiştir. Özellikle meyve ve sebze yan ürünleri süt ürünleri formülasyonlarında içerik olarak sıkça kullanılmıştır (FAO, 2017).

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada, inek sütünden yapılan yoğurdun prebiyotik etkili sebzelerle ve probiyotik süşlarla kombinasyonunun, yoğurttaki besin elementlerini arttırarak yeni işlevsel gıda ürünleri üretimi konusunda nasıl bir potansiyele sahip olduğunu belirlemek amaçlanmıştır.

Bu amaçlar doğrultusunda; (1) Prebiyotik etkili brokoli ve ıspanağın teknolojik ve fonksiyonel etkilerinden yararlanılarak probiyotik, nutrasötik yoğurt üretim teknolojisini geliştirmek, (2) *S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *L. acidophilus* ve *B. lactis* bakterilerinin gelişimini ve canlılığını izlemek ve üretilen yoğurt örneklerinde probiyotik potansiyeli belirlemek, (3) Brokoli ve ıspanak püresiyle üretilen yoğurtların fiziko-kimyasal analizler (pH, asitlik, serum ayrılması, su tutması, su aktivitesi, renk, kurumadde, kül, toplam antioksidan aktivite, toplam fenolik madde,) ile ürün özellikleri ve bileşimini belirlemek, (4) Sebze püresi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerine ait tekstürel (sıklık, konsistens, iç yapışkanlık) özelliklerin belirlenmesi ile ürünlerin tekstürü ve teknolojik özelliklerini incelemek, (5) Sebze püresi ilaveli yoğurtların depolama süresi boyunca yağ asitlerindeki değişimi gözlemlemek, (6) Eğitimli bir panelist grubu tarafından gerçekleştirilen duyuşal değerlendirmeler ile yoğurt çeşitlerinin genel kabul edilebilirliklerini saptamaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Gıdalara bir veya daha fazla temel besin eklenmesi ve gıdalardaki konsantrasyonunun normalden daha yüksek bir seviyeye çıkarılması yöntemine besin takviyesi denmektedir. Besin takviyesi, topluluk veya belirli popülasyondaki bir veya daha fazla besin sorununu önlemeyi ve düzeltmeyi amaçlamaktadır (Hashemi vd. 2015). Günümüzde, geleneksel yoğurttan ekstra olarak faydalı özelliklere sahip fonksiyonel yoğurt üretmek için probiyotik, prebiyotik ve farklı bitki özleri ilave edilmekte ve üzerine birçok çalışma yapılmaktadır (Fazilah vd. 2018).

2.1. Probiyotikler

Kelime olarak “probiyotik” Yunanca “yaşam için” anlamına gelen kelimedenden türetilmiştir ve ‘yeterli miktarda uygulandıklarında, konağın sağlığında bir fayda sağlayan canlı mikroorganizmalar’ olarak tanımlanmıştır (Salminen, Kenifel ve Ouwehand, 2011).

Canlı hücrelerin temin edilmesi üç temel kaynaktan sağlanabilir: (1) fermente süt ürünleri ve *L. acidophilus* içeren pastörize sütlerden; yoğurt gibi fermente ürünlerden (*L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* canlı hücrelerini içerir ve ayrıca *L. acidophilus* gibi hücrelerle de desteklenebilir), (2) yiyecek ve içeceklere bir, iki veya daha fazla tipte canlı probiyotik hücrelerin ek olarak katılmasıyla; (örneğin *L. acidophilus*, *Lactobacillus reuteri*, *L. casei* ve *Bifidobacterium* türleri) ve (3) tablet, kapsül, granül ve dondurularak kurutulmuş farmasötik ürünler halinde, bunlar canlı hücrelerin monokültür ya da karışık kültürlerini içerebilir.

Birden fazla türden ya da suşdan oluşan probiyotik preparatların birbirleriyle sinerjik etkileri nedeniyle üstün işlevselliği vardır ve eğer bir kültür başarısız olursa diğeri onu telafi edebilir, ancak bu tek kültürlü probiyotikler için mümkün değildir.

Bu canlı hücrelerin tüketilmesinden kaynaklanan yararlı etkiler enterik patojenlere karşı koruma sağlama, bazı besinleri metabolize etmeye yardımcı enzimler tedarik etme, bağırsakta bazı zararlı gıda bileşenleri ve metabolitleri detoksifiye etme, bağırsak bağışıklık sistemini uyarma, bağırsak peristaltik aktivitelerinin geliştirilmesi, tümör oluşumunu azaltma (kolektoral kanser), ülseratif kolit bağırsak hastalığı gibi kronik rahatsızlıkları iyileştirme kabiliyetlerine atfedilmiştir (Bibek ve Bhunia, 2016)

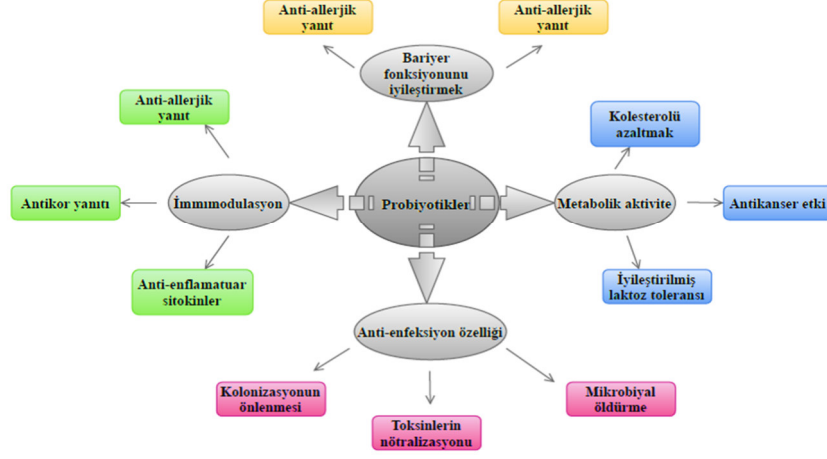
Faydalı mikroorganizmaların taşıyıcıları olarak probiyotik besinler, farklı tiplerde ve ürünlerde başarıyla geliştirilmiş ve tanıtılmıştır. Bunlar arasında fermente süt ürünleri, özellikle yoğurt, insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir ve tüketicilere karşı sürekli artan

çeşitliliğiyle gündeme gelmektedir. Probiyotik mikroorganizmaların faydalı katkı maddeler olarak kullanılmasının uzun bir geçmişe dayandığı unutulmamalıdır. Farklı cins laktik asit bakterileri (*Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, *L. acidophilus*, *Lactococcus culactis*, *S. thermophilus* ve *Bifidobacterium* türleri) gıda endüstrisinde kullanılmıştır.

Bir probiyotik yoğurdun mikroflorası çift tip bakteri bileşimlidir ve her biri farklı görevlerde yer alır. Fermantasyon kültürleri *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* temel olarak sütün asitleştirilmesinde ve tipik lezzetin oluşmasında etkiliyken, probiyotik bakterilerin bileşimlerinin amacı ürünü sağlığı geliştiren özelliklerle donatmaktır (Surono, 2011). Bazı probiyotik bakteri suşları, fermantasyon kültürü ile birlikte uygulanıp birlikte fermantasyon sağlarken, fermantasyon sırasında çoğalma eğilimi göstermeyen diğerleri fermente ürüne bakteri konsantrisi olarak eklenebilmektedir (Kneifel ve Domig, 2014). Probiyotik fonksiyonların özetlendiği şekil aşağıda verilmiştir (Şekil 2.1.)

İdeal bir probiyotik kültürün sahip olması gereken kriterler aşağıda belirtilmiştir (Bibek ve Bhunia, 2016):

- Taksonomik tanımlaması doğru olmalıdır.
- Hedef türün normal yaşam alanında olmalıdır.
- Patojenik olmamalıdır.
- GRAS (genellikle güvenli kabul edilen) olmalıdır.
- Safra, HCl ve pankreatik sıvılara karşı dirençli olmalıdır.
- Midenin asit koşullarında ve bağırsağın alkali koşullarında canlılığını sürdürmelidir.
- Hedef bölgede hücre canlılığını ve metabolik aktiviteyi korumalıdır.
- İşleme, depolama ve taşıma sırasında özellikleri stabil olmalıdır.
- Kolonize olmasa da bağırsakta kalıcı olmalı ve epitele bağlanarak patojenlerin tutunmasını engellemeli, bağırsıklığı güçlendirici etkisi olmalıdır.



Şekil 2.1. Probiyotik fonksiyonları özetleyen şekil

Probiyotiklerin sağlık etkilerinden yararlanılması için, tüketim anında üründeki minimum canlı probiyotik bakteriler 10^6 - 10^7 kob/g veya kob/ mL olmalıdır ve bağırsak içinde 10^9 canlı bakteri olması için yaklaşık 100 g / gün probiyotik ürün tüketilmelidir (Sohail, Turner, Coombes ve Bhandari,, 2012 ; Khorshidian, Yousefi ve Mortazavian, 2020). Probiyotik ürünlerde kullanılan mikroorganizmalar Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Probiyotik ürünlerde kullanılan mikroorganizmalar (Salminen vd., 2011)

<i>Lactobacillus</i>	<i>Bifidobacterium</i>	<i>Diğer</i>
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Bifidobacterium animalis</i>	<i>Enterococcus faecium</i>
<i>L. casei</i>	<i>B. breve</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
<i>L. delbrueckii spp. bulgaricus</i>	<i>B. infantis</i>	<i>Lactococcus lactis</i>
<i>L. johnsonii</i>	<i>B. longum</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>
<i>L. reuteri</i>	<i>B. adolescentis</i>	
<i>L. rhamnosus</i>	<i>B. animalis spp. lactis</i>	
<i>L. salivarius</i>	<i>B. bifidum</i>	
<i>L. paracasei</i>		
<i>L. fermentum</i>		
<i>L. plantarum</i>		

2.2. Yoğurt Denemelerinde Kullanılan Mikroorganizmalar ile Yapılan Çalışmalar

2.2.1. *Lactobacillus acidophilus*

L. acidophilus, tek hücreler halinde, çiftler halinde veya kısa zincirler halinde oluşan yuvarlak uçlu gram pozitif çubuk halinde bakteri grubudur. Tipik boyutu 0,6–0,9 µm genişliğinde ve 1,5–6,0 µm uzunluğundadır. Hareketsiz, gözenek oluşturmaz ve tuza tolerans göstermemektedir. Aerotolerant ya da anaerobiktir ve fermentatiftir.

Ek olarak, mikroaerofiliktir ve bu nedenle katı ortamda yüzey büyümesi genellikle anaerobiyoz veya düşük oksijen basıncı ve %5-10 CO₂ ile arttırılmaktadır (Shori, Baba ve Muniandy, 2019).

Besinlerin sindirilmesine, emilmesine ve düzenliliğin korunmasına yardımcı olur (Cui, Shang ve Nannapaneni, 2021).

Ayrıca laktaz enziminin eksikliğinden kaynaklanan laktöz intoleransının giderilmesinde yardımcı olur (Shori vd., 2019).

2.2.2. *Bifidobacterium*

Bu bakteri grubu genellikle gram pozitif, gözenek oluşturmeyen, hareketsiz ve katalaz negatif anaerop olarak karakterize edilmektedir. Şekilleri kısa, kavisli çubuklar, kulüp şekilli çubuklar ve çatallı Y-şekilli çubuklar şeklinde olabilmektedir.

Bifidobakteriler, insan ve hayvan kolonunda yer alır ve bağışıklık sistemi için önemli olan bağırsakta immünoglobulin A (IgA) üretimini artırma kabiliyeti amacıyla bebek maması takviyesi olarak kullanılmaktadır (Baglatzi vd., 2016).

Ayrıca, mikrofloranın enzim aktivitelerinin değişmesi ve bağırsak geçişinin düzenlenmesi gibi fizyolojik etkilere neden olabilirler (Shori vd., 2019).

2.2.3. *Streptococcus thermophilus*

S. thermophilus, 45°C ve üzerinde büyüyen bir termofil olarak sınıflandırılır. Morfolojik olarak, genellikle çiftler ve zincirler halinde oluşan koklardır (Mullan, 2014). Heterotrofik, gram pozitif (+), fakültatif anaerob, oksidaz ve katalaz negatif, bakterilerdir (Zirnstein ve Hutkins, 1999).

S. thermophilus, yoğurt ve peynir üretiminde, süt fermantasyonu için geleneksel bir başlangıç kültürüdür. *S. thermophilus*, insan bağırsağında geçici bir bakteri olarak kabul edilse de mide ve bağırsak sağlığı üzerinde bazı olumlu etkiler yapmaktadır. Bu bakteriler, enzim laktaz üretimi yoluyla süt sindirimini destekler ve bağırsakta laktozun sindirilmesine yardımcı olur (Uriot vd., 2017). Ayrıca patojenik *E. coli* suşları tarafından üretilen enterotoksinlerin nötralize edebilen bakteriyosinler üretmek için kullanılırlar (Shori vd., 2019).

2.2.4. *Laktobacillus bulgaricus*

Laktobacillus cinsi gram pozitif(+), çubuk şeklinde, ince, hareketsiz, sporsuz, fakültatif anerobik olup, farklı morfoloji, gelişme ve metabolik özelliklere sahip türden oluşan heterojen bir grup olarak bilinmektedir (Bratcher, 2018).

L. bulgaricus, fruktoz glikoz ve laktozu fermente edebilir. Fermantasyonun ana ürü D (-) laktik asittir ve bununla birlikte, asetaldehit, aseton, asetoin ve diasetil gibi ikincil ürünleri çok düşük konsantrasyonlarda üretebilir (Teixeria, 2014).

Türlerin çoğu laktoz, sukroz, fruktoz veya galaktozu kulanabilir ve bazı türler pentozları fermente edebilir (Robinson ve Itsaranuwa, 2005).

Fermentasyonda kullanılanların genellikle gelişme sıcaklığı 25- 40 °C arasında değişir. Yoğurt ve bazı peynirlerde olduğu gibi süt ürünlerinin fermantasyonunda *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus* kullanılır (Stanley, 2003).

2.3. Prebiyotikler

Prebiyotikler ilk kez, mikrobiyotadaki bir veya sınırlı sayıda bakteri türünün ya da cinsinin büyümesini veya aktivitesini seçici olarak uyaran ve böylece konakçı sağlığına ve iyiliğine fayda sağlayan bileşenler olarak tanımlanmıştır (Glenn ve Roberfroid, 1995).

Bir gıda bileşeninin prebiyotik olarak kabul edilebilmesi için: tükürük, pankreas ve bağırsak enzimlerine dirençli olması; bağırsak mikrobiyotası tarafından fermente edilebilir olması ve sağlığa katkıda bulunmak için bağırsak bakterilerinin büyümesini veya aktivitesini seçici olarak uyması, güvenli ve etkili olması gerekir (De Morais, 2016).

Prebiyotikler polisakkaritleri, oligosakkaritleri ve bitkilerle ilgili çeşitli maddeleri kapsamaktadır (Anadon, Martinez, Caballero ve Castellano, 2010)

Prebiyotikler iki kategoriye ayrılırlar: Çözünür lifler (pektin, zamklar ve müsilaşlar) ve çözünmeyen lifler (selüloz, hemiselüloz ve lignin).

Diyet liflerini sınıflandırmada en yaygın kabul gören biçim, suda çözünürlüklerine dayalı sınıflandırmadır. Suda çözünmeyen lifler, kolonda fermente olmayan lifler olarak kabul edilir. Bunlar da suda çözünmeyen selüloz, linyinler ve arabinoksilanlardır (Pop vd., 2019; Kumari vd., 2020).

Sağlık ve diyet yetkinliklerine uygun olarak, prebiyotikler, günlük olarak tüketilmesi önerilen, insan alımı için gerekli en temel bileşendir. Süt ürünlerine diyet liflerinin dahil edilmesinin doku, ağızda dolgunluk ve yapı gibi gıda özelliklerini iyileştirdiğini ve dahil edilen mikroorganizmaların büyümesini sürdürdüğünü gösteren çalışmalar mevcuttur (Dominguez ve Barbagallo, 2020).

Son yıllarda gastrointestinal mikroflorayı besleyen ve probiyotiklerin geliştirilmesini sağlayıp fermente olabilen lifler olan prebiyotikleri içeren ürünleri ve yiyecekleri geliştirmeye odaklanılmıştır. Yoğurt, dünya çapında tüketilen en yaygın süt ürünüdür ve probiyotik etkileri ile bilinmektedir. Yoğurt üretiminde spesifik laktik asit bakterilerinin katılması, onun biyolojik değeri ve sindirilebilirlik derecesini arttırmaktadır. Süt ürünleri iyi bir lif kaynağı değildir ancak, lif bakımından zenginleştirilmiş gıdalar kullanılarak geliştirilmesi için alternatif bir araç sağlayabilirler (Pop vd., 2019).

Selüloz, bitkilerin temel hücre duvarı bileşenidir ve bu sebeple dünyadaki en bol organik bileşik ve en bol karbonhidrattır. Selüloz, birkaç bin anhidroglukoz birimini birleştiren doğrusal bir polimer veya uzun zincirli bir moleküldür ve karbon (%44,4), hidrojen (%6,2) ve oksijenden (%49,4) oluşur (Yu, 2015). Çok yıllık bitkilerin yaklaşık olarak yarısı kadarı ve yıllık bitkilerin üçte biri selülozdur. Selüloz, insanlar tarafından tüketilen tüm sebze ve meyvelerde temel hücre duvarı malzemesi olarak bulunur. Selüloz, (1/4) glikosidik bağlarla birleştirilen β -D-glikopiranosil birimlerinin yüksek moleküler ağırlıklı, doğrusal ve çözünmez homopolimeridir. Selüloz, moleküller arası hidrojen bağlarını bozabilecek birkaç özel çözücü dışında çözünmemektedir. Buna ek olarak, belirli selüloz türevleri suda çözünür ve hidrokolloid kadar önemlidir (BeMiller, 2019). Diyet liflerine ilişkin çizelge aşağıda verilmiştir (Çizelge 2.2.).

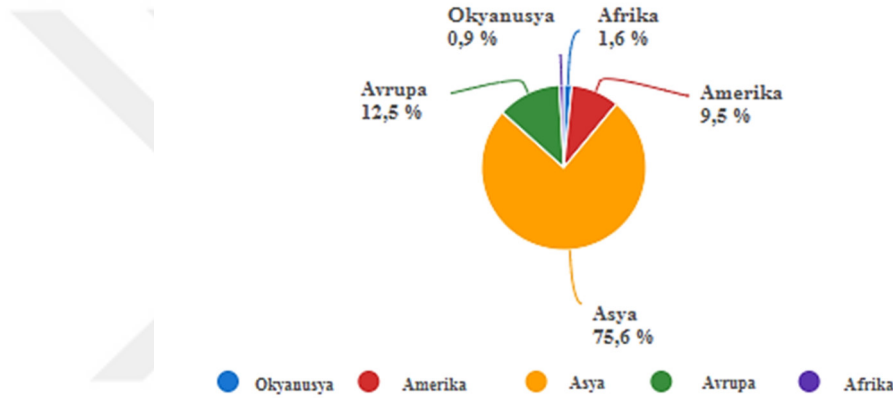
Çizelge 2.2. Diyet lifi bileşenleri (Dominguez ve Barbagallo, 2020)

Niştasta içermeyen polisakkaritler ve dirençli oligosakkaritler
Selüloz
Hemiselüloz
Arabinoksilanlar
Arabinogalaktanlar
Polifruktozlar
İnülin
Oligofruktanlar
Galaktooligosakkaritler
Gamlar
Müsilajlar
Pektinler
Benzer karbonhidratlar
Sindirilemeyen dekstrinler
Dirençli maltodekstrinler (mısır ve diğer kaynaklardan)
Dirençli patates dekstrinleri
Sentezlenmiş karbonhidrat bileşikleri
Polidekstroz
Metil selüloz
Hidroksipropil metilselüloz
Sindirilemeyen ("dirençli") niştastalar
Bitkilerde niştasta olmayan polisakkarit ve lignin kompleksi ile ilişkili maddeler
Wax
Fitat
Saponin
Suberin
Tanenler

2.4. Brokoli ve Ispanak

Brokoli (*Brassica oleracea var. Italica*), dünya çapında popüler olarak tüketilen *Brassicaceae* familyasına ait bir sebzedir. Filogenetik bir çizelgede brokoli ile birlikte lahanası, karnabahar, hardal ve Brüksel lahanası *Brassica* cinsine yerleştirilmektedir. "Brokoli" dal veya kol anlamına gelen Latince "brachium" kelimesinden türemiştir (Nagraj, Chouksey ve Jaiswal, 2020).

FAO (2020) verilerine göre, brokoli üretiminde Çin en önde gelmektedir ve onu Hindistan, Amerika Birleşik Devletleri, İspanya ve Meksika izlemektedir. Şekil 2.2.'de bölgelere göre brokoli üretimi payı yer almaktadır.



Şekil 2.2. Bölgelere göre brokoli üretimi payı (FAOSTAT, 2020)

Brokoli, besin değeri yüksek bir sebze olarak tanımlanmıştır ve yüksek düzeyde vitamin, antioksidan ve antikarsinojenik bileşikler içerir (Vasanthi, Mukherjee ve Das, 2009).

Önemli biyoaktif bileşikler olarak kabul edilen polifenoller, karotenoidler, sülfuranları ve glukozinatları içermektedir. A, D, E, K, C, B6 ve B12 vitaminleri, tiamin, riboflavin, niasin, folat ve iz miktarda pantotenik asit, kolin ve betain içerir (Podsdek, 2007). Ayrıca kalsiyum, potasyum, sodyum, fosfor, çinko, selenyum, demir, magnezyum ve manganez içermektedir (Nagraj vd., 2020).

Fenolik bileşikler, bitkiler aleminde yaygın olarak bulunan ikincil metabolitlerin büyük bir grubu olarak yer alır. Yapılarına bağlı olarak sınıflara ayrılırlar ve hidroksil grubunun sayısına ve konumuna ve öteki ikame edicilere göre her bir sınıf içinde alt kategorilere ayrılırlar. Fenolik bileşikler, özellikle flavonoidler, farklı biyolojik aktivitelere sahiptir, ancak en önemlileri antioksidan aktivite, koroner kalp hastalığını önleme ve tümörün çeşitli aşamalarında

ortaya çıkan inhibe edici etkidir (Kumar ve Pandey, 2013). Ayrıca brokoli, flavonol ve hidroksisinnamoil türevlerinin kaynağıdır (Shahidi ve Ambigaipalan, 2015).

Brassica sebzelerindeki polifenollerin içeriğini değerlendiren çalışmalarda brokolideki fenolik seviye 34,5 ile 337,0 mg / 100 g arasında değişmiştir (Podsdek, 2007).

Brokolinin içerdiği glukozinolatlar grubu, bakterisit, mantar öldürücü ve antikanser özelliklere sahiptir (Barba vd., 2016).

Glukozinolatlar, turpgillerin sebze hücrelerinin boşluklarında oluşur. Bileşimleri türlere göre farklılık gösteren glukozitlerden glucoiberin, glukorafanin, glucoalizin, glukozin, glucoibervirin, glukonapin ve 4-metoksiglukobrasisin gibi birçok grup brokoli içinde mevcuttur (Grubb ve Abel, 2006)

İzotiyosiyanatlar süforafana metabolize edilerek, akciğer, özofagus ve gastrointestinal kanserlerinin risklerini azaltmasıyla bilinir (Latte, Appel ve Lampen, 2011).

Glukozinolatlar kimyasal olarak tanımlanmış bileşiklerdir ve bir β - d- tioglukoz grubu, sülfone edilmiş bir oksim grubu ve metiyonin, fenilalanin, triptofan veya dallı zincirli amino asitlerden türetilen bir yan zincirden oluşan benzer bir temel yapıyı paylaşırlar (Moreno, Carvajal, Lopez-Berenguer ve Garcia-Viguera, 2006).

Sülforafanlar ise vücudun doğal savunma sistemlerinden birini uyarır ve bu vücudun potansiyel olarak zararlı kimyasalları daha iyi detoksifiye edip çıkarabileceği anlamına gelir (Houghton, Fassett ve Coombes, 2016). Sülforafanın ayrıca kanser hücresi büyümesini, kanser hücresinden hücreye sinyal göndermesini, anjiyogenezi ve diğer bazı işlemleri önlemeye yardımcı olduğu gösterilmiştir. Sülforafanın, kalp hastalığına yol açabilecek iltihabı azalttığı da belirtilmiştir (Rochfort ve Jones, 2011).

Brokolinin besin bileşimi hususunda yapılan çok sayıda epidemiyolojik çalışma, brokolinin bağışıklık modülasyonu, detoksifikasyon, göz sağlığı, kemik sağlığı, antimikrobiyal ve antioksidan özellikler gibi faydalarını doğrulamıştır (Nagraj vd., 2020).

Ispanak (*Spinacia oleracea* L.), hem ilkbahar hem de sonbaharda yetiştirilebilen yeşil, yapraklı bir sebzedir. Nem içeriğinin %91'ine sahip taze ıspanağın besin değeri, %0,4-0,6 lipid içeriği, yaklaşık %2,9 protein içeriği gösterir ve kükürlü amino asitler (metiyonin) ve triptofan haricinde iyi düzeyde esansiyel amino asitler içermektedir. Düşük kalorili içeriğe sahiptir ve

zengin bir lif (%2,2) kaynağıdır (Murcia vd., 2020). Brokoli ve ıspanağın besin değerleri Çizelge 2.3'te verilmiştir.

Çizelge 2.3. Brokoli ve ıspanağın besin değerleri /100 g (Food Data Central, 2018)

İsim	Brokoli	Ispanak	Birim
Su	89,3	91,4	g
Enerji	34	23	kcal
Protein	2,82	2,86	g
Toplam lipit (yağ)	0,37	0,39	g
Kül	0,87	-	g
Karbonhidrat	6,64	3,63	g
Lif	2,6	2,2	g
Şeker	1,7	0,42	g
Kalsiyum, Ca	47	99	mg
Demir, Fe	0,73	2,71	mg
Magnezyum, Mg	21	79	mg
Fosfor, P	66	49	mg
Potasyum, K	316	558	mg
Sodyum, Na	33	79	mg
Çinko, Zn	0,41	0,53	mg
Bakır, Cu	0,049	0,13	mg
Manganez, Mn	0,21	-	mg
Selenyum, Se	2,5	1	µg
C vitamini	89,2	28,1	mg
Tiamin	0,071	0,078	mg
Riboflavin	0,117	0,189	mg
Niasin	0,639	0,724	mg

Çizelge 2.3. Brokoli ve ıspanağın besin değerleri /100 g (devamı)

Pantotenik asit	0,573	-	mg
B-6 Vitamini	0,175	0,195	mg
Folat, toplam	63	194	µg
Kolin	18,7	19,3	mg
Betaine	0,1	-	mg
A vitamini	31	469	µg
E Vitamini	0,78	-	mg
K vitamini	101,6	482,9	µg

Ispanak, A vitamini, K vitamini, C vitamini, B2 vitamini, manganez, magnezyum, folik asit, demir ve potasyum açısından zengin olup, ayrıca bünyesinde bol miktarda B6 vitamini, E vitamini, omega-3 yağı ve diyet lifi içermektedir (Maeda, Yoshida ve Mizushina 2010).

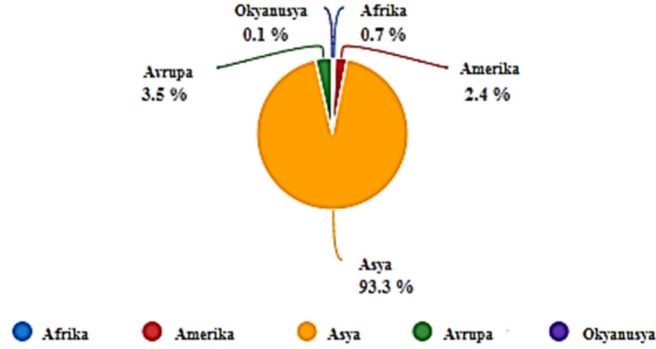
Ispanak tüketimiyle ilişkili çok sayıda sağlık yararı vardır. Ispanağın, lipid düşürücü özellikleri, kardiyovasküler koruma, antiobezite etkisi ve antiinflamatuvar etkisi, hipoglisemik aktivitesi, antikanser özellikleri ve nöronal koruma özelliklerinin olduğu belirlenmiştir (Murcia vd., 2020).

Bitki kaynaklı polifenol flavonoidler çeşitli biyolojik ve farmakolojik özelliklere sahiptir ve potansiyel olarak kronik hastalıkları önleyebilir. Özellikle ıspanak flavonollerinin antioksidan, anti-enflamatuvar, anti-mutajenik ve anti-kanser özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir (Howard, Pandjaitan, Morelock, ve Gil, 2002).

Ispanak antioksidan ve antikanser ajanları olarak işlev gören en az 13 farklı flavonoid içermektedir. Fenolik bileşikler ayrıca, antifugal, antiviral ve antimikrobiyal ajanlar olarak görev almaktadır (Roberts ve Moreau, 2016).

Taze ıspanak çoğunlukla yapraklarında bulunan, büyük ölçüde fenolik veya flavonoid bileşikler, ferulik asit, quercetin, patuletin, spinasetin ve jaceidin içerdiğinden antioksidan özelliklere atfedilmektedir (Cho, Howard, Prior, ve Morelock, 2008).

Ispanak, içerdiği C vitamini ve lif nedeniyle oksidatif stres belirteçlerini azaltmaktadır (Hermsdorff vd., 2011). Şekil 2.3.'te bölgelere göre brokoli üretimi payı yer almaktadır.



Şekil 2.3. Bölgelere göre ıspanak üretimi payı (FAOSTAT,2020)

Ispanak yüksek lif içeriği, kompleks karbonhidratlar ve düşük yağ içeriğine sahip olması nedeniyle kan şekeri kontrolünü iyileştirir, insülin gereksinimlerini azaltarak kilo kontrolüne yardımcı olmaktadır (da Silva Dias ve Imai, 2017).

Ayrıca ıspanak saponinleri kan basıncını ve kolesterolü düşürmeye yardımcı olur (Maeda vd., 2010).

2.5. Probiyotik Yoğurt ile Yapılmış Çalışmalar

Yapılan bir çalışmada probiyotik yoğurdun yedi kombinasyonu; yoğurt başlangıç kültürü (YBK), [YBK + *L. acidophilus*], [YBK + *Bifidobacterium bifidum*], [YBK + *Lactobacillus plantarum*], [YBK + *L. casei*], [YBK+ *L. acidophilus* + *Bifidobacterium bifidum*] ve [YBK + *L. plantarum*+ *L. casei*] geliştirilmiştir. Kimyasal (toplam çözünür katı madde, pH, titre edilebilir asitlik, su tutma kapasitesi) reolojik (sinersis, viskozite) organoleptik ve probiyotik özellikler (canlılık, asit toleransı, safra tuzu toleransı) standart yöntemlerle değerlendirilmiştir. Depolama sırasında yedi formülasyonun hepsinde toplam canlı sayımı, tat, aroma, görünüm ve ağız hissinde önemli bir değişiklik gözlenmeyip, probiyotik bakterilerin canlılığını koruduğu sonucuna varılmıştır (Soni vd., 2020).

Yeganehzad, Mazaheri ve Shahidi (2007)' nin yaptığı çalışmada süt probiyotik *L. acidophilus* ile aşılanarak üretilen probiyotik yoğurtların *L. acidophilus* canlılığı, fizyokimyasal (pH, asitlik) reolojik (sinersis ve sertlik) ve duyu özellikleri depolamanın 7 ila 21. günü arasında değerlendirilmiştir. Sonuçlar, sütün toplam kuru madde konsantrasyonunun artması

sonucunda *L. acidophilus*'un hayatta kalmasını buna bağlı olarak yoğurdun asitliğini ve sertliğini artırdığını, pH ve sinersisi düşürdüğünü göstermiştir. Probiyotik *Lactobacillus*'un canlılığı, depolama süresi boyunca incelendiğinde düzenli olarak azalmıştır.

Probiyotik *L. casei zhang* karıştırılmış kültürünün üretilen yoğurtların 21 günlük buzdolabı şartlarında depolanma süresince reolojisi, dokusu, mikro yapısı ve stabilitesi üzerindeki etkileri, çok benekli difüzör dalga spektroskopisi, tek sıkıştırma çevrimli doku testi ve konfokal lazer tarama mikroskobu kullanılarak incelenmiştir. Probiyotik yoğurtların *L. casei zhang* canlı bakteri sayımı 10^8 kob/g olarak belirlenmiştir. *L. casei zhang* içeren probiyotik yoğurt, probiyotik içermeyen kontrol grubuna kıyasla daha yüksek bir elastikiyet indeksi göstermiştir. Bu durum da bu probiyotik kültür eklendiğinde yoğurtlarda, daha yüksek bir elastikiyet ve daha katı benzeri bir jel yapısının geliştiğine işaret etmiştir. Karıştırılmış yoğurdun doku analizi, probiyotik grubun koheziflik ve viskozite indeksinin kontrolden önemli ölçüde daha yüksek olduğunu tespit edilmiştir (Bai vd., 2020).

Sarvari, Mortazavian ve Fazeli (2014)'nin yaptıkları bir çalışmada, yoğurttaki probiyotik bakterilerin (*L. acidophilus* LA-5 ve *B. lactis* BB-12) ve yoğurt bakterilerinin (*S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*) fermantasyon sırasında, fermantasyondan hemen sonra ve soğuk depolama sırasında canlılığı araştırılmıştır. Söz konusu bakterilerin canlı sayıları arasında önemli farklılıklar ($P < 0,05$) bulunmuştur. Starter kültürlerinin (*S. thermophilus* ve *B. lactis*) ilk canlı hücre sayıları $6,84-6,30 \log_{10}$ kob/ml⁻¹ arasında değişmiştir. *S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *L. acidophilus* ve *B. lactis* için 4 saatlik inkübasyondan sonra ortalama sayımlar sırasıyla 8,72, 8,48, 7,38 ve 6,91 (\log_{10} kob/ml⁻¹) çıkmıştır. Fermantasyon dönemi boyunca bakteri popülasyonları artmış ve sonuçlara göre en hızlı büyümeyi *S. thermophilus* göstermiştir. *L. bulgaricus* 7. günde canlılıkta düşüş göstermiştir. *L. acidophilus*, *B. lactis* ve *S. thermophilus*'un canlı sayıları 7. güne kadar artmış ve sonraki depolama günlerinde azalmıştır. En yüksek azalma *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*'ta depolamanın son günlerinde görülmüştür.

Bir çalışmada, *L. acidophilus* ile üretilen probiyotik az yağlı yoğurdun mikrobiyal ve fiziko-kimyasal özellikleri üzerine prebiyotik olarak kullanılan inulin ilavesinin etkisi araştırılmıştır. Altı deneysel yoğurt preparatı üretilip, homojenize, standardize ve pastörize edilmiş az yağlı süt, altı porsiyona bölündükten sonra dört porsiyona %1 ve %2 inulin ilave edilmiş, iki porsiyon inulin olmadan kullanılmıştır. Titre edilebilir asitlik ve pH, sinerez, renk, duyuşal değerlendirme ve bakteri sayımı, saklama süresi boyunca belirlenmiştir. Sonuçlar,

inülin takviyesinin fermentasyondan 4 saat sonra yoğurdun titre edilebilir asitliğini ve pH'ını etkilemediğini göstermiştir. Süte inülin eklenmesi, sinbiyotik yoğurdun depolanması sırasında *L. acidophilus* ve *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus*'un canlılığını artırmıştır (Mazloomi, Shekarforoush, Ebrahimnejad ve Sajedianfard, 2011).

Kaur Sidhu, Lyu, Sharkie, Ajlouni, ve Ranadheera (2020)'nin yaptığı bir çalışmada, *L. acidophilus* LA5 ve *Bifidobacterium* BB12 içeren probiyotik yoğurt, prebiyotik olarak nohut unu ile zenginleştirilerek üretilmiştir. Beş hafta boyunca depolama sırasında, probiyotikler bir terapötik seviyenin üzerinde canlılıklarını korumuştur. Nohut ununun depolama sırasında her iki probiyotik türünün canlılığı üzerinde faydalı etkilere sahip olduğu gözlenmiştir.

Najgebauer (2014) 'in yaptığı bir çalışmada ise, yeşil çay infüzyonu ilavesinin bioyoğurt (*S. thermophilus*, *L. acidophilus* LA-5, *B. lactis* BB-12) ve acidophilus sütleri (saf *L. acidophilus* LA-5 kültürü ile fermente edilmiş) soğuk depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde antioksidan kapasitesi, asitlik, starter bakteriler ve duysal özelliklerine etkisi incelenmiştir. Asidophilus sütüne %15 çay infüzyonu eklenmesi, tüm çalışma boyunca laktik asit üretimini önemli ölçüde azaltmıştır. Çay infüzyonunun bioyoğurtlarda *S. thermophilus* ve *B. lactis* BB-12 seviyesi üzerinde hiçbir etkisi görülmemiş, *L. acidophilus* LA-5 sayısı üzerine etkisi ise konsantrasyona ve probiyotik mikroorganizma tipine bağlı olduğu gözlenmiştir.

Heydari, Hosseini, Mortazavian ve Taheri, (2020) yerli ve ticari probiyotik suşların yoğurdun biyokimyasal, mikrobiyolojik ve duysal özellikleri üzerindeki etkilerini değerlendirdikleri çalışmada, tüm numunelerde probiyotik bakterilerin canlılığı, sağlığa yararları sağlamak için gereken 6 log kob/ml'yi aştığını belirlemişlerdir. Yapılan çalışmada yerli İran *L. casei*, depolama boyunca en yüksek canlılığı göstermiş depolama sonunda 8,5 log kob/ml canlılık tespit edilmiştir. Ticari *L. casei* suşunun ise, en düşük asitlik artış oranları ve en uzun inkübasyon süresine sahip olduğu belirlenmiştir.

Baharat içeren yeni probiyotik yoğurtlar geliştirmeye odaklı bir çalışmada, yoğurtların kabul edilebilir duysal özellikleri, terapötik probiyotik seviyeleri ve yararlı antioksidan kapasitesileri incelenmiştir. Baharat oleoresinleri (kakule, tarçın ve hindistan cevizi) ve probiyotikler (*L. acidophilus*, *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis*) kullanılarak üretilen yoğurt örneklerinin 4 haftalık soğuk depolama sırasında baharat oleoresinlerinin mevcudiyetinin, yoğurttaki probiyotik popülasyonu etkilemediği, antioksidan kapasitesi ise korunduğu belirlenmiştir (Illupapalayam, Smith ve Gamlath, 2014).

Lim (2017) yaptığı çalışmada, yulaf unu ve probiyotik suşlar ile fermente edilmiş sinbiyotik yoğurdun fizikokimyasal özelliklerini ve yulaf bazlı sinbiyotik yoğurdun antioksidatif ve antibakteriyel aktivitelerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, *Lactobacillus brevis* SBP49 ve *L. acidophilus* SBP55'in canlı hücreleri 10^8 log kob/g düzeyinde belirlemiştir. Ayrıca yapılan bu çalışmada probiyotik ve yulaf bazlı sinbiyotik yoğurtta laktik asit bakterilerinin bağırsak epitel hücrelerine daha fazla yapıştığı, yulaf unu eklenmesinin sinbiyotik yoğurtta probiyotikler tarafından antimikrobiyal maddelerin üretimini önemli ölçüde teşvik ederek, suşların *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes* dahil olmak üzere patojenik gıda zehirlenmesine neden olan bakterilere karşı antibakteriyel etkisini arttırdığı görülmüştür.

Bir çalışmada *L. acidophilus* ve *B. animalis* ssp. *lactis*, *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* kültürleri kullanılarak, laktulozdan türetilmiş oligosakkaridler ilavesi ile üretilmiş sinbiyotik yoğurtlarda karbonhidrat fraksiyonu, pH ve mikrobiyal metabolitlerin değişimi değerlendirilmiştir. Laktuloz takviyeli yoğurtta kontrol yoğurduna kıyasla *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *L. acidophilus* ve *B. animalis* ssp. *lactis* sayılarında önemli ölçüde artış görülmüştür. Laktulozdan türetilmiş oligosakkaridlerin içeriği, fermantasyon aşamasında ve sonraki depolama sırasında değişmemiştir. Bu sonuçlar, çalışmada kullanılan oligosakkaridin, probiyotiklerin fermantasyonunda önemli bir rol oynadığını göstermiş yeterli hücre sayılarına sahip süt ürünlerinde geleneksel laktuloza alternatif bir prebiyotik olduğunu öne sürmüştür (Delgado-Fernandez, Hernandez-Hernandez, Olano, Moreno ve Corzo, 2019).

2.6. Meyve İlaveli Probiyotik Yoğurtlar

Kowaleski vd. (2020) çilek ve chia tohumu kullanılarak fonksiyonel özelliklere sahip yoğurt formülasyonları denemesinde, chia tohumlarının eklenmesi, ham protein, lipitler, diyet lifi ve çoklu doymamış yağ asitleri, özellikle omega-3 ve mineral içeriğini arttırmıştır ve tüketiciler arasında yoğurdun kabulü, çilek ilavesiyle orantılıyken, chia tohumu ilavesiyle ters orantılı çıkmıştır.

L. acidophilus, *B. animalis* ve %2 fruktooligosakkarit içeren yoğurt denemelerinde gaz kromatografik yöntemi kullanılarak konjuge linoleik asit (CLA) izomerleri olan c9t11-CLA ve t10c12-CLA belirlenmiştir. Hiçbir takviye içermeyen veya %2 fruktooligosakkarit içeren iki set yoğurt grubu, starter kültürün tipi, fruktooligosakkarit takviyesi ve depolamanın CLA içeriği üzerindeki etkisini belirlemek için iki farklı starter kültürü kullanılarak üretilmiştir. Yoğurdun

28 gün depolama süresi boyunca, tek başına fruktooligosakkarit ilavesi, yoğurtlarda CLA izomer oluşumunu önemli ölçüde etkilememiştir ve yoğurt üretiminde *L. acidophilus* veya *B. animalis* kullanılarak her iki izomer oluşumunda da önemli artışlar elde edilmiştir. (Akalın, Tokuşoğlu, Gönç ve Aycan, 2007).

Siraitia grosvenorii meyvesi (SGF) eklenerek yapılan probiyotik yoğurt denemelerinde SGF ekstresi desteğinin (%0,5, %1 ve %2) probiyotik yoğurdun kimyasal, mikrobiyal ve duysal özellikleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Bu çalışmada antioksidan, anjiyotensin dönüştürücü enzim inhibitörü (ACE-I) ve antibakteriyel biyoaktiviteler belirlenmiştir. SGF özü takviyesi, deneme yoğurtlarında bazı kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri geliştirmiştir. Meyve özü içeren probiyotik yoğurtta daha fazla *L. casei* ve *L. bulgaricus* bulunurken, *S. thermophilus* sayısı üzerinde önemli bir etkisi görülmemiştir. Biyoaktiviteler, SGF ekstresi takviyesi ile önemli ölçüde artış gösterdiği belirlenmiştir (Abdel-Hamid vd., 2019).

Felix da Silva vd., (2017)' nin yaptığı çalışmada, üzüm özütü ve *S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* bakterileri inoküle edilen yoğurtlarda, asit üretimi, mikrobiyal büyüme, jel durumu, sinerez, reolojik ve duysal özellikler incelenmiştir. Üzüm ekstresi konsantrasyonundaki artışın fermantasyon süresini uzattığı görülmüştür. Bakteriyel suşların sayısı ise en az 10^9 kob/g olarak bulunmuştur. Üzüm ekstresi konsantrasyonunun artması ile sinerezin arttığı, jel gücünün azaldığı belirlenmiştir.

Bir çalışmada da *L. acidophilus*, *S. thermophilus*, *B. bifidum* inokülasyonundan hemen sonra eklenen %1, %3 ve %5 oranında elma posası unu (APF) ile zenginleştirilmiş yeni bir probiyotik yoğurt geliştirilmiştir, Zenginleştirilmiş yoğurtların sinerezisinin, kontrole kıyasla 1.8 kata kadar azaldığı görülmüştür. Sırasıyla %1, %3 ve %5 APF içeren yoğurtlardan elde edilen süpernatantların kontrole göre 1,4-, 1,8- ve 2,3 kat daha yüksek toplam fenolik içeriğe (TPC) ve 3,3-4,7 ve 8 kat daha yüksek radikal süpürme (DPPH) ve 1,3-, 1,6- ve 1,7-kat daha yüksek indirgeme aktivitesine (FRAP) sahip olduğu belirlenmiştir. (Jovanovic vd., 2020).

Bir çalışmada, 28 gün boyunca soğutulmuş depolama sırasında probiyotik yoğurdun fizikokimyasal, dokusal, reolojik ve mikroyapısal özellikleri üzerindeki bir lif kaynağı olarak ananas kabuğu tozunun (PPP) ve kıyaslama amacıyla inülin eklenmesinin etkisi araştırılmıştır (Sah, Vasiljevic, McKechnie ve Donkor 2016). Kontrol, PPP, inülin içeren veya içermeyen yağsız süt, *L. acidophilus*, *L. casei* ve *L. paracasei* spp'den oluşan probiyotik kültürler ilavesiyle ya da eklenmeden yoğurt kültürleriyle fermente edilmiştir. %1 oranında PPP takviyesinin,

probiyotik organizmalarla birlikte fermente edilmiş sütün fermantasyon süresini önemli ölçüde azalttığı görülmüştür. PPP'li probiyotik yoğurttaki sinerez seviyesi (1. günde %1,16) depolama sırasında artmıştır. Bununla birlikte, hem sade hem de probiyotik yoğurtlardaki PPP ilavesiyle depolama sırasında, sertlik önemli ölçüde azalmıştır (Sah vd., 2016).

Yeşil muzun prebiyotik olma potansiyelini araştırmak için yapılan çalışmada, *L. delbrueckii*, *S. thermophilus*, *B. bifidum* ve *L. acidophilus*'tan oluşan kültürler ile fermente yoğurtlar üretilip üç farklı konsantrasyon (%3, 5 ve 10) ile zenginleştirilmiştir. Yoğurda eklenen yeşil muz pulpu, kontrole kıyasla fermantasyonun ilk gününden sonra *L. acidophilus* ve *B. bifidum*'un çoğalmasını tetiklemiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, yeşil muz hamurunun fizikokimyasal veya duyuşsal özelliklere müdahale etmeden prebiyotik bir potansiyele sahip olduğu belirtilmiştir (Costa, Alencar, Rullo ve Taralo, 2017).

Bir çalışmada da tatlı kestane ununun *L. acidophilus*, *L. rhamnosus* ve *B. lactis* gibi farklı probiyotik suşlarla üretilen yoğurtta probiyotik bakterilerin büyümesini uyarmadaki etkisi değerlendirilmiştir. Yoğurt örneklerinde mikrobiyal sayımlar, pH, toplam titre edilebilir asitlik ve sinerez ölçülmüştür. Ek olarak, numunelerin antioksidan kapasiteleri Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi, serbest radikal temizleme aktivitesi ve Ferrik İndirgeyici Antioksidan Güç (FRAP) testleri ile ölçülmüştür. *L. rhamnosus*'un canlılık ve büyüme oranı indeksi saklama süresince tüm örneklerde *L. acidophilus* ve *B. lactis*'e kıyasla anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Sonuçlar, kestane unu ile zenginleştirilmiş tüm probiyotik yoğurtların yüksek antioksidan kapasiteleri ile önemli probiyotik canlılık (7 log₁₀ kob/g'dan fazla) gösterdiği saptanmıştır. Antioksidan kapasite ve fenolik içeriğin, kullanılan probiyotik suşlara ve kestane ununa bağlı olduğu görülmüştür (Özcan, Ersan, Bayizit ve Delikanlı, 2016).

Bueno, Silva, Perina, Bogsan ve Oliveria (2014)'nın yaptığı bir çalışmada, simbiyotik yoğurtlar, kırmızı meyve posası (çilek, ahududu ve pitanga) karışımıyla desteklenerek yoğurtların fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Sütler, *S. thermophilus*, *L. bulgaricus* ve *L. acidophilus* içeren starter kültür karışımı kullanılarak aşılansak meyve posası (%20) ile karıştırılmıştır. Yoğurt hazırlandıktan 36 saat sonra ve soğuk depolamadan 21 gün sonra, fizikokimyasal analizler, canlı bakteri sayımı, renk ve reolojik özellikleri bakımından değerlendirilmiştir. Sonuçlar, kırmızı meyve özlerinden oluşan bir karışımın yoğurda eklenmesinin pH ve probiyotik bakteri sayılarını etkilediğini, depolama sırasında biraz azaldığını göstermiştir. Kırmızı meyve ilaveli yoğurtların hazırlanmasından sonra, *S. thermophilus*, *L. bulgaricus* ve *L. acidophilus*'un ortalama başlangıç sayıları sırasıyla

9,21±0,25, 7,68±0,63 ve 7,31 ±0,77 log kob/mL⁻¹ olarak belirlenmiştir. Probiyotik bakteriler depolama boyunca azalma eğilimi göstermiştir. Kırmızı meyve posasının eklenmesi, probiyotik yoğurtların renk ve reolojik özelliklerini arttırmıştır.

L. casei ile zenginleştirilmiş elma parçaları, kuru üzüm ve buğday taneleri, yeni bir probiyotik süt ürünü üretmek için yapılan çalışmada, *L. casei* hücrelerinin canlılığı, fizikokimyasal, ve duyu analizler depolama boyunca değerlendirilmiştir. Elma parçaları, kuru üzüm ve buğday taneleri, *L. casei* hücrelerinin canlılığını artırarak, yaklaşık 7 log.kob/g düzeyinde belirlenmiştir. *L. casei* ilavesiyle üretilen yoğurtlar zenginleştirilmiş kuru üzüm ve buğday tanelerinin, su tutma kapasiteleri nedeniyle daha az sinerez gösterdiği belirlenmiştir (Hui, Lihua, XueHong, Qiang ve Yong, 2017)

Yapılan bir çalışma, *L. rhamnosus* ve %10 oranında kayısı, ahududu ve erik ilave edilerek hazırlanan meyveli probiyotik yoğurtlarda depolama sırasında asitliğin arttığı (sırasıyla 0,40±0-0,76±0,01) ve pH (sırasıyla 4,63±0,06-2,83±0,03)'nın düştüğü belirlenmiştir. Probiyotik *L. rhamnosus* sayısı depolama boyunca azalmış ve aljinat mikrokapsüllenmiş probiyotik kültür (8,85±0,01-4,35±0,03 log kob/g), kapsüllenmiş karragenan (8,79±0,01-2,56±0,04 log kob/g) ve serbest kültürle (8,90±0,01-2,26±0,03 log kob/g) kıyaslandığında daha stabil sonuçlarda çıkmıştır. Probiyotik yoğurt takviyeli meyvelerin antioksidan gücünün, 15 güne kadar depolama sırasında düzenli olarak azaldığı tespit edilmiştir (Kumar ve Kumar, 2015).

Bir çalışmada, beyaz ve kırmızı ejder meyvesi ilavesiyle yoğurdun fizikokimyasal, toplam fenolik içeriği ve antioksidan potansiyelindeki değişimler araştırılmıştır. Meyvelerle zenginleştirilmiş yoğurt (%10, %20, %30) hazırlanmış ve pH, asitlik (laktik asit), sinerez, toplam fenolik içerik ve DPPH antioksidan inhibisyon düzeyi belirlenmiştir. Sade yoğurdun pH (pH 4,05) değerine kıyasla beyaz ve kırmızı ejder meyvesi ile zenginleştirilmiş yoğurtların, pH değerleri (sırasıyla 3,95-4,03) daha düşük ölçülmüştür. Laktik asit sade yoğurt (%1,08) ile karşılaştırıldığında her iki ejder meyveli yoğurtta (%1,14-1,23) daha yüksek belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinde belirlenen sinerez ise sade yoğurtta (kontrol yoğurt) %52,93 olarak ölçülürken, ejder meyveli yoğurtlarda sırasıyla %57,19 ve 70,32 olarak ölçülmüştür. Toplam fenolik içerik, sade yoğurda (20,25 mg/mL) kıyasla tüm meyvelerle zenginleştirilmiş yoğurtlarda (sırasıyla 36,44- 64,43 mg / mL) bir artış göstermiştir (Zainoldin ve Baba, 2009).

2.7. Sebze İlaveli Probiyotik Yoğurtlar

Ghasempour vd. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, probiyotik yoğurt formülasyonlarında fesleğen tohumu sakızı (%0,2, %0,4) ve kırmızı pancar ekstresinin (%0,1, %0,2) aynı anda kullanılarak 21 günlük depolama süresi boyunca yoğurtlarda probiyotik canlılık, pH, viskozite, antioksidan özellikler ve duyuşal özellikler belirlenmiştir. pH düşüş eğilimi, % 0,4 fesleğen tohumu sakızı içeren ve %0,1 kırmızı pancar ekstresi ile desteklenen numunelerde daha belirgin çıkmıştır. Sonuçlar, %0,4 fesleğen tohumu sakızı içeren numuneler en yüksek probiyotik canlılığı (10^8 kob/g) göstermiştir. %0,4 fesleğen tohumu sakızı ve %0,2 kırmızı pancar ekstresi içeren örnekler, %60 antioksidan aktivite göstermiştir. Ayrıca yoğurt örneklerinin viskozitesi fesleğen tohumu sakızı kullanımı ile 5000 cp'ye çıkmıştır.

Sıcak ve soğuk kırma domates tozları ile zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinin, depolama sırasında fizikokimyasal özellikleri ve bakteri canlılığındaki değişimler, numunelerin radikal temizleme aktivitesi, toplam fenolik içerikleri ve dokusal parametreler belirlenmiştir. Yoğurt üretiminde farklı seviyelerde (%0,5, %1, %2) domates tozları ve *L. paracasei* F19 starter kültür ile kullanılmıştır. Kontrol olarak üretilen tozsuz yoğurdun toplam katı ve kül içeriği diğerlerine göre daha düşük çıkmıştır. Sıcak kırma domates tozu takviyesi, DPPH ve ABTS + süpürme aktivitelerini önemli ölçüde artırmış ve en yüksek aktiviteler %2 sıcak kırma domates tozu içeren yoğurt numunelerinde (sırasıyla 197,7 g / kg, 4,84 mol trolox / kg) belirlenmiştir. Örneklerin toplam fenolik içeriği 5,00 ila 14,92 g GAE / kg arasında değişim göstermiştir. Domates tozlarının eklenmesi yoğurtların sertliğini ve viskoziteyi düşürmüş ve sade yoğurdun daha kıvamlı (12161,80 g s) ve kohezif (219,50 g) olduğu saptanmıştır. Tüm örneklerin depolama sonunda *L. paracasei* F19 sayıları 10^6 kob/g' dan daha yüksek bulunmuştur (Demirci vd., 2019).

Başka bir çalışmada ise, mısır esaslı simbiyotik yoğurt benzeri bir ürün geliştirilmiştir. Mısır sütü, %8 mısır ekstrüdat süspansiyonundan hazırlanmış, daha sonra emülgatör olarak %0,1 gliseril monostearat ve %0,1 sükroz ester ile iki kez öğütülerek kullanılmıştır. Mısır sütü, kıvam arttırıcı maddeler olarak % 5 oranında şeker, %2 glikoz, %0,75 soya proteini izolatu, %1 inulin , % 0,3 polimerize peynir altı suyu proteini ve % 0,09 ksantan zankı ile karıştırılmıştır. 4 ° C'de saklama sırasında bu simbiyotik ürünün pH değerinin $4,50 \pm 0,03$ 'ten $3,88 \pm 0,13$ 'e ve *L. plantarum* popülasyonunun $7,8 \pm 0,09$ 'dan $7,1 \pm 0,14$ log kob/mL'ye düştüğü tespit edilmiş, çalışma süresince doku ve kıvam da stabil kalmıştır (Wang, Zheng, Liu, Wang ve Guo, 2017).

El-Samh, Sherein ve Hessam (2013)'ın yaptığı çalışmada, probiyotik yoğurtlara çeşitli konsantrasyonlarda siyah havuç, balkabağı ve çilek ilave edilmiştir. Aromalı yoğurtlarda kimyasal, reolojik, organoleptik, mikrobiyolojik ve antioksidan özellikler belirlenmiştir. Yoğurtlarda viskozite siyah havuç ve çilek eklenerek düşürülüp, kabak ilavesiyle artırılmıştır. Tüm aromalı yoğurtların sinerezi, sade yoğurtlara kıyasla önemli ölçüde daha düşük çıkmıştır. Laktik asit bakteri suşları, aromalı yoğurt örneklerinde yaklaşık olarak aynı davranışı sergilemiştir, *B. lactis* BB-12'nin canlılığı ise, %8 şeker eklendiğinde en yüksek sonuçta çıkmıştır. Lezzet verici maddelerin toplam fenolik içeriği en yüksek çilek, ardından siyah havuç ve en düşük kabak çıkmıştır. Lezzet verici malzemelerdeki flavonoid içeriği, farklı aromalı yoğurtlardaki toplam fenolik içeriğe benzer bir eğilim göstermiştir. %0,5 ve %1 kabak ve havuç içeren aromalı probiyotik yoğurttaki % radikal süpürme, şekerli veya şekerli sade yoğurttan daha yüksek sonuç vermiştir. Çilek, bal kabağı ve siyah havuçlu probiyotik yoğurtların IC₅₀ değerleri sırasıyla, 1, 10, 1,38 ve 1,42 olarak belirlenmiştir. Fenolik madde içeriği ise %1,5 oranlı çilekli, bal kabaklı ve siyah havuçlu yoğurtlarda sırasıyla 28,48, 22,92 ve 27,44 değerlerinde saptanmıştır.

Ehsani, Mortazavian, Humeyni ve Nejad (2015)'in yaptığı çalışmada, enginar yaprak ekstresinin yoğurda (%0 veya %0,5 oranlarda) eklenmesinin pH, titre edilebilir asitlik ve *L. acidophilus* LA-5, *B. lactis* BB-12 canlılığı üzerine etkileri fermantasyon sırasından 28 güne kadar incelenmiştir. Ayrıca, fermantasyonun sonunda yoğurtların sinerez miktarı, toplam fenolik içeriği, antioksidan aktivitesi ve duyuşal özellikleri de değerlendirilmiştir. Enginar yaprak ekstresi içeren yoğurtlar kontrol yoğurtlarından daha hızlı asitlik artışına, daha kısa inkübasyon süresine ve daha yüksek titre edilebilir asitliğe sahip çıkmıştır. Ayrıca, enginar yaprak ekstresi içeren yoğurtlar daha düşük sinerez, daha yüksek toplam fenolik içerik ve daha fazla antioksidan aktiviteye, en yüksek probiyotik canlılığına sahip oldukları belirlenmiştir.

Hegazy, Ali, El-Sayed ve Kassem (2019) tarafından yapılan kabuklu domates suyu ilaveli probiyotik yoğurt çalışmasında, yoğurt örneklerinin bazı mineral madde içerikleri, antioksidan aktivite, fenolik madde içerikleri kontrol örneklerine göre karşılaştırılmıştır. Çalışmalar sonucunda Fe, Mg, Na ve Ca içerikleri sırasıyla 1,766, 1,627, 7,436 ve 12,14 mg/100 g ve antioksidan aktivitesi ile toplam fenolik bileşikleri sırasıyla %68,88 ve 319,15 ppm olarak belirlenmiştir. Ek olarak, domates suyu ilaveli probiyotik yoğurdun *Yersinia enterocolitica* ve *Enterococcus faecalis* bakterilerine karşı antimikrobiyal etki gösterdiği görülmüştür.

Zhang ve Hamauzu (2004), brokolinin çiçek ve sapsularının geleneksel yöntemle ve mikrodalgada ile pişirilmesinin fenolik madde, antioksidan aktivite ve askorbik asit üzerindeki değişimlerine etkisini belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Haşlama veya mikrodalgada 5 dakika pişirme ile brokolinin toplam fenolik madde içeriği sırasıyla %28,1 ve %28,4 oranında korunduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, brokoli çiçekleri ve sapsularındaki toplam karotenoidlerin pişirme sırasında azaldığını görülmüştür. Çiçeklerdeki karoten ısıya dayanıksız olduğu için bu bileşiğin önemli bir kısmı pişirmenin ilk 60 saniyesinde kaybolduğu gözlenmiştir. Toplam antioksidan aktivitesi pişmiş çiçekte %34,7- 35,0, pişmiş sapsularda %34,6- 34,7, fenolik madde ise sırasıyla %37,4 ve %64,7'de kalmıştır.

Gliszczynska vd. (2006) yaptığı araştırmada brokolinin buharda ve haşlanarak pişirilmesi karşılaştırılmış ve buharda pişirilmenin, flavonoidler ve fenolik asitlerin yanı sıra ana glukozinolatların ve bunların toplam içeriğinin taze brokoli ile karşılaştırıldığında artmasına neden olduğunu, haşlamanın ise ters etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Brokolinin buharda pişirilmesinin C vitamini içeriği üzerinde hiçbir etkisinin olmadığını, ancak haşlamanın bu vitaminin içeriğini önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir.

Najgebauer, Grega ve Tabaszewska (2014)'nın sebze ilaveli (brokoli, kırmızı biber, kabak, havuç) yoğurtların asitlik, antioksidan ve duyuşsal analizleri üzerine yaptığı çalışmada en yüksek antioksidan kapasitesi kırmızı biber ilaveli yoğurtlarda görülmüştür. Kullanılan sebzelerin yoğurtların pH ve titre edilebilir asitlikleri üzerinde bir etkisi olmadığı belirtilmiştir.

Najgebauer, Grega ve Tabaszewska (2015), seçilen sebze ilaveli (brokoli, kırmızı biber, kabak, havuç) yoğurtların reolojik, dokusal, mikrobiyolojik ve aroma profili parametreleri üzerindeki etkisini incelemek için bir araştırma yapmışlardır ve üretilen yoğurtların 1,7 ve 14. gün analizleri yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda, sebze ilaveli yoğurtlarda iyi viskozite ve dokusal özellikler gözlenmiştir. Ayrıca sebzelerin sahip olduğu doğal lifler sayesinde yoğurtların tüketici algısını olumsuz etkileyen serum ayrılmasında ve sinerez derecesinde azalma görülmüştür. Kullanılan sebzeler, yoğurt mikroorganizmalarına genel olarak etki göstermemiştir ve diğerlerine kıyasla kabak posası ilaveli yoğurtta laktobasiller düşük seviyede saptanırken, streptokok sayısı biraz daha yüksek seviyede saptanmıştır. Tüm yoğurt örneklerinin, yoğurt bakterileri sayımlarının en az 10^7 kob/g olduğu belirtilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, *L. acidophilus* ve ıspanak içeren yoğurda eklenen toz *Cyanobacterium Spirulina platensis*'in, depolama sırasında yoğurt starter kültürünün canlılığı

üzerindeki etkisi izlenmiştir. Spirulina tozu ilavesi (%0,3, %0,5 ve %0,8) ve ıspanakla hazırlanan yoğurtlarda yoğurt starter kültürlerinin (*L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* ve *L. acidophilus*) soğuk koşullar altında 1, 7, 14 ve 21. günlerde incelenmiştir. Laktik asit bakterilerinin canlı sayıları, saklama süresinin sonunda eklenen tüm Spirulina tozu 6 log kob/mL⁻¹ 'in üzerinde çıkmıştır. Sonuçlar, ıspanak içeren probiyotik yoğurdun depolanması sırasında *S. platensis* tozunun laktik asit bakterilerinin hayatta kalması üzerindeki olumlu etkisini göstermiştir (P≤0,01) (Fadaei, Mohamadi-Alasti ve Khosravi-Darani, 2019).

Kivi aromalı (%1, %2 ve %4) ve ıspanak özütü (%1,25, %2.5 ve %4) ile renklendirilmiş yoğurt ve kontrol yoğurdu bazı kimyasal özellikler, viskozite, sinerez, L *, a * ve b * renk değerleri ve mikrobiyal özellikler 21 gün boyunca yedi gün aralıklarla değerlendirilmiştir. Kontrol ve kivi-ıspanaklı yoğurt arasında sinerez ve viskozite özellikleri açısından önemli farklılıklar bulunmuştur (P <0,05). Yoğurtta ıspanak ekstraktı miktarının artması neticesinde, yoğurdun L *, a * değerlerinde azalma, b * renk, sinerez, toplam fenolik içerik, antioksidan aktivite, titre edilebilir asitlik ve viskozite parametrelerinde artış görülmüştür (P<0,05). Saklama süresi boyunca yoğurt örneklerinin pH'ı azalmış ancak titre edilebilir asitlik, sinerez ve viskozite değerleri sürekli artmıştır (P <0,05). Laktik asit bakterilerinin sayısı $2,8 \pm 0,4 \times 10^6$ kob / mL çıkmıştır. (Nejad, Sani ve Hojjatoleslami, 2014).

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Süt

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarında gerçekleştirilen araştırma materyali sebze katkılı probiyotik yoğurtların üretiminde kullanılan pastörize inek sütü (Ak Gıda Süt ve Süt Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti., Pamukova, Sakarya) ticari olarak piyasadan temin edilmiş, soğuk zincirin kırılmamasına dikkat edilerek üretim zamanına kadar buzdolabı şartlarında (+4°C) muhafaza edilmiştir.

3.1.2. Probiyotik Yoğurt Kültürleri

Probiyotik yoğurt üretiminde starter kültür olarak Chr. Hansen (Peyma Chr. Hansen, İstanbul, Turkey)'dan temin edilen dondurularak kurutulmuş direk üretimde kullanılan (Freeze-Dried for Direct Vat Set (FD-DVS)) *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*, *L. acidophilus* LA-5, ve *B. animalis* spp. *lactis* BB-12 bakterileri suşlarını içeren ABY-2 olarak bilinen standart ve probiyotik yoğurt kültür karışımı kullanılmıştır.

3.1.3. Brokoli ve Ispanak

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan *Brassicaceae* familyasına ait brokoli (*Brassica oleracea italica*), ve *Spinacia* familyasına ait ıspanak (*Spinacia oleracea*) yerel marketten (Tekirdağ) temin edilmiştir.

3.1.4. Ambalaj Materyali

Yoğurtların paketlenmesinde, piyasadan temin edilen yarı sert, şeffaf tek kullanımlık kapaklı 100 ml'lik polipropilen numune kapları kullanılmıştır.

3.2. Metod

3.2.1. Sebze Pürelerinin Hazırlanması

Yoğurtlarda kullanılacak olan sebzelerin (brokoli ve ıspanak), her bir ayrı ayrı suları kesilerek akan musluk suyu altında yıkandı ve yaklaşık 1 saat kadar sirkeli suda bekletildi. Saf su ile durulaması yapılan sebzelerin tamamen yeşil kısımları olacak şekilde beyaz kısımlarından ayıklanarak 1000 ml kaynayan su içinde yumuşayınca kadar yaklaşık 10 dakika tutuldu.

Yumuşayan sebzeler daha sonra Ultra Turrax homogenizer (Cat X120, Germany) kullanılarak püre haline getirilmiştir.

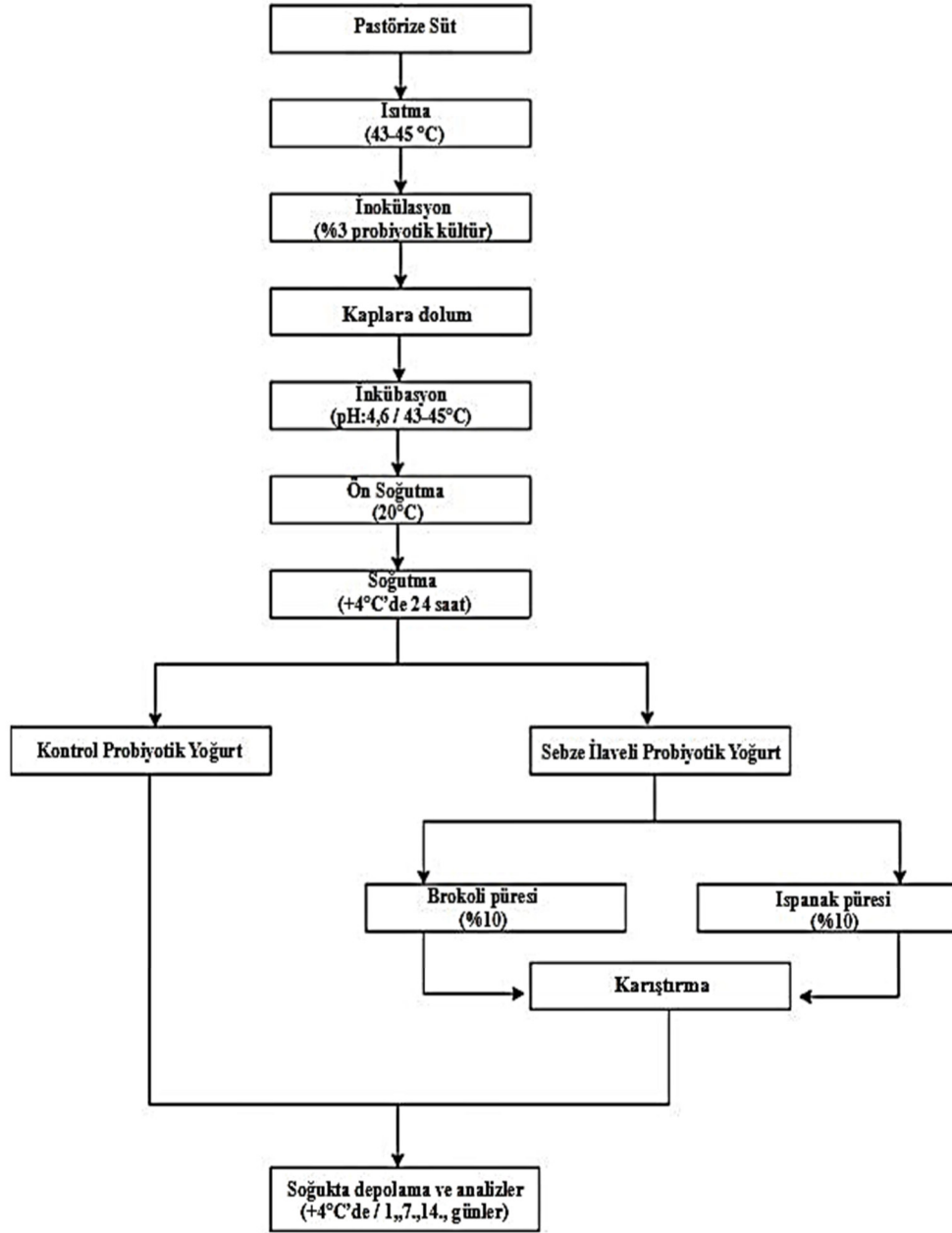
3.2.2. Yoğurt Kültürlerinin Aktive Edilmesi

S. thermophilus, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* *L. acidophilus* LA-5, ve *B. animalis* spp. *lactis* BB-12 bakterileri suşlarını içeren starter kültür üretici firma talimatları doğrultusunda yağsız süt tozundan saf su ile hazırlanarak, 121°C’de 15 dakika sterilize edilmiş rekonstitue süte, aseptik koşullarda 40°C inoküle edilmiş ve pH 4.8’e kadar inkübasyona bırakılmıştır (8-9 log₁₀ kob /mL⁻¹ olacak şekilde).

3.2.3. Sade ve Sebze Püre İlaveli Yoğurtların Üretimi

Sebze pürelisi ilaveli probiyotik yoğurtların üretimi Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölüm Laboratuvarı’nda Şekil 3.1.’de verilen üretim akım şemasına göre gerçekleştirilmiştir.

Yoğurt üretiminde kullanılacak olan pastörize süt mayalama sıcaklığı olan 45±1° C’ ye ısıtılmış ve %3 oranında aktif hale getirilmiş ve *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. acidophilus* ve *B. lactis* bakterileri içeren probiyotik kültür inoküle edilmiştir. pH 4,6±0,1’e gelinceye kadar, 42±1 °C’ de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda, probiyotik yoğurt 30 dakika süreyle oda sıcaklığında (20°C) daha sonra +4 °C ’de buzdolabında 24 saat dinlendirmeye bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda yoğurt bir el blenderiyle karıştırılarak 3 eşit kısma ayrılmıştır. Birinci kısım probiyotik kontrol (K) yoğurt olarak ayrıldıktan sonra, ikinci kısma %10 brokoli (B) püresi ve üçüncü kısma ise %10 ıspanak (I) püresi ilave edilerek iyice karıştırılan yoğurt örnekleri 1., 7. ve 14 gün analizleri yapılmak üzere +4 °C ’de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Üç tekerrürlü yürütülen çalışma akış şeması aşağıdaki gibidir (Şekil 3.1):



Şekil 3.1. Sebze ilaveli probiyotik yoğurt üretim akış şeması



Şekil 3.2. Denemede üretilen kontrol, brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtlar

3.2.4. Sebze Pürelerine Yapılan Analizler

3.2.4.1 Kuru madde Oranı Tayini

Boş kurutma kapları 105 ± 1 °C'ye ayarlanmış etüvde, 30 dakika boyunca sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Kurutma kapları desikatöre alınıp soğutulduktan sonra, homojen püre örneklerinden 3 g alınıp tartılmıştır ve örnekler sabit ağırlığa gelene kadar 105 ± 1 °C'ye ayarlanmış etüvde kurutma işlemine devam edilmiştir. Etüvden çıkarılan örnekler, desikatörde soğutulduktan sonra % kuru madde oranları aşağıdaki formüle (3.1) göre hesaplanmıştır (AOAC, 2012).

$$Kuru\ madde\ (\%) = \left[\frac{(m_2 - m)}{(m_1 - m)} \right] \times 100 \quad (3.1)$$

m = Boş kurutma kabının ağırlığı (g)

m_1 =Örnek ile birlikte kabın ağırlığı (g)

m_2 = Sabit tartıma gelen kabın ağırlığı (g)

3.2.4.2 Kül Tayini

Analiz öncesinde nitrik asitle temizlenen krozeler etüvde sabit tartıma gelene kadar bekletildikten sonra, soğuması için desikatöre alınmıştır. Sebze pürelerinden 5 g alınarak 2 saat etüvde bekletildikten sonra kül fırınında 550 °C'de 4,5 saat, örnekler tamamen beyaz kül olana kadar yakılmıştır. Ardından desikatörde bekletilip hassas terazide tartımları yapılmıştır. Sebze pürelerinin % kül oranı aşağıdaki formüle (3.2) göre hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

$$K\ddot{u}l (\%) = \frac{(w_2 - w)}{(w_1 - w)} \times 100 \quad (3.2)$$

w: Krozenin ağırlığı (g)

w₁: Kroze ile yakmadan önce numune ağırlığı (g)

w₂: Kroze ile yakmadan sonra numune ağırlığı (g)

3.2.4.3 pH Tayini

Sebze pürelerinin pH analizleri, pH 4 ve pH 7'lik tampon çözeltilerle kalibrasyonu yapılan dijital pH-metre (ISOLAB, Germany) kullanılarak ölçülmüştür. Oda sıcaklığında (20°C), prob sebzelere daldırılarak pH ölçümleri yapılmıştır (AOAC, 2012).

3.2.4.4 Titrasyon Asitliği Tayini

10 g tartılan sebze püreleri homojonize edilmiş ve 100 ml saf su ile sulandırılmıştır. Sulandırılmış örnekler süzildükten sonra, 5-25 ml örnek erlene aktarılıp analize hazır hale getirilmiştir. Erlene aktarılan örneklerin üzerine 2-3 damla fenolftalein indikatörü damlatılmış ve 0,1 N NaOH çözeltisi ile pH: 8,1' e kadar titre edilmiştir. Harcanan NaOH miktarı aşağıdaki formülde kullanılarak, ıspanak için oksalik asit ve brokoli için sitrik asit cinsinden % toplam asitlik olarak aşağıdaki formül (3.3) kullanılarak hesaplanmıştır (AOAC, 2012).

$$\%Toplam Asitlik = \frac{N \times V \times F \times mEq}{G} \times 100 \quad (3.3)$$

N: NaOH normalitesi

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

F: NaOH çözeltisi faktörü

Ispanak için mEq Oksalik asit: 0,0631

Brokoli için mEq Sitrik asit: 0,064

G: Alınan örnek miktarı (g)

3.2.4.5 Renk Analizi

Sebze pürelerinin L, a ve b renk değerleri, oda sıcaklığında HunterLab (Konica Minolta CR-5, Japan) renk ölçüm cihazı kullanılarak örneklerin 5 farklı noktasından ölçüm yapılarak, belirlenmiştir.

3.2.5. Süte Yapılan Analizler

3.2.5.1 pH Tayini

Yoğurt denemelerinde kullanılan pastörize sütün pH değerleri, pH-metre (ISOLAB, Germany) kullanılarak oda sıcaklığında pH elektrodunun süte daldırılmasıyla ölçülmüştür.

3.2.5.2 Titrasyon Asitliği Tayini

Süt örneklerine fenolftalein indikatörü damlatılmış ve 0,1 N ayarlı NaOH ile renk kalıcı pembeye dönüşene kadar titre edilmiştir. Harcanan NaOH miktarı aşağıdaki formül (3.4) kullanılarak, % laktik asit cinsinden hesaplama yapılmıştır (AOAC, 2005).

$$\% \text{ Asitlik (laktik asit cinsinden)} = \frac{v \times N \times 0,009}{m} \times 100 \quad (3.4)$$

V: Harcanan NaOH miktarı (ml)

N: NaOH normalitesi

m: örnek miktarı (g)

3.2.5.3 Kuru Madde Oranı Tayini

Sütlerin kuru madde analizi için, 105±1 °C'ye ayarlanmış etüvde, boş kurutma kapları 30 dakika boyunca sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Kurutma kapları desikatöre alınıp soğutulduktan sonra, homojen örneklerden 3 ml alınıp tartılmıştır ve örnekler sabit ağırlığa gelene kadar 105±1°C'ye ayarlanmış etüvde kurutma işlemine devam edilmiştir. Etüvden çıkarılan örnekler, desikatörde soğutulduktan sonra % kuru madde oranları aşağıdaki formüle (3.5) göre hesaplanmıştır (AOAC, 2012).

$$\text{Kuru madde (\%)} = \left[\frac{(m_2 - m)}{(m_1 - m)} \right] \times 100 \quad (3.5)$$

m= Boş kurutma kabının ağırlığı (g)

m1= Süt örneği ile birlikte kabın ağırlığı (g)

m2= Sabit tartıma gelen kabın ağırlığı (g)

3.2.5.4 Yağ Oranı Tayini

Süt örneklerinin % yağ oranları Gerber metoduna göre belirlenerek % olarak ifade edilmiştir.

3.2.6. Probiyotik Yoğurtlara Yapılan Analizler

3.2.6.1 Kuru Madde Oranı Tayini

Yoğurt örneklerin kuru madde tayini gravimetrik yöntemle AOAC (2012)'ye göre yapılmıştır. Ağırlığı belirlenmek üzere boş kurutma kapları 105±1 °C'ye ayarlanmış etüvde 30 dakika boyunca sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş, desikatöre alınıp soğutulduktan sonra daraları belirlenmiştir. Daraları belirlenen kurutma kaplarına homojen hale getirilmiş yoğurt örneklerinden 3 g alınıp tartılmış, sabit ağırlığa kadar 105±1 °C'ye ayarlanmış etüvde yaklaşık 2 saat kurutma işlemine devam edilmiştir. Etüvden çıkarılan örnekler, desikatörde soğutulduktan sonra % kuru madde oranları aşağıdaki formüle (3.6) göre hesaplanmıştır.

$$\text{Kuru madde (\%)} = \left[\frac{(m_2 - m)}{(m_1 - m)} \right] \times 100 \quad (3.6)$$

m= Boş kurutma kabının ağırlığı (g)

m₁=Örnek ile birlikte kabın ağırlığı (g)

m₂= Sabit tartıma gelen kabın ağırlığı (g)

3.2.6.2 Yağ Analizi

Yoğurt örneklerinin yağ içeriklerinin belirlenmesi Gerber metoduna göre yapılmıştır. Karıştırılarak homojen hale getirilmiş yoğurt örnekleri destile su ile 1:1 oranında seyreltilmiştir. Daha sonra içerisinde 10 ml sülfirik asit (d= 20 °C'de 1,816 ± 0,004 g/ml) bulunan süt bütirometresine 11 mL seyreltilmiş yoğurt örneğinden bütirometre cidarından yavaş yavaş ilave edile edilmiştir. Yağın berrak gözükmesini sağlamak üzere 1 ml amil alkol ve bütirometre boşluğunu doldurmak için saf su ilavesi yapılarak bütirometre tıkaçla kapanmış, yavaş hareketlerle bütirometre alt üst edilerek örneğin yanması sağlanmıştır. Gerber santrifüjüne yerleştirilen bütirometreler 1100-1200 devirde/dakikada 5 dakika santrifüj edilmiştir. Bütirometredeki skaladan yağ miktarı volumetrik olarak okunmuş, okunan değer 2 ile çarpılıp örneklerin yağ miktarı belirlenmiştir (Anonim, 1990)

3.2.6.3 Protein Analizi

Probiyotik yoğurtların toplam protein tayini Mikrokjeldah metodu AOAC 991.22'e göre belirlenmiştir. Karıştırılarak homojen hale getirilmiş yoğurt örneğinden protein mikrokjeldah tüpüne 0,5-1 g tartılıp üzerine 1,84 yoğunluğunda %93-98'lik H₂SO₄'den 10 mL ve 2,2 g (2 g

K₂SO₄+ 0,2 g Cu₂SO₄) katalizör ilave edilerek yakma düzeneğine yerleştirilmiştir. Kontrol için, içinde yoğurt örneği bulunmayan bir başka mikrokjeldah tüpüne şahit örnek olması amacıyla aynı kimyasallar ilave edilerek kademeli bir sıcaklık artışı uygulanarak (yaklaşık 400°C) berrak yeşil renk oluşuncaya kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Yakma işlemi sonrasında oda sıcaklığına soğutulan numunede destilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Destilat toplama bölümüne yerleştirilen %40'lik NaOH; %4'lük H₃BO₃ ile 1-2 damla 1:1 oranında hazırlanmış metilen mavisi-metil kırmızısı karışık indikatörü karışımı bulunan erlene destilat toplanmıştır. Yaklaşık 4 dakika süren işlem sonunda destilatlar 0,1 N HCl ile destilat renk değiştirene kadar titre edilerek harcanan mL olarak HCl miktarı aşağıdaki formüle (3.7) yazılarak 6,38 faktörüyle çarpılması % protein olarak hesaplanmıştır (AOAC, 2012)

$$\text{Toplam Protein (\%)} = \frac{(v_1 - v_2) \times 0,0014 \times F}{m} \times 100 \quad (3.7)$$

V₁ = Örnek için harcanan 0,1 N HCl miktarı (mL)

V₂ = Tanık için harcanan 0,1 N HCl miktarı (mL)

0,0014= Azot için mEq

m = Örnek ağırlığı (g)

F = Süt ürünlerinde protein tayini için kullanılan sabit (6,38)

3.2.6.4 pH Tayini

Probiyotik yoğurtların pH ölçümü oda sıcaklığında (20 °C), pH 4 ve pH 7'lik tampon çözeltilerle kalibrasyonu yapılan dijital pH-metre (ISOLAB, Germany) probun yoğurtlara daldırılması ile ölçülmüştür (AOAC, 2012).

3.2.6.5 Titrasyon Asitliği Tayini

Homojen hale getirilmiş yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği fenolftalein indikatörü eşliliğinde kalıcı açık pembe renk dönüşümüne kadar 0,1 N NaOH ile titre edilmiştir. Harcanan mL olarak 0,1 N NaOH miktarı aşağıdaki formülde (3.8) kullanılarak % laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (Anonim, 2011).

$$\% \text{ Asitlik (laktik asit cinsinden)} = \frac{v \times N \times 0,009}{m} \times 100 \quad (3.8)$$

V: Harcanan NaOH miktarı (mL)

N: NaOH normalitesi

m: örnek miktarı (g)

3.2.6.6 Kül Tayini

Yoğurt örneklerin kül miktarı gravimetrik yöntemle AOAC (1990)'a göre yapılmıştır. Analiz öncesinde nitrik asitle temizlenen krozelere 105±5°C sıcaklığa ayarlanmış etüvde (DHG-9055A, China) sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş, desikatöre alınıp soğutulduktan sonra daraları belirlenmiştir. Yoğurt örnekleri, darası belirli krozelere 3 gram tartılarak 105±5°C sıcaklıkta etüvde 2 saat bekletildikten sonra kül fırınında 500 ° C'de 4,5 saat, örnekler tamamen beyaz kül olana kadar yakılmıştır. Ardından desikatörde bekletilip hassas terazide tartımları yapılmıştır. Yoğurtların % kül oranı aşağıdaki formüle (3.9) göre hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

$$Kül (\%) = \frac{(w_2 - w)}{(w_1 - w)} \times 100 \quad (3.9)$$

w: Boş krozenin ağırlığı (g)

w₁: Kroze ile yakmadan önce numune ağırlığı (g)

w₂: Kroze ile yakmadan sonra numune ağırlığı (g)

3.2.6.7 Su Aktivitesi (a_w)

Probiyotik yoğurtların su aktiviteleri Water Activity Meter (AQUALAB) cihazı ile ölçülmüştür. Ölçüm kaplarına örnekler yerleştirilip, 25°C sıcaklıkta ölçüm yapılmış ve sonuç kaydedilmiştir.

3.2.6.8 Su Tutma Kapasitesi

Homojenize edilmiş probiyotik yoğurt örneklerinden darası bilinen santrifüj tüplerine 5 g tartılarak 4500 rpm'de 10°C sıcaklıkta 30 dakika santrifüj edilmiştir (Universal 32R Hettich Centrifuge, Germany). Santrifüj tüpünde kalan süpernatant (sıvı) kısım uzaklaştırılıp, kalan prespitat (pelte) ağırlığı tartılmıştır. Aşağıdaki formüle göre su tutma kapasitesi % olarak aşağıdaki formül (3.10) ile hesaplanmıştır (Dönmez, Moğol ve Gökmen, 2017).

$$WHC (\%) = \frac{(\text{prespitat ağırlığı})}{(\text{Örnek ağırlığı})} \times 100 \quad (3.10)$$

3.2.6.9 Serum Ayrılması

Karıştırılarak homojen hale getirilen yoğurt örnekleri, huni içine yerleştirilerek ıslatılmış filtre kağıtları üzerine 25 g tartılıp +4°C'de 2 saat bekletmeye bırakılmıştır. Beherde toplanan serum miktarı 4 ile çarpılarak volumetrik olarak % serum ayrılması hesaplanmıştır (Tamime, Barrantes ve Sword, 1996).

3.2.6.10 Renk Analizi

Probiyotik yoğurtların renk tayini HunterLab (Konica Minolta CR-5, Japan) renk ölçme cihazı ile yapılmıştır. Oda sıcaklığındaki örneklerin 5 farklı noktasından ölçüm yapılarak belirlenen L* (beyazlık veya siyahlık), a* (+kırmızılık, - yeşillik), b* (+sarılık, - mavilik) değerleri (Cueva, Kayanush ve Aryana, 2008)' e göre değerlendirilmiştir.

3.2.7. Yağ Asidi Kompozisyonu Belirlenmesi

Sebze katkıli probiyotik yoğurt örneklerinin yağ asitleri kompozisyonunu belirlemek için depolama süresince yağ ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. Ekstrakte edilen yağ örnekleri metil ester formuna dönüştürülerek FID (Flame Ionization Detector, alev iyonlaştırıcı dedektör) dedektörlü, otomatik enjektörlü gaz kromatografisi (model GC-FID- 2010 plus, Shimadzu, Japan) kullanılarak, standart yağ asitlerinin (37 FAME, Nu-Check-Prep, Inc., Elysian, MN, USA; Supelco, Inc., Bellefonte, PA, USA) alıkonma zamanları ile karşılaştırılarak belirlenmiştir.

3.2.7.1 Yoğurt Örneklerinden Yağ Ekstraksiyonu

Yoğurt örneklerinde yağın ekstraksiyonu Feng vd. (2004) tarafından önerilen metoda göre gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 50 ml'lik falkon tüpüne 20 ml yoğurt örneği alınarak 4°C'de 30 dk. 12000 rpm'de santrifüj (Universal 32R Hettich Centrifuge, Germany) edilmiştir. Ayrılan yağdan ependorf tüpe 100 mg alınarak yaklaşık 20 dk. oda sıcaklığında erimesi için bekletilmiştir. Daha sonra mikro santrifüj ile 20 dk oda sıcaklığında 13000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Yağ tabakasında beliren 3 farklı fazdan üst kısımda toplanan lipid tabakası ayrılarak azot gazı altında kurutularak -20°C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.7.2 Yağ Asitlerinin Metil Ester Formlarına Esterleştirilmesi

Ekstrakte edilen yağ örnekleri kromatografik analiz için esterleştirilmesi asit-baz metilasyon yöntemiyle yapılmıştır. Ekstrakte edilen lipit örneğinden 100 µL alınarak üzerine 2 mL 0,5 M sodyum metoksi ilave edilmiştir. Vorteksle 2 dakika karıştırılan örnek 50 °C’de sıcak su banyosuna konularak 10 dk beklenmiştir. Daha sonra örneğe 1 mL %14’lük boron triflorit (BF₃) ilave edilmiş, tekrar 2 dk boyunca vortexlendikten sonra 50 °C de 10 dk su banyosunda bekletilmiştir. Örneğe daha sonra 5 mL saf su ilave edilmiş vortekslenmiş ve 5 mL hegzan ilave edilip tekrar vortekslenmiştir. Oluşan üst faz 0,45 µm filitreden geçirilip amber renkli viallere alınarak GC’de analiz edilinceye kadar -20°C’de saklanmıştır.

3.2.7.3 GC-FID Kromatografik Analiz

Metil esterlerine dönüştürülen yağ asitleri kompozisyonunun belirlenmesi, SP-2560 fused silica kapiler kolon (100 m, 0,25mm i.d., 0,2 mm film kalınlığı; Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA) kullanılarak, FID (Flame Ionization Detector, alev iyonlaştırıcı dedektör) dedektörlü, otomatik enjektörlü gaz kromatografi gaz kromatografisi (model GC-FID- 2010 plus, Shimadzu, Japan) ile gerçekleştirilmiştir. GC-FID fırın sıcaklığı dakikada 4°C artacak şekilde 100°C’den 220°C’ye kadar programlanmış, enjektör ve dedektör sıcaklıkları 300°C ayarlanmıştır. Taşıyıcı olarak 1 mL /dk sabit akış hızında helyum (He) gazı kullanılmış ve 100:1 split modu seçilmiştir. Yağ asitleri tanımlanması, standart yağ asiti metil esterleri (Supelco #37, Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA; L8404) pik tutunma sürelerinin karşılaştırılmasına dayanarak belirlenmiştir.

3.2.8. Biyokimyasal Analizler

3.2.8.1 Örneklerin Ekstraksiyonu

Fenolik madde ve antioksidan aktivite belirlenmek üzere yoğurt örneklerinin ekstraksiyonu Jung, Prange, Schulz (2016) ‘a göre yapılmıştır.

Homojen hale getirilmiş yoğurt örneğinden 2 gram alınıp üzerine 20 ml %70’lik etil alkol ((ethanol/water, 70:30, v/v)) ilave edilerek 3 dakika 12000 rpm hızda manyetik karıştırıcı (Heidolph/ MR-Hei-Standard, Germany) kullanılarak karıştırılmıştır. Daha sonra karışım oda sıcaklığında 20 dakika bekletilerek 12000 rpm' de 10 dak 4 °C de santrifüj (Universal 32R Hettich Centrifuge, Germany) edilmiştir. Toplanan örnek ekstraktları 0,45 µm selüloz asetat filtrelerden (Millex, Millipore Millex, Bedford, MA, USA) geçirildi, amber renkli viallere

alınarak toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite analizlerinde kullanılmaya kadar -20 °C'de dondurucuda saklanmıştır.

3.2.8.2 Fenolik Madde Analizi

Yoğurt ekstraktlarında fenolik madde tayini mikro ölçekli Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak yapılmıştır. 100 µl alınan örnekler, 7,5 ml saf su eklenerek karıştırılmıştır. Üzerine 500 µl Folin Ciocalteu (FC) reaktifi eklenmiştir. Karışım 3 dakika bekletildikten sonra 1 ml %20 sodyum karbonat (Na₂CO₃) çözeltisi ve 900 µl saf su eklenerek karıştırılmış ve 2 saat karanlıkta oda sıcaklığında bekletilmiştir. Sürenin sonunda 760 nm dalga boyunda spektrofotometrede (UV-1208, Shimadzu Corporation, Japan) absorbans değerleri okunmuştur. Toplam fenolik madde miktarı gallik asit standart eğrisinden (calibration curve linearity range: R²=0.99) yararlanılarak sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (GAE) 100 gram örnek olarak hesaplanmış mg GAE/kg olarak ifade edilmiştir (Singleton, 1999).

3.2.8.3 Antioksidan Aktivite Analizi

Yoğurt örneklerinin antioksidan aktivitesinin belirlenmesi DPPH (2,2-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging activity metoduna göre yapılmıştır.

Test tüpüne alınan ekstrakt örneği 5400 ml metanol ile tamamlanmıştır. Üzerlerine 600 µL 2,2-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH metanolda 0,3943 g/L) ilave edilmiştir. Daha sonra reaksiyonun dengeye gelmesi için 30 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda metonele karşı 517 nm dalga boyunda spektrofotometrede (UV-1208, Shimadzu Corporation, Japan) absorbans değerleri okunmuştur. Sonuçlar serbest radikallerin inhibisyon yüzdesi olarak, aşağıdaki formül (3.11) kullanılarak hesaplanmıştır. (Apostolidis, Kwon ve Shetty, 2007).

Örneklerin % inhibisyon değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\%inhibisyon = \frac{(A_k - A_0)}{(A_k)} \times 100 \quad (3.11)$$

A_k: Kontrolün absorbans değeri

A₀: Örneğin absorbans değeri

3.2.9. Mikrobiyolojik Analizler

3.2.9.1 Örneklerin analize hazırlanması

Mikrobiyolojik örneklerin hazırlanmasında, serum fizyolojik (8,5 g NaCl 1 L saf su içerisinde çözündürülmüş), hermetikli kapaklı 90 mL şişe ve kapaklı tüplere 9 mL aktararak 121°C'de 15 dakika 1,2 atm basınç altında sterilize edilmiştir. Steril olarak karıştırılan yoğurt örnekleri 90 mL steril serum fizyolojik bulunan steril şişe içerisine 10 g tartılmış, 9 mL steril serum fizyolojik bulunan tüplerde 10^{-12} 'a kadar dilüsyonları hazırlanmıştır. Dökme plak yöntemi uygulanarak yapılan mikrobiyolojik ekimler iki paralelli gerçekleştirilmiştir.

3.2.9.2 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayımı

Probiyotik yoğurt örneklerinde *L. bulgaricus* sayımları 1,0 M HCl ile pH'sı 5,2'ye ayarlanmış MRS agar (Merck, Germany) besiyeri kullanılmıştır. 10^{-1} - 10^{-12} 'lik dilüsyonlardan steril petri kaplarına 1'er mL aktarılmıştır. pH'sı 5,2'ye ayarlı MRS-Agar'dan petri kaplarına 10-15 mL aktararak rotasyon hareketi ile besiyeri ve sıvını karışması sağlanmıştır. Besiyerleri katılan petri ters çevirilerek anaerobik inkübasyon tabii tutulmuştur. Anaerobik inkübasyon ortamı sağlamak için GasPak sistemi (Merck, Darmstadt, Almanya) ve oksijeni uzaklaştırmak amacıyla da AnaeroGen (Oxoid, England) kullanılmıştır. İnkübasyondan sonra oluşan 30-300 arası koloniler sayılarak mL'da *L. bulgaricus* sayısı adet olarak saptanmıştır. İstatistiksel değerlendirmede sonuçlar logaritmik olarak verilmiştir (Torriani, Gadrini, Elisabetta-Guerzoni ve Dellaglio, 1996)

3.2.9.3 *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* sayımı

Yoğurt örneklerinde *S. thermophilus* sayımları belirlenmesinde M17-Agar (Merck, Germany) besiyeri kullanılarak dökme plak yöntemine göre ekim yapılmıştır. Hazırlanan 10^{-1} - 10^{-12} 'lik dilüsyonlardan 1'er mL steril petri kabına alındıktan sonra, üzerlerine M17 Agardan 10 - 15 mL kadar dökülmüş ve besiyeri ile örneğin rotasyon hareketi ile karışması sağlanmıştır, Daha sonra besiyerleri katılan petri kutuları ters çevirilerek 37°C'de 72 saat aerobik inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra oluşan 30-300 arası yuvarlak sarımsı koloniler sayılarak mL'de *S. thermophilus* sayısı adet olarak saptanmıştır. İstatistiksel değerlendirmede sonuçlar logaritmik olarak verilmiştir (Vianna vd., 2017).

3.2.9.4 *Lactobacillus acidophilus* sayımı

Probiyotik yoğurt örneklerinde *L. acidophilus* sayımları için MRS Agar besiyerine 1,5 g/L oranında Bile (Ox bile dried pure, Merck, Germany) içeren MRS agar besiyeri hazırlanmıştır. Steril petri kutularına 10^{-1} - 10^{-12} 'lik dilüsyonlardan dökme plaka yöntemiyle 1'er mL ekimler yapılmış üzerine de MRS-Bile agardan yaklaşık 12-15 mL aktarılmış, rotasyon hareketi ile besiyeri ve sıvını karışması sağlanmıştır. Besi yeri katılaştıran petripler anaerobik ortamda 37°C'de 72 saat inkübasyona tabii tutulmuştur. Anaerobik inkübasyon ortamı sağlamak için GasPak sistemi (Merck, Darmstadt, Almanya) ve oksijeni uzaklaştırmak amacıyla da AnaeroGen (Oxoid, England) kullanılmıştır. İnkübasyondan sonra oluşan 30-300 arası düzensiz, küçük yıldız şekilli koloniler *L. acidophilus* olarak değerlendirilerek sayılan mL'de *L. acidophilus* sayısı adet olarak saptanmıştır. İstatistiksel değerlendirmede sonuçlar logaritmik olarak verilmiştir (Muelas vd., 2018).

3.2.9.5 *Bifidobacterium animalis* spp. *lactis* sayımı

Probiyotik yoğurt örneklerinde *B. lactis* sayımları için %0,05 L-sistein ve %0,2 D+ galaktoz ilaveli MRS agar hazırlanmıştır. Steril petri kutularına 10^{-1} - 10^{-2} 'lik dilüsyonlardan dökme plaka yöntemiyle 1'er mL ekimler yapılmış üzerine de MRS-Bile agardan yaklaşık 12 - 15 mL aktarılmış, rotasyon hareketi ile besiyeri ve sıvını karışması sağlanmıştır. Besiyeri katılaştıran petripler anaerobik ortamda 37°C'de 72 saat inkübasyona tabii tutulmuştur. Anaerobik inkübasyon ortamı sağlamak için GasPak sistemi (Merck, Darmstadt, Almanya) ve oksijeni uzaklaştırmak amacıyla da AnaeroGen (Oxoid, England) kullanılmıştır. İnkübasyondan sonra oluşan beyaz, çapı 0,5 ila 3,0 mm olan koloniler (30-300) sayılarak mL'da *B. lactis* sayısı saptanmış ve istatistiksel değerlendirmede sonuçlar logaritmik olarak verilmiştir (Rodriguez vd., 2013)

3.2.10. Tekstürel Analiz

100 ml'lik plastik kaplarda bulunan yoğurt örneklerinin tekstür profil parametreleri depolamanın, 1., 7., ve 14. günlerinde Stable Micro System TA.XT Texture Analyzer cihazı (Stable Micro Systems, TA.XT plus Texture Analyzer, UK) kullanılarak ölçülmüştür. Değerlendirmeye alınan parametreler; prob'un örnek içine daldırılırken meydana gelen sıklık (firmness; g), maksimum pozitif kuvvet ve konsistens kıvam (consistency, gs) pozitif bölgenin alanı; işlemi sırasında prob'un örnek içinden çıkarken iç yapının göstermiş olduğu maksimum negatif kuvvet olan iç yapışkanlık (cohesiveness; g) ve negatif bölgenin alanı olan viskozite

indeksi (gs) ölçümünde 5 kg'lık yük hücresi, 35 mm çapında silindirik prob, test hızı 1 mm/sn, ilk test hızı 1 mm/sn, geri çekilme son test hızı 10 mm/sn, baskı %60, tutma zamanı 5 sn normları uygulanmıştır (Paseephol, Small ve Sherkat, 2008). Elde edilen güç-zaman grafiklerinden yoğurt örneklerinin tekstürel özellikleri hakkında bilgi veren parametrelerin hesaplanması Texture Analyser TA-XT Plus software yazılımı doğrultusunda yapılmıştır. Ölçümler oda sıcaklığında (25°C) gerçekleştirilmiştir.

3.2.11. Duyusal Analiz

Depolama süresinin 1,7 ve 14. günlerinde Gıda Mühendisliği öğretim üyelerinden oluşan 5 kişilik eğitimli panelist ekibinin katılımıyla duyusal analizler gerçekleştirilmiştir. Duyusal analizler için Metin (2016) tarafından sunulan kriterler değerlendirilmiştir. Panelde kullanılan duyusal analiz puanlama testi aşağıdaki gibidir (Şekil 3.3.):

PUANLAMA TESTİ					
Panelistin Adı: Açıklama: Kodlanmış olarak sunulan örnekleri belirtilen kalite kriterlerine göre ayrı ayrı 5 puan üzerinden değerlendiriniz.					
Kalite Kriterleri	Örnek A	Örnek B	Örnek C		
Görünüş					
Renk					
Kaşıkla kıvam					
Ağızla kıvam					
Koku					
Tat					
Puan	1	2	3	4	5
Açıklaması:	Çok kötü	Kötü	Orta	İyi	Çok iyi

Şekil 3.3. Duyusal değerlendirme puanlama testi

3.2.12. İstatistiksel Analiz

Araştırma tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş olup, analizler paralelli olarak yürütülmüştür. Yoğurt örneklerinde depolama süresince yapılan analiz sonuçlarına ait ortalamalar IBM SPSS istatistik paketi programı (IBM SPSS, Sürüm 22 IBM Corp., Armonk, N.Y., USA) kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan varyasyon kaynaklarının etki düzeyleri ise Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Sütün Bileşimi

Yoğurt üretiminde kullanılan sütün bileşimine ait değerler Çizelge 4.1 'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yoğurt üretiminde kullanılan pastörize sütün bileşimi

Kuru madde (%)	12,214 ± 0,111
Yağ (%)	3,121 ± 0,208
Protein (%)	3,119 ± 0,061
Asitlik (%)	0,163 ± 0,002

Türk Gıda Kodeksi İçme Sütleri Tebliği'ne (Tebliğ No:2019/12) göre inek içme sütlerinin % 0,135-0,20 asitlik (laktik asit cinsinden), % 2,9 protein (en az), % 8,0 yağsız kuru madde içeriklerine sahip olması gerektiğini ve yağ içeriğinin “ %... yağlı pastörize süt” olacak şekilde belirtilmesi gerektiği bildirilmiştir. Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi, denemelerde kullanılan pastörize süt bileşimlerinin tebliğe uygun olduğu belirlenmiştir.

4.2. Brokoli ve Ispanağın Özellikleri

Yaptığımız çalışmada, haşlanmış brokolinin pH değeri 6,41, haşlanmış ıspanağın pH değeri 6,83 bulunmuştur. Brokolinin (%7,78), ıspanaktan (%6,22) daha fazla kuru madde içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Haşlama sonrası sebzelere uygulanan analizler Çizelge 4.2.'de belirtilmiştir.

Jahan vd. (2011), Bangladeş brokolileri üzerine bir araştırma yapmış ve bizim sonuçlarımızdan farklı olarak, çiçek ve gövde kısımlarına ait kuru madde içeriğini sırasıyla 12,0±0,088, 10,50±0,117, kül içeriğini ise sırasıyla 11,09±0,187 ve 11,12±0,148 değerlerinde bulmuşlardır. Şat ve Öz (2015), taze ve haşlanmış sebzelerin kimyasal özellikleri üzerine yaptığı bir çalışmada, taze ıspanak yapraklarının kuru maddesini %10,73 bulurken, haşlanmış ıspanak yapraklarının kuru maddesini %8,42 bulmuştur.

Çizelge 4.2. Yoğurt üretiminde kullanılan brokoli ve ıspanak sebzelerini haşlama sonrası bileşimleri

	Brokoli	Ispanak
pH	6,41±0,065	6,83±0,055
Kuru madde	7,78±0,071	6,22±0,021
Kül	3,38±0,047	3,12±0,11
L* değeri	53,62±0,026	21,22±0,015
a * değeri	-1,79±0,010	-6,55±0,025
b * değeri	31,15±0,035	21,85±0,056

Jahan vd. (2011), Bangladeş brokolileri üzerine bir araştırma yapmış ve bizim sonuçlarımızdan farklı olarak, çiçek ve gövde kısımlarına ait kuru madde içeriğini sırasıyla 12,0±0,088, 10,50±0,117, kül içeriğini ise sırasıyla 11,09±0,187 ve 11,12±0,148 değerlerinde bulmuşlardır. Şat ve Öz (2015), taze ve haşlanmış sebzelerin kimyasal özellikleri üzerine yaptığı bir çalışmada, taze ıspanak yapraklarının kuru maddesini %10,73 bulurken, haşlanmış ıspanak yapraklarının kuru maddesini %8,42 bulmuştur.

4.3. Üretilen Yoğurtların Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri

4.3.1. Kuru Madde Değerleri (%)

Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince ortalama kuru madde değerlerindeki değişimler, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ile birlikte Çizelge 4.3’de, depolama süresince kurumadde oranlarındaki değişimler ise Şekil 4.1’de verilmiştir.

Yoğurt örneklerinin depolama süresince tespit edilen en düşük kuru madde değeri depolamanın 1. gününde kontrol yoğurtta %12,21 olarak en yüksek ise depolamanın 14. gününde ıspanak katkılı yoğurtta %13,21 değerinde belirlenmiştir.

Genel olarak her üç yoğurt örneğinin kuru madde içeriği depolama başından sonuna kadar artma eğilimi göstermiştir (Şekil 4.1).

Çizelge 4.3. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurtların depolama süresince kuru madde değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	12,21±0,166 ^{B,b}	12,41±0,008 ^{C,b}	12,73±0,042 ^{B,a}
Brokoli	12,96±0,041 ^{A,b}	13,01±0,015 ^{A,b}	13,14±0,016 ^{A,a}
Ispanak	12,85±0,66 ^{A,b}	12,93±0,032 ^{B,b}	13,21±0,107 ^{A,a}

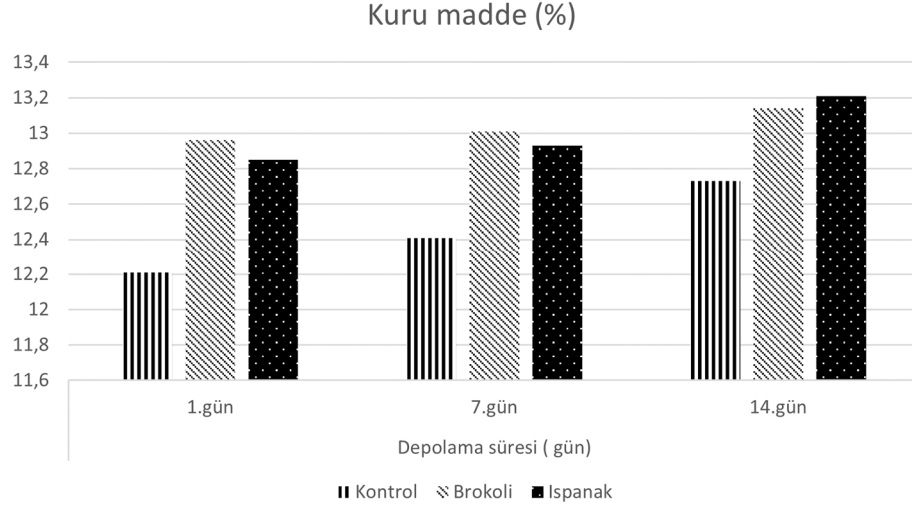
**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

Katkısız kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresine göre kuru madde değerleri değişiminde, 1. ve 7. günlerde istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiş, 14. günde tüm yoğurt örneklerinde kuru madde artışı görülmüştür.

Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca kendi aralarındaki değişimde ise, 1. günde brokoli ve ıspanak ilaveli yoğurtların istatistiksel olarak anlamlı şekilde en fazla kuru madde içeriğine sahip olduğu görülmüştür. 7. günde brokoli ve ıspanak ilaveli yoğurtların kontrol yoğurduna göre daha fazla kuru madde içeriğine sahip olduğu ve istatistiksel açıdan tüm yoğurt örnekleri arasında önemli bir fark olduğu görülmüştür (p<0,05). 14. günde de brokoli ve ıspanak ilaveli yoğurtlar en fazla kuru madde içeriğine sahiptir; ancak yoğurt örnekleri arasında istatistiksel açıdan bir fark görülmemiştir (p>0,05).

Najgebauer vd. (2014)'nin seçilmiş sebzelerin probiyotik yoğurtlara eklenmesiyle yapılan bir çalışmada, %10 brokoli sebzesi ilave edilmiş yoğurdun kuru madde miktarı %13,60 çıkmış olup, depolama süresince kuru madde değişimi artma eğilimi göstermiştir. Çalışmamızda, kontrol yoğurt örneğine göre, ilave edilen sebzelerin kuru maddeyi artırıcı etkide bulunması ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.1. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca kuru madde değerleri değişimi

4.3.2. pH Değerleri

Yoğurt üretiminde fermantasyonu sağlayan starter bakteriler, laktozu hidrolize ederek az miktarda yan ürünle birlikte laktik aside dönüştürürler. Oluşan yan ürünler, yoğurdun tadının ve aromasının oluşmasına katkıda bulunur. Laktik asidin senteziyle birlikte, pH'da azalma, proteinlerin pıhtılaşması ve ardından yoğurt jeli oluşumu ile karakterize edilen karışımın asitleşmesine neden olur (Corrieu ve Beal, 2016).

Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince pH değerleri ve buna ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.4'te, depolama süresince pH değişimine ait grafik ise Şekil 4.2'de verilmiştir.

Yoğurt örneklerinin depolama süresince tespit edilen en düşük pH değeri depolamanın 14.gününde ıspanak ilaveli yoğurt örneğinde (4,32), en yüksek ise depolamanın 1. gününde ıspanak katkılı yoğurt örneğinde (4,76) belirlenmiştir.

Genel olarak her üç yoğurt örneğinin pH değerleri depolama başından sonuna kadar gelişen asitliğin bir göstergesi olarak azalma eğilimi göstermiştir (Şekil 4.2).

Yapılan varyans analizinde, her bir yoğurt örneğinin kendi depolama süresi boyunca görülen değişimi incelendiğinde, kontrol yoğurt örneğinin 1. ve 14. gün değerleri birbirleriyle farklılık gösterirken, 7. gün değerleri depolama başı ve depolama sonu değerleriyle benzerlik göstermiştir. Brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtların 1., 7. ve 14. gün değişimleri ise istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.4. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince pH değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	4,67±0,020 ^{B,a}	4,59±0,020 ^{A,ab}	4,52±0,055 ^{A,b}
Brokoli	4,73±0,005 ^{A,a}	4,49±0,015 ^{B,b}	4,37±0,015 ^{B,c}
Ispanak	4,76±0,010 ^{A,a}	4,42±0,030 ^{C,b}	4,32±0,020 ^{B,c}

**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

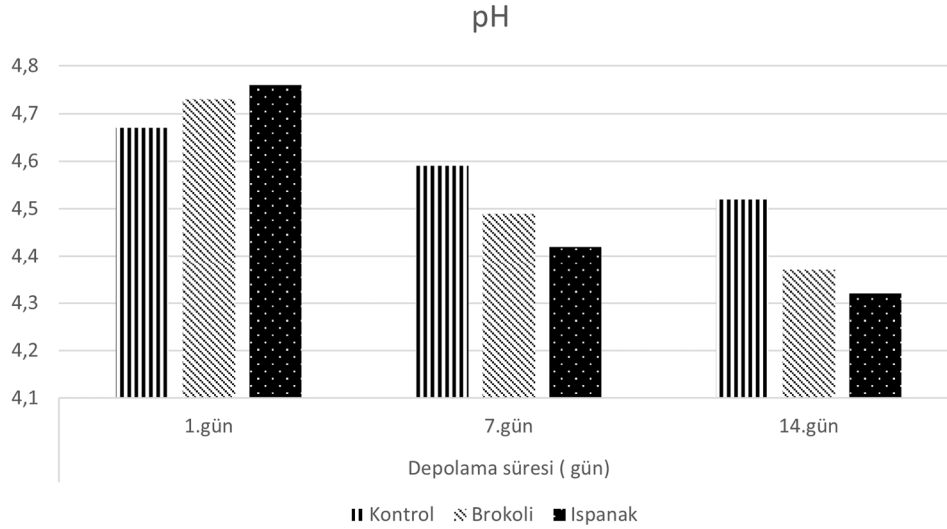
**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

Depolama süresine göre yoğurt örneklerinin birbirleri arasındaki değişim incelendiğinde, 1. günde brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtlar kontrol örneğine göre farklılık göstermiştir. 7. ve 14. günlerde ise brokoli ve ıspanak ilaveli yoğurtların kontrol yoğurduna göre daha fazla pH değerine sahip olduğu ve istatistiksel açıdan tüm yoğurt örnekleri arasında önemli bir fark olduğu görülmüştür (p<0,05).

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan sebze püresi çeşidinin yoğurt örneklerinin pH değerlerinin değişiminde örnekler arasında ve depolama süresince etkili olduğu görülmüştür.

El Samh vd. (2013) siyah havuç ve çilek katkılı yoğurtlarda, bizim çalışmamızdaki pH değerleriyle benzer sonuçlar bildirmişlerdir. Bu çalışmada yapılan yoğurt denemelerinde tüm örneklerde depolama süresince pH azalmaları meydana gelmiştir.

Heydari, Mortazavian, Ehsani, Mohammadiifar ve Ezzatpanah (2011) yoğurtlara prebiyotik bileşiklerin ilave edilmesinin, tüm yoğurtlarda benzer bir ortalama pH düşüş oranı görüldüğünü belirtmişlerdir. Zainoldin ve Baba (2009)'nın ejder meyvesi ilaveli yoğurt denemelerinde ise yoğurtlara ait pH değerleri 3,95-4,05 arasında değişmiştir. Özcan vd. (2016), prebiyotik kullanımı ve kullanılan mikroorganizmaların tamponlama kapasitesinin, yoğurtlarda pH düşüşüne neden olabileceğini belirtmişlerdir.



Şekil 4.2. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH değerleri değişimi

4.3.3. Titre Edilebilir Asitlik (Laktik Asit) (%)

Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince titrasyon asitliği ve buna ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ile birlikte Çizelge 4.5'te, depolama süresince titrasyon asitliği değişimine ait grafik ise Şekil 4. 3'te verilmiştir

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre fermente süt ürünlerinin asitlik değeri (laktik asit olarak ağırlıkça %) en az %0,3 olmalıdır. Analiz sonuçlarına göre yoğurt örneklerinin asitlik değerleri tebliğe uygun bulunmuştur.

Yoğurt örneklerinde depolama süresince tespit edilen en düşük titrasyon asitliği değeri depolamanın 1. gününde kontrol yoğurtta (%0,72), en yüksek ise depolamanın 14. gününde ıspanak katkılı yoğurtta (%1,12) değerinde belirlenmiştir.

Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değişiminde depolama günleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4. 5), kontrol yoğurt örneğinde 7. gün ve 14. gün değerleri birbiriyle benzerlik göstermiştir ve 1. gün değerleriyle kıyaslandığında görülen bu değişim istatistiksel olarak anlamlıdır. Brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtların ise depolama süresi boyunca görülen değişimi depolamanın başından (1.gün) sonuna kadar (14. gün) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$).

Çizelge 4.5. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince titre edilebilir asitlik değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

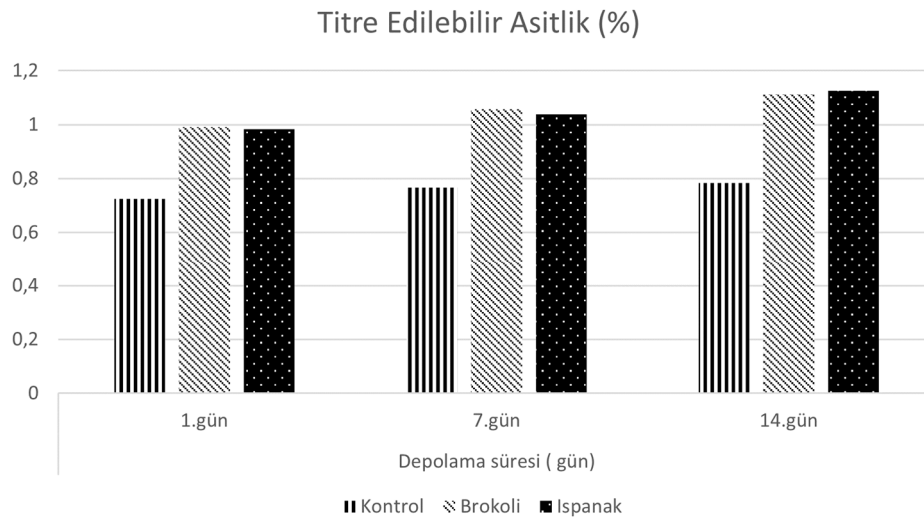
Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	0,726±0,014 ^{B,b}	0,766±0,009 ^{C,a}	0,784±0,009 ^{B,a}
Brokoli	0,991±0,003 ^{A,c}	1,057±0,004 ^{A,b}	1,112±0,001 ^{A,a}
Ispanak	0,984±0,004 ^{A,c}	1,039±0,007 ^{B,b}	1,125±0,012 ^{A,a}

**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

Genel olarak her üç yoğurt örneğinin titrasyon asitliği değeri depolama başından sonuna kadar artma eğilimi göstermiştir (Şekil 4.3).

Nejad vd. (2014)'ın ıspanak ve kivi özütü ilaveli yoğurt denemelerindeki titre edilebilir asitlik değerlerinin %0,86-0,88 arasında değiştiği görülmüştür. Starter kültürlerinin etkisiyle laktozun fermentasyonu sonucu depolama sırasında asit üretiminin devam etmesi sonucu, titrasyon asitliğinin depolama süresince arttığı düşünülmüştür.



Şekil 4.3. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca titrasyon asitliği değerleri değişimi

Costa vd., (2017)'nin yeşil muz pulpu ilaveli probiyotik yoğurt denemelerinde, yoğurtlara ait laktik asit değerleri %0,57-0,74 arasında çıkmıştır. Nejad vd. (2014)' ın ıspanak

ilaveli yaptığı yoğurt çalışmalarında, yoğurtlara ilişkin laktik asit değerleri depolama süresince %0,9-1,6 arasında değişmiştir. Bizim çalışmamızda kontrol ile brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtların asitliğinin depolama süresince beklendiği gibi bir artış eğilimi göstermiştir. İlave edilen sebze pürelerinin, starter kültürler üzerinde olumlu etkilerin olması ile titrasyon asitliği gelişimi katkısız kontrol yoğurt örneğine göre daha yüksek düzeyde olmuştur.

4.3.4. Kül (%)

Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince kül değerleri ve buna ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ile birlikte Çizelge 4.6'da, depolama süresince kül değişimine ait grafik ise Şekil 4. 4'te verilmiştir.

Depolamanın 1. gününde yoğurt örneklerine ait kül değerlerinin 5,24-6,30 arasında değiştiği görülmüştür. Yoğurt örneklerini depolama süresince tespit edilen en düşük kül değeri depolamanın 14. gününde kontrol yoğurtta (%3,121), en yüksek ise depolamanın 1. gününde brokoli katkılı yoğurtta (%5,56) belirlenmiştir.

Genel olarak her üç yoğurt örneğinin kül değeri depolama başından sonuna kadar azalma eğilimi göstermiştir (Şekil 4.4).

Çizelge 4.6. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince kül değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	5,24±0,18 ^{A,a}	4,91±0,01 ^{A,b}	3,12±0,08 ^{B,c}
Brokoli	5,56±0,27 ^{A,a}	4,56±0,12 ^{B,b}	4,42±0,14 ^{A,b}
Ispanak	5,55±0,11 ^{A,a}	4,77±0,18 ^{AB,b}	4,23±0,09 ^{A,c}

**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

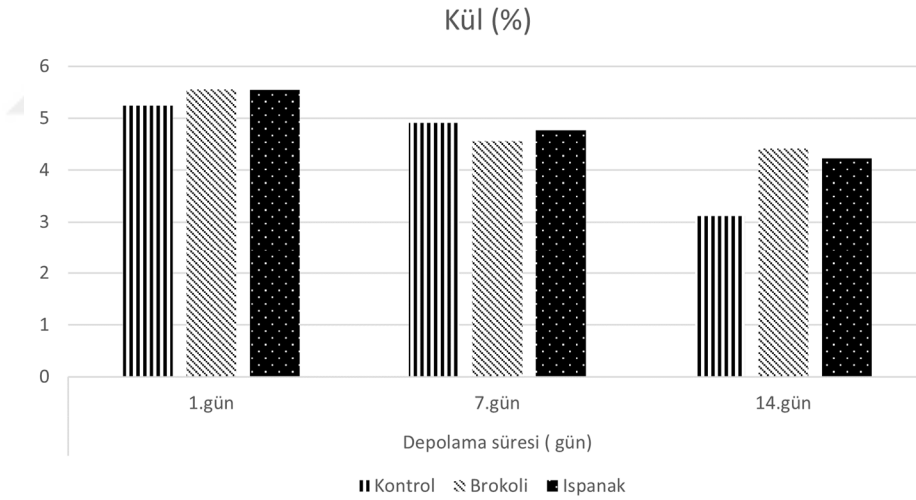
**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

Katkısız kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin kül değerleri değişimine ilave edilen sebze püresi çeşidi ve depolama süresinin etkisi, yapılan varyans analizine göre, 1. günde görülen değişim istatistiksel olarak

önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur. 7. günde brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtlar kontrol yoğurt örneğine göre daha az kül içeriğine sahip olduğu görülmüştür. 14. günde ise brokoli ve ıspanak ilaveli yoğurtlar kontrol örneğine göre daha fazla kül içeriğine sahip olup, görülen bu değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).

Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin kül değerlerinin değişiminde depolama günleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4.6), kontrol ve ıspanak ilaveli yoğurt örneklerinin depolamanın başından (1. gün) sonuna kadar (14. gün) istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

Costa vd., (2017) yeşil muz pulpu ilaveli probiyotik yoğurt denemeleri yapmış ve yoğurtların kül içeriklerinin %0,7-0,8 arasında değiştiği görülmüştür. Demirci vd. (2019) 'nın domates tozu ilaveli probiyotik yoğurt denemelerinde, yoğurtlara ait kül içerikleri %12,2-16,2 arasında değişim göstermiştir



Şekil 4.4. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca kül değerleri değişimi

Felix da Silva vd. (2017)'nin üzüm ekstraktlı probiyotik yoğurt denemelerinde ise yoğurtların kül değerleri %0,83-0,98 arasında değişmiştir. Çalışmamızda yoğurt örneklerinin kül değerlerindeki bu farklılığın, ilave edilen brokoli ve ıspanak içeriklerinin farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.3.5. Yağ (%)

Deneme probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince yağ değerleri ve buna ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ile birlikte Çizelge 4.7’de, depolama süresince yağ değişimine ait grafik ise Şekil 4. 5’te verilmiştir.

Yoğurt örneklerini depolama süresince tespit edilen en düşük yağ değeri depolamanın 14. gününde brokoli ilaveli yoğurtta (%2,89), en yüksek ise depolamanın 1. gününde kontrol yoğurtta (%3,16) belirlenmiştir.

Katkısız kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin yağ değerleri değişiminde ilave edilen sebze püresi çeşidi ve depolama süresinin etkisi yapılan varyans analizine göre, 1., 7. ve 14. günlerde brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtların daha az yağ içeriğine sahip olduğu ve birbirleriyle benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Tüm depolama süresi boyunca, brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtların kontrol yoğurduna kıyasla istatistiksel olarak farklı sonuçlar verdiği görülmüştür ($p<0,05$).

Çizelge 4.7. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince yağ değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	3,166±0,015 ^{A,a}	3,093±0,015 ^{A,a}	3,110±0,052 ^{A,a}
Brokoli	2,933±0,020 ^{B,a}	2,916±0,020 ^{B,a}	2,896±0,011 ^{B,a}
Ispanak	2,946±0,020 ^{B,a}	2,950±0,010 ^{B,a}	2,936±0,005 ^{B,a}

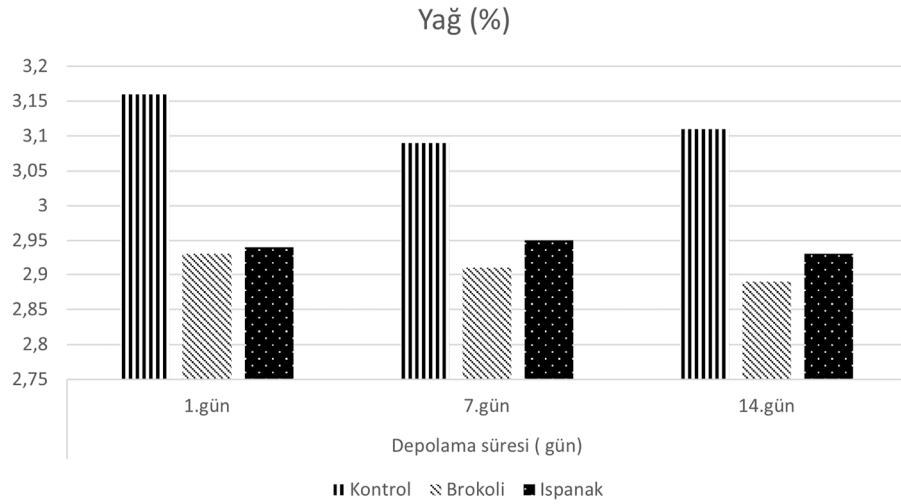
**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ($p<0,05$)*

**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir ($p<0,05$)*

Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin yağ değerlerinin değişiminde depolama günleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4. 7), yağ değerleri değişiminin depolamanın süresi boyunca önemsiz olduğu görülmüştür ($p>0,05$).

Sodini, Remeuf, Haddad ve Corrieu (2004)'dan edinilen bilgiye göre, yoğurtlar, %0-10 arasında değişen yağ içeriğine sahip olabilir ve en yaygın değerler %0,5- 3,5 arasında değişmektedir. Yoğurttaki yağ globülü membranı ile protein arasındaki etkileşimler, yapı destekleyici olarak hareket eder ve jel oluşumu ve jel mukavemeti üzerinde önemli etkileri bulunur.

Kowaleski vd. (2020)'nin çilek ve chia tohumu ilaveli yoğurtlar üzerine yaptığı bir çalışmada yoğurtların yağ içeriklerini %4,89-6,64 arasında bulmuştur. Felix da Silva vd. (2017)'nin üzüm ekstraktlı probiyotik yoğurt denemelerinde ise, yoğurtların yağ içerikleri %3,10 ile %3,80 arasında değişmiştir. Najgebauer vd. (2014)'nin sebze ilaveli yoğurt denemelerinde, brokoli ilaveli yoğurt değerlerine ilişkin yağ değeri %1,56 çıkmıştır.



Şekil 4.5. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca yağ değerleri değişimi

4.3.6. Su aktivitesi

Su aktivitesi ve nem içeriği, her tür gıdanın depolanması ve işlenmesinde son derece önemli bir rol oynar. Su aktivitesi substratın bir özelliği ve gıdaların mikrobiyal bozulmasını yöneten temel faktörlerden biridir. Su aktivitesi, belirli bir matrisin su içeriği ile ilgili termodinamik bir denge parametresidir ve gıdada denge koşulları nadiren elde edilmektedir. Denge nem içeriği ile su aktivitesi arasındaki ilişki, herhangi bir ürünün su emme özelliklerini açıklamaktadır (Dominguez, Azuara, Vernon-Carter ve Beristain, 2007).

Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince su aktivitesi değerleri ve buna ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.8'de, değişime ait grafik ise Şekil 4. 6'da verilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda yoğurt örneklerine ait en düşük su aktivitesi değeri (%0,985) ıspanak ilaveli yoğurdunun 7. gününde, en yüksek su aktivitesi değeri (%0,995) kontrol yoğurdun 7. gününde belirlenmiştir.

Katkısız kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin su aktivitesi değerleri değişiminde ilave edilen sebze püresi çeşidi ve depolama süresinin etkisi yapılan varyans analizine göre, 1. günde kontrol ve brokoli ilaveli yoğurtların en fazla su aktivitesi değerine sahip olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.8. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince su aktivitesi değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	0,993±0,0008 ^{A,a}	0,995±0,0005 ^{A,a}	0,991±0,0008 ^{A,b}
Brokoli	0,993±0,0003 ^{A,a}	0,988±0,0015 ^{B,b}	0,987±0,0005 ^{A,b}
Ispanak	0,990±0,001 ^{B,a}	0,985±0,0004 ^{C,a}	0,986±0,0032 ^{A,a}

**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

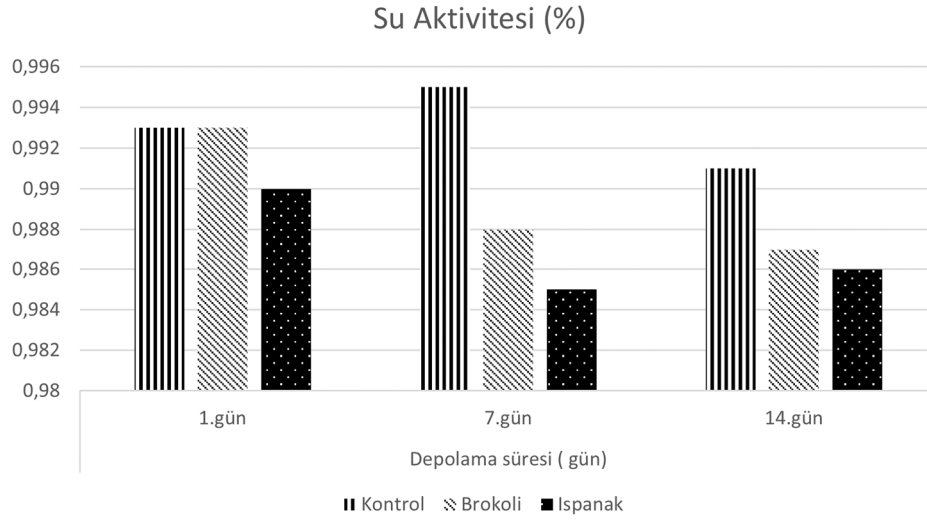
**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

7. günde tüm yoğurtlar istatistiksel olarak birbirinden farklılık gösterirken (p<0,05), 14. günde tüm yoğurtların birbirleriyle benzer değerlere sahip olduğu belirlenmiştir (p>0,05).

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan sebze püresinin yoğurt örneklerinin su aktivitesi değerleri değişiminde sadece 7. günde etkili olduğu görülmüştür.

Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin su aktivitesi değerlerinin değişiminde depolama günleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4. 8), kontrol örneğinin su aktivitesi değerlerinin değişimi 1. ve 7. günlerde benzerlik gösterip, 14. günden daha fazla değerlere sahiptir (p<0,05). brokoli ilaveli yoğurtta, 7. ve 14. gün değerleri depolamanın

başındaki değerlere göre daha fazla bulunmuştur. Ispanak ilaveli yoğurttaki görülen değişim ise tüm günlerde istatistiksel olarak önemsizdir ($p>0,05$).



Şekil 4.6. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca su aktiviteleri değerleri değişimi

Demirci vd. (2019)'nın, domates tozu ilave ederek yaptıkları probiyotik yoğurt denemelerinde, örneklerin su aktivitesi değerleri 0,953-0,974 aralığında çıkmıştır ve bizim çalışmamızdaki değerlerle benzerlik göstermiştir.

4.3.7. Su Tutma Kapasitesi (WHC)

Su tutma kapasitesi (WHC), proteinin ve diyet lifinin yoğurt jeli yapısındaki suyu hapsedebilmesi ile ilgilidir ve yoğurt kalitesinin en önemli parametresi olarak kabul edilir. Süt bileşimi (protein veya yağ globülleri) ve asitlik, su tutmayı etkileyen en önemli faktörlerdir, bu durumda değer ne kadar yüksek olursa, yoğurt yapısı o kadar iyidir (Srisuvor, Chinprahast, Prakitchaiwattana ve Subhimaras, 2013; Aktaran: Demirci vd., 2019).

Denemede üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince su tutma kapasitesi değerleri ve buna ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ile birlikte Çizelge 4.9'da, değişime ait grafik ise Şekil 4. 7'de verilmiştir.

Yoğurt örneklerini depolama süresince tespit edilen su tutma kapasitesi değeri en düşük depolamanın 1. gününde (%46,23) kontrol yoğurdunda, en yüksek ise depolamanın 14. gününde (% 67,31) brokoli katkılı yoğurt örneğinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince su tutma kapasitesi değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	46,233±0,251 ^{C,c}	50,40±0,180 ^{C,b}	52,95±0,396 ^{B,a}
Brokoli	62,133±0,907 ^{A,c}	64,66±0,737 ^{A,b}	67,31±0,464 ^{A,a}
Ispanak	59,833±0,381 ^{B,b}	62,333±0,862 ^{B,ab}	65,983±3,288 ^{A,a}

**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

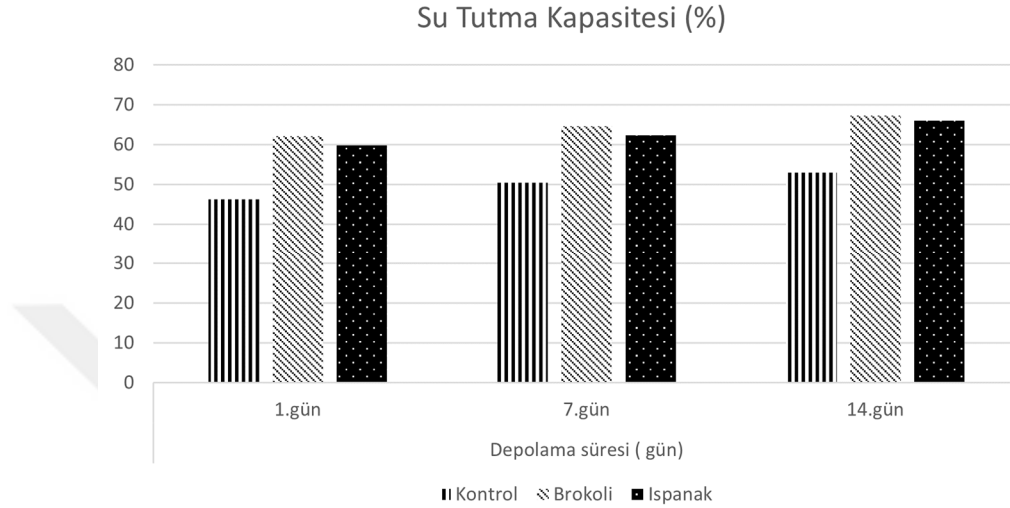
Genel olarak her üç yoğurt örneğinin su tutma kapasitesi değerlerinde depolama boyunca artış gözlemlenmiştir.

Katkısız kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi değerleri değişiminde ilave edilen sebze püresi çeşidi ve depolama süresinin etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizine göre, 1. ve 7. günlerde tüm yoğurt örneklerinin birbirinden farklı sonuçlar verdiği ve istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur (p<0,05). 14. günde ise brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtlar, kontrol örneği ile kıyaslandığında daha fazla su tutma kapasite değerine sahiptir ve istatistiksel olarak birbirleriyle benzer sonuçlar vermiştir (p<0,05).

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan sebze püresi çeşitinin yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi değerleri değişiminde etkili olduğu görülmüştür.

Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin su tutma kapasitesi değerlerinin değişiminde depolama günleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4. 9), su tutma kapasitesi değerlerinin değişimi, kontrol ve brokoli ilaveli yoğurtlarda depolamanın başından (1.gün) ve sonuna kadar (14. gün) istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur. Ispanak ilaveli yoğurtlarda ise 1. ve 14. gün değerleri istatistiksel olarak birbirleri ile farklılık gösterirken, 7. gün değerleri her iki güne benzer sonuçlar vermiştir.

Soni vd. (2020)'nin probiyotik yoğurtlar üzerine yaptığı bir çalışmada, yoğurtların su tutma kapasiteleri %54,74 ile %58,85 arasında sonuçlar göstermiştir. Sruvisor vd. (2013)'nin inülin ilaveli probiyotik yoğurt denemelerinde ise, yoğurtların su tutma kapasiteleri %10,35-11,85 arasında değişiklik göstermiştir.



Şekil 4.7. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca su tutma kapasitesi değerleri değişimi

Çalışmalardaki su tutma kapasitesi değerlerinin farklılıkları fermantasyon koşulları, süt kaynağı, kullanılan starter mikroorganizmalar ve yoğurda ilave edilen prebiyotiklerden kaynaklı olabilir.

4.3.8. Serum Ayrılması

Yoğurtta serum ayrılması, sütün yağ içeriğine, starter kültürlerine, inkübasyon sıcaklığına, takviye edilen madde ve soğutma koşullarına göre farklılık göstermektedir (Lucey, 2004). Serum ayrılması, jelin yüzeyinde peynir altı suyunun birikmesine yol açar ve tüketici tercihini olumsuz etkilemektedir, bu sebeple yoğurdun ticari üretiminde en önemli konulardan biri olarak görülmektedir. Genellikle, jel ağının zayıflaması neticesinde yoğurt jelinin serum fazını hapsedme yeteneğindeki kayıp nedeniyle meydana gelmektedir (Prasanna, Gardison ve Charalampopoulos, 2013; Basiri, Haidary, Shekarforoush ve Niakousari, 2018).

Denemede üretilen yoğurtların depolama süresince serum ayrılması değerleri, standart sapma ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçlarıyla birlikte Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince serum ayrılması değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	27,88±1,318 ^{A,a}	24,62±0,205 ^{A,b}	22,25±0,180 ^{A,c}
Brokoli	20,93±0,800 ^{B,a}	18,83±0,803 ^{C,b}	17,93±0,152 ^{B,b}
Ispanak	21,86±0,301 ^{B,a}	20,90±0,377 ^{B,b}	18,30±0,200 ^{B,c}

**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

Yoğurt örneklerini depolama süresince tespit edilen en düşük serum ayrılması değeri depolamanın 14. gününde brokoli katkılı yoğurtta (%17,93), en yüksek ise depolamanın 7. gününde kontrol yoğurtta (%27,88) değerinde belirlenmiştir.

Genel olarak her üç yoğurt örneğinin serum ayrılması değerleri depolama başından sonuna kadar artma ya da azalma yönünde değişim göstermiştir (Şekil 4.8).

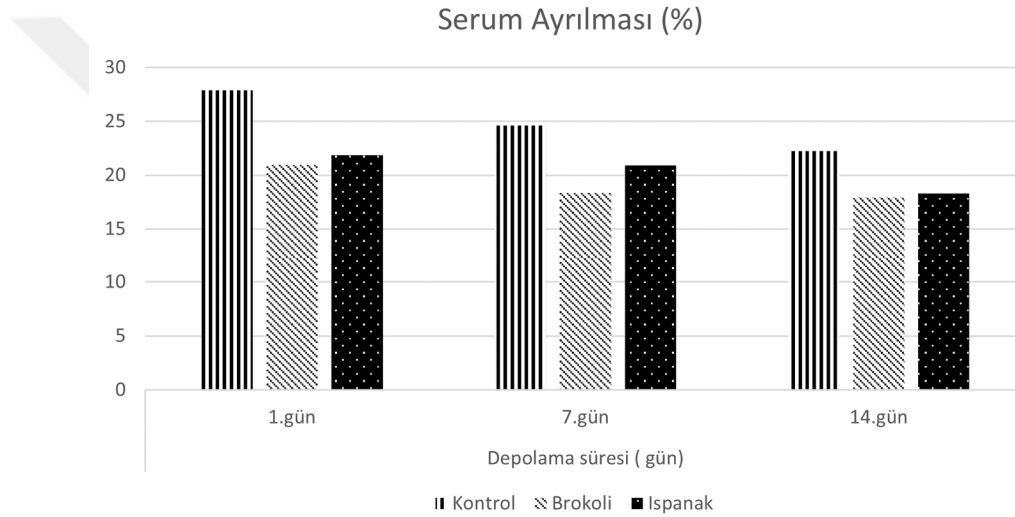
Katkısız kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerleri değişiminde ilave edilen sebze püresi çeşidi ve depolama süresinin etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizine göre, 1. ve 14. gün sonuçlarında brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtların serum ayrılması, kontrol yoğurdundan daha az değerlere sahiptir. 1. ve 14. günlerde görülen bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05). 7. gün sonuçları incelendiğinde ise tüm yoğurt örnekleri birbirlerinden istatistiksel olarak farklı sonuçlar vermiştir (p<0,05).

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan sebze püresi çeşitinin yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerleri değişiminde etkili olduğu görülmüştür.

Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması değerlerinin değişiminde depolama günleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4. 10), serum ayrılması değerlerinin değişiminde, depolama günleri arasındaki farklılık, kontrol ve ıspanak ilaveli

yoğurtlarda depolamanın başından (1.gün) ve sonuna kadar (14. gün) istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Brokoli ilaveli yoğurtlarda ise 7. ve 14. gün değerleri, 1. güne kıyasla daha düşük bulunmuştur ve farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).

Ehsani vd. (2015)'nin yaptığı enginar ektraktesi ilaveli probiyotik yoğurt denemelerinde, yoğurtların serum ayrılmaları depolama süresince %10,83-12,76 arasında değişkenlik göstermiştir. Jelatin, pektin, nişasta ve prebiyotikler gibi bileşiklerin kullanımı sinerezi azaltmak için önerilmiştir. Nejad vd. (2013)'nin yaptığı ıspanak ve kivi özütü ilaveli yoğurt denemelerinde, yoğurt örneklerine ait serum ayrılması değerleri %42,62-46,06 arasında değişmiştir. Coşkun ve Dırıcan (2019)'un çam balı ilaveli probiyotik yoğurt denemelerinde ise serum ayrılması değerleri %35,84-49,00 arasında değişkenlik göstermiştir.



Şekil 4.8. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca serum ayrılması değerleri değişimi

4.3.9. Fenolik Madde

Fenolik bileşikler, fenolik asitler, flavonoller, flavonlar, izoflavonlar, lignanlar, ligninler, prosiyanidinler ve antosiyaninler gibi çeşitli sınıflara ayrılabilen komplike bir gruptur (Xu ve Chang, 2010). İnsan beslenmesinde, sütte bulunan seviyeleri ve insanlardaki doğal detoksifikasyon süreçleri göz önüne alınarak bakıldığında, fenolik maddelerin süt ve süt ürünleri yoluyla tüketilmesinin insan sağlığı için çok az önemi olduğu görülmektedir (O'Connell ve Fox, 2001). Ancak son yıllarda fenolik bileşikler veya fenolik bileşikler bakımından zengin özler, besin değerini artırabildikleri ve ayrıca reolojik özellikleri artırabildikleri için süt ürünlerine eklenmektedir (Harbourne, Jacquier ve O'Riordan, 2011)

Folin-Ciocalteu, çeşitli özütlerdeki toplam fenolik bileşiklerin miktarını belirlemek için yaygın olarak kullanılan hidroksil aromatik halkalara sahip organik bileşiklerin analizinin

yapıldığı kolorimetrik bir yöntemdir (Singleton ve Rossi 1965). Fenolik bileşiklerin, Folin-Ciocalteu reaktifiyle reaksiyona girmesiyle 750 nm'de spektrofotometrik olarak belirlenebilen mavi bir renklenme ile sonuçlanmaktadır (Vazquez vd., 2015).

Probiyotik yoğurt örneklerinin fenolik madde değerleri değişimi ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir. Depolama süresince fenolik madde oranlarındaki değişimlere ait grafik ise Şekil 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.11. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince fenolik madde değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	61,56±0,98 ^{C,a}	58,81±0,40 ^{C,b}	55,016±0,70 ^{C,c}
Brokoli	138,37±2,86 ^{A,a}	131,61±3,59 ^{A,ab}	124,95±6,44 ^{A,b}
Ispanak	105,38±5,00 ^{B,a}	91,61±4,59 ^{B,b}	89,95±5,77 ^{B,b}

**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

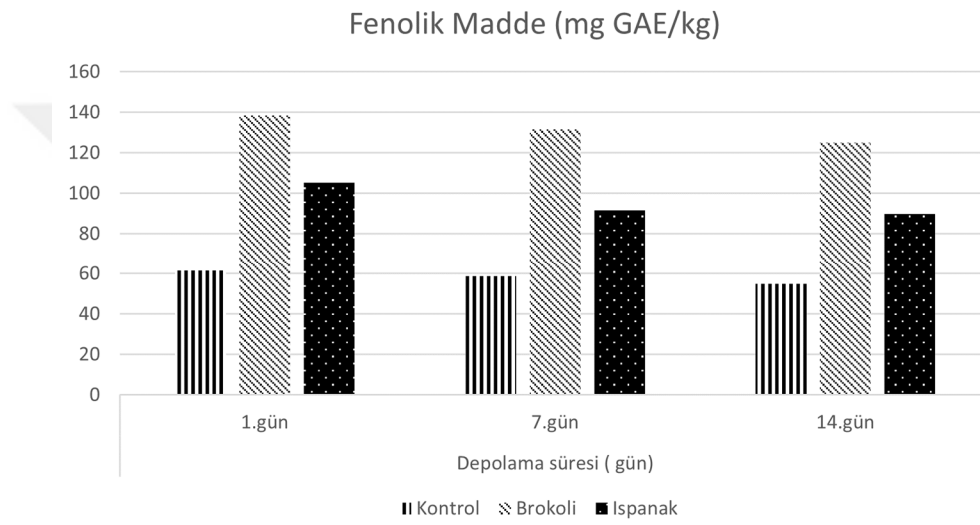
Yoğurt örneklerini depolama süresince tespit edilen en düşük fenolik madde değeri depolamanın 14. gününde kontrol yoğurtta (%55,01), en yüksek ise depolamanın 1. gününde brokoli katkılı yoğurtta (%138,37) belirlenmiştir.

Genel olarak her üç yoğurt örneğinin fenolik madde değerleri depolama başından sonuna kadar düzenli bir azalış göstermiştir (Şekil 4.9).

Katkısız kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin fenolik madde değerleri değişiminde ilave edilen sebze püresi çeşidi ve depolama süresinin etkisini belirlemek için yapılan varyans analizine göre, depolama süresi boyunca brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtlar en fazla fenolik madde içeriğine sahiptir ve tüm yoğurt örnekleri istatistiksel olarak birbirlerinden farklı sonuçlar vermiştir (p<0,05).

Kontrol yoğurt örneğine göre, probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan sebze püresi çeşitinin yoğurt örneklerinin fenolik madde değerleri değişiminde etkili olduğu görülmüştür.

Fenolik madde değerleri değişiminde depolama günleri arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4.11), kontrol örneğinde fenolik madde değerlerinde düzenli bir azalış görölmüştür ve görülen bu değişim istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Brokoli ilaveli yoğurtta 1. ve 14. gün değerleri birbirleri ile farklı, 7. gün değerleri ise her iki güne benzer sonuçlar vermiştir. Ispanak ilaveli yoğurtta ise 7. ve 14. gün değerleri birbirleri ile istatistiksel olarak benzer sonuçlar vermiş ve 1. gün değerlerinden daha düşük değerlere sahip olduğu görölmüştür. Ispanak ilaveli yoğurtlarda görülen bu değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).



Şekil 4.9. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca fenolik madde değerleri değişimi

Nejad vd. (2013) ıspanak özütü takviyeli yoğurt çalışmalarında, ıspanak ilavesinin sade yoğurda kıyasla toplam fenolik madde miktarında artışa neden olduğunu belirtmişlerdir. Ispanakta bulunan klorofil, fenol yapısı sebebiyle toplam fenoliklere katkıda bulunmuştur.

Ehsani vd. (2015), %0,5 oranında enginar ekstraktı ilaveli probiyotik yoğurt denemelerinde, fenolik madde değerlerinin 51,25-87,50 arasında olduğunu belirtmişlerdir.

4.3.10. Antioksidan Aktivite

Probiyotik yoğurt örneklerinin antioksidan aktivite değerlerine ve buna ilişkin Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.12’ de verilmiştir.

Yoğurt örneklerini depolama süresince tespit edilen en düşük antioksidan aktivite değeri depolamanın 7. gününde brokoli katkılı yoğurtta (%3,92), en yüksek ise depolamanın 7. gününde kontrol yoğurtta (%13,99) belirlenmiştir.

Genel olarak her üç yoğurt örneğinin antioksidan aktivite değerleri depolama başından sonuna kadar düzenli bir artış ya da azalış göstermeyip, dalgalanmalar görülmüştür (Şekil 4.10).

Çizelge 4.12. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince antioksidan aktivite değerlerine (EC₅₀) ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	7,74±0,606 ^{A,b}	6,04±0,215 ^{A,c}	13,99±0,710 ^{A,a}
Brokoli	6,94±0,651 ^{A,b}	3,92±0,078 ^{B,c}	9,68±0,354 ^{B,a}
Ispanak	6,65±0,401 ^{A,b}	4,07±0,125 ^{B,c}	7,86±0,660 ^{C,a}

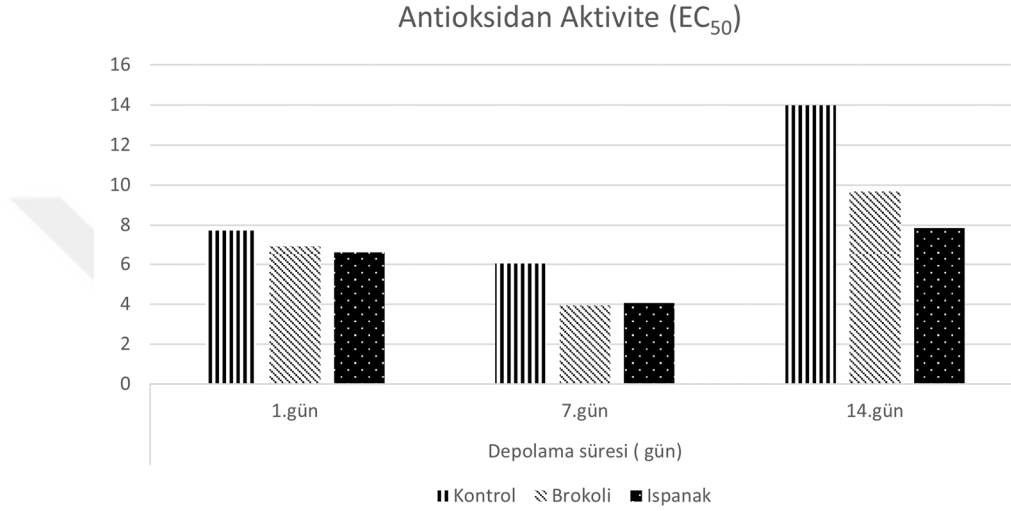
**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

Katkısız kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin antioksidan aktivite değerleri değişiminde ilave edilen sebze püresi çeşidi ve depolama süresinin etkisini belirlemek için yapılan varyans analizine göre, 1. gün sonuçları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p>0,05). 7. gün sonuçları incelendiğinde, antioksidan aktivite etkisinin en fazla brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtlarda olduğu görülmüştür. Kontrol yoğurdu ile kıyaslanıldığında görülen bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05). 14. gün sonuçlarında ise tüm yoğurt örnekleri birbirlerinden istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ve bugüne ait en fazla antioksidan aktivite etkisinin ıspanak ilaveli yoğurda ait olduğu görülmüştür.

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan sebze püresi çeşitinin yoğurt örneklerinin antioksidan aktivite değerleri değişiminin 7. ve 14. günde etkili olduğu görülmüştür.

Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin antioksidan aktivite değerlerinin değişiminde depolama günleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4. 12), antioksidan aktivite değerlerinin değişimi tüm yoğurt örneklerinde depolamanın sonunda (14.gün) en yüksek değeri gösterip, depolamanın ortasında (7. gün) en düşük değeri göstermiştir. Yoğurt örnekleri arasındaki bu değişim istatistiksel olarak ($p<0,05$) düzeyindedir.



Şekil 4.10. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca antioksidan aktivite değerleri

Nejad vd. (2013), ıspanak özütü ilaveli yoğurt çalışmalarında, tüm ıspanakla zenginleştirilmiş yoğurtların, sade yoğurda kıyasla inhibasyon yüzdesinde artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu durumun, ıspanağın vitamin, fitoalbumin ve likopen içermesinden kaynaklanıyor olabileceğini öne sürmüşlerdir. Ehsani vd. (2015), %0,5 oranında enginar ekstraktı ilaveli probiyotik yoğurt denemelerinde, % inhibasyon değerlerinin 3,80-17,25 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Salehi, Ghorbani, Mahoonk ve Khomeiri (2021), farklı oranlarda semizotu ilaveli (%0,5, %1, %1,5, %2) yoğurt denemelerinin serbest radikal yüzdelerini %70-100 aralığında olduğunu ve zamanla antioksidan aktivitenin önemli ölçüde azaldığını belirtmişlerdir.

4.3.11. Protein

Probiyotik yoğurt örneklerinin protein değerlerine ilişkin ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir. Depolama süresince protein oranlarındaki değişimlere ait grafik ise Şekil 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince protein değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	3,52±0,003 ^{A,a}	3,51±0,010 ^{A,a}	3,47±0,003 ^{A,b}
Brokoli	3,46±0,001 ^{AB,a}	3,45±0,004 ^{B,a}	3,44±0,003 ^{A,b}
Ispanak	3,38±0,075 ^{B,a}	3,32±0,003 ^{C,a}	3,29±0,043 ^{B,a}

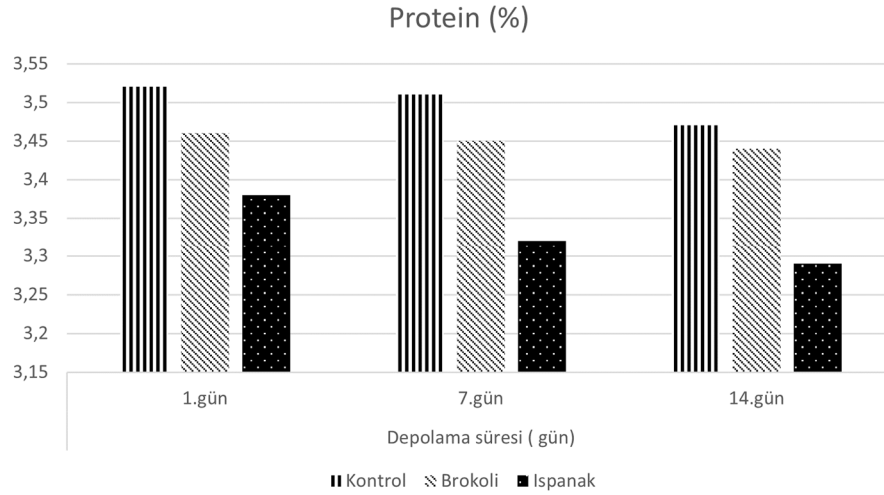
**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

Yoğurt örneklerini depolama süresince tespit edilen en düşük protein değeri depolamanın 14. gününde ıspanak katkılı yoğurtta (%3,29), en yüksek ise depolamanın 1. gününde kontrol yoğurdunda (%3,52) değerinde belirlenmiştir.

Katkısız kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin protein değerleri değişiminde ilave edilen sebze püresi çeşidi ve depolama süresinin etkisini belirlemek için yapılan varyans analizine göre, 1. gün sonuçlarında kontrol ve ıspanak ilaveli yoğurtlar istatistiksel olarak birbirlerinden farklı sonuçlar verirken, brokoli ilaveli yoğurtlar her iki yoğurda benzer sonuçlar vermiştir. 7. gün sonuçlarında en fazla protein değerine kontrol örneğinin ve arkasından brokoli ilaveli yoğurt örneğinin sahip olduğu görülmüştür. 7. güne ait değerler p<0,05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 14. gün sonuçlarında ise kontrol ve brokoli ilaveli yoğurtlar birbirleri ile benzer, ıspanak ilaveli yoğurtlar ile farklı sonuçlar göstermiştir ve bu değişim istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05).

Her bir yoğurdun depolama günleri arasında protein değerleri değişimindeki farklılığı belirlemek için yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4. 13), kontrol yoğurdu ve brokoli ilaveli yoğurt için depolamanın 1. gün ve 7. günlerde protein değerlerindeki değişimin benzer, 14. günde ise farklılık istatistiksel olarak p<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ispanak ilaveli yoğurdun depolama süresi boyunca görülen değişimi ise istatistiksel olarak önemsizdir (p>0,05).



Şekil 4.11. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca protein değerleri

Felix da Silva vd. (2017)'nin üzüm ekstraktlı probiyotik yoğurt denemelerinde, yoğurtlara ait protein değerleri %4,27-4,35 arasında değişiklik göstermiştir. Soni vd. (2020) 'nın farklı bakteri suşları kullanılarak yaptığı probiyotik yoğurtların, reolojik ve probiyotik özellikleri üzerine yaptığı bir çalışmada, yoğurtların protein değerleri %2,91-3,93 arasında değişmiştir. Najgebauer vd. (2014)'nin sebze ilaveli yoğurt denemelerinde, brokoli ilaveli yoğurt değerlerine ilişkin protein değeri %4,73 çıkmıştır.

4.3.12. L* Değeri

Renk, tüketicinin ürünü kabul edebilirliğini etkileyen, yoğurt kalitesinin önemli bir faktördür. Duyular tarafından ilk olarak algılanan özelliklerden biridir ve tüketiciler tarafından gıda ürünlerinin kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Scibisz, Ziarno ve Mitek, 2019)

Hunter Lab, renk ölçümlerinde gıda endüstrisi tarafından geniş çapta benimsenmiştir ve renk farklılıklarının ölçülüp kıyaslanmasında çok etkilidir. Gıda endüstrisinde en sık kullanılan sistem L*, a*, b* parametreleriyle CIELAB (Commission Internationale de L'Eclairage) sistemidir.

L *, 0: siyah ve 100: beyaz olmak üzere aydınlığı, a* pozitif (+) değerler kırmızı, negatif (-) değerler ise yeşili ifade eder. b* değerinde ise pozitif (+) değerler sarılığı, negatif (-) değerler ise maviliği ifade etmektedir (Wrolstad ve Smith, 2017).

Depolama süresince katkısız kontrol ve sebze püresi katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin L* değerlerine ait ortalamalar ile Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Çizelge 4.14'te verilmiştir. Depolama süresince L* değeri değişimlere ait grafik ise Şekil 4.12'de verilmiştir

Yoğurt örneklerini depolama süresince tespit edilen en düşük L* değeri depolamanın 7. gününde ıspanak katkılı yoğurtta (%70,153), en yüksek ise depolamanın 7. gününde kontrol yoğurtta (%97,423) belirlenmiştir.

Katkısız kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin L* değerleri değişiminde ilave edilen sebze püresi çeşidi ve depolama süresinin etkisi yapılan varyans analizine göre tüm günlerde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan sebze püresi çeşitinin yoğurt örneklerinin L* değerleri değişiminde etkili olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.14. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince L* değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

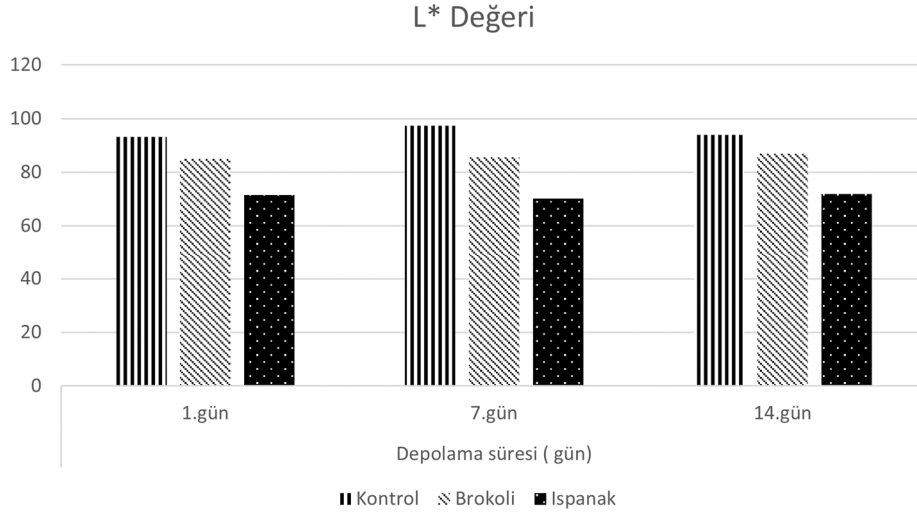
Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	93,13±0,030 ^{A,c}	97,42±0,025 ^{A,a}	93,96±0,010 ^{A,b}
Brokoli	84,96±0,020 ^{B,c}	85,56±0,175 ^{B,b}	86,83±0,025 ^{B,a}
Ispanak	71,53±0,026 ^{C,b}	70,15±0,205 ^{C,c}	71,87±0,040 ^{C,a}

**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ($p<0,05$)*

**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir ($p<0,05$)*

Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin L* değerlerinin değişiminde depolama günleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4. 14), L* değerlerinin değişimi incelendiğinde, kontrol örneğinde en yüksek değerlerin sırasıyla 7. günde ve 14.günde olduğu görülmüştür. Kontrol örneğinin depolama süresi boyunca görülen değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Brokoli ilaveli yoğurtta depolama süresince düzenli bir artış görüldüğü saptanmıştır ve görülen bu değişim istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Ispanak

ilaveli yoğurtta ise en yüksek değer depolamanın sonunda (14.gün) saptanmıştır ve tüm günler arasındaki değişim istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).



Şekil 4.12. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca L* değerleri değişimi

Nejad vd. (2013), ıspanak özütü ilaveli yoğurt çalışmalarında, yoğurt örneklerine ait L* değerlerini 78-89 aralığında bulup, bizim çalışmalarımıza benzer sonuçlar elde etmiştir. Tizghadam, Roufegari-nejad, Asefi ve Jafarian (2021)'nin, %10 oranında dereotu ilaveli yoğurt denemelerinde yapılan renk analizlerine göre L* değerlerinin 60-80 aralığında olduğu belirtilmiştir.

4.3.13. a* Değerleri

Depolama süresince katkısız kontrol ve sebze püresi katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin a* değerlerine ait ortalamalar ile Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Yoğurt örneklerini depolama süresince tespit edilen en düşük a*değeri depolamanın 7. gününde brokoli katkılı yoğurtta (%-1,22), en yüksek ise depolamanın 1. gününde ıspanak katkılı yoğurtta (%-2,95) belirlenmiştir.

Genel olarak her üç yoğurt örneğinin a*değerleri depolama başından sonuna kadar ıspanak katkılı yoğurtta azalma eğilimi sergilerken, kontrol yoğurt ile brokoli katkılı yoğurtta 1. günden 7. güne azalma, depolama sonunda (14. gün) ise artma yönünde değişim göstermiştir. (Şekil 4.13).

Çizelge 4.15. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince a* değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	-2,296±0,02 ^{B,a}	-2,06±0,01 ^{A,c}	-2,113±0,01 ^{A,b}
Brokoli	-1,386±0,025 ^{C,a}	-1,226±0,03 ^{C,b}	-1,386±0,02 ^{C,a}
Ispanak	-2,956±0,025 ^{A,a}	-1,633±0,011 ^{B,b}	-1,60±0,01 ^{B,b}

**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

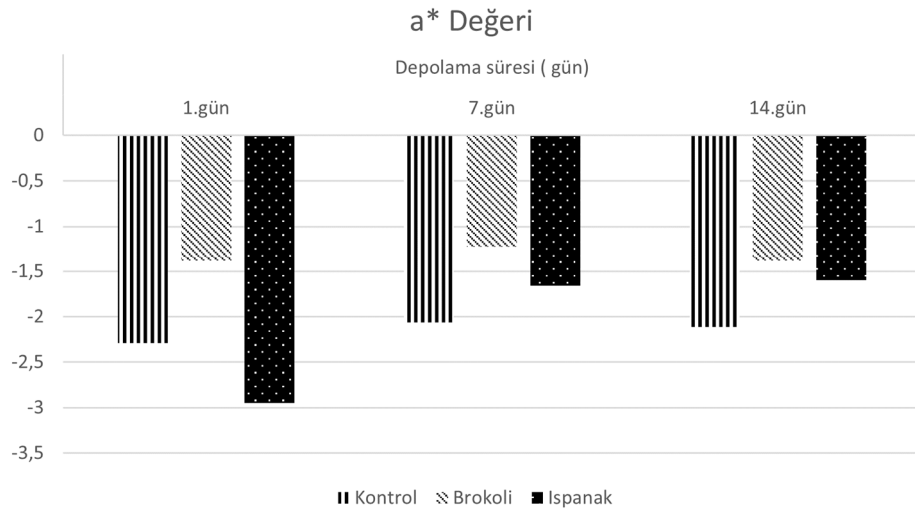
**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

Katkısız kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin a* değerleri değişiminde ilave edilen sebze püresi çeşidi ve depolama süresinin etkisini belirlemek için yapılan varyans analizine göre, tüm günlerde örnekler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05).

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan sebze püresi çeşitinin yoğurt örneklerinin a* değerleri değişiminde etkili olduğu görülmüştür.

Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin a* değerlerinin değişiminde depolama günleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4. 15), a* değerlerinin değişimi, kontrol örneğinde depolamanın başından (1.gün) sonuna kadar (14. gün) istatistiksel olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur. Brokoli ilaveli yoğurtta, 1. ve 14. gün sonuçları benzerlik gösterirken, 7. gün değerleri ile istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmıştır (p<0,05). Ispanak ilaveli yoğurtta ise 7. ve 14. gün sonuçları benzerlik gösterip, 1. gün sonuçlarından istatistiksel olarak farklı olduğu görülmüştür (p<0,05).

Tizghadam vd. (2021)'in, %10 oranında dereotu ilaveli yoğurt denemelerinde yapılan renk analizlerine göre a* değerlerinin 0,4-0,6 aralığında olduğu belirtilmiştir. Nejad vd. (2013), ıspanak özütü ilaveli yoğurt çalışmalarında, yoğurt örneklerine ait a* değerlerini -6,12 ila -12,35 aralığında bulmuştur.



Şekil 4.13. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca a* değerleri değişimi

4.3.14. b* Değeri

Depolama süresince katkısız kontrol ve sebze püresi katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin b* değerlerine ait ortalamalar ile Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince b* değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	9,77±0,036 ^{C,c}	11,57±0,051 ^{C,a}	10,67±0,045 ^{C,b}
Brokoli	13,94±0,052 ^{B,b}	12,94±0,180 ^{B,c}	14,23±0,055 ^{B,a}
Ispanak	16,90±0,005 ^{A,b}	19,40±0,557 ^{A,a}	17,41±0,148 ^{A,b}

**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

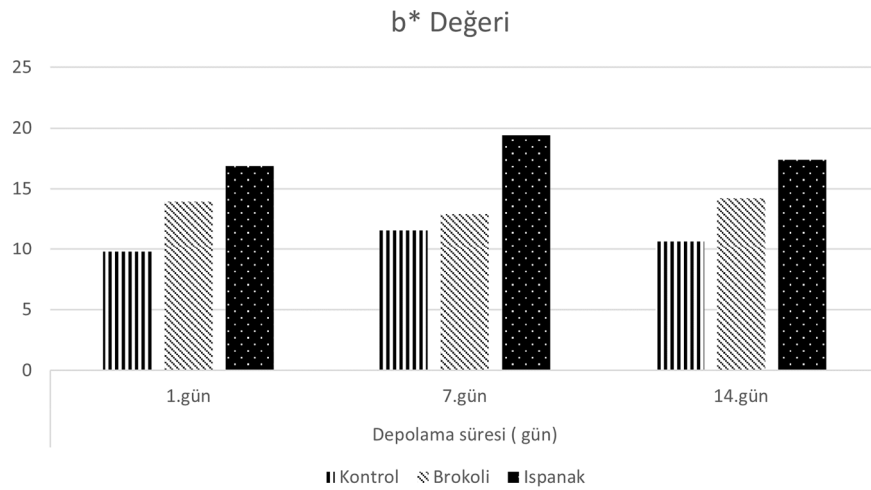
Yoğurt örneklerini depolama süresince tespit edilen en düşük b* değeri depolamanın 1. gününde kontrol yoğurtta (%9,77), en yüksek ise depolamanın 7. gününde ıspanak katkılı yoğurtta (%19,40) değerinde belirlenmiştir (Şekil 4.14).

Genel olarak her üç yoğurt örneğinde de b*değerleri depolama başından sonuna kadar artma ya da azalma yönünde değişim göstermiştir.

Katkısız kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin b* değerleri değişiminde ilave edilen sebze püresi çeşidi ve depolama süresinin etkisini belirlemek için yapılan varyans analizine göre, tüm yoğurt örnekleri depolamanın her gününde istatistiksel olarak $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan sebze püresi çeşitinin yoğurt örneklerinin b* değerleri değişiminde etkili olduğu görülmüştür.

Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin b*değerlerinin değişiminde depolama günleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4. 16), b*değerlerinin değişimi kontrol örneğinde en yüksek değer 7. günde belirlenmiştir. Kontrol örneğinin depolama süresi boyunca görülen değişimi tüm günlerde istatistiksel olarak birbirinden farklı sonuçlar vermiştir ($p<0,05$). Brokoli ilaveli yoğurtta, en yüksek değer 14. günde belirlenirken, yine depolama süresi boyunca görülen değişim tüm günlerde istatistiksel olarak birbirinden farklı sonuçlar vermiştir ($p<0,05$). Ispanak ilaveli yoğurtta ise 1. ve 14. gün değerleri istatistiksel olarak birbirleri ile benzerdir ve 7. gün değerlerinden istatistiksel olarak farklıdır ($p<0,05$).



Şekil 4.14. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca b* değerleri

Tizghadam vd. (2021)'nin, %10 oranında dereotu ilaveli yoğurt denemelerinde yapılan renk analizlerine göre b* değerlerinin 12-14 aralığında olduğu belirtilmiştir ve bu değerler

brokoli ilaveli yoğurtlar ile son derece benzerdir. Nejad vd. (2013), ıspanak özütü ilaveli yoğurt çalışmalarında, yoğurt örneklerine ait b* değerlerini 11,45-29,74 aralığında bulmuştur.

4.3.15. Yağ Asitleri Analizi

Depolama süresince katkısız kontrol ve sebze püresi katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin yağ asitleri değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Yoğurt üretiminde depolama süresince saptanan yağ asitlerinin ortalamaları

Yağ Asitleri	1.gün			7.gün			14.gün		
	Kontrol	Brokoli	Ispanak	Kontrol	Brokoli	Ispanak	Kontrol	Brokoli	Ispanak
C4:0	1,14	1,20	1,06	1,04	1,14	1,03	0,91	1,05	1,05
C6:0	1,08	1,04	0,97	0,98	0,95	0,95	0,89	0,90	0,94
C8:0	0,78	0,75	0,74	0,69	0,70	0,72	0,70	0,67	0,70
C10:0	2,04	2,04	1,96	1,95	2,00	1,93	1,96	1,87	1,93
Toplam	5,04	5,03	4,73	4,67	4,79	4,62	4,46	4,48	4,62
C12:0	2,65	2,71	2,62	2,65	2,64	2,63	2,64	2,59	2,64
C14:0	10,15	10,31	10,23	10,19	10,26	10,37	10,32	10,21	10,44
C14:1	1,13	1,06	1,12	0,63	0,64	0,81	0,25	0,24	0,19
C15:0	1,01	1,03	1,04	1,03	1,02	1,11	1,02	1,06	1,04
C15:1	0,26	0,24	0,27	0,28	0,26	0,23	0,24	0,25	0,25
C16:0	35,94	36,67	36,42	36,17	36,54	37,47	36,69	37,05	38,17
C16:1	1,93	1,69	1,82	1,87	1,75	1,85	2,24	1,88	1,82
Toplam	53,06	53,72	53,53	52,83	53,11	54,45	53,40	53,28	54,56
C17:0	0,52	0,55	0,50	0,58	0,55	0,53	0,58	0,54	0,55
C17:1	0,51	0,18	0,14	0,25	0,19	0,15	0,23	0,17	0,18
C18:0	10,79	10,82	11,15	10,72	11,19	11,13	10,73	11,22	11,41
C18:1n9t (VA)	1,72	2,10	1,75	1,61	2,06	1,78	1,52	1,88	1,81
C18:1n9c (Oleik)	22,55	22,77	23,75	22,82	22,16	21,35	16,51	22,54	21,25
C18:2n6t	0,14	0,22	0,18	0,14	0,18	0,17	0,14	0,25	0,15

Çizelge 4.17. Yoğurt üretiminde depolama süresince saptanan yağ asitlerinin ortalamaları (devamı)

C18:2n6c	2,60	2,55	2,72	2,49	2,52	2,48	2,56	2,51	2,14
C20:0	0,15	0,11	0,15	0,15	0,14	0,14	0,15	0,14	0,15
C:18:3n6	0,38	0,41	0,55	0,34	0,42	0,39	0,34	0,41	0,39
Toplam	39,35	39,72	40,89	39,10	39,4	38,11	32,76	39,66	38,03
Kısa zincirli yağ asitleri (C4:0-C10:0)	5,04	5,03	4,73	4,67	4,79	4,62	4,46	4,48	4,62
Orta zincirli yağ asitleri (C12:0-C16:1)	53,06	53,72	53,53	52,83	53,11	54,45	53,40	53,28	54,56
Uzun zincirli yağ asitleri (C18:0-C22:6)	38,32	38,99	40,25	38,26	38,67	37,44	31,95	38,95	37,30
Doymuş yağ asitleri (SFA)	67,25	68,26	67,88	67,19	68,14	69,09	67,62	68,35	70,07
Doymamış yağ asitleri (USFA)	31,22	31,24	32,31	30,44	30,18	29,20	24,03	30,13	28,19
Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA)	28,10	28,06	28,86	27,47	27,06	26,16	20,99	26,96	25,51
Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA)	3,12	3,19	3,45	2,97	3,12	3,04	3,04	3,17	2,68
Hiperkolestrol emik yağ asitleri (HCFA ,C10:0,C14:0, C16:0)	48,13	49,02	48,61	48,31	48,80	49,76	48,97	49,13	50,54
Kardiyovasküler koruyucu yağ asitleri C18:1, C18:2, C18:3	25,53	25,74	27,02	25,65	25,10	24,22	19,40	25,46	23,78
5 önemli süt yağı C4:0, C14:0, C16:0, C18:0, C18:1c.	80,57	81,78	82,61	80,94	81,28	81,34	75,16	82,07	82,32

Çizelge 4.17. Yoğurt üretiminde depolama süresince saptanan yağ asitlerinin ortalamaları (devamı)

Kolesterol düşürücü etkiye sahip yağ asitleri (C4:0, C6:0, C8:0, C10:0, C18:0)	15,83	15,85	15,88	15,39	15,98	15,75	15,19	15,70	16,03
Süt yağı temel beş yağ asidi (C10: 0, C14: 0, C16: 0, C18: 0 ve C18: 1)	81,47	82,62	83,51	81,85	82,15	82,24	76,21	82,89	83,21
Doymamışlık indeksi (x USFA*100/SFA)	46,42	45,77	47,59	45,31	44,29	42,26	35,54	44,09	40,23
Atherojenik indek (AI)	2,54	2,58	2,48	2,61	2,66	2,79	3,35	2,67	2,93
Atherojenik indek (AI) MUFA'sız	25,41	25,29	23,18	26,80	25,71	26,83	26,52	25,39	30,85
Desatüraz aktivite (DA)									
C14 için	0,11	0,10	0,11	0,06	0,06	0,08	0,02	0,02	0,02
C15 için	0,26	0,24	0,26	0,28	0,25	0,20	0,24	0,24	0,24
C16 için	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05
C17 için	0,99	0,33	0,28	0,43	0,35	0,28	0,40	0,32	0,34
Desatürasyon indeksi (DI)	31,05	30,63	31,59	30,73	29,74	28,93	24,75	29,66	27,93

Kısa zincirli yağ asitleri - (C:4-10), Orta zincirli yağ asitleri - (C:12-16), Uzun zincirli yağ asitleri – (C:18≤), SFA (Doymuş yağ asitleri), USFA (Doymamış yağ asitleri), MUFA (Tekli doymamış yağ asitleri), PUFA (Çoklu doymamış yağ asitleri)

Sütün aromasının oluşumunda büyük rolü olan süt yağında bulunan ve antikanserojenik ajan (Parodi, 2004) olarak belirtilen kısa zincirli yağ asitlerinden bütirik asit (C4:0) en düşük kontrol yoğurt örneğinin 14. gününde (%0,91), en yüksek brokoli katkılı yoğurt örneğinin 1.

gününde (%1,20) belirlenmiştir. Bütirik asit brokoli katkılı yoğurtlarda %1,05-1,20, ıspanak katkılı yoğurtlarda %1,03-1,06 aralığında bulunmuştur.

Serafeimidou, Zlatanov, Laskaridis ve Sagredos (2012), geleneksel Yunan yoğurtlarının yağ asidi bileşimleri üzerine yaptığı çalışmalarında bütirik asit bileşimi ortalama % 4,20-4,80 değerlerinde bulunmuştur. Çağlayan, Çakmak, Güler, Zengin ve Aktümsek (2014) ise çeşitli yoğurtların yağ asidi içeriği incelemelerinde, bütirik asit bileşimi ortalama probiyotik yoğurtlarda %0,673±0,15 değerlerinde, meyveli yoğurtlarda ise %0,653±0,29 değerlerinde bulunmuştur.

C6:0 (kaproik) brokoli ilaveli yoğurtta %0,90-%1,04, ıspanak ilaveli yoğurtta %0,94-0,97 değerlerinde bulunmuştur. Antimikrobiyal ve patojenlere karşı inhibe edici etkiler gösteren (Hageman, Danielsen, Nieuwenhuizen, Feitsma ve Dalsgaard, 2018) C8:0 (kaprilik) brokoli ilaveli yoğurtta %0,67- %0,75, ıspanak ilaveli yoğurtta %0,70-0,74 değerlerindedir. C10:0 (kaprik) ise brokoli ilaveli yoğurtta %1,87- %2,04 aralığında, ıspanak ilaveli yoğurtta ise %1,93-1,96 aralığında bulunmuştur.

Çağlayan vd. (2014) yaptığı çalışmada probiyotik yoğurtlarda saptanan kaproik, kaprilik ve kaprik yağ asitlerini sırasıyla %1,357±0,18, %0,748±0,04 ve %1,913±0,07 aralığında, meyveli yoğurtlarda ise %1,292±0,22, %0,719±0,10 ve %1,803±0,25 aralığında bulunmuştur.

Süt yağının orta zincirli yağ asitlerinden biri olan laurik asit, tüm probiyotik yoğurt örneklerinde %2,59-2,70 aralığında değişim göstermiştir. Brokoli ilaveli yoğurtlarda %2,59-2,71 aralığında, ıspanak ilaveli yoğurtlarda ise %2,62-2,64 aralığında bulunmuştur.

Serafeimidou vd. (2012) yaptığı çalışmada laurik asit içeriğini %3,39-3,56 aralığında bulunmuştur. Çağlayan vd. (2014)'nın yaptığı çalışmada ise probiyotik yoğurtlarda %2,490±0,08, meyveli yoğurtlarda %2,318±0,31 aralığında bulunmuştur.

Miristik asit, tüm probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca %10,15-10,44 aralığında belirlenmiştir. Brokoli ilaveli yoğurtlarda %10,21-10,31 aralığında, ıspanak ilaveli yoğurtlarda ise %10,23-10,44 aralığında belirlenmiştir.

Palmitik asit, depolama süresi boyunca kontrol yoğurdunda %35,93-36,69, brokoli ilaveli yoğurtta %36,54-37,05, ıspanak ilaveli yoğurtta %35,54-38,17 aralığında belirlenmiştir.

Tüm probiyotik yoğurt örneklerinde saptanan stearik asit örnekleri depolama süresi boyunca %10,72-11,41 aralığında saptanmıştır. Brokoli ilaveli yoğurtlarda stearik asit değeri %10,82-11,22 iken, ıspanak ilaveli yoğurtlarda %10,72-11,41 değerlerinde tespit edilmiştir.

Daha önce yapılan çalışmalara benzer şekilde, probiyotik yoğurt örneklerinin yağ asitleri içinde en yüksek değer palmitik asit (C16:0) belirlenirken, bunu oleik asit (C18:1) takip etmiştir. Diğer majör yağ asitleri ise miristik (C14:0) ve stearik asit (C18:0) olarak belirlenmiştir.

Kowaleski vd. (2020)'nin çilek ve çia tohumu ilave edilerek yaptığı yoğurtların yağ asidi içeriği çalışmalarında, miristik asit %8- 10, palmitik asit %25-30 ve stearik asit %9,6-11 aralığında bulunmuştur. Serafeimidou vd. (2012) yaptığı çalışmada ise, miristik asit %8,93-13,28, palmitik asit %27,46-30,45 ve stearik asit %98,17-12,52 aralığında bulunmuştur.

Süt yağında bulunan ana tekli doymamış yağ asidi oleik asittir ve toplam yağ asitlerinin ağırlıkça %20-25'ini oluşturmaktadır (Jensen ve Newburg, 1995; Lindmark-Mansson, 2001). Oleik asit, kontrol yoğurdunda depolama süresi boyunca %22,55-23,17, brokoli ilaveli yoğurtta %22,16-,22,77, ıspanak ilaveli yoğurtta ise %21,25-23,75 aralığında belirlenmiştir.

Çağlayan vd. (2014) yaptığı çalışmada probiyotik yoğurtların oleik asit içeriğini %27,278±0,67, meyveli yoğurtların oleik asit içeriğini ise %27,533±1,90 bulmuştur. Serafeimidou vd. (2012) ise oleik asit içeriğini %16,22-21,52 aralığında bulmuştur.

Linolenik asit (C18:2) değerleri bizim çalışmamızda, kontrol yoğurdunda %2,49-2,6, brokoli ilaveli yoğurtta %2,51-2,55, ıspanak ilaveli yoğurtta ise %2,14-2,71 aralığında bulunmuştur.

4.3.15.1 Toplam Zincir Uzunluklarına Göre Yağ Asitleri

Bütirik asit (C4:0), kaproik asit (C6:0), kaprilik asit (C8:0) ve kaprik asitten (C10:0) oluşan kısa zincirli yağ asitlerinin içeriği ortalama %4,46-5,04 aralığında değişmiştir. Brokoli ilaveli yoğurtlarda %4,45-5,03, ıspanak ilaveli yoğurtlarda %4,62-4,73 aralığında tespit edilmiştir.

Orta zincirli yağ asitlerini oluşturan laurik asit (C12:0), miristik asit (C14:0) ve palmitik asit (C16:0) ortalama %53,06-54,55 aralığında değişmiştir. Brokoli ilaveli yoğurtlarda %53,11-53,72, ıspanak ilaveli yoğurtlarda %53,45-53,56 aralığında tespit edilmiştir.

Uzun zincirli yağ asitlerini oluşturan stearik asit (C18:0), oleik asit (C18:1) , linoleik asit (C18:2) ortalama %37,30-40,25 aralığında değişim göstermiştir. Brokoli ilaveli yoğurtlarda %38,67-38,99, ıspanak ilaveli yoğurtlarda %37-30-40,25 aralığında tespit edilmiştir.

Boycheva, Mihaylova, Naydenova ve Dimitrov (2012) tarafından yapılan ceviz ve fındık parçaları ilaveli yoğurt denemelerinde kısa zincirli yağ asitleri sırasıyla %6,294 ve %7,015 tespit edilmiştir. Orta zincirli yağ asitleri %38,09 ve %37,12, uzun zincirli yağ asitleri ise %44,364 ve %45,606 aralığında belirlenmiştir.

Doymuş yağ asitleri (SFA), kontrol yoğurdunda ortalama %66,14-66,60, brokoli ilaveli yoğurtta ortalama %67,12-67,29, ıspanak ilaveli yoğurtta ortalama %66,84-67,99 aralığında bulunmuştur.

Kowaleski vd. (2020)'nin yaptığı çalışmada SFA değerleri %51-61 aralığında, Çağlayan vd. (2014)'nin yaptığı çalışmada probiyotik yoğurtların SFA değerleri %61,673±0,49 aralığında, Serafeimidou vd. (2012)'nin yaptığı çalışmada ise SFA değerleri %70,36-72,98 aralığında saptanmıştır.

Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA), kontrol yoğurdunda ortalama %27,47-28,1, brokoli ilaveli yoğurtta ortalama %26,96-28,05, ıspanak ilaveli yoğurtta ortalama %25,51-28,85 aralığında bulunmuştur.

MUFA değerleri, Kowaleski vd. (2020)'nin yaptığı çalışmada %19,25 aralığında, Serafeimidou vd. (2012)'nin yaptığı çalışmada ise %22,84-27,8 aralığında saptanmıştır.

Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), kontrol yoğurdunda ortalama %2,97-3,11, brokoli ilaveli yoğurtta ortalama %3,12-3,18, ıspanak ilaveli yoğurtta ortalama %2,67-3,45 aralığında bulunmuştur.

PUFA değerleri, Çağlayan vd. (2014)'nin yaptığı çalışmada probiyotik yoğurtlarda %3,349±0,15, meyveli yoğurtlarda ise %5,975±6,60 aralığında bulunmuştur.

4.3.15.2 Yağ Asitlerinin Besinsel Değerlendirme İndeksleri

Fontecha, Calvo, Juarez, Gil ve Martinez-Vizcaino (2019)'a göre, süt ürünleri tüketiminin kardiyovasküler hastalıkları ve inme riskini tetiklemediğini aksine ince bir koruyucu etkiye sahip olabileceğini desteklemektedir. Sütteki doymuş yağ asitlerinin,

kolesterol ve LDL kolesterolündeki bir artış gibi bazı kardiyovasküler göstergeler üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olmalarının yanı sıra, kolesterol taşıma yollarını tersine çeviren, LDL'yi inhibe eden HDL kolesterol konsantrasyonlarında artışa neden olabileceği bildirilmiştir.

German vd. (2009), genel olarak doymuş yağların LDL-C'yi arttırdığı düşünülürken, süt yağındaki doymuş yağ asitlerinin hepsinin bunu yapmadığını, stearik asit ve kısa zincirli yağ asitlerinin LDL-C üzerindeki etkileri açısından nötr olduğunu belirtilmiştir.

Doymuş yağ asitlerinin kardiyovasküler sistem üzerinde, özellikle de damar duvarlarında yağ birikimini artıran ve aterosklerotik hastalıklarla ilişkili olan hiperkolesterolemik yağ asitleri (HCFA) olarak bilinen kısmı üzerinde olumsuz bir etkisi vardır (Jensen 2002). HCFA laurik asit, miristik asit ve palmitik asidi içermektedir (Williams, 2000)

Yaptığımız çalışmada HCFA değerleri brokoli ilaveli yoğurtta %49,44-49,85 aralığında, ıspanak ilaveli yoğurtta %50,46-51,25 aralığında tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda, bütirik asidin başta kolon kanseri olmak üzere çeşitli kanser hücrelerinin büyümesini engellediği tespit edilmiştir (Fung, Cosgrove Lockett, Head ve Topping, 2012).

Araştırmamızda, kardiyovasküler koruyucu yağ asitleri brokoli ilaveli yoğurtlarda %25,10-25,75 aralığında, ıspanak ilaveli yoğurtlarda ise %23,78-27,02 aralığında belirlenmiştir.

Kowaleski vd. (2020)'nin %10 çilek ve chia tohumu ilaveli yoğurt ile yaptığı çalışmada, kardiyovasküler koruyucu yağ asitleri %39,4 aralığında tespit edilmiştir.

Süt yağını oluşturan beş önemli majör yağ asitleri C4:0, C14:0, C16:0, C18:0 ve C18:1c'dir. Yapılan çalışmamızda, bu yağ asitlerinin toplamı brokoli ilaveli yoğurtta %81,28-82,07 iken, ıspanak ilaveli yoğurtta %81,34-82,61 olarak belirlenmiştir.

Boycheva vd. (2012) tarafından yapılan ceviz ve fındık parçaları ilaveli yoğurt denemelerinde majör yağ asitleri (C4:0, C14:0, C16:0, C18:0, C18:1c) toplamı sırasıyla %69,681 ve %76,80 olarak belirlenmiştir.

Kolestrol düşürücü etkiye sahip yağ asitleri (C4:0, C6:0, C8:0, C10:0 ve C18:0) brokoli ilaveli yoğurtta %15,70-15,98 aralığında, ıspanak ilaveli yoğurtta %15,75-16,03 aralığında belirlenmiştir.

Marand, Mahsa, Sajed, Roufegarinejad ve Jafari (2020)'nin yaptığı çalışmada kolesterol düşürücü etkiye sahip yağ asitleri toplamının %21,6, Serafeimidou vd. (2012) yaptığı çalışmada ise %23,06 olarak belirlenmiştir.

Yaptığımız çalışmada, atherojenik indeks (AI) değeri brokoli ilaveli yoğurtta %2,58-2,67, ıspanak ilaveli yoğurtta ise %2,48-2,93 aralığında belirlenmiştir.

AI değerleri, Marand vd. (2020) tarafından %1 keten tohumu tozu ilaveli yoğurt denemelerinde %0,95-1,59 aralığında belirlenmiştir.

Doymamışlık endeksleri, bu enzimatik aktiviteye bağlı olarak doymamış yağ asitlerin oranları olarak tanımlanır. Süt yağındaki CLA'nın (konjuge linoleik asit) bir kısmı rumendeki linoleik asidin tamamlanmamış biyohidrojenasyonundan, bir kısmı meme bezi dokularındaki rumenik asit oluşturmak için Δ^9 -desaturaz enziminin etkisinden gelmektedir (Grinari ve Bauman, 1999, Aktaran: Secchiari vd., 2003).

Δ^9 -desaturazın aktivitesi, enzime bağlı Δ^9 -desaturaz ürününün substratın ürününe oranı şeklinde ölçülebilir olduğu tanımlanmıştır (Samkova, Spicka, Pesek, Pelikanova ve Hanus, 2012). Tercih edilen substratlar, cis -9 16:1 ve cis -9 18:1'e dönüştürülen palmitik asit (16:0) ve stearik asit (18:0)'tir (Ntambi, 1995).

Δ^9 -desaturaz indeksi (DI) = $(100 \times (C14:1 + C16:1 + C18:1) / (C14:1 + C16:1 + C18:1 + C14:0 + C16:0 + C18:0))$ formülü ile ifade edilmiştir (Malau-Aduli., Siebert ve Bottema, Pitchford 1997). Ahmad vd. (2019)'a göre, DI (18) = $100(18:1/(18:1 + 18:0))$ ve DI (16) = $100(16:1/(16:1 + 16:0))$ formülleri ile belirlenmiştir.

Yaptığımız çalışmada, DI değerleri brokoli ilaveli yoğurtlarda %29,66-30,63, ıspanak ilaveli yoğurtlarda %27,93-31,59 aralığında belirlenmiştir. DI (16) değerleri brokoli ilaveli yoğurtlarda %4,44-4,83, ıspanak ilaveli yoğurtlarda %4,55-4,76 aralığında belirlenmiştir. DI (18) değerleri brokoli ilaveli yoğurtlarda %66,44-67-79, ıspanak ilaveli yoğurtlarda ise %65,06-68,05 aralığında belirlenmiştir.

Ahmad vd. (2019)'ın inek sütüyle yaptığı yoğurt çalışmalarına göre, DI (16) değerleri %6,21 ± 1,25, DI (18) değerleri %62,27 aralığında belirlenmiştir.

4.4. Mikrobiyolojik Özellikler

Yoğurt, *S. thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus* tarafından üretilen fermente bir süt ürünüdür. *S. thermophilus*, laktik asit gelişimini başlatarak laktozu fermente eder. pH 5,5'e ulaşıncaya dek hızlıca artar. Peynir altı suyunun proteininden kaynaklı asit ve aminli maddelerin oluşumu ve oksijen tüketimi, *L. bulgaricus*'un artmasını teşvik eder. Daha sonra oluşan laktik asidin etkisiyle sütün pH'ı düşer ve ortama amino asit salınır, böylece *S. thermophilus*'un artması hızlanır. Ancak zamanla biriken laktik asit sebebiyle *S. thermophilus*'un artması inhibe olur. Fermantasyonun sonunda *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*'tan sayıca üstün hale gelmektedir (De Oliveira, 2014).

Yapılan çalışmada brokoli ve ıspanak ilavelerinin probiyotik yoğurt örneklerinde probiyotik bakterilerin gelişimi üzerine prebiyotik etkisinin araştırılması amacıyla depolamanın 1., 7., ve 14. günlerinde mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Yoğurt örneklerinde *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. acidophilus* ve *B. animalis* subsp. *lactis* sayıları belirlenmiştir.

4.4.1. *Streptococcus thermophilus* sayısı (log kob/g)

Depolama süresince katkısız kontrol ve sebze püresi katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* (log kob/g) sayılarına ait ortalamalar ile Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.18'de, değerlere ait grafik ise Şekil 4.15'te verilmiştir.

Yoğurt örneklerini depolama süresince tespit edilen en düşük *S. thermophilus* sayısı depolamanın 14. gününde kontrol yoğurtta (7,74 log kob/g), en yüksek ise depolamanın 1. gününde brokoli katkılı yoğurtta (9,07 log kob/g) sayısında belirlenmiştir.

Katkısız kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* (log kob/g) sayısında meydana gelen değişimde ilave edilen sebze püresi çeşidi ve depolama süresinin etkisi yapılan varyans analizine göre, 1. gün sonuçları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Yoğurt örneklerinin 7. gün sonuçları incelendiğinde, en yüksek *S. thermophilus* değerinin ıspanak ilaveli yoğurtta olduğu görülmüştür. Ayrıca tüm yoğurt örnekleri istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$). 14.

gün sonuçlarında en yüksek *S. thermophilus* değeri brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtta tespit edilmiştir. Kontrol yoğurduna göre görülen bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).

Çizelge 4. 18. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince *S. thermophilus* sayılarına ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

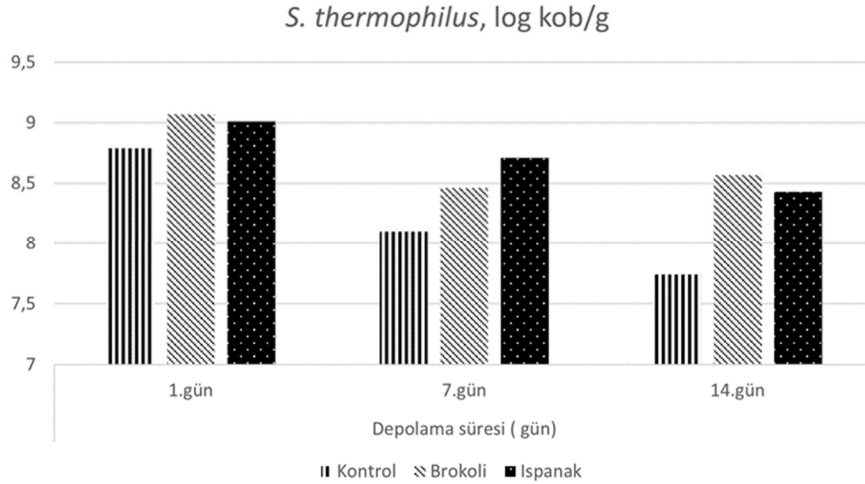
Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7. gün	14.gün
Kontrol	8,79±0,199 ^{A,a}	8,10±0,055 ^{C,b}	7,74±0,032 ^{B,c}
Brokoli	9,07±0,121 ^{A,a}	8,46±0,023 ^{B,b}	8,57±0,084 ^{A,b}
Ispanak	9,01±0,165 ^{A,a}	8,71±0,057 ^{A,ab}	8,43±0,11 ^{A,b}

*(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ($p<0,05$)

*(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir ($p<0,05$)

Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* (log kob/g) değerlerinin değişiminde depolama günleri arasındaki farklılık yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4. 18), kontrol yoğurdunda düzenli bir azalış görülmüştür ve depolama süresi boyunca görülen değişim istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Brokoli ilaveli yoğurtta 7. ve 14. gün değerleri istatistiksel olarak birbirleri ile benzerlik gösterirken, 1. gün değerlerinden farklı sonuçlar göstermiştir ($p<0,05$). Ispanak ilaveli yoğurtta ise 1. ve 14. gün değerleri birbirleri ile benzer, 7. gün değerleri ile farklı sonuçlar vermiştir ($p<0,05$).

Fadaei vd. (2019) probiyotik yoğurtlara ıspanak ilavesinin starter kültür canlılığına etkisi üzerine çalışma yapmış ve *S. thermophilus* (log kob/g) sayıları 7,5-8,6 log kob/g arasında değişiklik göstermiştir. Ispanak mevcudiyetinin *S. thermophilus* sayısında önemli bir değişikliğe sebep olmadığını ve depolama süresince *S. thermophilus* sayısında ilk 7 gün belirgin bir artış gözlemlendiğini, 7. günden 21. güne kadar ki olan süreçte önemsiz bir düşüş görüldüğünü bildirmişlerdir.



Şekil 4.15. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca *S. thermophilus* (log kob/g) sayıları

4.4.2. *Lactobacillus bulgaricus* sayısı (log kob/g)

Depolama süresince katkısız kontrol ve sebze püresi katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin *L. bulgaricus* (log kob/g) sayılarına ait ortalamalar ile Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.19' da, değerlere ait grafik ise Şekil 4.16' da verilmiştir

Çizelge 4.19. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince *L. bulgaricus* (log kob/g) sayılarına ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	8,58±0,04 ^{A,a}	5,88±0,11 ^{C,b}	5,66±0,01 ^{B,c}
Brokoli	7,32±0,31 ^{B,a}	6,09±0,04 ^{B,b}	5,64±0,06 ^{B,b}
Ispanak	7,69±0,05 ^{B,a}	6,54±0,06 ^{A,b}	5,98±0,02 ^{A,c}

*(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ($p < 0,05$)

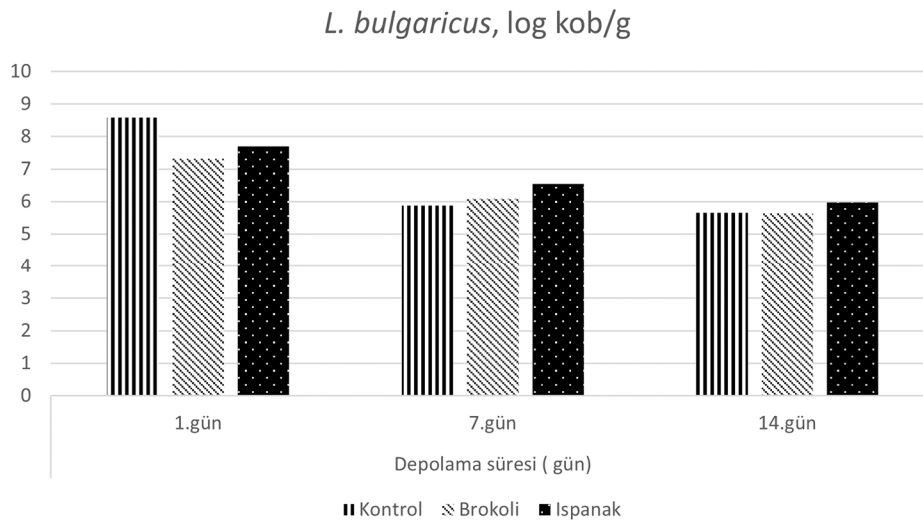
*(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir ($p < 0,05$)

Yoğurt örneklerini depolama süresince tespit edilen en düşük *L. bulgaricus* (log kob/g) sayısı depolamanın 14. gününde brokoli katkılı yoğurtta (5,64 log kob/g), en yüksek ise depolamanın 1. gününde kontrol yoğurtta (8,58 log kob/g) belirlenmiştir.

Genel olarak her üç yoğurt örneğinin *L. bulgaricus* değerleri depolama başından sonuna kadar düzenli bir azalış göstermiştir (Şekil 4.16).

Katkısız kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin *L. bulgaricus* (log kob/g) değerleri değişiminde ilave edilen sebze püresi çeşidi ve depolama süresinin etkisi yapılan varyans analizine göre, 1. gün değerlendirilmesinde en yüksek değer kontrol yoğurduna ait olup, ıspanak ilaveli yoğurt ve brokoli ilaveli yoğurtlar birbirleri ile istatistiksel olarak benzer sonuçlar vermiştir. 7. gün değerlerinde en yüksek sayı ıspanak ilaveli yoğurtta tespit edilmiştir ve tüm yoğurt örneklerinin *L. bulgaricus* sayılarının istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu görülmüştür ($p<0,05$). 14. gün değerlerinde ise kontrol yoğurdu ve brokoli ilaveli yoğurtlar istatistiksel olarak birbirleri ile benzer sonuçlar verirken, ıspanak ilaveli yoğurtlardan farklı sonuçlar vermiştir ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).

Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin *L. bulgaricus* (log kob/g) sayılarının değişiminde depolama günleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4. 19), *L. bulgaricus* sayılarının değişimi kontrol ve ıspanak ilaveli yoğurtlarda depolamanın başından (1.gün) sonuna kadar (14.gün) istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Brokoli ilaveli yoğurtlarda ise 7. ve 14. gün değerleri birbirleri ile benzer sonuçlar vermiştir.



Şekil 4.16. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca *L. bulgaricus* (log kob/g) sayıları

Nagraj vd., (2014)'ın sebze ilaveli yoğurt denemelerinin mikrobiyolojik analizlerinde, brokoli ilaveli yoğurda ilişkin *L. bulgaricus* (log kob/g) sayıları 1. analiz gününde 8,23 log kob/g, 28. analiz gününde ise 8,16 log kob/g olarak belirlenmiştir.

Fadaei vd. (2019) probiyotik yoğurtlara ıspanak ilavesinin starter kültür canlılığına etkisi üzerine yaptığı çalışmada, *L. bulgaricus* sayıları 4,5-7,5 log kob/g arasında değişiklik göstermiştir ve ıspanak mevcudiyetinin *L. bulgaris* sayısında önemli bir değişikliğe sebep olmadığını, ayrıca depolama süresi boyunca *L. bulgaricus* sayının azalış gösterdiğini bildirmişlerdir.

4.4.3. *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* (log kob/g) sayısı

Depolama süresince katkısız kontrol ve sebze püresi katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin *B. lactis* (log kob/g) sayılarına ait ortalamalar ile Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.20'de değerler ait grafik ise Şekil 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* (log kob/g) sayılarına ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	6,08±0,055 ^{B,a}	6,13±0,059 ^{B,a}	5,80±0,064 ^{A,b}
Brokoli	6,50±0,060 ^{A,a}	6,39±0,023 ^{A,a}	5,68±0,077 ^{A,b}
Ispanak	6,19±0,226 ^{AB,a}	5,54±0,109 ^{C,b}	4,51±0,068 ^{B,c}

*(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)

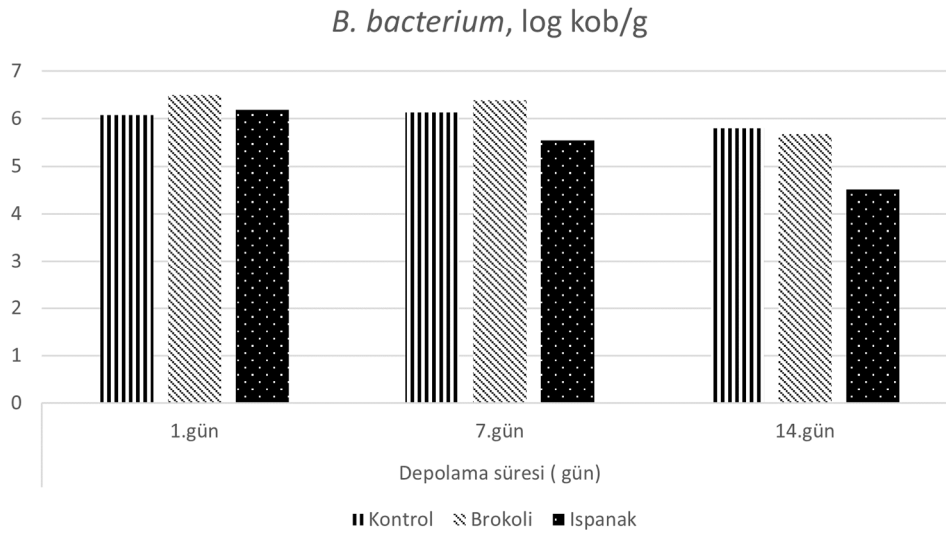
*(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)

Yoğurt örneklerini depolama süresince tespit edilen en düşük *B. lactis* (log kob/g) sayısı depolamanın 14. gününde ıspanak katkılı yoğurtta (4,51 log kob/g), en yüksek ise depolamanın 1. gününde brokoli katkılı yoğurtta 6,50 log kob/g olarak belirlenmiştir.

Genel olarak her üç yoğurt örneğinin *B. lactis* değerleri depolama başından sonuna kadar azalma yönünde bir değişim sergilemiştir (Şekil 4.17).

Katkısız kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin *B. lactis* (log kob/g) sayıları değişiminde ilave edilen sebze püresi çeşidi ve depolama süresinin etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizine göre, 1. gün değerlerinde kontrol ve brokoli ilaveli yoğurt örnekleri birbirinden farklı, ıspanak ilaveli yoğurt ise her iki yoğurt örneğine benzer sonuçlar vermiştir. 7. gün değerlerinde en yüksek *B. lactis* değeri brokoli ilaveli yoğurtta saptanmıştır ve tüm yoğurt örnekleri istatistiksel olarak birbirlerinden farklı çıkmıştır ($p<0,05$). 14. değerlerinde ise kontrol ve brokoli ilaveli yoğurtlar birbirleri ile benzer, ıspanak ilaveli yoğurtlar ile farklı sonuçlar vermiştir ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).

Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin *B. lactis* sayılarının değişiminde depolama günleri arasındaki farklılık yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4. 20), *B. lactis* sayılarının değişimi ıspanak ilaveli yoğurtta depolamanın başından (1.gün) sonuna kadar (14.gün) istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Kontrol ve brokoli ilaveli yoğurtta ise 1. ve 7. gün değerleri birbirleri ile benzer sonuçlar verirken, 14. gün değerleri farklı sonuçlar vermiştir ve görülen bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).



Şekil 4.17. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca *B. bacterium* (log kob/g) sayıları

Sarvari vd. (2014)'nin fermantasyon ve depolama sırasında yoğurttaki probiyotik bakterilerin canlılığı üzerine yaptığı araştırmada yoğurtlara ait *B. lactis* sayıları 1. analiz gününde 6,91 log kob/g, 21. analiz gününde ise 6,79 log kob/g olarak belirtilmiştir . Depolama boyunca en fazla canlı kalabilme oranının *B. lactis*'e ait olduğunu ve yoğurdun pH'ının probiyotik bakterilerin canlılığının üzerinde önemli etkileri olduğunu bildirmişlerdir.

Felix da Silva vd. (2017)'nin üzüm özütü ilaveli probiyotik yoğurt çalışmalarında, yoğurtlara ait *B. lactis* sayıları 9,10 log kob/g -10,31 log kob/g arasında çıkmış ve depolama süresince göre azalma göstermiştir.

Delgado vd., (2019)'nin laktulozdan elde edilen oligosakkarit ilaveli yoğurt denemelerinde elde edilen *B. lactis* sayıları 6,7 log kob/g -6,8 log kob/g arasında değişmiştir. Özcan vd. (2016)'nin kestane unu ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt denemelerinde ise *B. lactis* sayıları depolama süresine göre 8,70 log kob/g ile başlayıp, 21. gününde 7,70 log kob/g seviyesine kadar azalma durumu göstermiştir.

4.4.4. *Lactobacillus acidophilus* sayısı (log kob/g)

Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerinin *L. acidophilus* (log kob/g) sayılarına ait "ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.21, değişimlere ait grafik ise Şekil 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince *L. acidophilus* (log kob/g) sayılarına ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	8,16±0,074 ^{A,a}	6,14±0,054 ^{B,b}	5,58±0,111 ^{B,c}
Brokoli	7,53±0,111 ^{B,a}	6,48±0,062 ^{B,b}	5,16±0,154 ^{C,c}
Ispanak	8,17±0,189 ^{A,a}	7,27±0,250 ^{A,b}	5,98±0,117 ^{A,c}

*(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)

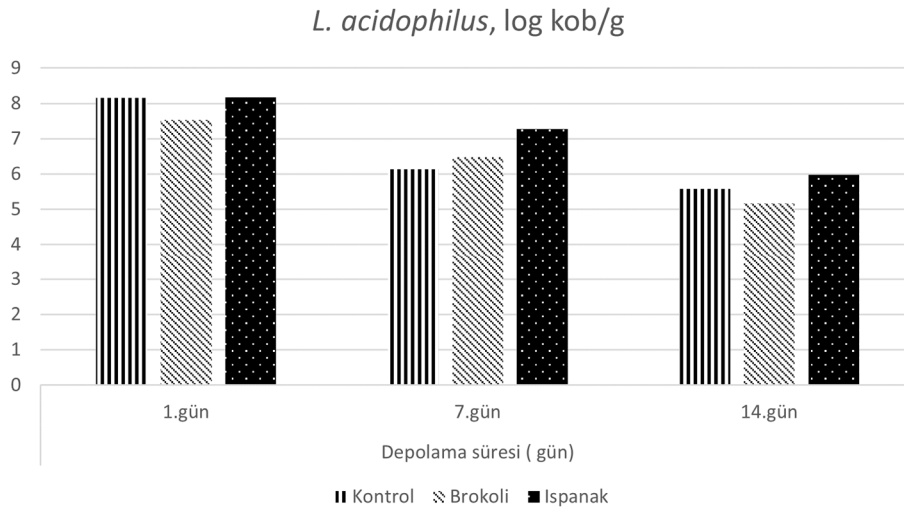
*(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)

Yoğurt örneklerini depolama süresince tespit edilen en düşük *L. acidophilus* sayısı depolamanın 14. gününde brokoli katkılı yoğurtta (5,16 log kob/g), en yüksek ise depolamanın 1. gününde ıspanak katkılı yoğurtta (8,17 log kob/g) belirlenmiştir.

Genel olarak her üç yoğurt örneğinin *L. acidophilus* değerleri depolama başından sonuna kadar düzenli bir azalış göstermiştir (Şekil 4.18).

Katkısız kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin *L. acidophilus* sayılarının değişiminde ilave edilen sebze püresi çeşidi ve depolama süresinin etkisi yapılan varyans analizine göre, 1. gün değerleri incelendiğinde kontrol ve ıspanak ilaveli yoğurtlar istatistiksel olarak birbirleri ile benzer sonuçlar, brokoli ilaveli yoğurtlar ise farklı sonuçlar vermiştir. 7. gün değerlerinde kontrol ve brokoli ilaveli yoğurtlar birbirleri ile benzer, ıspanak ilaveli yoğurtlardan farklı sonuçlar vermiştir. 1. ve 7. günlerdeki bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlıdır. 14. gün değerlerinde ise tüm yoğurt örnekleri birbirlerinden farklı sonuçlar vermiştir ve en yüksek *L. acidophilus* sayısı ıspanak ilaveli yoğurtta saptanmıştır ($p<0,05$).

Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin *L. acidophilus* sayıları değişiminde depolama günleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4. 21), *L. acidophilus* sayılarının değişimi tüm yoğurt örneklerinde depolamanın başından (1.gün) sonuna kadar (14.gün) istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.



Şekil 4.18. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca *L. acidophilus* (log kob/g) sayıları

Sarvari vd. (2014)'nin fermantasyon ve depolama sırasında yoğurttaki probiyotik bakterilerin canlılığı üzerine yaptığı araştırmada yoğurtlara ait *L. acidophilus* sayıları 1. analiz gününde 7,38 log kob/g, 21. analiz gününde ise 6,93 log kob/g belirlenmiştir. Felix da Silva vd. (2017)'nin üzüm özütü ilaveli probiyotik yoğurt çalışmalarında, yoğurtlara ait *L. acidophilus* değerleri arasında çıkmış ve depolama süresine göre azalma göstermiştir. Özcan vd., (2016)'nın kestane unu ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt denemelerinde ise *L. acidophilus* sayıları depolama süresine göre 9,59 ile başlayıp, 21. gününde 7,30'a kadar azalma göstermiştir.

4.5. Tekstürel Analizler

Tekstür, yoğurt kalitesinin en önemli bileşenlerinden biridir. Yoğurt jeli yapısı, κ -kazeinler ve denatüre peynir altı suyu proteinleri arasındaki pH düşmesi ve disülfür bağlanması yoluyla kazein kümeleşmesinin sonucunda oluşmaktadır (Sah vd., 2016). Yoğurdun dokusal ve reolojik özelliklerinin (jel elastikiyeti, sıklık ve iç yapışkanlığı, viskozite ve viskoelastisitesi) tüketici algısı üzerinde büyük payı vardır (Mortazavian, Rezaei ve Sohrabvandi, 2009). Bu çalışmada yapılan probiyotik yoğurtların tekstür profil analizlerinin parametreleri ve tanımları şu şekildedir (Basiri vd., 2018):

- Sıklık (Firmness): Sıklık, numunenin bir dış kuvvet uygulunana kadar deformasyona karşı gösterdiği direnç olarak ifade edilir. Birinci sıkıştırma sonunda elde edilen tepe kuvvetidir.
- Kıvam (Consistency): Kıvam bir maddenin akışkanlık durumunu açıklayan bir kavramdır. Elastikiyet, kohezyon, viskozite, yüzey gerilimi ve benzeri reolojik kavramları ifade etmektedir. Grafikte, eğrinin altında kalan alan bu değeri göstermektedir.
- İç yapışkanlık (Cohesiveness): Ürünün iç gövdesini oluşturan iç bağların gücüdür. İkinci sıkıştırma sırasında pozitif kuvvet alanının, birinci sıkıştırma sırasındaki alana oranı olarak ifade edilmektedir.
- Viskozite indeksi (Index of viscosity): Grafikte negatif bölgenin alanı viskozite indeksini vermektedir.

4.5.1. Sıklık (Firmness) (g)

Depolama süresince katkısız kontrol ve sebze püresi katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin sıklık (firmness) (g) değerlerine ait ortalamalar ile Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.22’de grafik ise Şekil 4.19’da verilmiştir.

Yoğurt örneklerini depolama süresince tespit edilen sıklık değeri en düşük depolamanın 1. gününde ıspanak katkılı yoğurtta (49,15 g), en yüksek ise depolamanın 14. gününde kontrol yoğurtta (220,11 g) değerinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.22. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince sıklık (firmness, g) değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	179,64±10,63 ^{A,b}	218,21±6,26 ^{Aa}	220,11±2,03 ^{A,a}
Brokoli	52,48±4,98 ^{B,b}	80,91±2,63 ^{B,a}	83,39±6,24 ^{B,a}
Ispanak	49,15±5,86 ^{B,c}	68,51±2,64 ^{C,b}	86,35±4,83 ^{B,a}

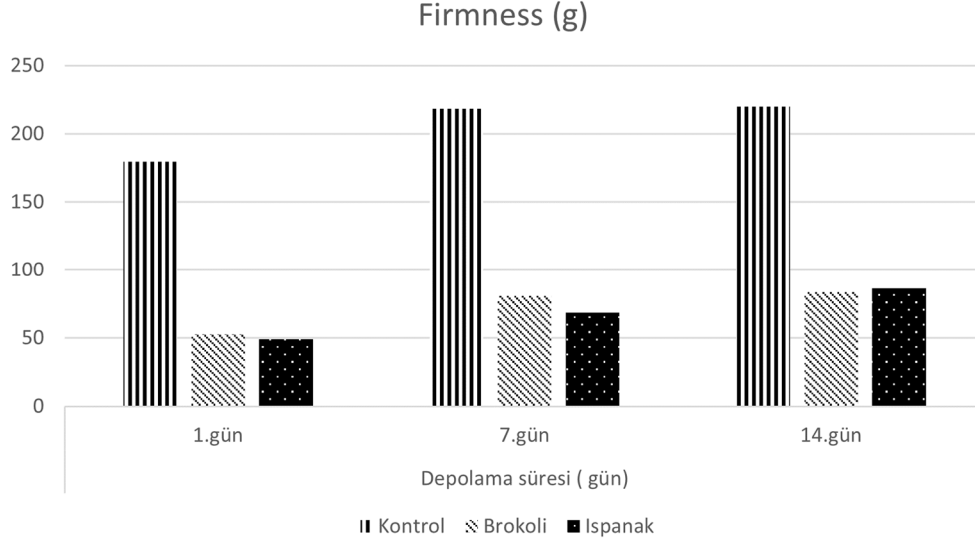
**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

Yoğurt örneklerini depolama süresince tespit edilen sıklık değeri en düşük depolamanın 1. gününde ıspanak katkılı yoğurtta (49,15 g), en yüksek ise depolamanın 14. gününde kontrol yoğurtta (220,11 g) değerinde belirlenmiştir.

Sıklık değeri katkısız kontrol yoğurtta, katkılı yoğurtlara (brokoli veya ıspanak) göre daha yüksek değer göstermiştir. Sebze püresi ilavesi yoğurtların sıklık değerlerinde düşmeye neden olmuştur. Genel olarak her üç yoğurt örneğinin sıklık değerleri depolama başından sonuna kadar düzenli bir artış görülmüştür (Şekil 4.19).

Katkısız kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin sıklık değerleri değişiminde ilave edilen sebze püresi çeşidi ve depolama süresinin etkisini belirlemek için verilen varyans analizine göre, 1.ve 14. günlerde brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtların birbirleri ile benzer sonuçlar verdiği, kontrol yoğurdundan farklı sonuçlar verdiği görülmüştür. Görülen bu değişim 1. ve 14. günlerde istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05). 7. gün değerlerinin incelenmesinde ise tüm yoğurt örneklerinin değerlerinin birbirlerinden farklı olduğu ve istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (p<0,05).



Şekil 4.19. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca sıklık (g) değerleri değişimi

Katkısız kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin sıklık değerleri değişiminde ilave edilen sebze püresi çeşidi ve depolama süresinin etkisini belirlemek için verilen varyans analizine göre, 1.ve 14. günlerde brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtların birbirleri ile benzer sonuçlar verdiği, kontrol yoğurdundan farklı sonuçlar verdiği görülmüştür. Görülen bu değişim 1. ve 14. günlerde istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$). 7. gün değerlerinin incelenmesinde ise tüm yoğurt örneklerinin değerlerinin birbirlerinden farklı olduğu ve istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan sebze püresi ilavesinin yoğurdu sıklık özelliği üzerinde etkili olduğu, fakat sebze püresi çeşitinin (ıspanak ve brokoli) yoğurt örneklerinin sıklık özelliği değerleri değişiminde etkili olmadığı görülmüştür.

Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin sıklık değerlerinin değişiminde depolama günleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4. 22), sıklık değerlerinin değişimi ıspanak ilaveli yoğurta depolamanın başından (1.gün) sonuna kadar (14.gün) istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Kontrol ve brokoli ilaveli yoğurtlarda ise 7. ve 14. günlerde benzer, 1. günlerde farklı sonuçlar tespit edilmiştir. Görülen bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).

Jovanovic vd. (2020) elma unu ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt çalışmalarında, yoğurtların sıklık değerlerinin 16,14-20,37 (g) arasında olduğunu bildirmişlerdir. Sah. vd.

(2016)'nın lif bakımından zengin ananas kabuğu takviyeli probiyotik yoğurt denemelerinde, yoğurtların sıklık değerleri 71,46-76,99 (g) aralığında çıkmıştır ve depolama boyunca sıklık değerlerinde artış olduğunu bildirmişlerdir. Demirci vd. (2019)'nın domates tozu takviyeli probiyotik yoğurt denemelerine ait sıklık değerleri 263,35-247,09 (g) arasında değişiklik göstermiştir. Bierzunska, Kaczynski ve Sokolinska (2016)'nın peynir altı suyu konsantresi ve yağsız süt tozu takviyeli yoğurt denemelerinde, yoğurtlara ait sıklık değerleri 40,06-107,61 (g) çıkmıştır ve depolama süresi boyunca bu değerlerde artış görülmüştür.

4.5.2. Kıvam (Consistency) (g. sn)

Depolama süresince katkısız kontrol ve sebze püresi katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin kıvam (consistency) (g. sn) değerlerine ait ortalamalar ile Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.23'de, sonuçlara ait grafik ise Şekil 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince kıvam (consistency) (g. sn) değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

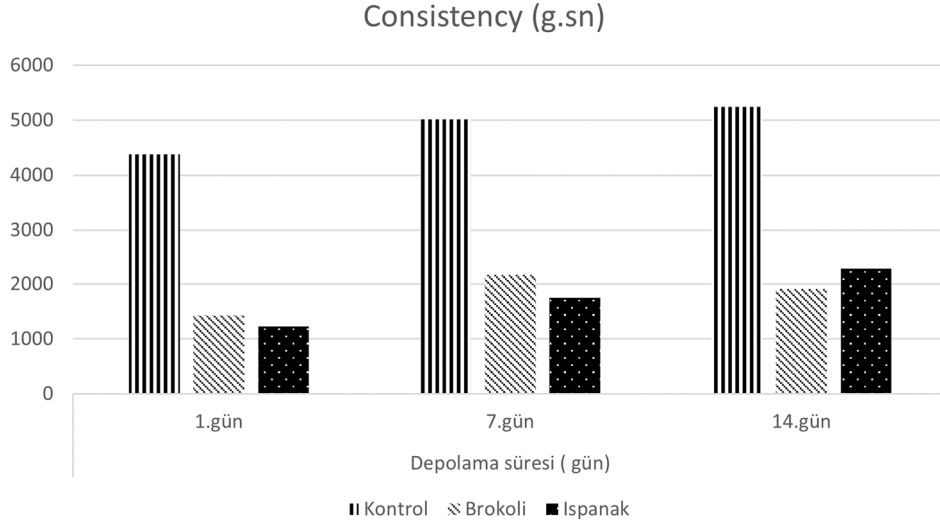
Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	4376,06±330,31 ^{A,a}	5015,58±537,76 ^{A,a}	5241,14±339,93 ^{A,a}
Brokoli	1430,01±198,05 ^{B,b}	2166,34±135,17 ^{B,a}	1908,32±263,92 ^{B,ab}
Ispanak	1230,87±286,33 ^{B,b}	1746,04±72,10 ^{B,b}	2284,57±224,20 ^{B,a}

**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

Yoğurt örneklerini depolama süresince tespit edilen en düşük kıvam değeri depolamanın 1. gününde ıspanak katkılı yoğurtta (1230,88 g), en yüksek ise depolamanın 14. gününde kontrol yoğurdunda (5241,14 g) belirlenmiştir.

Sebze püresi ilavesi kontrol örneğine göre, yoğurtların konsistens değerlerini düşürücü etkide bulunmuştur. Brokoli katkılı örneğin konsistens değerinde depolamanın 14. gününde azalma gözlenirken, kontrol yoğurdu ve ıspanak katkılı yoğurt örneğinin kıvam değerlerinde depolama başından sonuna kadar düzenli bir artış görülmüştür.



Şekil 4.20. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca kıvam (g. sn) değerleri değişimi

Kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin kıvam değerleri değişiminde ilave edilen sebze püresi çeşidi ve depolama süresinin etkisinde, depolama süresi boyunca tüm analiz günlerinde brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtların benzer sonuçlar verdiği ve bu sonuçların kontrol örneklerinden farklı olduğu saptanmıştır ($p<0,05$).

Probiyotik kontrol yoğurt örneğine göre probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan sebze püresi çeşidinin yoğurt örneklerinin kıvam değerleri değişiminde etkili olduğu görülmüş ancak sebze çeşitliliğinin konsistens içeriği değişiminde etkili olmadığı belirlenmiştir.

Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin kıvam değerlerinin değişiminde depolama günleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4. 23), kıvam değerlerinin değişimi, kontrol örneğinde tüm günlerin birbirleri ile benzer sonuçlar vermiştir ve istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Brokoli ilaveli yoğurtlarda 1. ve 7. gün değerleri birbirleri ile farklı, 14. gün değerleri ise bu iki güne benzer sonuçlar vermiştir. Ispanak ilaveli yoğurtlarda ise 1. ve 7. gün sonuçları birbirleri ile benzer, 14. gün değerleri farklı sonuçlar vermiştir. Görülen bu farklılık istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Bierzunska vd. (2016)'nın peynir altı suyu konsantresi ve yağsız süt tozu takviyeli yoğurt denemelerinde, yoğutlara ait kıvam değerleri 955,02-2718,49 (g.sn) çıkmıştır ve depolama süresi boyunca bu değerlerde artış görüldüğü bildirilmiştir.

4.5.3. İç yapışkanlık (Cohesiveness) (g)

Depolama süresince katkısız kontrol ve sebze püresi katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık (cohesiveness) (g) değerlerine ait ortalamalar ile Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.24'te, sonuçlara ait grafik ise Şekil 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince iç yapışkanlık (cohesiveness) (g) değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	-118,79±15,835 ^{A,b}	-138,83±3,369 ^{A,b}	-182,49±23,41 ^{A,a}
Brokoli	-45,45±4,026 ^{B,b}	-76,22±1,232 ^{B,a}	-74,9±7,96 ^{B,a}
Ispanak	-41,83±11,102 ^{B,b}	-65,62±2,964 ^{C,a}	-76,35±4,92 ^{B,a}

**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

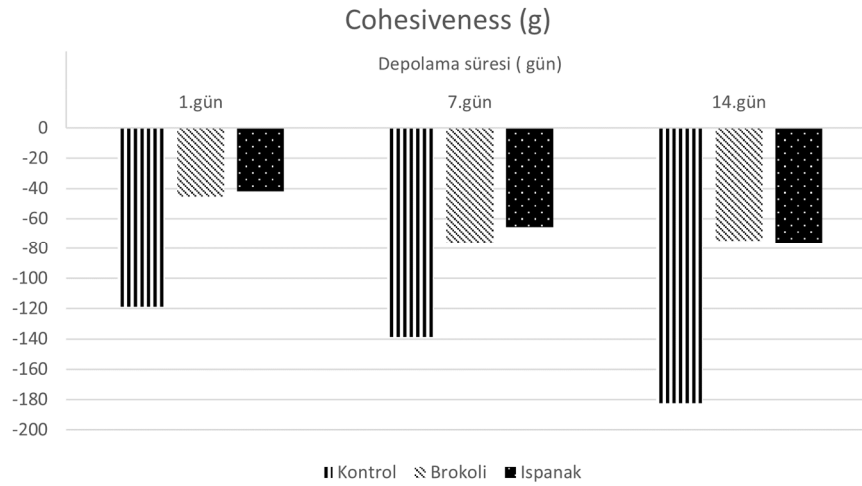
Yoğurt örneklerini depolama süresince tespit edilen en düşük iç yapışkanlık değeri depolamanın 1. gününde brokoli katkılı yoğurtta (-41,83 g), en yüksek ise depolamanın 14. gününde kontrol yoğurtta (-182,49 g) belirlenmiştir.

Genel olarak depolama süresince katkısız kontrol yoğurt ile ıspanak püresi ilaveli deneme yoğurt örnekleri iç yapışkanlık değerleri negatif yönde depolama süresince artış sergilerken, brokoli katkılı yoğurt 1. günden 7. güne negatif yönde artış 14. günde ise azalma değişimi göstermiştir. (Şekil 4.21).

Katkısız kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık değerleri değişiminde ilave edilen sebze püresi çeşidi ve depolama süresinin etkisi yapılan varyans analizine göre, 1. günde ve 14. günde brokoli ve ıspanak ilaveli yoğurtlar istatistiksel olarak birbirleri ile benzer sonuçlar vermiştir ve kontrol yoğurduna göre daha az iç yapışkanlık değerine sahiptir. 7. günde ise, yine en fazla iç

yapışkanlık değerine kontrol yoğurdu sahipken tüm yoğurt örnekleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Kontrol probiyotik yoğurt örneğine göre değerlendirildiğinde yoğurt üretiminde kullanılan sebze püresinin yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık değerleri değişimini azaltıcı yönde etkilediği, sebze çeşitlerinin (brokoli ve ıspanak) arasında ise değişimde etkili olmadığı görülmüştür.



Şekil 4.21. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca iç yapışkanlık (g) değerleri değişimi

Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin iç yapışkanlık değerlerinin değişiminde depolama günleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4. 24), iç yapışkanlık değerlerinin değişimi, kontrol yoğurdu için 1. ve 7. gün sonuçları istatistiksel olarak benzer çıkmıştır ve 14. gün sonuçları en yüksek değere sahiptir. Brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtlarda ise 1. gün, 7. ve 14. güne göre istatistiksel olarak farklı sonuçlar vermiştir ve bu farklılık $p<0,05$ düzeyindedir.

Jovanovic vd. (2020) elma unu ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt çalışmalarında, yoğurtların iç yapışkanlık değerlerinin 10,37-14,15 (g) arasında olduğunu bildirmişlerdir.

4.5.4. Viskozite indeksi (index of viscosity) (g. sn)

Depolama süresince katkısız kontrol ve sebze püresi katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite indeksi (g. sn) değerlerine ait ortalamalar ile Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları Çizelge 4.25'te, sonuçlara ait grafik ise Şekil 4.22'de verilmiştir

Yoğurt örneklerini depolama süresince tespit edilen en düşük viskozite indeksi değeri depolamanın 1. gününde ıspanak katkılı yoğurttaki (109,65 g. sn), en yüksek ise depolamanın 7. gününde kontrol yoğurttaki (250,88 g. sn) belirlenmiştir.

Genel olarak her üç yoğurt örneğinin viskozite indeksi değerleri depolama başından sonuna kadar düzenli bir artış ya da azalış göstermeyip, dalgalanmalar görülmüştür (Şekil 4.22).

Çizelge 4.25. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince viskozite indeksi (g. sn) değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	-221,75±34,03 ^{A,a}	-250,88±34,73 ^{A,a}	-227,45±22,61 ^{A,a}
Brokoli	-126,40±16,6 ^{B,b}	-198,43±4,30 ^{B,a}	-182,47±29,53 ^{A,a}
Ispanak	-109,64±33,45 ^{B,b}	-169,90±4,99 ^{B,a}	-198,85±16,25 ^{A,a}

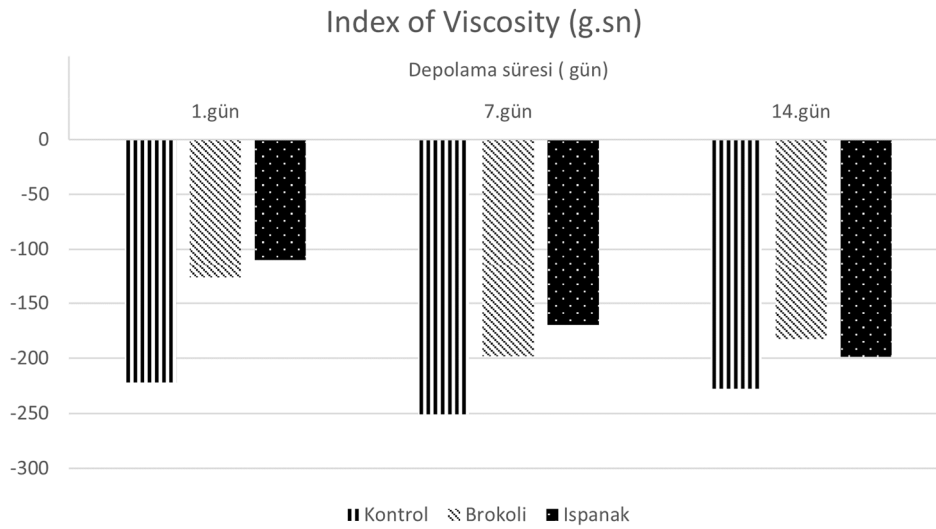
**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

Katkısız kontrol yoğurt ile brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite indeksi değerleri değişiminde ilave edilen sebze püresi çeşidi ve depolama süresinin etkisi yapılan varyans analizine göre, 1. ve 7. günde brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtlar birbirleri ile benzerlik göstermiştir. 1. ve 7. günün en yüksek değeri kontrol yoğurdunda tespit edilmiştir ve iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05). 14. günde tüm yoğurt örnekleri istatistiksel olarak birbirleri ile benzerlik göstermiştir (p>0,05).

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan sebze püresi çeşitinin yoğurt örneklerinin viskozite indeksi değerleri değişiminde etkili olduğu görülmüştür.

Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin viskozite indeksi değerlerinin değişiminde depolama günleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4. 25), viskozite indeksi değerlerinin değişimi, kontrol yoğurdunda tüm günler istatistiksel olarak birbirleri ile benzerlik göstermiştir ($p>0,05$). Brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtlarda ise 7. ve 14. gün değerleri birbirleri ile benzerlik göstermiştir ve 1. günden daha fazla viskozite indeksi değerine sahiptir.



Şekil 4.22. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca viskozite indeksi değerleri

Her bir yoğurdun depolama günleri arasında viskozite indeksi değerleri değişimindeki farklılığı belirlemek için yapılan Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonucuna göre (Çizelge 4.25), kontrol yoğurdu için depolamanın 1. gün, 7. gün ve 14. günlerde viskozite indeksi değerlerindeki değişim istatistiksel olarak $p>0,05$ düzeyinde önemsiz bulunmuştur. Brokoli katkılı ve ıspanak katkılı probiyotik yoğurdun kendi depolama günleri arasındaki viskozite indeksi değerleri değişimi 7. gün ve 14. günlerdeki farklılık istatistiksel olarak $p<0,05$ düzeyinde benzer, 1. günde ise farklı bulunmuştur.

Jovanovic vd. (2020) elma unu ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt çalışmalarında, yoğurtların viskozite indeksi değerlerinin 2,97-10,49 (g.sn) arasında olduğunu bildirmişlerdir.

4.6. Duyusal Analizler

Brokoli ve ıspanak ilaveli probiyotik yoğurt denemelerinde, yoğurtların duyu analizleri depolamanın 1., 7., ve 14. günlerinde 5 deneyimli, 5 deneyimsiz panelist tarafından değerlendirilmiştir. Panelistler probiyotik yoğurtları 1 (çok kötü) ile 5 (çok iyi) arasında

puanlayarak, görünüş, renk, ağızda kıvam, kaşıkla kıvam, koku ve tat kriterlerini değerlendirmiştir.

4.6.1. Görünüş Değerleri

Probiyotik yoğurt örneklerinin görünüş puanlarına ilişkin Duncan sonuçları Çizelge 4.26'da verilmiştir. Depolama süresince görünüş değerleri değişimlerine ait grafik ise Şekil 4.23'te verilmiştir.

Çizelge 4.26. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince görünüş değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

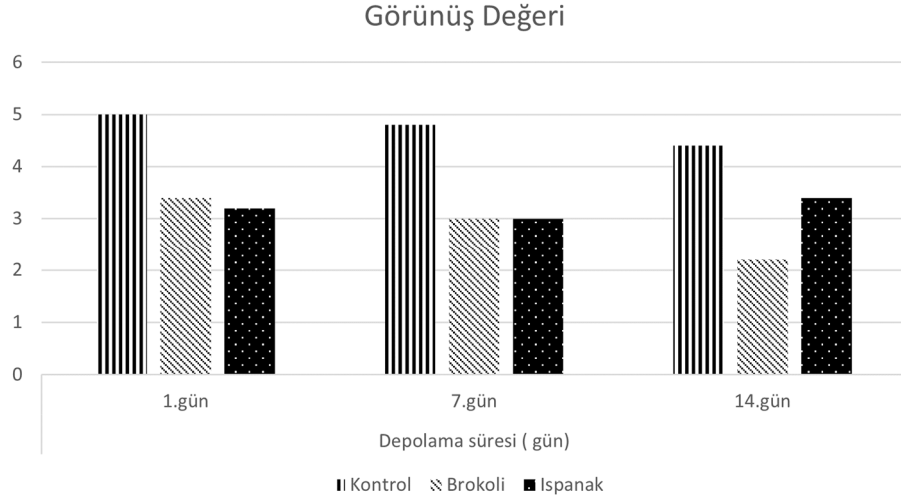
Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	5±0,00 ^{A,a}	4,8±0,44 ^{A,a}	4,4±0,54 ^{A,a}
Brokoli	3,4±0,89 ^{B,a}	3±1,41 ^{A,a}	2,2±0,83 ^{B,a}
Ispanak	3,2±0,83 ^{B,a}	3±1,22 ^{A,a}	3,4±0,54 ^{A,a}

**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

Yapılan duyu analizler sonucunda en düşük (2,2) görünüş değeri brokoli ilaveli yoğurdun 14. analiz gününde, en yüksek (5,0) görünüş değeri ise kontrol yoğurdunun 1. analiz gününde belirlenmiştir.

Panelistler, yoğurt örnekleri arasında depolama süresi boyunca kontrol yoğurduna kıyasla en çok ıspanak takviyeli yoğurdu kabul edilebilir düzeyde bulmuştur. Brokoli takviyeli probiyotik yoğurt örneklerinde ise, pütürlü yapıya sahip olmaları sebebiyle daha az beğenilmiştir ve depolama süresi boyunca duyu analiz değerlerinde düşüş yaşanmıştır.



Şekil 4.23. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca görünüş puanları

4.6.2. Renk

Probiyotik yoğurt örneklerinin görünüş puanlarına ilişkin Duncan sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir. Depolama süresince renk değerleri değişimlerine ait grafik ise Şekil 4.24’te verilmiştir.

Çizelge 4.27. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince renk değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

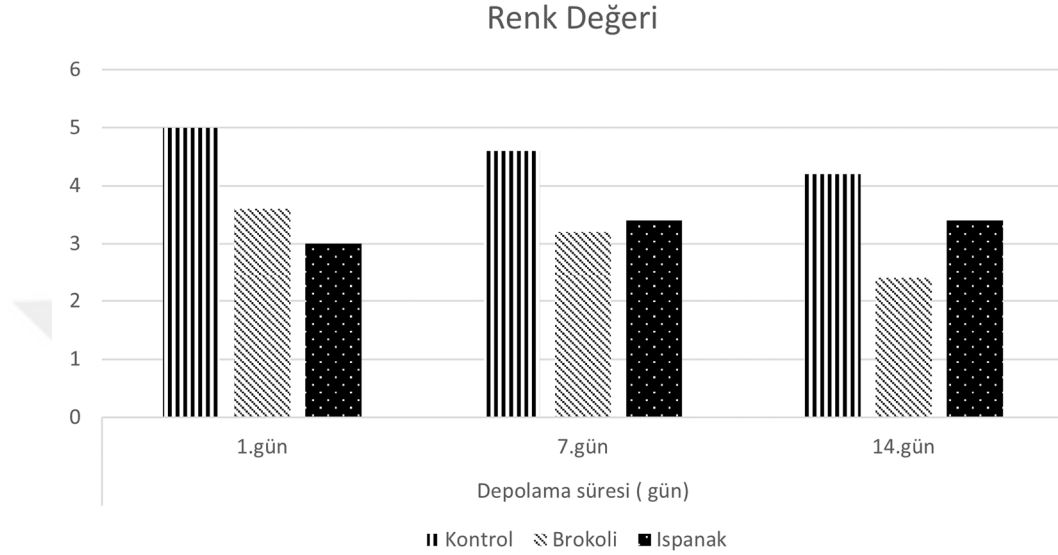
Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	5±0,00 ^{A,a}	4,6±0,5 ^{A,ab}	4,2±0,44 ^{A,,b}
Brokoli	3,6±0,89 ^{B,a}	3,2±1,30 ^{A,a}	2,4±0,54 ^{Ba}
Ispanak	3±0,70 ^{B,a}	3,4±1,34 ^{A,a}	3,4±0,54 ^{A,a}

*(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ($p < 0,05$)

*(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir ($p < 0,05$)

Yapılan çalışmalar sonucunda, renk değerlerinde en düşük (2,4) brokoli ilaveli yoğurt örneğinin 14. gün analiz sonucu, en yüksek (5,0) kontrol yoğurdunun 1. gün analiz sonucu belirlenmiştir.

Yoğurt örneklerinde depolama sürelerine bağlı olarak tüm örnekler arasındaki değişim sadece 1. ve 14. günde istatistiksel olarak farklı çıkmıştır. Örneklerin kendi aralarında depolamaya göre değişimleri de istatistiksel olarak önemsizdir ($p>0,05$). Panelistler, probiyotik yoğurt örneklerinin renk değerlerine, depolama süresi boyunca azalan puanlar vermişlerdir.



Şekil 4.24. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca renk puanları

4.6.3. Kaşıkla Kıvam Değerleri

Probiyotik yoğurt örneklerinin kaşıkla kıvam puanları ilişkin Duncan sonuçları Çizelge 4.28’de verilmiştir. Depolama süresince kaşıkla kıvam değerleri değişimlerine ait grafik ise Şekil 4.25’te verilmiştir.

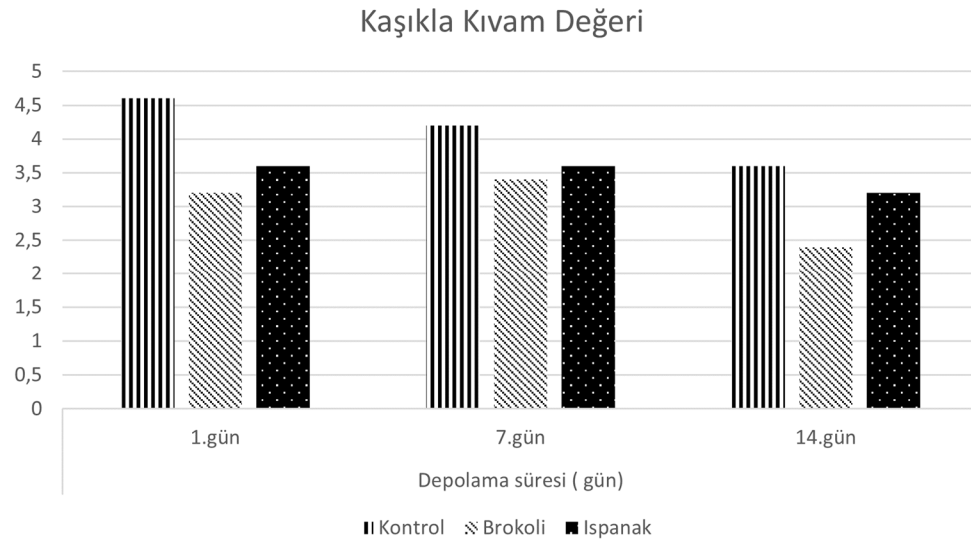
Yapılan duyu analizler sonucunda, kaşıkla kıvam değerleri en düşük (2,4) brokoli ilaveli yoğurdun 14. gününde belirlenirken, en yüksek (4,6) kontrol yoğurdunun 1. gününde belirlenmiştir. Örneklerin birbirleri ve kendi aralarındaki depolama sürelerine göre değişimleri arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiş, değişim önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Çizelge 4.28. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince kaşıkla kıvam değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	4,6±0,54 ^{A,a}	4,2±0,44 ^{A,a}	3,6±0,89 ^{A,a}
Brokoli	3,2±1,09 ^{B,a}	3,4±0,54 ^{A,a}	2,4±0,54 ^{B,a}
Ispanak	3,6±0,54 ^{AB,a}	3,6±0,54 ^{A,a}	3,2±0,44 ^{AB,a}

**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)*



Şekil 4.25. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca kaşıkla kıvam puanları

4.6.4. Ağızla Kıvam Değerleri

Probiyotik yoğurt örneklerinin ağızla kıvam puanlarına ilişkin Duncan sonuçları Çizelge 4.29'da verilmiştir. Depolama süresince ağızla kıvam değerleri değişimlerine ait grafik ise Şekil 4.26'da verilmiştir.

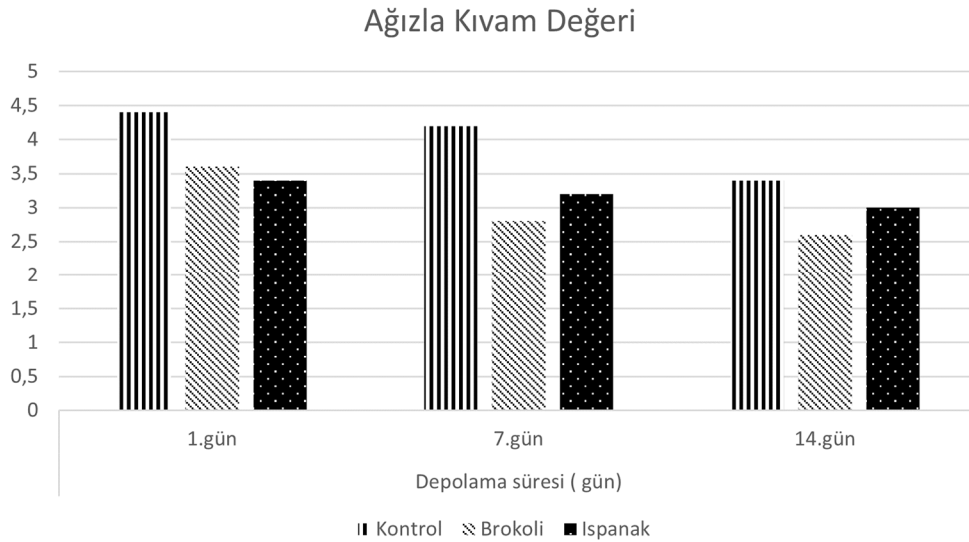
Çizelge 4.29. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince ağızla kıvam değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	4,4±0,54 ^{A,a}	4,2±0,44 ^{A,ab}	3,4±0,54 ^{B,a}
Brokoli	3,6±1,14 ^{A,a}	2,8±0,44 ^{B,a}	2,6±0,54 ^{A,a}
Ispanak	3,4±0,54 ^{A,a}	3,2±0,83 ^{A,ab}	3±0,70 ^{A,a}

*(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ($p < 0,05$)

*(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir ($p < 0,05$)

Yoğurt örneklerinde ağızla kıvam değerleri en düşük (2,6) brokoli ilaveli yoğurdun 14. gün analizinde belirlenirken, en yüksek (4,4) kontrol yoğurdunun 1. gün analizinde belirlenmiştir. Probiyotikli yoğurt örneklerinin kendileri arasında ve birbirleri arasındaki değişim depolama süresine bağlı olarak istatistiksel olarak ($p > 0,05$) önemsiz bulunmuştur.



Şekil 4.26. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca ağızla kıvam puanları

4.6.5. Koku Değerleri

Probiyotik yoğurt örneklerinin koku puanları ilişkin Duncan sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir. Depolama süresince koku değerleri değişimlerine ait grafik ise Şekil 4.27'de verilmiştir.

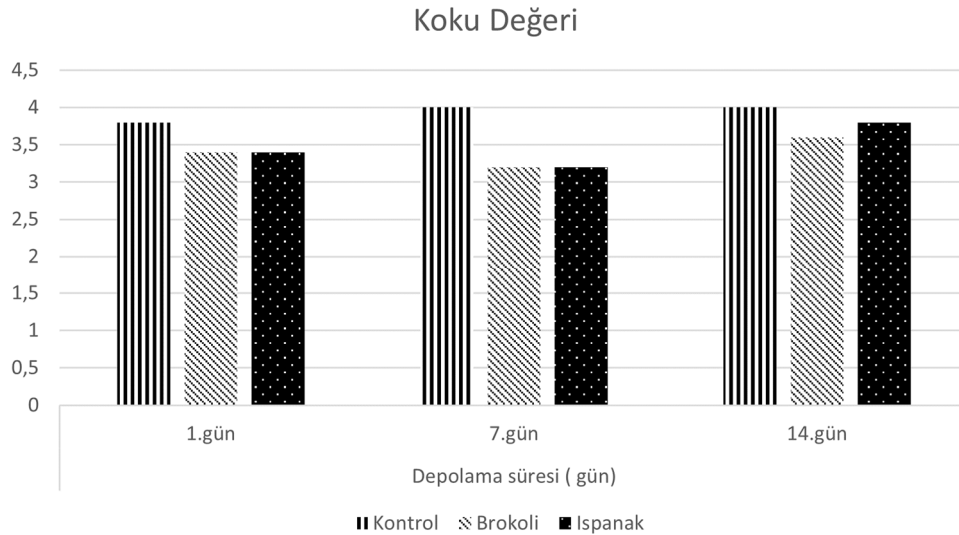
Çizelge 4.30. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince koku değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	3,8±0,83 ^{ns}	4±0,0 ^{ns}	4±0,70 ^{ns}
Brokoli	3,4±0,54 ^{ns}	3,2±0,83 ^{ns}	3,6±0,54 ^{ns}
Ispanak	3,4±0,54 ^{ns}	3,2±0,83 ^{ns}	3,8±0,44 ^{ns}

**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir (p<0,05)*

Yoğurt örneklerinde en düşük (3,2) koku değeri brokoli ilaveli ve ıspanak ilaveli yoğurtların 7. analiz gününde, en yüksek (4,0) koku değeri ise kontrol yoğurdunun 7. ve 14. analiz gününde belirlenmiştir. Probiyotikli yoğurt örneklerinin kendileri arasında ve birbirleri arasındaki değişim depolama süresine bağlı olarak istatistiksel olarak (p>0,05) önemsiz bulunmuştur. Panelistler, duyu analizi sonucunda üç yoğurt türünde de keskin bir koku olmadığını ve örnekler arasında farklı bir koku almadıklarını belirtmişlerdir.



Şekil 4.27. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca koku puanları

4.6.6. Tat Değerleri

Depolama süresince yoğurt örneklerinin tat puanları için yapılan varyans analizinde, yoğurt çeşidi ve depolama süresi farklılıklarına göre sonuç istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Probiyotik yoğurt örneklerinin tat puanlarına ilişkin Duncan sonuçları Çizelge 4.31’de verilmiştir. Depolama süresince tat değerleri değişimlerine ait grafik ise Şekil 4.28’de verilmiştir.

Yoğurt örneklerinin tat değerleri en düşük (2,0) brokoli ve ıspanak ilaveli yoğurtların 14. gününde belirlenirken, en yüksek (3,8) kontrol yoğurdunun 1. gününde belirlenmiştir. Probiyotikli yoğurt örneklerinin kendileri arasında ve birbirleri arasındaki değişim depolama süresine bağlı olarak istatistiksel olarak ($p>0,05$) önemsiz bulunmuştur.

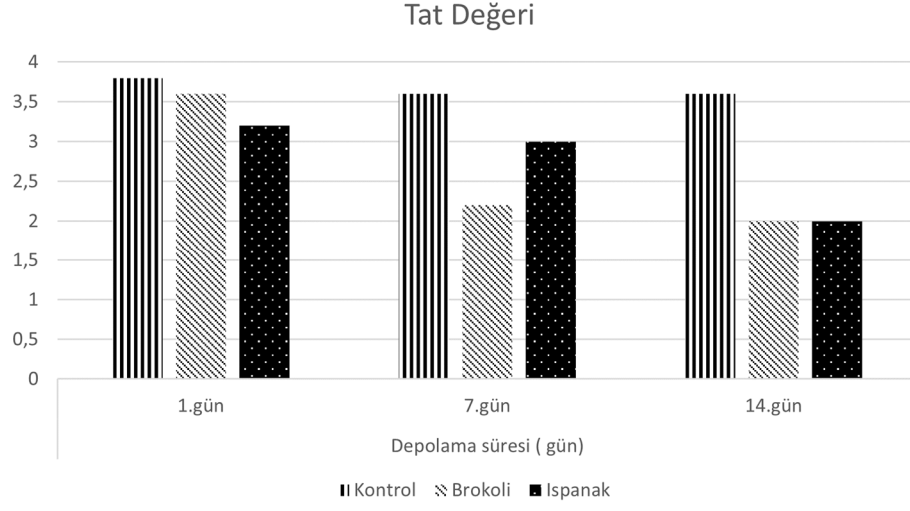
Çizelge 4.31. Brokoli ve ıspanak püresi ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurt depolama süresince tat değerlerine ait ortalama ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları

Yoğurt Örnekleri	Depolama süresi (gün)		
	1.gün	7.gün	14.gün
Kontrol	3,8±0,44 ^{A,a}	3,6±0,54 ^{A,a}	3,6±0,54 ^{A,a}
Brokoli	3,6±0,54 ^{A,a}	2,2±0,83 ^{A,b}	2±1 ^{B,b}
Ispanak	3,2±0,44 ^{A,a}	3±1,22 ^{A,a}	2±0,70 ^{B,a}

**(a,b,c) Aynı satır içindeki küçük harfler her bir yoğurt örneğinin depolama günleri arasındaki istatistiksel olarak farklılığını göstermektedir ($p<0,05$)*

**(A,B,C) Aynı sütun içindeki büyük harfler aynı depolama günlerinde yoğurt örnekleri arasındaki farklılığını göstermektedir ($p<0,05$)*

Panelistler tarafından yapılan duyuşal değerlendirmede, yoğurt örneklerinin tatları genel olarak beğenilmemiştir. Brokoli takviyeli ve ıspanak takviyeli yoğurt örneklerinin tadını karşılaştırmak gerekirse, panelistlerin yarısı brokoli takviyeli yoğurdu tercih ederken, diğer yarısı ıspanak takviyeli yoğurdu tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Genel olarak, satın alma potansiyeli açısından sebze takviyeli yoğurtlar yerine, alışımlı olan meyve takviyeli yoğurt tercih edeceklerini bildirmişlerdir.



Şekil 4.28. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca tat puanları

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda, inek sütüne %10 oranında brokoli ve ıspanak sebzelerinin püreleri ilavesi ile probiyotik (*B. animalis* ssp. *lactis* ve *L. acidophilus*) stirred tip yoğurtlar üretilmiş ve +4°C'de 14 gün süre ile depolanmıştır. Yoğurtların fizikokimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve duyuusal özelliklerinde meydana gelen değişiklikler araştırılmıştır.

Fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre prebiyotik olarak yoğurtlara ilave edilen brokolinin kuru madde, pH, titrasyon asitliği, kül, su aktivitesi, su tutma kapasitesi, serum ayrılması, antioksidan aktivite ve fenolik madde değerleri üzerine etkisi önemli düzeyde ($p<0,05$) bulunmuştur. Ispanak ilavesinin ise kuru madde, pH, titrasyon asitliği, kül, su tutma kapasitesi, serum ayrılması, antioksidan aktivite ve fenolik madde değerleri üzerine etkisi önemli düzeyde ($p<0,05$) bulunmuştur. Brokoli ve ıspanak ilavesi, yoğurtların yağ ve protein içeriklerinin düşmesine sebebiyet vermiştir. Brokoli ve ıspanak ilavesinin serum ayrılmasını, su tutma kapasitesini olumlu yönde geliştirdiği saptanmıştır. Antioksidan aktivite ve fenolik madde değerleri incelendiğinde, probiyotik yoğurtlara brokoli ilavesinin ıspanak ilavesine göre daha fazla yararları olduğu tespit edilmiştir.

Mikrobiyolojik analiz sonuçlarında, brokoli ve ıspanak ilavesinin probiyotik yoğurtlarda, kontrol yoğurduna göre *S. thermophilus* sayılarını arttırdığı gözlemlenmiştir. Depolamanın 1. gününde en yüksek *S. thermophilus* sayısı brokoli ilaveli yoğurtta (9,07 kob/g) belirlenirken, bunu depolamanın 1. gününde ıspanak ilaveli yoğurt (9,01 kob/g) takip etmiştir. Yoğurtlara brokoli ilavesinin *L. bulgaricus* bakterilerinin gelişmesinde etkisi görülmemişken ıspanak ilavesinin etkili olduğu tespit edilmiştir. *B. lactis* sayıları incelendiğinde, brokoli ilavesinin gelişmelerinde etkili olduğu görülürken, aynı etki ıspanak ilavesinde görülmemiştir. Tüm probiyotik yoğurt örneklerinde depolamaya bağlı olarak *B. lactis* sayılarında azalış görülüp, en fazla azalış gösteren ıspanak ilaveli probiyotik yoğurt örneği (14. gün, 4,51 kob/g) olmuştur. *L. acidophilus* sayılarına göre ıspanak ilaveli yoğurdun değerleri, brokoli ilaveli yoğurda göre daha yüksek çıkmıştır. Genel olarak bakıldığında, brokoli ilavesinin *B. lactis* gelişimine, ıspanak ilavesinin *L. acidophilus* gelişimine katkıda bulunduğu tespit edilmiştir.

Renk analizlerinde, L *, 0: siyah ve 100: beyaz olmak üzere aydınlığı, a* negatif (-) değerler yeşili ifade eder. b* değerinde ise pozitif (+) değerler sarılığı ifade etmektedir. Buna göre sonuçlar incelendiğinde, L* değerlerine göre brokoli ilaveli yoğurtlarda ıspanak ilaveli yoğurtlara göre beyaz renge daha yakındır. a* değerlerinde ıspanak ilaveli yoğurt brokoli ilaveli

yoğurda göre yeşile daha yakın, b* değerlerinde ise ıspanak ilaveli yoğurt brokoli ilaveli yoğurda göre sarıya daha yakın çıkmıştır.

Probiyotik yoğurt örneklerinin yağ asitlerinin belirlenmesinde, major yağ asitleri palmitik asit (C16:0), oleik asit (C18:1), miristik asit (C14:0) ve stearik asit (C18:0) olarak belirlenmiştir. Doymuş yağ asitleri (SFA), kontrol yoğurdunda ortalama %66,14-66,60, brokoli ilaveli yoğurtta ortalama %67,12-67,29, ıspanak ilaveli yoğurtta ortalama %66,84-67,99 aralığında bulunmuştur. Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA), kontrol yoğurdunda ortalama %27,47-28,1, brokoli ilaveli yoğurtta ortalama %26,96-28,05, ıspanak ilaveli yoğurtta ortalama %25,51-28,85 aralığında bulunmuştur. Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), kontrol yoğurdunda ortalama %2,97-3,11, brokoli ilaveli yoğurtta ortalama %3,12-3,18, ıspanak ilaveli yoğurtta ortalama %2,67-3,45 aralığında bulunmuştur.

Duyusal analiz sonuçlarına göre, panelistler genel kabul edilebilirlik olarak tüm probiyotik yoğurt örneklerini beğenmiştir. Görünüş değerlerine göre brokoli ilaveli yoğurt, renk değerlerine göre ıspanak ilaveli yoğurt, tat değerlerine göre ıspanak ilaveli yoğurt tercih edilmiştir. Koku değerleri incelendiğinde ise, yoğurt örnekleri arasında herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir. Kaşıkla kıvam ve ağızla kıvam değerleri de ıspanak ilaveli yoğurtta, brokoli ilaveli yoğurda göre daha fazla puan almıştır.

Araştırma kapsamında elde edilen veriler değerlendirildiğinde, biyoaktif bileşenler bakımından zengin brokoli ve ıspanağın, probiyotik kültürlü yoğurtlara ilavesinin doğal besleyici fonksiyonel bir gıda olarak üretilebileceği sonuca varılmıştır. Probiyotik yoğurt örnekleri tüm panelistler tarafından kabul edilebilir niteliklerde bulunmuştur. Probiyotik yoğurt örneklerinin tatlarının ve görünümünün geliştirilebilmesi için ilave bir ürün eklenebileceği düşünülmüştür. Brokoli ve ıspanak ilaveli yoğurtlarda daha fazla fenolik madde ve antioksidan aktivite saptamak için, sebzelerin daha farklı pişirme yöntemleri kullanılabileceği düşünülmüştür. Yoğurt örneklerinde kuru madde ve buna bağlı olarak tekstür özelliklerini iyileştirmek için, sebzelerin kuru madde içeriği fazla olan kısımları kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. %10 oranlarında ilave edilen brokoli ve ıspanak sebzeleri için, bu denemeden farklı olarak değişik oranlarda sebze ilaveleriyle denemeler yapıp, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerin nasıl değişeceği hakkında araştırma yapılabilir.

6. KAYNAKLAR

- Abdel-Hamid, M., Romeih, E., Huang, Z., Enomoto, T., Huang, L., ve Li, L. (2019). Bioactive properties of probiotic set-yogurt supplemented with *Siraitia grosvenorii* fruit extract. *Food Chemistry*, 125400.
- Ahmad, N., Manzoor, M. F., Shabbir, U., Ahmed, S., Ismail, T., Saeed, F., ... Hussain, S. (2019). Health lipid indices and physicochemical properties of dual fortified yogurt with extruded flaxseed omega fatty acids and fibers for hypercholesterolemic subjects. *Food Science & Nutrition*, 8(1), 273–280.
- Akalın, A. S., Tokuşoğlu, Ö., Gönç, S., ve Aycan, Ş. (2007). Occurrence of conjugated linoleic acid in probiotic yoghurts supplemented with fructooligosaccharide. *International Dairy Journal*, 17(9), 1089–1095.
- Anadon, A, Martínez-Larrañaga, M.R, Caballero, V., Castellano, V. (2010). Assessment of prebiotics and probiotics: An overview. in bioactive foods in promoting health: probiotics and prebiotics. Watson RR, Preedy VR. Academic Press, London, 19-41.
- AOAC, (1990). Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. USA.
- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis, (18th Edition)., Gaithersburg, USA.
- AOAC. (2012). Official Methods Of Analysis. Washington: association of official analytical chemists.
- Apostolidis, E., Kwon, Y.I., Shetty, K. (2007). Inhibitory potential of herb, fruit, and fungal-enriched cheese against key enzymes linked to type 2 diabetes and hypertension. , 8(1), 0–54.
- Baglatzi, L., Gavrili, S., Stamouli, K., Zachaki, S., Favre, L., Pecquet, S., ... Costalos, C. (2016). Effect of Infant Formula Containing a Low Dose of the Probiotic *Bifidobacterium lactis* CNCM I-3446 on Immune and Gut Functions in C-Section Delivered Babies: A Pilot Study. *Clinical Medicine Insights: Pediatrics*, 10, CMPed.S33096.
- Bai, M., Huang, T., Guo, S., Wang, Y., Wang, J., Kwok, L.-Y., ... Bilige, M. (2020). Probiotic *Lactobacillus casei* Zhang improved the properties of stirred yogurt. *Food Bioscience*, 100718.

- Barba, F. J., Nikmaram, N., Roohinejad, S., Khelfa, A., Zhu, Z., ve Koubaa, M. (2016). Bioavailability of Glucosinolates and Their Breakdown Products: Impact of Processing. *Frontiers in Nutrition*, 3.
- Basiri, S., Haidary, N., Shekarforoush, S. S., ve Niakousari, M. (2018). Flaxseed mucilage: A natural stabilizer in stirred yogurt. *Carbohydrate Polymers*, 187, 59–65.
- BeMiller, J. N. (2019). Cellulose and Cellulose-Based Hydrocolloids. *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists*, 223–240.
- Bibek, R. & Bhunia, A. (2016). *Fundamental Food Microbiology*, (5. Baskı), Nobel Yayınevi
- Bierzunska, P., Kaczynski, L., ve Sokolinska, D. (2016). Cohesiveness and firmness of fermented milk with an increased proportion of whey proteins.
- Boycheva, S., Mihaylova, G., Naydenova, N. ve Dimitrov, T. (2012). Amino acid and fatty acid content of yogurt supplemented with walnut and hazelnut pieces. *TRAKIA JOURNAL OF SCIENCES Trakia Journal of Sciences*, vol. 10, No 2, pp 17-25
- Bratcher, D. F. (2018). Other Gram-Positive Bacilli. *Principles and Practice of Pediatric Infectious Diseases*, 786–790.e4.
- Bueno, L., Silva, T.M.S., Perina, N.P., Bogsan, C., Oliveria, M.N. (2014). Addition of Strawberry, Raspberry and “Pitanga” Pulp Improves the Physical Properties of Symbiotic Yoghurts. *The Italian Association of Chemical Engineering*, vol.38
- Capela, P., Hay, T., ve Shah, N. (2006). Effect of cryoprotectants, prebiotics and microencapsulation on survival of probiotic organisms in yogurt and freeze-dried yogurt. *Food Research International*, 39, 203–211.
- Chandan, R. C., Gandhi, A., ve Shah, N. P. (2017). Yogurt. *Yogurt in Health and Disease Prevention*, 3–29.
- Cho, M. J., Howard, L. R., Prior, R. L., ve Morelock, T. (2008). Flavonoid content and antioxidant capacity of spinach genotypes determined by high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(6), 1099–1106.
- Corrieu, G., ve Beal, C. (2016). Yogurt: The Product and its Manufacture. *Encyclopedia of Food and Health*, 617–624.

- Coşkun, F. ve Dırıcan, L.K. (2019). Effects of pine honey on the physicochemical, microbiological and sensory properties of probiotic yoghurt. *Food Science and Technology*, 39(2).
- Costa, E. L. da, Alencar, N. M. M., Rullo, B. G. dos S., ve Taralo, R. L. (2017). Effect of green banana pulp on physicochemical and sensory properties of probiotic yoghurt. *Food Science and Technology*, 37(3), 363–368.
- Cueva, O., Kayanush, J., Aryana, (2008). Quality attributes of a heart healthy yogurt., 41(3), 0–544.
- Cui, L., Shang, S.K.C., Nannapaneni, R. (2021). Comparative studies on the effect of probiotic additions on the physicochemical and microbiological properties of yoghurt made from soymilk and cow’s milk during refrigeration storage. *Food Control* 119, 10747.
- Çağlayan, O., Çakmak, Y. S., Güler, G. O., Zengin, G., ve Aktümsek, A. (2014). Evaluation of Fatty Acid Compositions of Yogurts in Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 26(15), 4871–4874.
- da Silva Dias, J.C. ve Imai, S. (2017). Vegetables consumption and its benefits on diabetes. *Journal Nutrition Ther.* 6 (1), 1-10.
- De Moraes, E. C. (2016). Prebiotic Addition in Dairy Products. Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics, 37–46.
- De Oliveira, M.N. (2014). FERMENTED MILKS. Fermented Milks and Yogurt. *Encyclopedia of Food Microbiology*, 908–922.
- Delgado-Fernandez, P., Hernandez-Hernandez, O., Olano, A., Moreno, F. J., ve Corzo, N. (2019). Probiotic viability in yoghurts containing oligosaccharides derived from lactulose (OsLu) during fermentation and cold storage. *International Dairy Journal*, 104621.
- Demirci, T., Sert, D., Aktaş, K., Atik, D. S., Öztürk Negiş, H. İ., ve Akın, N. (2019). Influence of hot and cold break tomato powders on survival of probiotic *L. paracasei* subsp. *paracasei* F19, texture profile and antioxidative activity in set-type yoghurts. *LWT*, 108855.
- Dominguez, I. L., Azuara, E., Vernon-Carter, E. J., ve Beristain, C. I. (2007). Thermodynamic analysis of the effect of water activity on the stability of macadamia nut. *Journal of Food Engineering*, 81(3), 566, 571.

- Dominguez, L. J., ve Barbagallo, M. (2020). Dietary fiber intake and the Mediterranean population. *The Mediterranean Diet*, 257–265.
- Dönmez, O., Moğol, B., Gökmen, V. (2017). Syneresis and rheological behaviors of set yogurt containing green tea and green coffee powders. *Dairy Sci.* 100, 1–7
- Ehsani, C., Mortazavian, A.M., Humeyni, M., Nejad, A.G. (2015). Effects of artichoke (*cynara scolymus* L.) extract addition on microbiological and physico-chemical properties of probiotic yoğurt. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 4(6), 536-541.
- El- Samh, M.M.A., Sherein, A.A.D., Hessam, H.H. (2013). Properties and Antioxident Activity of Probiotic Yoghurt Flavored with Black Carrot, Pumpkin and Strawberry. *International Journal of Dairy Science*, 8 (2), Egypt. Evaluation and Sensory Properties. *Journal of The Society of Dairy Technology*, 49 (1).
- FAO, (2017). Available online: <http://www.fao.org/faostat> (accessed on 18 December 2017).
- Fadaei, V., Mohamadi-Alasti, F., ve Khosravi-Darani, K. (2019). Influence of *Spirulina platensis* powder on the starter culture viability in probiotic yoghurt containing spinach during cold storage. *European Journal of Experimental Biology*, 2013, 3(3):389-393
- Fazilah, N. F., Ariff, A. B., Khayat, M. E., Rios-Solis, L., ve Halim, M. (2018). Influence of probiotics, prebiotics, synbiotics and bioactive phytochemicals on the formulation of functional yogurt. *Journal of Functional Foods*, 48, 387–399.
- Felix da Silva, D., Junior, N. N. T., Gomes, R. G., dos Santos Pozza, M. S., Britten, M., ve Matumoto-Pintro, P. T. (2017). Physical, microbiological and rheological properties of probiotic yogurt supplemented with grape extract. *Journal of Food Science and Technology*, 54(6), 1608–1615.
- Fontecha, J., Calvo, M. V., Juarez, M., Gil, A., ve Martínez-Vizcaino V. (2019). Milk and Dairy Product Consumption and Cardiovascular Diseases: An Overview of Systematic Reviews and Meta-Analyses.
- Food Data Central, USDA (2018). <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170379/nutrients>
- Feng, J. (2004). Synergistic and antagonistic roles of the Sonic hedgehog N- and C-terminal lipids. *Development*, 131(17), 4357–4370.

- Fung, K. Y. C., Cosgrove, L., Lockett, T., Head, R., ve Topping, D. L. (2012). A review of the potential mechanisms for the lowering of colorectal oncogenesis by butyrate. *British Journal of Nutrition*, 108(05), 820–831.
- German J.C , Gibson R. , Krauss R.M. , Nestel P. , Lamarche B., Staveren W.A. ,Steijns J., Groot L., Adam L. Lock , Destailats F. (2009). A reappraisal of the impact of dairy foods and milk fat on cardiovascular disease risk.
- Ghasempour, Z., Javanmard, N., Langroodi, A. M., Alizadeh-Sani, M., Ehsani, A., ve Kia, E. M. (2020). Development of probiotic yogurt containing red beet extract and basil seed gum; techno-functional, microbial and sensorial characterization. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 101785.
- Glenn G. ve Roberfroid M. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *J. Nutr.* 1995;125:1401–1412
- Gliszczynska-Swiglo, A., Ciska, E., Pawlak-Lemańska, K., Chmielewski, J., Borkowski, T., ve Tyrakowska, B. (2006). Changes in the content of health-promoting compounds and antioxidant activity of broccoli after domestic processing. *Food Additives and Contaminants*, 23(11), 1088–1098.
- Grubb, C.D. ve Abel, S. (2006). Glucosinolate metabolism and its control. *Trends in Plant Science* 11 (2), 89-100
- Hageman, J. H. J., Danielsen, M., Nieuwenhuizen, A. G., Feitsma, A. L., ve Dalsgaard, T. K. (2019). Comparison of bovine milk fat and vegetable fat for infant formula: implications for infant health. *International Dairy Journal*.
- Harbourne, N., Jacquier, J. C., ve O’Riordan, D. (2011). Effects of addition of phenolic compounds on the acid gelation of milk. *International Dairy Journal*, 21(3), 185–191.
- Hashemi Gahruie, H., Eskandari, M. H., Mesbahi, G., ve Hanifpour, M. A. (2015). Scientific and technical aspects of yogurt fortification: A review. *Food Science and Human Wellness*, 4(1), 1–8.
- Hegazy, E.M., Ali, A.O., El-Sayed, H.S., Kassem, J.M. (2019). Quality Properties of Husk Tomato Juice and Its Impact in Stirred Probiotic Yogurt. *Asian Food Science Journal*. 7(2): 1-10,
- Hernsdorff, H. H. M., Barbosa, K. B. F., Volp, A. C. P., Puchau, B., Bressan, J., Zulet, M. A., ve Martinez, J. A. (2011). Vitamin C and fibre consumption from fruits and vegetables

- improves oxidative stress markers in healthy young adults. *British Journal of Nutrition*, 107(08), 1119–1127.
- Heydari, S., Mortazavian, A.M., Ehsani, M.R., Mohammadifar, M.A. ve Ezzatpanah, H. (2011). Biochemical, Microbiological And Sensory Characteristics Of Probiotic Yogurt Containing Various Prebiotic Compounds. *Italian Journal Food Science.*, vol. 23.
- Heydari, S., Hosseini, S. E., Mortazavian, A. M., ve Taheri, S. (2020). Biochemical, microbiological, and sensory properties of probiotic yogurt made from Iranian native strains compared to commercial strains. *Journal of Food Processing and Preservation*.
- Houghton, C. A., Fassett, R. G., ve Coombes, J. S. (2016). Sulforaphane and Other Nutrigenomic Nrf2 Activators: Can the Clinician's Expectation Be Matched by the Reality? *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016, 1–17.
- Howard, L. R., Pandjaitan, N., Morelock, T., ve Gil, M. I. (2002). Antioxidant Capacity and Phenolic Content of Spinach As Affected by Genetics and Growing Season. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(21), 5891–5896.
- Hui, S., Lihua, M., XueHong, C., Qiang, L., Yong, G. (2017). Study on technology and inoxidability of complex probiotics yogurt of kiwi fruit and jasmine flower. *China Dairy Industry*, Vol.45, No.6, pp.61-64, ref.13.
- IDF, (2018). The World Dairy Situation, Bulletin of the International Dairy Federation 484/2018 Brussels Belgium
- Illupapalayam, V. V., Smith, S. C., ve Gamlath, S. (2014). Consumer acceptability and antioxidant potential of probiotic-yogurt with spices. *LWT - Food Science and Technology*, 55(1), 255–262.
- Jahan, I. A., Mostafa, M., Nimmi, I., Hossain, M. H., Ahsan, M., ve Chowdhury, J. U. (2011). Chemical and Antioxidant Properties of Broccoli Growing in Bangladesh. *Dhaka University Journal of Pharmaceutical Sciences*, 9(1).
- Jensen, R.G. and Newburg, D. C. (1995). Bovine milk lipids. In Jensen, R. G. (Eds). *Handbook of Milk Composition*, pp. 543-575. San Diego/CF: Academic Press.
- Jensen, R.G., (2002.) Review: composition of bovine milk lipids. *Journal of Dairy Science* 85, 295–350.

- Jovanovic, M., Petrovic, M., Miocinovic, J., Zlatanovic, S., Lalicic Petronijevic, J., Mitic-Culafic, D., ve Gorjanovic, S. (2020). Bioactivity and Sensory Properties of Probiotic Yogurt Fortified with Apple Pomace Flour. *Foods*, 9(6), 763.
- Jung G., Prange, M. ve Schulz, M. (2016): Model simulation output data (CCSM3) related to uplift of Africa and Himalaya/Tibet Plateau and the influence on tropical African vegetation.
- Kaur Sidhu, M., Lyu, F., Sharkie, T. P., Ajlouni, S., ve Ranadheera, C. S. (2020). Probiotic Yogurt Fortified with Chickpea Flour: Physico-Chemical Properties and Probiotic Survival during Storage and Simulated Gastrointestinal Transit. *Foods*, 9(9), 1144.
- Kaur, R., Panwar, H., Mishra, S.K, Mishra, K.K. (2017). Yogurt: A Nature's Wonder for Mankind. *Intl. J. Food. Ferment.* 6(1): 57-69, June.
- Khan, I. T., Nadeem, M., Imran, M., Ullah, R., Ajmal, M., ve Jaspal, M. H. (2019). Antioxidant properties of Milk and dairy products: a comprehensive review of the current knowledge. *Lipids in Health and Disease*, 18(1).
- Khorshidian, N., Yousefi, M., ve Mortazavian, A. M. (2020). Fermented milk: The most popular probiotic food carrier. *Advances in Food and Nutrition*
- Kneifel, W., ve Domig, K. J. (2014). Probiotic Bacteria. *Encyclopedia of Food Microbiology*, 154–157.
- Kowaleski, J., Quast, L. B., Steffens, J., Lovato, F., Rodrigues dos Santos, L., Zambiasi da Silva, S., ... Felicetti, M. A. (2020). Functional yogurt with strawberries and chia seeds. *Food Bioscience*, 100726.
- Kumar, A., ve Kumar, D. (2015). Development of antioxidant rich fruit supplemented probiotic yogurts using free and microencapsulated *Lactobacillus rhamnosus* culture. *Journal of Food Science and Technology*, 53(1), 667–675.
- Kumar, S., ve Pandey, A. K. (2013). Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview. *The Scientific World Journal*, 2013, 1–16.
- Kumari, R., Singh, A., Yadav, A. N., Mishra, S., Sachan, A., ve Sachan, S. G. (2020). Probiotics, prebiotics, and synbiotics: Current status and future uses for human health. *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering*, 173–190.

- Latte, K.P., Appel, K.E., Lampen, A. (2011). Health benefits and possible risks of broccoli-an overview. *Food Chem. Toxicol.* 49(12), 3287-3309. Available from:
- Lim, E.-S. (2017). Preparation and functional properties of probiotic and oat-based synbiotic yogurts fermented with lactic acid bacteria. *Applied Biological Chemistry*, 61(1)
- Lindmark, M. (2001). Composition of Swedish dairy milk. *Report Nr 7025-P (In Swdsh)*, Swedish Dairy Association; 2003.
- Lucey, J. A. (2004). Cultured dairy products: an overview of their gelation and texture properties. *International Journal of Dairy Technology*, 57(2-3), 77–84.
- Maeda, N., Yoshida, H., ve Mizushina, Y. (2010). *Spinach and Health. Bioactive Foods in Promoting Health*, 393–405.
- Mazloomi, S. M., Shekarforoush, S. S., Ebrahimnejad, H. ve Sajedianfard, J. (2011). Effect of adding inulin on microbial and physico-chemical properties of low fat probiotic yoğurt. *Iranian Journal of Veterinary Research*, Shiraz University, Vol. 12, No. 2, Ser. No. 35
- Malau-Aduli, A.E.O., Siebert, B.D., Bottema, C.D.K., Pitchford, W.S. (1997). A comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. *Austr. J. Agric. Res.* 48, 715–722.
- Marand, A., Mahsa, A., Sajed, A. M., Roufegarinejad, M., L., Jafari, S., M. (2020). Fortification of yogurt with flaxseed powder and evaluation of its fatty acid profile, physicochemical, antioxidant, and sensory properties. *Powder Technology*, 359(), 76–84.
- Metin, M. (2016). Süt ve mamülleri analiz yöntemleri. E.Ü. Mühendislik Fakültesi Yayınları. No: 9 234 s, Bornova-İzmir
- Moreno, D. A., Carvajal, M., Lopez-Berenguer, C., ve García-Viguera, C. (2006). Chemical and biological characterisation of nutraceutical compounds of broccoli. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41(5), 1508–1522.
- Mortazavian, A. M., Rezaei, K., ve Sohrabvandi, S. (2009). Application of Advanced Instrumental Methods for Yogurt Analysis. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(2), 153–163.
- Muelas, R., de Olives, A.M., Romero, G., Diaz, J.R., Sayas-Barbera, M.E., Sendra, E. (2018). Evaluation of individual lactic acid bacteria for the fermentation of goat milk: Quality parameters. *LWT-Food Science and Technology*, 98: 506-514.

- Mullan, W. M. A. (2014). STARTER CULTURES, Importance of Selected Genera. *Encyclopedia of Food Microbiology*, 515–521.
- Murcia, M. A., Jimenez-Monreal, A. M., Gonzalez, J., ve Martinez-Tome, M. (2020). Spinach. Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables, 181–195.
- Nagraj, G.S., Chouksey, A., Jaiswal, S., ve Jaiswal, A. K. (2020). Broccoli. *Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables*, 5-17.
- Najgebauer-Lejko, D. (2014). Effect of green tea supplementation on the microbiological, antioxidant, and sensory properties of probiotic milks. *Dairy Science ve Technology*, 94(4), 327–339
- Najgebauer-Lejko, D., Grega, T., Tabaszewska, M. (2014). Yoghurts With Addition Of Selected Vegetables: Acidity, Antioxidant Properties And Sensory Quality. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 13(1) 2014, 35-42
- Najgebauer-Lejko, D., Grega, T., Tabaszewska, M. (2015). The Effect Of Addition Of Selected Vegetables On The Microbiological, Textural And Flavour Profile Properties Of Yoghurts. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 14(1) 2015, 45–53
- Nejad, J., Mohamadi Sani, A., ve Hojjatoleslami, M. (2014). Sensory acceptability and quality of flavored yogurt enriched with *Spinacia oleracea* extract. *Nutrition ve Food Science*, 44(3), 182–192.
- Ntambi, J. M. (1995). The regulation of stearoyl-CoA desaturase (SCD). *Progress in Lipid Research*, 34(2), 139–150.
- O’Connell, J. E., ve Fox, P. F. (2001). Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: a review. *International Dairy Journal*, 11(3), 103–120.
- Olszowy, M. (2019). What is responsible for antioxidant properties of polyphenolic compounds from plants? *Plant Physiology and Biochemistry*.
- Özcan, T., Yilmaz-Ersan, L., Akpınar-Bayazit, A., ve Delikanlı, B. (2016). Antioxidant properties of probiotic fermented milk supplemented with chestnut flour (*Castanea sativa* Mill). *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5),
- Parodi, P. (2004). Milk fat in human nutrition. *Australian Journal of Dairy Technology* 59: 3-59

- Paseephol, T., Small, D. M. ve Sherkat, F. (2008). Rheology and texture of set yogurt as affected by inulin addition. *Journal of Texture Studies*, 39(6), 617-634.
- Patrignani, F., D'Alessandro, M., Vannini, L., ve Lanciotti, R., (2020). Use of functional microbial starters and probiotics to improve functional compound availability in fermented dairy products and beverages. *Sustainability of the Food System*, 167–180.
- Podsdek, A. (2007). Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. *Institute of Technical Biochemistry, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Technical University of Lodz 90-924 Lodz , Stefanowskiego 4/10, Poland*
- Pop, O. L., Salanta, L.-C., Pop, C. R., Coldea, T., Socaci, S. A., Suharoschi, R., ve Vodnar, D. C. (2019). Prebiotics and Dairy Applications. *Dietary Fiber: Properties, Recovery, and Applications*, 247–277. -3
- Prasanna, P. H. P., Grandison, A. S., ve Charalampopoulos, D. (2013). Microbiological, chemical and rheological properties of low fat set yoghurt produced with exopolysaccharide (EPS) producing Bifidobacterium strains. *Food Research International*, 51(1), 15–22. Research, 149: 154-162.
- Roberts, J. L., ve Moreau, R. (2016). Functional properties of spinach (*Spinacia oleracea L.*) phytochemicals and bioactives. *Food & Function*, 7(8), 3337–3353.
- Robinson, R. K., ve Itsaranuwat, P. (2005). The Microbiology of Concentrated and Dried Milks. *Dairy Microbiology Handbook*, 175–211.
- Rochfort, S. J., ve Jones, R. (2011). Glucosinolate Phytochemicals from Broccoli (*Brassica oleracea L. var. botrytis L.*) Seeds and Their Potential Health Effects. *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*, 253–261.
- Rodriguez, E.B., Flavier, M.E., Rodriguez-Amaya, D.B. ve Amaya-Jarjan, J. (2006). Phytochemicals and functional foods. *Current situation and prospect for developing countries*.
- Rodriguez, I.G, Gaspar, P., Sanchez, B., Gueimonde, M., Margolles A. ve Neves A.R (2013). Catabolism of Glucose and Lactose in *Bifidobacterium animalis subsp. lactis*, Studied by ¹³C Nuclear Magnetic Resonance. *Appl. Environ. Microbiol.* 2013, 79(24):7628.
- Roughani A., ve Miri, S.M. (2019). Spinach: An important green leafy vegetable and medicinal herb. *The 2nd International Conference on Medicinal Plants, Organic Farming, Natural and Pharmaceutical Ingredients*.

- Sah, B. N. P., Vasiljevic, T., McKechnie, S., ve Donkor, O. N. (2016). Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 978–986.
- Salminen, S., Kenifel, W., ve Ouwehand, A. C. (2011). Bacteria, Beneficial. Probiotics, Applications in Dairy Products. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 412–419.
- Salehi, M., Ghorbani, M., Mahoonk, A.S, Khomeiri, M. (2021). Physicochemical, antioxidant and sensory properties of yogurt fortified with common purslane (*Portulaca oleracea*) extract. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15:4288–4296
- Samkova, E., Spicka, J., Pesek, M., Pelikanova T. ve Hanus, O. (2012). Animal factors affecting fatty acid composition of cow milk fat: A review. *South African Journal of Animal Science*, Vol (42), No (2).
- Sarvari, F., Mortazavian, A.M., Fazeli, M.R. (2014). Biochemical Characteristics and Viability of Probiotic and Yogurt Bacteria in Yogurt during the Fermentation and Refrigerated Storage. *Applied Food Biotechnology*, 1(1): 55-61
- Scibisz, I, Ziarno, M, ve Mitek, M. (2019). Color stability of fruit yogurt during storage. *Journal Food Sci Technol*.
- Secchiari, P., Antongiovanni, M., Mele, M., Serra, A., Buccioni, A., Ferruzzi, G., ... Petacchi, F. (2003). Effect of kind of dietary fat on the quality of milk fat from Italian Friesian cows. *Livestock Production Science*, 83(1), 43–52.
- Serafeimidou, A., Zlatanov, S., Laskaridis, K., ve Sagredos, A. (2012). Chemical characteristics, fatty acid composition and conjugated linoleic acid (CLA) content of traditional Greek yogurts. *Food Chemistry*, 134(4), 1839–1846.
- Shafiei, Y. (2018). Probiotic and Synbiotic Yogurt Production Using Free or Alginate/Resistant Starch Microencapsulated *Lactobacillus plantarum*. *Role of Materials Science in Food Bioengineering*, 301–328.
- Shahidi, F., ve Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review. *Journal of Functional Foods*, 18, 820–897.
- Shori, A. B., Baba, A. S., ve Muniandy, P. (2019). Potential Health-Promoting Effects of Probiotics in Dairy Beverages. Value-Added Ingredients and Enrichments of Beverages, 173–204.

- Singleton, V. ve Rossi, J., (1965). Colorimetry of Total Phenolic Compounds with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Singleton, V. L. (1999). Oxidants and Antioxidants Part A Volume 299. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent., 152–178.
- Sodini, I., Remeuf, F., Haddad, S., ve Corrieu, G. (2004). The Relative Effect of Milk Base, Starter, and Process on Yogurt Texture: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(2), 113-137.
- Sohail, A., Turner, M. S., Coombes, A., ve Bhandari, B. (2012). The Viability of *Lactobacillus rhamnosus* GG and *Lactobacillus acidophilus* NCFM Following Double Encapsulation in Alginate and Maltodextrin. *Food and Bioprocess Technology*, 6(10), 2763–2769.
- Soni, R., Jain, N. K., Shah, V., Soni, J., Suthar, D., ve Gohel, P. (2020). Development of probiotic yogurt: effect of strain combination on nutritional, rheological, organoleptic and probiotic properties. *Journal of Food Science and Technology*.
- Stanley, G. (2003). CHEESES, Starter Cultures Employed in Cheese-making. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 1051–1056.
- Surono, I.S. (2011). Fermented Milks, Starter Cultures. *Encyclopedia of Dairy Sciences, Second Edition*, vol. 2, pp. 477–482. San Diego: Academic Press.
- Şat, İ. ve Öz, Ö. (2015). Haşlatma ve Kurutmanın Bazı Sebzelerin Bilişimi Üzerine Etkisi. *Adıyaman Üniversitesi Araştırma Makalesi Dergisi*, 54-62.
- Tamime, A. Y., Barrantes, E., Sword, A. M. (1996). The effect of starch based fat substitutes on the microstructure of set-style yogurt made from reconstituted skimmed milk powder., 49(1), 1–10.
- Thakur, M., Singh, K., ve Khedkar, R. (2020). Phytochemicals. Functional and Preservative Properties of Phytochemicals, 341–361.
- Tizghadam, P., Roufegari-nejad, L., Asefi, N., ve Jafarian Asl, P. (2021). Physicochemical characteristics and antioxidant capacity of set yogurt fortified with dill (*Anethum graveolens*) extract. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(4), 3088–3095.

- Torriani, S., Gadrini, F., Elisabetta-Guerzoni, M. and Dellaglio, F. (1996). Use of response surface methodology to evaluate some variables affecting the growth and acidification characteristics of yoghurt cultures. *Int. Dairy Journal*, 6, 625-636.
- Uriot, O., Denis, S., Junjua, M., Roussel, Y., Dary-Mourot, A., ve Blanquet-Diot, S. (2017). *Streptococcus thermophilus* : From yogurt starter to a new promising probiotic candidate? *Journal of Functional Foods*, 37, 74–89.
- Vasanthi, H., Mukherjee, S., ve Das, D. (2009). Potential Health Benefits of Broccoli- A Chemico-Biological Overview. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*, 9(6), 749–759.
- Vazquez, C. V., Rojas, M. G. V., Ramirez, C. A., Chavez-Servin, J. L., Garcia-Gasca, T., Ferriz Martinez, R. A., ... de la Torre Carbot, K. (2015). Total phenolic compounds in milk from different species. Design of an extraction technique for quantification using the Folin–Ciocalteu method. *Food Chemistry*, 176, 480–486.
- Vianna, F.S., Canto, A.C., da Costa-Lima, B.R., Salim, A.P.A., Costa, M.P., Balthazar, C.F. (2017) Development of new probiotic yogurt with a mixture of cow and sheep milk: effects on physicochemical, textural and sensory analysis. *Small Ruminant Research* 149: 154–162.
- Wang, C., Zheng, H., Liu, T., Wang, D., ve Guo, M. (2017). Physicochemical Properties and Probiotic Survivability of Symbiotic Corn-Based Yogurt-Like Product. *Journal of Food Science*, 82(9), 2142–2150.
- Williams, C. M. (2000). Dietary fatty acids and human health. *Annales de Zootechnie*, 49(3), 165–180.
- Wrolstad, R.E. ve Smith, D.E. (2017). Color Analysis, *Food Analysis* pp 545-555
- Xu, B., ve Chang, S. K. C. (2010). Phenolic Substance Characterization and Chemical and Cell-Based Antioxidant Activities of 11 Lentils Grown in the Northern United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(3), 1509–1517.
- Yeganehzad, S., Mazaheri, M. T., ve Shahidi, F. (2007). Studying Microbial, Physicochemical and Sensory Properties of Directly Concentrated Probiotic Yoghurt. *African Journal of Agricultural Research*, 2(8):366-369.
- Yu, C. (2015). Natural Textile Fibres. *Textiles and Fashion*, 29–56.

- Zainoldin, K.H., Baba, A.S., (2009). The Effect of *Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus* on Physicochemical, Proteolysis, and Antioxidant Activity in Yogurt. *World Academy of Science, Engineering and Technology* Vol:3 2009-12-27
- Zhang, D. ve Hamauzu, Y. (2004). Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Sciences of Functional Foods*, Graduate School of Agriculture, Shinshu University, 8304 Minami-minowa, Kami-ina, Nagano 399-4598, Japan.
- Zirnstein, G., ve Hutkins, R. (1999). STREPTOCOCCUS, *Streptococcus thermophilus*. *Encyclopedia of Food Microbiology*, 2127–2133.

