



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GIDA MÜHENDİSLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**FARKLI ORANLARDA KULLANILAN PREBİYOTİK
İLAVESİNİN PROBİYOTİK YOĞURTLARIN FİZİKOKİMYASAL,
MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE VE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE
ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ceren ATILGAN

Danışman: Doç. Dr. Şeniz KARABIYIKLI ÇİÇEK

TOKAT- 2023



**Bu tez çalışması;
Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeler Birimi
tarafından 2021/51 nolu proje ile desteklenmiştir.**

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Şeniz KARABIYIKLI ÇİÇEK danışmanlığında hazırlamış olduğum “Farklı Oranlarda Kullanılan Prebiyotik İlavesinin Probiyotik Yoğurtların Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik Özellikleri ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

20/01/2023

Ceren ATILGAN

JÜRİ KABUL VE ONAY

Ceren ATILGAN tarafından hazırlanan “**Farklı Oranlarda Kullanılan Prebiyotik İlavesinin Probiyotik Yoğurtların Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik Özellikleri ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 20.01.2023 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)

İmzası

Üye (Başkan) : Doç. Dr. Şeniz KARABIYIKLI ÇİÇEK

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Melike DEMİRKOL

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Nilgün ÖNCÜL

.....

ONAY

...../...../.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ÖZET

FARKLI ORANLARDA KULLANILAN PREBİYOTİK İLAVESİNİN PROBİYOTİK YOĞURTLARIN FİZİKOKİMYASAL, MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİNE VE RAF ÖMRÜ ÜZERİNE ETKİSİ

Atılğan, Ceren

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Şeniz Karabıyıklı Çiçek

Ocak 2023, xx + 168 sayfa

Bu çalışmada farklı prebiyotikler (havuç lifi, bezelye lifi, inülin ve kinoa unu) ve farklı konsantrasyonlar (%0 (kontrol), %0.5, %1.0, %3.0, %5.0) kullanılarak üretilmiş olan probiyotik yoğurtların, depolamanın 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerinde fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri araştırılmıştır. Bu çalışma ile çeşitli prebiyotik kaynaklar ile zenginleştirilmiş ve probiyotik ilaveli yoğurdun kalite kriterleri incelenmiş ve yeni geliştirilmiş olan bu fonksiyonel yoğurdun mikrobiyolojik olarak kalitesine bakılarak, raf ömrü üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Bu tez çalışmasında mikrobiyal floranın belirlenmesi amacıyla toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), küf maya (K&M) ve laktik asit bakteri (LAB) analizleri yapılmıştır. Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda fermantasyon öncesi örnek tiplerinin ve farklı konsantrasyonların TMAB ve K&M sayısına etkisi olmamıştır. Fiziko-kimyasal analizler sonucunda ise havuç lifi, bezelye lifi, inülin ve kinoa unu katkı probiyotik yoğurtlarda fermantasyon öncesi sonuçları pH değerleri 5.13 ± 0.00 ile 5.56 ± 0.01 ; renk değerleri L^* 80.98 ± 0.44 ile 85.87 ± 0.95 ; a^* (-3.89 ± 0.04) ile (-1.24 ± 0.03) ; b^* 8.25 ± 0.14 ile 11.57 ± 0.19 ; aw tüm örneklerde 0.990 ± 0.00 ile 0.994 ± 0.00 ; % titrasyon asitliği (laktik asit cinsinden) 0.22 ± 0.01 ile 0.31 ± 0.01 aralığında tespit edilmiştir. LAB sayısının havuç lifi, bezelye lifi, inülin ve kinoa unu katkı probiyotik yoğurtlarda fermantasyon sonrası sonuçları sırasıyla 3.60 ± 0.01 ile 9.14 ± 0.03 log kob/g, 4.76 ± 0.05 ile 9.29 ± 0.08 log kob/g, 4.69 ± 0.04 ile 9.66 ± 0.02 log kob/g, 4.84 ± 0.03 ile 9.69 ± 0.05 log kob/g arasında değiştiği tespit edilmiştir. Fiziko-kimyasal analizler sonucunda ise havuç lifi, bezelye lifi, inülin ve kinoa unu katkı probiyotik yoğurtlarda fermantasyon sonrası sırasıyla pH 3.98 ± 0.00 ile 4.65 ± 0.00 , 4.07 ± 0.01 ile 4.64 ± 0.00 , 3.95 ± 0.00 ile 4.66 ± 0.01 , 3.83 ± 0.00 ile 4.68 ± 0.01 ; % titrasyon asitliği (laktik asit cinsinden) 0.72 ± 0.00 ile 1.25 ± 0.00 , 0.72 ± 0.00 ile 0.98 ± 0.00 , 0.70 ± 0.00 ile 0.88 ± 0.00 , 0.72 ± 0.00 ile 1.23 ± 0.00 ; renk değerleri L^* 77.00 ± 1.09 ile 87.66 ± 0.42 , 77.51 ± 0.28 ile 86.89 ± 0.35 , 78.41 ± 0.19 ile 86.61 ± 0.30 , 76.36 ± 0.94 ile 86.97 ± 0.07 ; a^* (-4.84 ± 0.04) ile (3.79 ± 0.15) , (-5.68 ± 0.28) ile (-2.36 ± 0.33) , (-5.24 ± 0.08) ile (-2.21 ± 0.02) , (-4.39 ± 0.09) ile (-1.61 ± 0.99) ; b^* 8.25 ± 0.15 ile 10.36 ± 0.02 , 8.53 ± 0.38 ile 11.50 ± 0.05 , 8.89 ± 0.34 ile 11.30 ± 0.12 , 9.09 ± 0.01 ile 12.74 ± 0.13 ; aw değerleri 0.971 ± 0.00 ile 0.975 ± 0.00 , 0.970 ± 0.00 ile 0.975 ± 0.00 , 0.969 ± 0.00 ile 0.977 ± 0.00 , 0.967 ± 0.00 ile 0.978 ± 0.00 aralığında tespit edilmiştir. Sonuç olarak, elde

edilen verilere göre prebiyotik kullanılarak üretilen probiyotik yoğurtların mikrobiyal kalitesinin ve fizikokimyasal kriterlerinin olumlu olduğu ve raf ömrüne katkı sağlandığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yoğurt, Probiyotik, Prebiyotik, Raf Ömrü



ABSTRACT

EFFECT OF PREBIOTIC ADDITION USED AT DIFFERENT RATIOS ON PHYSICCHEMICAL, MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS AND SHELF LIFE OF PROBIOTIC YOGURTS

Atılğan, Ceren

Master's Thesis, Department of Food Engineering

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Şeniz Karabıyıklı Çiçek

January, xx +168 pages

In this study, physicochemical and microbiological properties of probiotic yogurts produced using different prebiotics (carrot fiber, pea fiber, inulin and quinoa flour) add different concentrations (0% (control), 0.5%, 1.0%, 3.0%, 5.0%) were investigated on the 1st, 7th, 10th, 14th, 21st, 28th, 35th, 42nd and 50th days. In this study, the quality criteria of probiotic added yogurt enriched with various prebiotic sources were examined and the effect on the shelf life of this newly developed functional yoghurt was determined by its microbiological quality. In this thesis study, total mesophilic aerobic bacteria (TMAB), mold yeast (M&Y) and lactic acid bacteria (LAB) analyzes were performed to determine the initial microflora. As a result of the microbiological analyzes, sample types and different concentrations before fermentation had no effect on the number of TMAB and M&Y. As a result of the physico-chemical analyzes of probiotic yoghurts with carrot fiber, pea fiber, inulin and quinoa flour before fermentation; pH values were between 5.13 ± 0.00 and 5.56 ± 0.01 , respectively; color values were between for L^* values 80.98 ± 0.44 and 85.87 ± 0.95 , for a^* values (-3.89 ± 0.04) and (-1.24 ± 0.03) ; aw values were between 0.990 ± 0.00 and 0.994 ± 0.00 in all samples, and titratable acidity % (lactic acid) was determined in the range of 0.22 ± 0.01 and 0.31 ± 0.01 , respectively. The results of the LAB counts after fermentation in probiotic yogurts supplemented with carrot fiber, pea fiber, inulin and quinoa flour were between 3.60 ± 0.01 and 9.14 ± 0.03 log cfu/g, 4.76 ± 0.05 and 9.29 ± 0.08 log cfu/g, 4.69 ± 0.04 and 9.66 ± 0.02 cfu/g, 4.84 ± 0.03 and 9.69 ± 0.05 log cfu/g, respectively. As a result of the physico-chemical analyzes of probiotic yogurts with carrot fiber, pea fiber, inulin and quinoa flour added, after fermentation, pH: 3.98 ± 0.00 and 4.65 ± 0.00 , 4.07 ± 0.01 and 4.64 ± 0.00 , 3.95 ± 0.00 and 4.66 ± 0.01 , 3.83 ± 0.00 and 4.68 ± 0.01 ; titratable acidity % (lactic acid): $0.72 \pm 0.00\%$ to 1.25 ± 0.00 , $0.72 \pm 0.00\%$ to 0.98 ± 0.00 , $0.70 \pm 0.00\%$ to 0.88 ± 0.00 , $0.72 \pm 0.00\%$ to 1.23 ± 0.00 ; color values: L^* 77.00 ± 1.09 to 87.66 ± 0.42 , 77.51 ± 0.28 to 86.89 ± 0.35 , 78.41 ± 0.19 to 86.61 ± 0.30 , 76.36 ± 0.94 to 86.97 ± 0.07 ; a^* (-4.84 ± 0.04) to (3.79 ± 0.15) , (-5.68 ± 0.28) to (-2.36 ± 0.33) , (-5.24 ± 0.08) to (-2.21 ± 0.02) , (-4.39 ± 0.09) to (-1.61 ± 0.99) ; b^* 8.25 ± 0.15 to 10.36 ± 0.02 , 8.53 ± 0.38 to 11.50 ± 0.05 , 8.89 ± 0.34 to 11.30 ± 0.12 , 9.09 ± 0.01 to 12.74 ± 0.13 ; aw values ranged from 0.971 ± 0.00 to 0.975 ± 0.00 , 0.970 ± 0.00 to 0.975 ± 0.00 , 0.969 ± 0.00 to 0.977 ± 0.00 , 0.967 ± 0.00 to 0.978 ± 0.00 , respectively. As a result, according to the data obtained, it was determined that the microbiological and physicochemical properties of probiotic yogurts produced using prebiotics were constructive and it contributed to the shelf life.

Keywords: Yogurt, Probiotic, Prebiotic, Shelf Life

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında değerli tecrübelerini, bilgi birikimini benimle paylaşan ve önerileri ile beni aydınlatan, destek ve yardımlarını esirgemeyen sevgili danışman hocam Doç. Dr. Şeniz KARABIYIKLI ÇİÇEK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Benden desteklerini eksik etmeyen, her zaman yanımda olan canım abim Arş. Gör. Cem ATILGAN'a, sevgisini ve fedakarlığını esirgemeyen ve eğitim hayatım boyunca beni destekleyen biricik annem ve babama, bana her konuda öncülük yapan ve tez süresi boyunca yardımlarını eksik etmeyen Lesaffre Türkiye Teknik Direktörü Cihangir UZUNER'e ve beni motive eden iş arkadaşlarıma, laboratuvar çalışmaları esnasında yardım eden değerli hocalarıma, istatistiksel analizlerde bilgilerini benimle paylaşan ve bu süreçte beni yalnız bırakmayan Dr. Öğr. Üyesi Fadime SEYREKOĞLU'na çok teşekkür ederim.

Bu çalışmayı, sevgisini ve özlemini daima içimde taşıdığım, varlığını her zaman yanımda hissettiğim kıymetli anneannem Çelen ERDEN'e itaf ediyorum.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ETİK SÖZLEŞME	iii
JÜRİ KABUL VE ONAY.....	iv
ABSTRACT.....	vii
ÖNSÖZ	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
2.1. Probiyotikler Hakkında Genel Bilgi	6
2.2. Prebiyotikler Hakkında Genel Bilgi	12
2.2.1. Havuç Lifi.....	18
2.2.2. Bezelye Lifi.....	23
2.2.3. İnülin.....	28
2.2.4. Kinoa Unu	33
2.3. Probiyotik ve Prebiyotik Katkılı Yoğurtlar	39
2.3.1. Probiyotiklerle İlgili Yapılmış Çalışmalar	39
2.3.2. Prebiyotiklerle İlgili Yapılan Çalışmalar	43
3. MATERYAL ve YÖNTEM	51
3.1. Materyal	51
3.1.1. Prebiyotik Kaynakları	51
3.1.2. Probiyotik Kültürler ve Yoğurt Kültürleri.....	51
3.1.3. Süt	51
3.2. Yöntem.....	51
3.2.1. Hammadde Analizleri	51
3.2.2. Prebiyotik Katkılı Probiyotik Yoğurt Üretimi	52

3.2.3. Raf Ömrünün Belirlenmesi	59
3.2.4. Mikrobiyolojik Analizler	59
3.2.5. Fizikokimyasal Analizler	60
3.3. İstatiksel Analiz.....	61
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	62
4.1. Laboratuvar Koşullarında Üretilen Yoğurt Örneklerinin Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi	62
4.1.1. Laktik asit bakteri sayımı.....	63
4.1.2. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayım sonuçları (log kob/g)	72
4.1.3. Küf ve Maya sayım sonuçları (log kob/g).....	75
4.2. Laboratuvar Koşullarında Üretilen Yoğurdun Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi	79
4.2.1. pH analiz sonuçları.....	79
4.2.2. Titrasyon asitliği sonuçları (% laktik asit).....	88
4.2.3. Renk analiz sonuçları.....	96
4.2.4. Su aktivitesi (a_w) sonuçları.....	112
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	121
6. KAYNAKLAR	125
7. ÖZGEÇMİŞ.....	153

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
cm	Santimetre
cm ³	Santimetreküp
g	Gram
kcal	Kilokalori
kg	Kilogram
kob	Koloni oluşturan birim
L	Litre
Log	Logaritma
mL	Mililitre
mg	Miligram
°C	Santigrat derece (Degree Celcius)
w/w	Ağırlıkça yüzde

Kısaltmalar	Açıklama
BL	Bezelye Lifi
DC	Dendritik Hücreler
DP	Polimerizasyon Derecesi
DRBC	Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol
EFSA	European Food Safety Authority
<i>E.coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
FAO	Food and Agriculture Organization
GIT	Gastrointestinal
HL	Havuç Lifi
IEC	Bağırsak Epitel Hücreleri
LAB	Laktik asit bakteri
İN	İnülin
ISAPP	International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics
K&M	Küf-Maya
KU	Kinoa Unu
<i>L. rhamnosus</i>	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>
<i>L. plantarum</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i>
<i>L. casei</i>	<i>Lactobacillus casei</i>
MRS	Man Ragosa Sharpe
NASA	National Aeronautics and Space Administration
PCA	Plate Count Agar
pH	Asitlik Derecesi
PW	Peptonlu Su
SCFA	Kısa Zincirli Yağ Asitleri
TGK	Türk Gıda Kodeksi
TMAB	Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri
WHO	World Health Organization

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil

Sayfa

Şekil 2. 1. Probiyotik bakterilerin bağırsak mikrobiyotasını etkileyebileceği ve/veya yararlı konak tepkilerini indükleyebileceği seçilmiş mekanizmaları gösteren diyagram	10
Şekil 2. 2. Prebiyotiklerin potansiyel etki mekanizmaları.	13
Şekil 2. 3. Havuç lifi üretim akış şeması	20
Şekil 2. 4. Bezelye lifi üretim akış şeması	26
Şekil 2. 5. Hindiba köklerinden geleneksel inülin üretimi için akış diyagramı.....	29
Şekil 2. 6. Kinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>) bitkileri.....	35
Şekil 2. 7. Kinoa unu üretiminin akış şeması	36
Şekil 3. 1. Prebiyotik katkıli probiyotik yoğurt üretim şeması	53
Şekil 3. 2. Havuç lifi katkıli probiyotik yoğurt örnekleri görünümü	54
Şekil 3. 3. Bezelye lifi katkıli probiyotik yoğurt örnekleri görünümü	54
Şekil 3. 4. İnülin katkıli probiyotik yoğurt örnekleri görünümü	55
Şekil 3. 5. Kinoa unu katkıli probiyotik yoğurt örnekleri görünümü	55

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge

Sayfa

Çizelge 1. 1. Fermente süt ürünlerine ait mikrobiyolojik değerler	2
Çizelge 2. 1. Probiyotik olarak kullanılan bazı mikroorganizmalar	7
Çizelge 2. 2. Bir bakteri suşunun probiyotik olarak sayılabilmesi için gerekli kriterler ..	8
Çizelge 2. 3. Diyet lif sınıflandırma ve örnekleri	18
Çizelge 2. 5. 100 gram taze bezelye tanesinin besin değerleri	24
Çizelge 2. 6. 100 gram bezelye lifinin besin değerleri	25
Çizelge 2. 7. Konak sağlığı üzerinde doğrudan ve dolaylı prebiyotik etki mekanizmaları	30
Çizelge 2. 8. Kinoa besin değeri tablosu	33
Çizelge 3. 1. Hammaddelerin analizleri.....	52
Çizelge 3. 2. Üretim analizleri	56
Çizelge 4. 1. Hammadde mikrobiyal sayım sonuçları (log kob/g)	62
Çizelge 4. 2. Havuç lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası laktik asit bakteri sayımı sonuçları (log kob/g)	63
Çizelge 4. 4. İnülin katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası laktik asit bakteri sayımı sonuçları (log kob/g)	68
Çizelge 4. 5. Kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası laktik asit bakteri sayımı sonuçları (log kob/g)	70
Çizelge 4. 6. Havuç lifi, bezelye lifi, inülini kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon öncesi toplam mezofilik aerobik bakteri sayım sonuçları (log kob/g)	72
Çizelge 4. 8. Bezelye lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası toplam mezofilik aerobik bakteri sayım sonuçları (log kob/g).....	73
Çizelge 4. 9. İnülin katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası toplam mezofilik aerobik bakteri sayım sonuçları (log kob/g)	74
Çizelge 4. 10. Kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası toplam mezofilik aerobik bakteri sayım sonuçları (log kob/g).....	74
Çizelge 4. 11. Havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon öncesi küf ve maya sayımı sonuçları (log kob/g)	76
Çizelge 4. 12. Havuç lifi katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası küf ve maya sayımı sonuçları (log kob/g)	76
Çizelge 4. 13. Bezelye lifi katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası küf ve maya sayımı sonuçları (log kob/g)	77
Çizelge 4. 14. İnülin katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası küf ve maya sayımı sonuçları (log kob/g)	77
Çizelge 4. 15. Kinoa unu katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası küf ve maya sayımı sonuçları (log kob/g)	78
Çizelge 4. 16. Havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon öncesi pH sonuçları.....	79
Çizelge 4. 17. Havuç lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası pH sonuçları	80
Çizelge 4. 18. Bezelye lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası pH sonuçları	82

Çizelge 4. 19. İnülin katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası pH sonuçları....	84
Çizelge 4. 20. Kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası pH sonuçları	86
Çizelge 4. 21. Havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon öncesi titrasyon asitliği sonuçları (% laktik asit).....	88
Çizelge 4. 22. Havuç lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası titrasyon asitliği sonuçları (% laktik asit).....	89
Çizelge 4. 23. Bezelye lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası titrasyon asitliği sonuçları (% laktik asit).....	91
Çizelge 4. 24. İnülin katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası titrasyon asitliği sonuçları (% laktik asit).....	93
Çizelge 4. 25. Kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası titrasyon asitliği sonuçları (% laktik asit).....	95
Çizelge 4. 26. Havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon öncesi renk sonuçları	97
Çizelge 4. 27. Havuç lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası renk sonuçları	99
Çizelge 4. 28. Bezelye lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası renk sonuçları	102
Çizelge 4. 29. İnülin katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası renk sonuçları	106
Çizelge 4. 30. Kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası renk sonuçları	109
Çizelge 4. 31. Havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon öncesi su aktivitesi (a_w) sonuçları	113
Çizelge 4. 32. Havuç lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası su aktivitesi (a_w) sonuçları	114
Çizelge 4. 34. İnülin katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası su aktivitesi (a_w) sonuçları	118
Çizelge 4. 35. Kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası su aktivitesi (a_w) sonuçları	119

1. GİRİŞ

Son yıllarda; insanların sağlıkla ilgili bilinçlenmeye başlaması ve yaşam tarzlarındaki değişiklik ile özellikle probiyotik ve/veya prebiyotik beslenme alışkanlıkları gün geçtikçe hızlanmaktadır. Bu nedenle probiyotik ve/veya prebiyotik özellik taşıyan süt ürünlerinin tercih edilmesinde önemli bir artış olmuştur. Araştırmalara göre artan çalışmalara paralel olarak hem yoğurt üretimindeki hem de yoğurt tüketimindeki talep gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Yoğurt dünyadaki en eski fermente süt ürünlerinden biridir. Türk Gıda Kodeksinde (TGK) yoğurt, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (*L. bulgaricus*) ve *Streptococcus thermophilus* (*S. thermophilus*) bakterilerinin laktik asit fermantasyonu ile oluşan pıhtılaşmış bir süt ürünü olarak ifade edilir. Türk Standartları Enstitüsü TS 1330 Yoğurt Standardı'nda; daha ayrıntılı bir tanım verilmiştir. Buna göre yoğurt; süt (inek, koyun, manda, keçi) veya karışımlarının pastörize edilmesi veya pastörize sütün gerektiğinde süt tozu ilavesiyle homojenize edilip veya edilmeden *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* 'dan oluşan yoğurt kültürünün ilave edilmesi ve TS 10935-Yoğurt Yapım Kuralları Standardı'na uygun işlemlerden sonra elde edilen mamuldür (Anonim, 2016). TS 1330'a göre yoğurt için belirlenen kriterler Çizelge 1.1'de verilmiş olup Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği 2011'de 1.1.2 Fermente Süt Ürünleri başlığına göre yoğurt vb. ürünleride sadece *Escherichia coli* (*E. Coli*) aranmaktadır (Çizelge 1.1). Ancak bu durum probiyotikli ve/veya prebiyotik ilaveli olarak satışa sunulan ürünlerin doğru şekilde değerlendirilebilmesi için yeterli olmamaktadır (Anonim, 2016).

Yoğurt, kimyasal bileşimi her ne kadar süte benzer olsa da, yoğurt yapımında süte uygulanan işlemlerden, üretim sırasında eklenen maddelerden veya fermantasyon sırasında meydana gelen değişikliklerden dolayı sütün bileşimine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Süt bileşenlerindeki artış oranları kuru madde artışında kullanılan yöntemle göre değişiklik göstermekle birlikte yoğurt, elde edildiği (inek, koyun, manda, keçi) sütten daha fazla protein ve laktoz oranına sahip olduğu bildirilmektedir. Laktik asit bakterilerinin fermantasyonu nedeni ile süt proteinlerinden peptit ve amino asitler, yağlardan yağ asitleri ve bileşimindeki laktozdan laktik asit meydana gelmektedir (Çakıroğlu, 2003; Anonim, 2008).

Çizelge 1. 1. Fermente süt ürünlerine ait mikrobiyolojik değerler (Anonim, 2016)

Ürün	Mikroorganizmalar	Numune alma planı		Limitler ⁽¹⁾	
		n	c	m	M
Yoğurt, meyveli vb. yoğurtlar, ayran ve diğer fermente süt ürünleri	Koliform bakteriler ⁽²⁾	5	2	9	95
	Maya (probiyotik	5	2	10 ²	10 ³
	kullanılanlar hariç)	5	2	10 ²	10 ³
	Küf	5	0		
	<i>E. coli</i> ⁽²⁾				<3

⁽¹⁾ : Aksi belirtilmedikçe limit kob/g-mL olarak değerlendirilir

⁽²⁾ : EMS (En Muhtemel Sayı) yöntemi

n : Partiden, bağımsız ve rasgele seçilen numune sayısını

c : m ve M arasında olmasına izin verilen maksimum numune sayısını (M değeri taşıyabilecek en fazla numune sayısını)

m : (n-c) sayıdaki numunede bulunabilecek en fazla mikrobiyolojik değeri

M : c sayıdaki numunenin bu değeri aşması halinde uygunsuz olup kabul edilemez olduğunu gösteren mikroorganizma sayısını

Fermantasyon, gıdaların korunmasında önemli bir rol oynayan, duyuşal ve besinsel kaliteyi iyileştiren, mikroorganizmaların gelişmesini ve metabolik aktivitesini sağlayan, hasat sonrası muhafazayı kolaylaştıran ve gıdaların raf ömrünü uzatan; bununla birlikte organik bir substrattan, eksojen bir oksitleyici ajan içermeden enerji türetilmesini sağlayan metabolik bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Marsh ve ark., 2014; Ray ve Joshi, 2015; Kamal ve ark., 2018). Fermantasyon; farklı aroma profillerine sahip yeni ürünler geliştirmek, gıda güvenliğini ve bulunabilirliğini artırmak gibi birçok amaçla kullanılabilen, kolay ve ucuz bir yöntem olarak tüm dünyada yüzyıllardır kullanılmaktadır (Patra ve ark., 2016; Şanlıer ve ark., 2019; Behera ve Panda, 2020). Laktik asit fermentasyonu ise yoğurt ve diğer fermente ürünlerde ortam pH'sını düşürerek, oksijen kullanılabilirliğini azaltmakta gıda kaynaklı patojenler için zorlu koşullar yaratmakta ve gıdaların güvenlik derecesini, besin değerini, duyuşal özelliklerini ve raf ömrünü geliştirmekte olan faydalı bir teknoloji olarak ifade edilmektedir (Montet ve ark., 2014; Cutrim ve ark., 2016; Kamal ve ark., 2018; Chugh ve Kamal-Eldin, 2020). Asit üretim hızı ve organik asit içeriği, sabit asit üretim hızı gerektiren yoğurtta hem viskozite hem de jelleşme özelliklerini etkilemektedir (Hill ve ark., 2017).

İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan ve fermente süt ve süt ürünlerinin başında gelen yoğurt; yüksek kaliteli protein, lipid, yüksek kuru madde içeriği, kalsiyum (Ca), potasyum (K), fosfor (P), karbonhidrat, magnezyum (Mg), D vitamini, çinko (Zn) ve B vitaminleri açısından oldukça zengin mikro besinleri içeren bir süt ürünü olarak ifade

edilmektedir (Şireli ve Onaran, 2012; Behare ve ark., 2015; Keast ve ark., 2015; Williams ve ark., 2015).

Yoğurt, tüketicilere probiyotik sağlamanın en popüler yolu olarak kabul edilmektedir (Lourens-Hattingh ve Viljoen, 2001). Yoğurdun reolojik, tekstür ve mikroyapı özelliklerinin; fermentasyon süreci, sütün türü, sütün elde edildiği kaynaklar, ilave edilen tatlandırıcılar ve aroma gibi eklenen bileşenler, starter kültürler, probiyotik suşlar, paketlenme ve saklama koşulları gibi birçok faktöre bağlı olduğu ifade edilmektedir (Weerathilake ve ark., 2014; Murphy ve ark., 2016). Özellikle, fonksiyonel yoğurt ürünlerinin işlenmesi; probiyotiklerin, prebiyotiklerin veya sinbiyotikler olarak adlandırılan kombinasyonlarının eklenmesini ve besin değerlerini, duyuşal profili, fizyokimyasal ve reolojik özellikleri iyileştirmek için doğal kaynaklardan çeşitli biyoaktif bileşenlerin dahil edilmesini içermektedir (Da Silva ve ark., 2016; Balthazar ve ark., 2017a; Granato ve ark., 2017).

Yoğurt, yüksek sindirilebilirliği ve besin maddelerinin biyoyararlanımı nedeniyle sağlıklı bir gıda olarak kabul edilmekte ve metabolik bozukluk, laktoz intoleransı, inflamatuvar bağırsak hastalığı gibi gastrointestinal rahatsızlıkları olan kişilere de önerilmekte, bununla birlikte daha yüksek bağışıklık fonksiyonuna, daha düşük tip 2 diyabet riskine ve kilo kontrolüne de yardımcı olmaktadır (Fisberg ve Machado, 2015; Sharon ve Hutkins, 2018; Şanlıer ve ark., 2019; Cassani ve ark., 2020). Bu gelişmelerin sadece fermentasyon bakterileri tarafından değil, aynı zamanda fermente süt ürünlerinde bulunan biyoaktif peptitlerden de kaynaklandığı düşünülmektedir. Yoğurt bileşenlerinin tokluğu uyararak, kan şekerini ve kan basıncını düzenleyerek metabolik sendromun önlenmesinde olumlu rol oynadığı öne sürülmektedir (Başpınar ve Güldaş, 2021).

Probiyotikler; konakçı üzerinde faydalı etkiye sahip olan ve bağırsak mikrobiyal dengesini iyileştiren canlı mikroorganizmalar olarak ifade edilmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 2002 yılında yapılan tanım, 2013 yılında Uluslararası Probiyotikler ve Prebiyotikler Birliği (ISAPP) tarafından “yeterli miktarda alındığında konakçı sağlığını olumlu olarak etkileyen canlı organizmalar” olarak güncellemiştir (Hill ve ark., 2014; Markowiak ve Slizewska, 2017; Kolady ve ark., 2019).

Bağırsak sistemine yeterli miktarda ve canlı probiyotik sağlamak için en önemli faktörlerin alım ve verimlilik stabilitesi olduğu belirtilmektedir. Probiyotiklerin kolonize olabilmesi, bağırsak yoluna canlı olarak ulaşabilmesi ve gerekli metabolitleri üretebilmesi için en az 10^6 kob/g ve daha fazla canlı probiyotik bakteri içermesi gerekmektedir. Buna ek olarak; özellikle gıdanın üretimi ve raf ömrü boyunca bozulmadan ve canlı kalabilmeleri gerekmektedir (Vuyst ve ark., 2008; De Carvalho ve ark., 2018; Kim ve ark., 2020).

Probiyotikler, insan vücudu için gerekli olan vitaminler, enzimler, amino asitler gibi besinleri sentezlemekte ve diyet besinlerinin emilimini artırmaktadır. Yeterli miktarda alınan probiyotikler gastrointestinal sistemde kolonize olarak alerjik hastalıklar, diyabet, inflamatuvar hastalıklar, *Helicobacter pylori* (*H. pylori*) enfeksiyonu, viral hastalıklar, yüksek kolesterol, obezite gibi birçok hastalığı önleyebilmekte ve bağırsak bozuklukları ile ilgili semptomları hafifletebilmektedir (Kim ve ark., 2020; Chugh ve Kamal- Eldin, 2020; Kazemi ve ark., 2020).

Prebiyotikler; kolonda bir ya da birden fazla fakat sınırlı sayıda probiyotiklerin büyümesini veya aktivitesini uyaran, kolonize olmasına yardımcı olan, patojen mikroorganizmaların oluşumunu engelleyen, konakçı organizmaya fayda sağlayabilen, kısa zincirli yağ asidi üretimine yardımcı olan sindirilemez oligosakkaritler olarak ifade edilmektedir (Gibson ve ark., 2017; Lockyer ve Stanner, 2019; Ullah ve ark., 2022). Prebiyotiklerin ISAPP tarafından 2017’de yapılan tanımı “konakçı mikroorganizmalar tarafından seçici olarak kullanılan ve mikroflora aracılı sağlık yararlarını korurken konağa sağlık yararı sağlayan bir substrat” şeklinde güncellenmiştir (Gibson ve ark., 2017; Kaur ve ark., 2021).

Bununla beraber prebiyotikler, insanların sindiremeyeceği, bunun yerine kolonlarda veya vücudun başka yerlerinde yaşayan faydalı mikroorganizmalar için besin görevi gören çözünür lif türleri olarak da ifade edilmektedir. İnsan sağlığı açısından olumlu etkiler gösteren prebiyotikler, gastrointestinal kanalda (GIT) bulunan bağırsak bakterilerini besleme ve metabolik aktivitelerini önemli ölçüde iyileştirme, sindirimi, besin emilim kabiliyetini ve bağışıklık sistemini iyileştirme ve ayrıca farklı sindirim enzimlerine dirençli kalabilme, asidik ortamlarda yaşamlarını devam ettirebilme yetenekleriyle bilinmektedir (Lockyer ve Stanner, 2019; Mohr ve ark., 2020; Yadav ve ark., 2022).

Bu alışma, hem probiyotik hem de prebiyotik özelliği kazandırılmış olan yoğurdun bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve raf ömrü üzerine etkilerinin incelenmesini amaçlamaktadır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Probiyotikler Hakkında Genel Bilgi

Son zamanlarda sağlıklı beslenmenin önemi artmakta olup insanlar fonksiyonel gıdalara yönelmeye ve bu tip gıdaları sıklıkla tüketmeye başlamıştır. Bu nedenle; tüm dünyada probiyotikler daha fazla önem kazanmaya başlamıştır. Probiyotik tüketiminin bağışıklık ve bağırsak sistemlerinin güçlendirilmesinde ve sağlığın korunmasında etkili olduğu uzun zamandır bilinmektedir. Probiyotikler, genel olarak canlı mikroorganizmalar olarak bilinmekte olup, yeterli dozda tüketildiğinde konakçıya birden fazla yararlı etki sağlayan mikroorganizmalar olarak ifade edilmektedir (Sanders, 2009; Hill, 2017). Bağırsakta yeterli miktarda canlı probiyotik bulundurmak için en önemli kriterlerin, alım stabilitesi ve verimlilik olduğu açıklanmaktadır. Yapılan bilimsel araştırmalara göre probiyotiklerin canlılığı, tüketimden sonra etkinliklerini değiştirmekte; bu nedenle tüketilen probiyotik miktarının gerekli metabolitleri üretmek, kolonize olmak ve gastrointestinal sistemde yaşamak için girdi miktarının en az 10^6 - 10^7 kob/g olması gerekmektedir (Akman 2009; De Carvalho ve ark., 2018; Fiore ve ark., 2020; Kim ve ark., 2020). Probiyotiklerin önemli bir bölümünün laktik asit bakterileri (LAB) tarafından oluşturulduğu bildirilmektedir. Bunlar içinde *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* cinslerine ait türler en çok kullanılan probiyotikler olarak ifade edilmektedir (Uymaz, 2010; Kerry ve ark., 2018).

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA), 100'den fazla mikroorganizmayı güvenli olarak (GRAS) belirtmiş ve gıda katkı maddesi olarak kullanılmasına izin vermiştir (Kum ve Sekin, 2012). Günümüzde ise Avrupa Birliği Komisyonu tarafından en güncel ve geniş probiyotik listesi yayınlanmıştır (Anonim, 2017a). Probiyotik olarak kullanılan bazı mikroorganizmalar Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2. 1. Probiyotik olarak kullanılan bazı mikroorganizmalar (Uymaz, 2010; Kum ve Sekin, 2012; Erem ve ark., 2013; Kerry ve ark., 2018).

	Tür	Cins
Bakteri	<i>Bacillus</i>	<i>cereus, coagulan, lentus, licheniformis, pumilis, subtilis, toyoi</i>
	<i>Lactobacillus</i>	<i>acidophilus, brevis, buchneri, bulgaricus, bifidus, casei, cellobiosus, curvatus, delbrueckii, lactis, paracasei, plantarum, rhamnosus, pontis, fermentum, helveticus, kefir, sakei, salivarius, zeae, farciminis, gasseri, johnsonii, reuterii</i>
	<i>Streptococcus</i>	<i>diacetylactis, thermophilus, lactis, faecium, infantarius, intermedius</i>
	<i>Bifidobacterium</i>	<i>breve, infantis, lactis, animalis, bifidum, longum, adolescentis</i>
	<i>Clostridium</i>	<i>butyricum</i>
	<i>Enterococcus</i>	<i>faecium, faecalis</i>
	<i>Pediococcus</i>	<i>acidilactici, cerevisiae, freudenreichii, shermanii</i>
	<i>Leuconoctoc</i>	<i>mesenteriodes</i>
	<i>Bacterioides</i>	<i>amylophilus, ruminicola, suis</i>
Mayalar ve Küfler	<i>Vibrio</i>	<i>fluvialis, proteolyticus, pelagius</i>
	<i>Saccharomyces</i>	<i>cerevisiae, boulardii, bayanus</i>
	<i>Aspergillus</i>	<i>niger, oryzae, species</i>
	<i>Candida</i>	<i>pintolopesii</i>
	<i>Rhodotorula</i>	<i>rubra</i>
	<i>Torulopsis</i>	<i>candida</i>

Bir probiyotiğin geçerliliğini belirlemede üç temel unsur önerilmektedir:

- ✓ Türün heterojen bir popülasyonda rastgele, kontrollü veya eşdeğer bir insan denemesinde test edildiğine veya konakçının veya mikrobiyal genotiplerin tanımlanmış özelliklerine göre katmanlara ayrıldığına dair kanıt olmalıdır.
- ✓ Üründe hem doz hem de canlılık, insan denemelerine eşit olmalıdır.
- ✓ Tüm genom suş karakterizasyonu ve şeffaf bir şekilde beyan edilmiş suş tanımlaması sağlanmalıdır (Vemuri ve ark., 2018; Yahfoufi ve ark., 2018).

Çizelge 2. 2. Bir bakteri suşunun probiyotik olarak sayılabilmesi için gerekli kriterler (Binns, 2013; Butel, 2014; Angmo ve ark., 2016; Demir ve ark., 2019)

Gerekli kriterler
İnsan orijinli olmalı, Klinik olarak tanısı yapılmış ve belgendirilmiş sağlık üzerine olumlu etkisi olmalı, Patojenik ve toksikojenik olmamalı, İnjestinal sistem boyunca canlılık sağlayan düşük pH'da olmalı, Mide asidi, safra tuzları ve pankreas enzimlerine dirençli olmalı, Mukoza yüzeyinde reseptörlere tutunabilmeli, Bağışıklık modülasyonun sağlanması, Patojenlerin reseptörlere yapışmasını önlemeli, Hasarlı mukozayı iyileştirmeli ve kısa süreli kolonizasyonu uzatmalı, Kolesterol asimilasyonu, vitamin üretimi, laktaz aktivitesi gibi metabolik etki kabiliyeti olmalı, Kültür, yüksek yaşama oranına sahip olmalı ve sindirim sisteminde daha hızlı çoğalmalı ve türe özel olmalı,

Moleküler ve genetik araştırmalar, probiyotiklerin dört mekanizma içeren faydalı etkileri olduğunu göstermiştir (Markowiak ve Slizewska, 2017);

1. Antimikrobiyal ajanların üretimi yoluyla antagonizma,
2. Besinler için epitele yapışma ve patojenlerle rekabet,
3. Konağın bağışıklık tepkisini pozitif veya negatif bir şekilde değiştirme (immünomodülasyonu),
4. Bakteriyel toksin üretiminin inhibisyonu.

İlk iki mekanizma, diğer mikroorganizmalar üzerindeki etkileriyle doğrudan ilişkili olmakla birlikte; bu mekanizmaların, enfeksiyonların önlenmesi ve tedavisinde ve konağın bağırsak mikrobiyotasının dengesinin korunmasında önemli olduğu ifade edilmektedir. Probiyotik suşların etki mekanizmalarından biri olarak bilinen birlikte kümelenme yeteneği, patojenik bakterilerin epitel kolonizasyonunu önleyen koruyucu bir bariyer oluşumuna neden olabilmektedir (Schachtsiek, 2004; McFarland ve ark., 2018; Subhradip ve ark., 2022). Probiyotik bakteriler epitel hücrelere yapışarak patojenleri bloke edebilmekte ve konakçının sağlık durumu üzerinde önemli bir etki yaratmaktadır. Öte yandan, bazı çözünür bileşenlerin salınması, immünolojik hücrelerin doğrudan veya dolaylı (epitel hücreleri aracılığıyla) aktivasyonuna neden olabilmektedir (Oelschlaeger, 2010; Bermudez-Brito ve ark., 2012; Jager ve ark., 2019).

Bazı çalışmaların sonuçlarına göre, probiyotik mikroorganizmalar tarafından üretilen molekül ağırlığı düşük maddeler (kısa zincirli yağ asitleri) patojenlerin replikasyonunu önlemedeki rolünü göstermektedir. Örneğin, *Lactobacillus* cinsi bakteriler, düşük moleküler ağırlıklı maddeler, yüksek moleküler ağırlıklı maddeler ve bazı antibiyotikler dahil olmak üzere bakteriyosinler üretebilmektedir. Probiyotik bakteriler (örneğin, *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium*), konjuge safra asitleri (safra asitlerinin türevleri) üretebilmekte ve konakçıları tarafından üretilen safra tuzlarından daha güçlü antibakteriyel etki gösterebilmektedir (Oelschlaeger, 2010; Rautiola, 2013; Daliri ve Lee, 2015; Gill ve ark., 2018).

Bağırsak mikrobiyotasının (probiyotik bakteriler de dahil) bağışıklık sistemi üzerindeki etkisinin üç olguya dayandığı ifade edilmektedir (Isolauri ve ark., 2001; Borchers ve ark., 2009; Ganguly, 2013; Gleeson ve Pyne, 2016);

1. Çevresel antijenlere karşı immünolojik toleransın başlatılması ve sürdürülmesi (beslenme ve solunum),
2. Bakteriyel ve viral kökenli patojenlere karşı immünolojik reaksiyonların başlatılması ve kontrolü,
3. Oto-agresif ve alerjik reaksiyonların inhibisyonu.

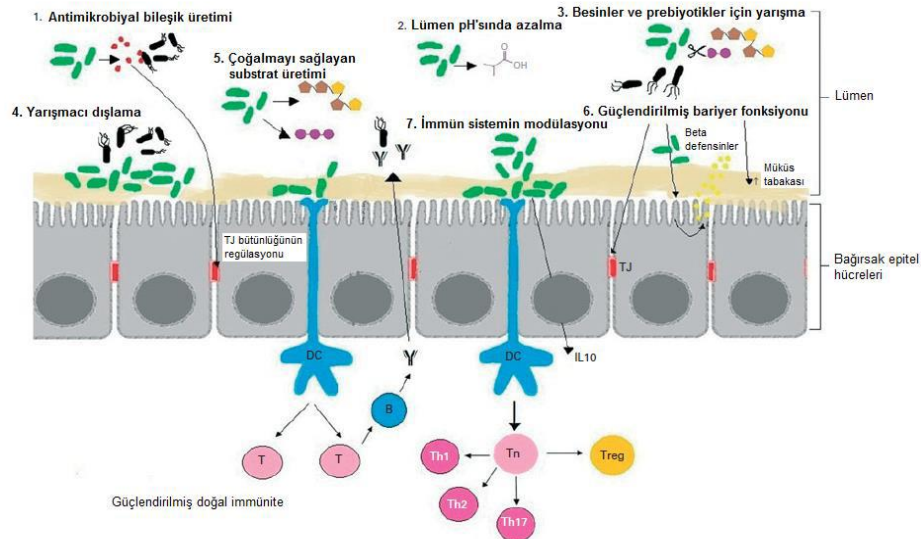
Probiyotik kaynaklı immünolojik uyarım ayrıca immünoglobulinlerin artan üretimi, makrofajların ve lenfositlerin artan aktivitesi ve interferon üretiminin uyarılması ile kendini göstermektedir. Probiyotikler konjenital ve edinilmiş immünolojik sistemi metabolitlemekte, hücre duvarı bileşenleri ve konakçının özel hücreleri tarafından tanınan DNA yoluyla etkileyebilmektedir (Oelschlaeger, 2010; Pandey ve ark., 2015). LAB'nin hücre duvarı bileşenleri olan reseptörler, makrofajların aktivitesini uyarmaktadır. Bunlar da, serbest oksijen radikallerinin ve lizozomal enzimlerin üretimini artırarak bakterileri hızla yok edebilmektedirler. Probiyotik bakteriler ayrıca gastrointestinal sistemin immün hücreleri tarafından sitokin üretimini uyarabilmektedir (Remus ve ark., 2012; Chapot-Chartier, 2014; Gill ve ark., 2018).

Yukarıda bahsedilen probiyotik etkilerin sonuncusu olan bakteriyel toksinlerin üretiminin engellenmesi toksin inaktivasyonuna yol açan ve vücuttan toksinlerin atılmasına yardımcı olan eylemlere dayanmaktadır. Adsorpsiyon yoluyla vücuttan detoksifikasyona yardımcı

olan bazı suşlar, toksinleri hücre duvarlarına bağlayabilmekte ve toksinlerin bağırsakta emilimini azaltabilmektedir. Bununla beraber suşla ilgili bir özellik olduğu için, tüm probiyotikler detoksifiye edici özellikler göstermemektedir (Hill ve ark., 2014). Toksin üretimine yol açan metabolik reaksiyonların azalması, aynı zamanda doğal enzimlerin, vitaminlerin ve antimikrobiyal maddelerin üretimine yol açan yolların uyarılmasıyla da ilişkili olduğu ileri sürülmektedir (Oelschlaeger, 2010; Nikbakht ve ark., 2013).

Probiyotik preparatların etkinliği çok sayıda faktöre bağlı olmakla beraber bakteri türlerinin doğru seçimi ve doğru dozun uygulanması da oldukça önemlidir. Probiyotiklerin hareketinde hücre yapısı, hücre yüzeyi, boyutu, metabolik özellikleri ve mikroorganizmalar tarafından salgılanan maddeler gibi türe ve türe özgü özellikler önemli rol oynamaktadır (Arora ve ark., 2013; Pandey ve ark., 2015; Sanchez ve ark., 2017).

Probiyotikler için tek bir etki mekanizması olmamasına rağmen, probiyotiklerin bağırsak mikrobiyotasını etkileyebileceği bir dizi ortak mekanizma bulunmaktadır (Şekil 2.1). Bununla birlikte, probiyotiklerin etki mekanizmasının çok faktörlü ve suşa özgü olmasının muhtemel olduğu ifade edilmektedir (Power ve ark., 2014; Mantegazza ve ark., 2018).



Şekil 2. 1. Probiyotik bakterilerin bağırsak mikrobiyotasını etkileyebileceği ve/veya

yararlı konak tepkilerini indükleyebileceği seçilmiş mekanizmaları gösteren diyagram

- 1) Antimikrobiyal bileşiklerin (örn. bakteriyosinler) üretimi;
- 2) Kısa zincirli yağ asitleri (SCFA) üretimi yoluyla luminal pH'nı azaltılması;
- 3) Besinler ve prebiyotikler için patojenlerle rekabet;
- 4) Epitel hücrelerine yapışma için patojenlerin rekabetçi dışlanması;
- 5) Büyüme substratlarının üretimi (örneğin vitaminler, SCFA ve ekzopolisakkarit);
- 6) Gelişmiş bağırsak bariyer işlevi (örn. artan mukus ve b-defensin salgılanması ve/veya hücre iskeleti ve sıkı bağlantı protein fosforilasyonunun modülasyonu);
- 7) Bağışıklık tepkisinin modülasyonu. IEC, bağırsak epitel hücreleri; DC, dendritik hücreler; TJ, sıkı bağlantı; B, B hücreleri; T, T hücreleri; Th, T yardımcı hücreler; Tn, saf T hücreleri; Treg, düzenleyici T hücreleri (Power ve ark., 2014).

Probiyotik bakterilerin konakçı üzerinde bir çok etkisi bulunmaktadır. Probiyotiklerin etki mekanizmaları ile ilgili yapılan çalışmalara göre aşağıdaki bilgiler ifade edilmektedir (Ewaschuk ve Dieleman, 2006; Bermudez-Brito ve ark., 2012; Tatu ve ark., 2016; Rusu ve ark., 2019).

Antimikrobiyal etkinlik;

- Lüminal pH'ı azaltmak
- Antimikrobiyal bileşikler salgılamak
- Patojen bakterileri inhibe etmek ve sayısını azaltmak
- Sindirim sistemi için teşvik edici enzimleri üretmek
- Epitel hücrelere bakteri yapışmasını engellemek

Bariyer işlevinin iyileştirilmesi;

- Mukus üretimini artırmak
- Antikor düzeyini artırmak
- Makrofaj aktivitesini artırmak
- Bariyer bütünlüğünü artırmak

Bağışıklık modülasyonu iyileştirmek;

- Epitel bariyerinin güçlendirilmesini
- Dendritik hücreler üzerine etkileri
- Monositler/makrofaj aktivitesini artırmak
- Lenfositler üzerine etkileri (B lenfositleri, T hücreleri)

Yapılan araştırmalara göre, probiyotiklerin tüketiciye sunulabilecek bazı potansiyel sağlık yararlarının olduğunu göstermektedir. Probiyotik tüketiminin faydaları arasında bağırsak mikrobiyal dengesi ve mineral Emilimi, kabızlığın önlenmesi, serum kolesterolü,

laktoz intoleransı ve kan basıncında azalma (El-Fattah ve ark., 2018; Zhang ve ark., 2019); kolon/mesane kanseri geliştirme şansının azaltılması (Fijan, 2014; Palomar ve ark., 2014; Moineau-Jean ve ark., 2019), diyare, bağırsak enfeksiyonlarının ve inflamatuvar bağırsak sendromunun önlenmesi (Muniandy ve ark., 2016) ve bağışıklık sisteminin uyarılması (Innocente ve ark., 2016), enfeksiyonları kontrol ettiğini, antibiyotik görevi gördüğünü, tümörleri baskıladığını göstermiştir (O'Bryan ve ark., 2013; Wang ve ark., 2016; Şanlıer ve ark., 2019; Novik ve Savich, 2020). Kanser hücrelerinin yok edilmesinde probiyotiklerin olası bir rolü olduğuna dair çalışmalar da bulunmaktadır (Collado ve ark., 2007; Kahraman ve Karahan, 2018; Kebede ve ark., 2022).

Probiyotikler terapötik olarak ise; infantil ishal, kabızlık, besin alerjileri, hiperkolesteroleminin hafifletilmesi, ürogenital hastalıkların azaltılması, inflamatuvar bağırsak hastalığının kontrolü, osteoporoz, kabızlık, antikor kaynaklı ishalin azaltılması, idrar yolu enfeksiyonunun azaltılması gibi birçok etkisi olduğu söylenmektedir (D'Aimmo ve ark., 2007; Tripathi ve Giri, 2014; Martin ve Langella, 2019; Kaur ve ark., 2021). Bunlar dışında probiyotiklerin mental sağlık; depresyon, kaygı, stres, duygu bozuklukları üzerine etkisinin olduğu da ifade edilmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalara göre; mental sağlığın gastrointestinal sistem ve merkezi sinir sistemi ile ilişkili olduğunu ileri sürülmüştür (Misra ve Mohanty, 2019; Trzeciak ve Herbet, 2021).

Probiyotiklerden yararlanmak için; yoğurt, kefir, elma sirkesi, turşu, tempeh, kimchi, kombucha, miso, natto, kvass, siyez, darı, sorgum gibi gıdaların tüketilmesi önerilmektedir (Yağcı, 2002; Peyer ve ark., 2016; Garcia-Diez ve Saravia., 2021).

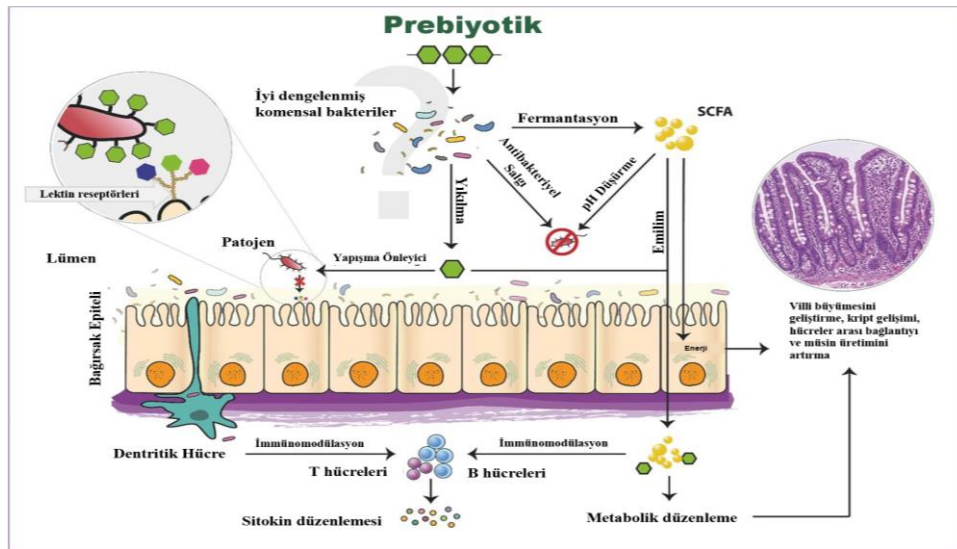
2.2. Prebiyotikler Hakkında Genel Bilgi

Son yıllarda prebiyotiklere artan ilgi gastrointestinal sistem ve bağırsak mikrobiyotası arasındaki ilişkinin araştırılmasından kaynaklanmaktadır. İnsan metabolizmasında, bağışıklıkta bağırsak ve mikrobiyotasının potansiyel bir role sahip olduğu öne sürülmüştür. Günümüzde, kabul gören prebiyotiklerin tümü diyet lifi türlerinden oluşmakta olup sağlık için yararları son yıllarda önem kazanmaya başlamıştır (Licht ve ark., 2012; Marchesi ve ark., 2016; Gibson ve ark. 2017).

Farklı doğal bağırsak bakterileri, farklı prebiyotikleri kullanarak gelişimlerini desteklemektedir. Prebiyotikler, bağırsak mikrobiyotasını değiştirmek için büyük bir potansiyele sahip olup, bu modifikasyonlar, türler ve suşlar düzeyinde ortaya çıkmaktadır. Bağırsak mikrobiyotası ve pH türler arasında rekabetin sonucunu belirlemektedir. Bireysel türlerin etkinlik, güvenlik ve insan sağlığına yarar sağlaması için prebiyotiklerin geliştirilmesi gerektiği ifade edilmektedir (Gaggia, 2010; Mahmood ve ark., 2014; Markowiak ve Slizewska, 2017; Ford ve ark., 2020).

Prebiyotikler, insan ince bağırsağında olan, sindirilmeden (enzimler tarafından) direkt olarak kalın bağırsağa geçebilen ve bağırsak mikroflorasında yararlı bakterilerin çoğalmasını ve seçici aktivitelerini artıran ve bakterilerin metabolizmasından yararlanan, canlı olmayan fermente gıda bileşenleri olarak açıklanmaktadır (Roberfroid, 2007; Al-Sheraji ve ark., 2013; Bindels ve ark., 2015; Lockyer ve Stanner, 2019).

Bağırsak florasına adapte olan prebiyotikler; yararlı mikroorganizmaları uyararak sinerjik etki göstermektedirler. Aynı zamanda prebiyotikler, yararlı mikroorganizmaların artması için ihtiyaç duyduğu enerjiyi sağlamaktadır. Böylece konakçının savunmasını artırmakta ve bağırsakla ilgili olan patojen mikroorganizmaları azaltmaktadır (Yang ve ark., 2009; Naeem ve ark., 2018).



Şekil 2. 2. Prebiyotiklerin potansiyel etki mekanizmaları.

Prebiyotikler, bağırsak kommensal mikrobiyotası tarafından metabolize edilmektedir. Bağırsak mikrobiyotası, başta asetat, propiyonat ve butirat olmak üzere prebiyotikleri kısa zincirli yağ asitlerine (SCFA) fermente edebilmektedir. SCFA, lümen pH'ını düşürmekte, epitel hücreleri için enerji kaynakları sağlamakta ve inflamasyon modülatörleri ve metabolik düzenlemeler üzerinde derin etkileri

olmaktadır. İyi dengelenmiş bir bakteri topluluğu, bağırsak mukozal yapısını da iyileştirebilmektedir. Bazı bakteri türleri, dendritik hücrelere sinyal göndererek antimikrobiyal faktörler üretmekte veya bağışıklık sistemini uyarmaktadır. Oligosakkaritler ve monosakkaritler, patojenler tarafından epitel hücre yüzeyine bağlanmak için kullanılan reseptör bölgelerini bloke ederek patojen kolonizasyonunu azaltabilmektedir (Pourabedin ve Zhao 2015; Teng ve Kim, 2018; Solis-Cruz ve ark., 2019).

Prebiyotiklerin gastrointestinal sistem ve fizyolojik olarak etkileri şu şekilde ifade edilmektedir (Licht ve ark., 2012; Gibson ve ark., 2017; Ford ve ark., 2020);

- Sindirime karşı dirençli olmak
- Glikoz emilimini azaltmak
- Kolondaki bifidobakterilerin sayısında artmayı sağlamak
- Kalsiyum emilimini artırmaya yardımcı olmak
- Mide ve bağırsak geçiş süresinin kısaltılması
- Kan lipid düzeylerini düşürmek
- Fermentasyon son ürünlerinin üretimi sağlamak
- Kolonik fermentasyon için substrat olmak
- Bağırsaklardan hormon peptitlerinin salgılanmasını uyarmak

Üstelik; kolonda artan bifidobakterilerin, mevcut olabilecek patojenleri inhibe eden bileşikler üreterek, kandaki amonyak seviyelerini düşürerek, vitaminler ve sindirim enzimleri üreterek konakçı sağlığına fayda sağladığı varsayılmaktadır (Oliveira ve ark., 2011; Sharma ve ark., 2012; Balthazar ve ark., 2017b; Kogut, 2019).

Prebiyotiklerin sınıflandırılması için beş temel önemli kriter bulunmaktadır (Slizewska ve ark., 2013; Khare ve ark., 2018; Ford ve ark., 2020).

1. Sindirim sisteminin üst kısımlarında sindirime dayanıklılık,
2. Bağırsak sistemi mikroorganizmaları ile fermentasyon,
3. Konakçı sağlığı üzerinde pozitif etki,
4. Probiyotik mikroorganizmaların büyümesinin seçici uyarılması,
5. Çeşitli yem veya gıda işleme sırasında kararlılık

İlk kriter, prebiyotiklerin beslenme yolunun üst bölümlerinde sindirilmediğini veya kısmen sindirilmediğini varsaymaktadır. İkinci kriter, potansiyel olarak faydalı bakteriler tarafından seçici olarak fermente edildikleri kolona ulaşmaktadırlar (Sivieri ve ark., 2014; Khare ve ark., 2018). Üçüncü kriter, fermentasyon, farklı kısa zincirli yağ asitlerinin

üretiminin artmasına dışkı kütlesinde artışa, kolon pH'sında düşmeye, azotlu son ürünler ve dışkı enzimlerinde azalmaya ve immünolojik sistemde iyileşmeye yol açabilir ve bu da konakçı için faydalı olmaktadır (Oliveira ve Gonzalez-Molero, 2016; Markowiak ve Slizewska, 2017). Sağlığın korunması ile potansiyel olarak ilişkili bağırsak bakterilerinin büyümesinin ve aktivitesinin seçici olarak uyarılması başka bir kriter olarak kabul edilmektedir (Vandeputte ve ark., 2017; Scott ve ark., 2019). Sınıflandırmanın son kriteri, bir prebiyotiğin gıda işleme sırasında dayanaklı olabilmesi ve değişime uğramadan, parçalanmadan veya kimyasal bir değişime uğramadan ve bağırsakta bakteriyel metabolizma için stabil kalması gerektiğini varsaymaktadır (Wang, 2009; Pandey ve ark., 2015; Khangwal ve Shukla, 2019a).

Tanımlanmış prebiyotiklerin çoğu, insan diyetlerinde doğal olarak bulunan çeşitli moleküler yapılardaki karbonhidratlar olarak bilinmektedir. Potansiyel prebiyotiklerin fizyolojik özellikleri, bunların konağın sağlığı üzerindeki faydalı etkilerini belirlemektedir. Prebiyotikler, bu özelliklere göre şu şekilde sınıflandırılabilir (Crittenden ve Playne, 2009; Van Den Abbeele ve ark., 2013; Longoria-Garcia ve ark., 2018):

- Sindirilmemiş (veya sadece kısmen sindirilmiş),
- İnce bağırsakta absorbe edilemez,
- Ağız boşluğunda bakteriler tarafından zayıf fermente edilebilir,
- Görünüşte faydalı olan bağırsak bakterileri tarafından iyi fermente edilebilir,
- Bağırsakta potansiyel patojenler tarafından zayıf fermente edilebilir.

Prebiyotikler doğal ürünlerde bulunabilmekle birlikte gıdaya da eklenebilmektedir. Prebiyotiklerin ilave edilmesinde amaç; besin ve sağlık değerini artırmaktır. Örneğin; bazı maddeler (inülin, fruktooligosakkaritler, laktuloz ve galaktoz ve b-glukanların türevleri) probiyotikler için bir ortam görevi görerek büyümelerini teşvik etmekte fakat mikroorganizma içermemektedir (Bindels ve ark., 2015; Scholz-Ahrens, 2016; Xavier-Santos ve ark., 2020).

Prebiyotikler, probiyotiklere alternatif veya bunlara ek destek olarak kullanılabilir. Gıdaların raf ömrü boyunca ürünlerin uzun süreli stabilitesi, işlenmeye karşı kararlılık, doku ve lezzet üzerinde olumlu etkiler gösteren prebiyotikler, probiyotiklere karşı rekabet teşvik edebilmektedir (Anonim, 2017b). Bunun dışında, sindirim sistemde bulunan asitlere, proteinlerin parçalanmasından sorumlu enzimlere ve

safr tuzlarına karşı dayanma gücü, prebiyotiklerin öteki pozitif özellikleri olarak varsayılmaktadır. Prebiyotikler, konağın bağırsak yolundaki mikroorganizmaları seçici olarak stimüle ederek, bakteriler ile antagonizma ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır. Böylece bağırsak mikrobiyotasının harekete geçmesini sağlayarak, fermentasyon aktivitesi saptayarak ve kısa zincirli yağ asitlerinin (SCFA) düzeyini etkileyerek konak üzerinde sağlık yararı ihtiyacını karşılamaktadır (Van Den Abbeele ve ark., 2013; Sivieri ve ark., 2014). Hatta, prebiyotikler bağırsak asitliğinde bir düşüşe neden olmakta ve bağırsakta hücre içinde bulunan maddelerin ozmotik su tutmasını teşvik etmektedir. Prebiyotikler, büyümelerini artırmak ve kalın bağırsaktaki doğal mikroflora tarafından kullanılabilirlik için midede asit hidrolizine dayanabilmeli, değişmeden kalın bağırsağa geçebilmeli ve ince bağırsakta emilmelidir (Crittenden ve Playne, 2009; Slavin, 2013; Yoo ve Kim, 2016; Blaak ve ark., 2020).

Prebiyotik oligosakkaritler bitki materyallerinden ekstraksiyon, mikrobiyolojik sentez veya enzimatik sentez ve polisakkaritlerin enzimatik hidrolizi gibi üç farklı şekilde üretilmektedir (Bindels ve ark., 2015; Davani-Davari ve ark., 2019; Xavier-Santos ve ark., 2020). Prebiyotik liflerin doğal olarak bulunduğu gıdalara yer elması, turuncgiller, kuşkonmaz, elma, tatlı patates, orman meyveleri, enginar, buğday, yulaf, soğan, sarımsak, çilek, muz, mantar, hindiba kökü, keten tohumu, bezelye, havuç, pırasa ve bal örnek verilebilmektedir (Scholz-Ahrens, 2016; Scott ve ark., 2019). İnülin, galakto-oligosakkaritler, ksilo-oligosakkaritler, frukto-oligosakkaritler, transgalaktooligosakkaritler, soya fasülyesi oligosakkaritleri, glukto-oligosakkaritler, izomalto-oligosakkaritler, gentiooligosakkaritler, dirençli nişasta, laktuloz, laktosukroz, palatinoz, polidekstroz, pirodekstrin, raftilin, raffinoz yaygın olarak kullanılan prebiyotik gıda bileşenleri olarak bilinmektedir (Olveira ve Gonzalez-Molero, 2016; Gibson ve ark., 2017; Khangwal ve Shukla, 2019b; Kaur, 2021).

Bunlar içerisinde yaygın olarak bilinen, bağlanma yeteneğine sahip, patojen mikroorganizmaların kolonize olmasını engelleyen ve dışkı ile atılmasına yardımcı olan en önemli prebiyotiklerin oligosakkaritler olduğu ifade edilmektedir. Oligosakkaritler, monosakkaritler olarak da bilinen 3 ile 10 basit şekerden oluşan bir tür karbonhidrat zinciri olarak tanımlanmaktadır (Plaza-Diaz ve ark., 2018; Berger ve ark., 2020). Oligosakkaritler, metabolik substrat olarak görev yapmakta olup, kısa zincirli yağ asitleri

ve laktik asitlere dönüşmektedir. Bağırsak florasında endojen mikroorganizmalar tarafından fermente edilerek, enerji üretimi ve spesifik B vitaminleri dahil olmak üzere birçok yararlı madde üretimi sağlamaktadır (Belorkar ve Gupta, 2016; Stinson, 2017; Lordan ve ark., 2020).

Oligosakkaritler; doğada basit şekerler ve polisakaritler arasında bulunan düşük moleküler ağırlıklı karbonhidratlar olarak ifade edilmektedir. Oligosakkaritler özellikle *Lactobacillus* cinsine ait bakteriler ve Bifidobakteriler tarafından katalizlenerek kısa zincirli yağ asitleri oluşumuna yol açmaktadırlar. Kısa zincirli yağ asitlerinin; kolonik epitel hücrelerin önlenmesi, sodyum emiliminin artması, mukoza kan akışının artması, kan kolesterol seviyesinin düşürülmesi, bağışıklık mikrobiyotasının düzenlenmesi, hücre artışının kontrol edilmesi ve enerji sağlama gibi sağlık üzerindeki olumlu etkileri bulunmaktadır (Slavin, 2013; Liu ve ark., 2017; Kaur, 2021; Peterson ve ark., 2022).

Diyet lifi polisakaritler, oligosakaritler ve lignin ile ilgili bitki maddelerini içermektedir (Veronese ve ark., 2018). Çözünmeyen lifler üst gastrointestinal sistemdeki sindirim enzimlerine karşı inert olması nedeniyle, bağırsak fonksiyonlarına yardımcı olarak dışkının daha yumuşak olmasını sağlarken, çözünür lifler midede dolgunluk hissi yaratarak, yiyeceklerin mideden ayrılma hızını yavaşlatarak besinlerin daha iyi emilmesini sağlamakta, karbonhidratları enzimlerden korumakta ve glikoz emilini geciktirmeye yardımcı olmaktadır (Hermann, 2019; Zhu ve ark., 2021). Suda çözünürlük özelliği esas alınarak diyet lif sınıflandırması ve örnekleri Çizelge 2.4’de gösterilmiştir (Veronese ve ark., 2018; Khanpit ve ark., 2021).

Çizelge 2. 3. Diyet lif sınıflandırma ve örnekleri

Çözünen diyet lif	Örnekler
Pektin (pektik bileşikler)	Tam tahıllar, baklagiller, kabak, kök sebzeler, elma
Gamlar	Yulaf, kuru fasulye, diğer baklagiller
Musilaj	Gıda katkıları
Çözünmeyen diyet lif	Örnekler
Selüloz/ Hemiselüloz	Tam tahıllar, kepek, kabak familyası, şeftali, fasulye, elma, kök sebzeler
Lignin	Sebzeler, buğday
Frukto-oligosakkaritler	Arpa, çavdar
Galakto-oligosakkaritler	Baklagiller, soya fasulyesi

Diyet lifi, sağlık üzerinde faydalı etkileri olan gıda bileşenlerinden biri olarak ifade edilmektedir (Lockyer ve Nugent, 2017). Diyet lifi, kandaki kolesterol düzeyini azaltma, kan şekeri dengeleyici, kolon kanseri karşı koruma, kemik gelişimini destekleme, kabızlığı önleme, kalp hastalıklarını önleme, diyabeti önleme, vücuttaki zararlı toksinleri atma gibi bir çok durum için sağlık yararı sağlamaktadır (Che ve ark., 2014; Liu ve ark., 2021; Li ve ark., 2022).

2.2.1. Havuç Lifi

Havuç (*Daucus carota L.*), Apiaceae familyasının karotenoid açısından zengin bir üyesi ve önemli bir sebze ürünü olarak bilinmektedir (Janve ve ark., 2014; Varshney ve Mishra, 2022). Havuç, karotenoidler ve diyet lifleri gibi biyoaktif bileşikler açısından zengin, sağlığa yararlı özelliklere sahip diğer birçok fonksiyonel bileşenler açısından önemli sebzelerden biri olarak bildirilmektedir (Sharma ve ark., 2012; Xu ve ark., 2017). Doğal bir antioksidan kaynağı olarak kabul edilen havuç ve ürünlerinin tüketimi her geçen gün artmaktadır. Havuç; geleneksel olarak salata ve körilerin hazırlanmasında kullanılmakla birlikte, ticari olarak da meyve suyu, konsantre, kuru toz, konserve, şeker, turşu gibi besin açısından oldukça zengin işlenmiş ürünlere dönüştürülmektedir. Ayrıca havuç posası; kek, ekmek, bisküvi gibi ürünlerin zenginleştirilmesinde ve çeşitli fonksiyonel ürünlerin hazırlanmasında kullanılmaktadır (Seidel ve ark., 2015; Santos ve ark., 2018; Ortiz ve ark., 2021).

Havucun; vitaminler, mineraller, karotenoidler, flavonoidler, poliasetlenler ve bitkisel besinler açısından zengin olduğu ifade edilmektedir. Bu nedenle yüksek karotenoid içeriği, diyet lifi ve vitamin (tiyamin, riboflavin, niyasin, B5, piridoksin, biyotin ve kobalmin) içermesi sebebi ile sağlığı geliştirici bir çok özelliği bulunmaktadır (Prasad ve ark., 2016; Varshney ve Mishra, 2022). Havucun kimyasal bileşimi (mg/100 g) aşağıdaki çizelge 2.3'te gösterilmiştir (Sharma ve ark., 2012; Prasad ve ark., 2016; Ma ve ark., 2018; Kidon ve Uwineza, 2022).

Çizelge 2. 4. Havucun kimyasal bileşimi (mg/100g) (Sharma ve ark., 2012; Prasad ve ark., 2016; Ma ve ark., 2018; Kidon ve Uwineza, 2022).

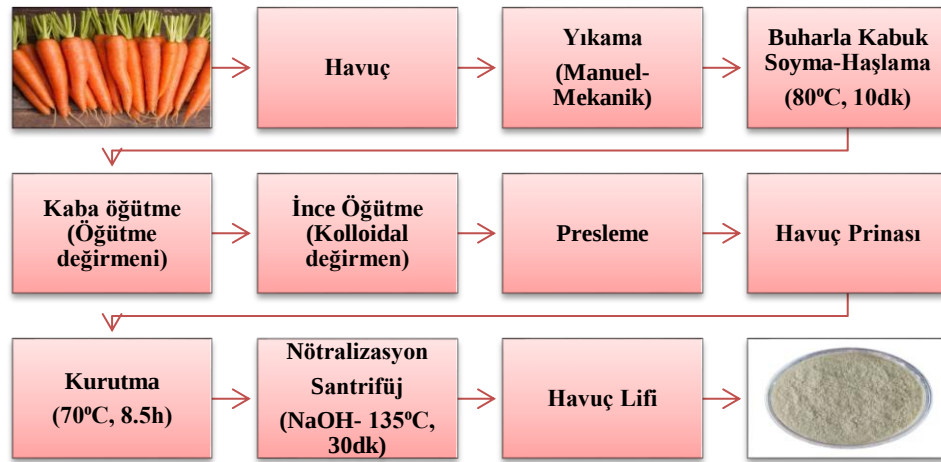
Bileşen	İçerik (mg/100g)	Bileşen	İçerik (mg/100g)
Nem	86-95	Çinko	0.2-0.24
Protein	0.7-2.0	Bakır	0.02-0.05
Karbonhidrat	6-10.6	Mangan	0.14
Ham Lif	0.6-2.9	Demir	0.3-2.2
Yağ	0.2-0.7	Askorbik asit	4-58
Toplam Şeker	4.7-6.7	Tiyamin	0.04-0.1
Sükroz	3.68-4.54	Riboflavin	0.02-0.06
Glukoz	0.59-1.0	Niyasin	0.2-1.2
Fruktoz	0.55-1.0	Pridoksin	0.14
Kalsiyum	2-80	Tokoferol	0.66-0.87
Magnezyum	9-12	Karotenoid	5.33
Fosfor	25-280	α - Karoten	3.5-10.7
Potasyum	240-320	β - Karoten	6.85-18.3
Sodyum	40-69	Filokinon	0.0083-0.0132

Meyve ve sebzelerin lifleri, daha düşük fitik asit içeriği ve kalori değerine ek olarak, yüksek düzeyde çözünür ve toplam lif ve su içeriği, yağ tutma kapasitesi ve kolonik fermantasyon kabiliyeti nedeniyle daha iyi kaliteye sahip olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca, fenolik bileşiklerin birincil diyet kaynağı meyve ve sebze ürünlerinde bulunmaktadır. Bu ürünlerin özleri, meyve suları ve tozlarının, süt ürünlerinde fonksiyonel bileşenler olarak uygulanma potansiyeline sahip olduğu öne sürülmüştür (Issar ve ark., 2017; Salehi ve Aghajanzadeh, 2020).

Farklı formlardaki (taze, kurutulmuş, toz, meyve suları, püre, küspe, lif ve ekstrakt) meyve ve sebzeler, üreticilere gıda ürünlerinin sağlık yararlarını iyileştirme araçları

sağlamaktadır (Salehi ve Aghajanzadeh, 2020; Satorabi ve ark., 2021). Besinsel açısından zengin meyve ve sebze lifleri, su hidrasyonu, yağ adsorpsiyonu, viskozite ve dokusal özellikler dahil olmak üzere fonksiyonel özelliklere sahip olabilmektedir (Elleuch ve ark., 2011; Salehi, 2021).

Havucun değerli bir mikro besin kaynağı olmasından dolayı, A vitamini ve mineral içeriğini artırmak için süt ürünlerinde kullanılabileceği ifade edilmektedir. Havuç lifi, havucun özütlenen, kurutulan ve kirli beyaz serbest akışlı bir toz halinde öğütülen lif kısmı olarak ifade edilmektedir. Havuç lifi, ağırlığının en az 26 katı su, en az 4 katı yağ tutma özelliğine sahip olduğu bildirilmektedir. Havuç lifi; su bağlama, jelleşme ve koyulaştırma gibi arzu edilen fonksiyonel özelliklerinden dolayı potansiyel yoğurt stabilize edici ajan olarak kabul edilmektedir. Havuç lifi ilaveleri, antioksidan aktiviteyi iyileştirmekte ve besin bileşenlerini, A vitaminini, karotenoidleri ve fenolik bileşiklerini arttırmaktadır (Elleuch ve ark., 2011; Salehi, 2018). Havuç (meyve suları veya yan ürünleri) ve yoğurdun kombinasyonu yoğurdun besleyici ve fonksiyonel gıda özelliklerini iyileştirmektedir (Puvanenthiran ve ark., 2014; Fan ve Cliff, 2017). Bununla birlikte; havuç lifi ilavesinin yoğurdun raf ömrünü iyileştirdiği de ifade edilmektedir (Salehi, 2021). Havuç lifi üretim akış şeması Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2. 3. Havuç lifi üretim akış şeması (Söğüt ve Çakmak, 2020)

Havucun insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri uzun yıllardır bilinmektedir. Sahip olduğu doğal biyoaktif bileşenler; bağışıklık güçlendirici, anti-diyabetik, obezite, kolesterol ve

kardiyovasküler hastalıkları düşürücü, göz sağlığını iyileştirici, kanser önleyici veya geciktirici, anti-hipertansif, hepatoprotektif, renoprotektif, anemi ile mücadeleye yardımcı ve yara iyileştirici gibi birçok yararlı etkisi bulunmaktadır. Ayrıca havuç tohumu ekstraktlarının antibakteriyel, antifungal, iltihap önleyici ve analjezik etkilerinin olduğu da ifade edilmektedir (Prasad ve ark., 2016; Cotesa ve ark., 2018; Kasım ve Kasım, 2019).

Pop ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada havuç suyu ilavesiyle yeni bir yoğurt türü geliştirmeyi hedeflemiş ve farklı oranlarda (%0, %8, %16, %24) havuç suyunun, buzdolabında (4°C) depolama (21 gün) sırasında yoğurtlarda probiyotik bakterilerin duyuşal özellikleri ve canlılığı üzerindeki etkisi ile ilgili değerlendirme yapmıştır. %24 havuç suyu içeren yoğurt takviyesi, 21 günlük raf ömrü sonunda önerilen 10^7 kob/g probiyotik bakteri seviyelerini içeren laktik asit bakterilerinin stabilitesini önemli ölçüde artırdığını belirtmişler. Sonuç olarak, yoğurt takviyesinin havuçta yüksek miktarda bulunan karbonhidratlar, vitaminler ve mineraller nedeniyle laktik asit bakterilerinin stabilitesini önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermiştir. Havuç suyunun eklenmesinin yoğurdun duyuşal özelliklerini etkilediğini açıklamışlardır.

Zargar ve ark., (2017), yaptıkları çalışmada, farklı miktarlardaki havuç ilavelerinin tavuk sosislerinin kalite özellikleri üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Kıyılmış havuç, üç farklı oranda (%6, %12 ve %18) ilave edilmiştir. Ürünler çeşitli fizikokimyasal ve duyuşal özellikler için analiz edilmiş ve ürünlerin pH, emülsiyon stabilitesi, pişirme verimi, ham protein, eter ekstraktı ve kül içeriğinin, artan havuç miktarı ile önemli azalma eğilimi gösterdiğini açıklamışlardır. Artan havuç miktarı ile tavuk sosislerinin nem ve ham lif içeriğinde önemli bir artış gözlemlendiği ifade edilmiştir. Ürünlerin görünüm, renk, tat, sululuk ve genel kabul edilebilirlik için ortalama duyuşal puanları, artan havuç miktarı ile önemli bir artış göstermiştir.

Prerana ve Anupama, (2020), havuç püresi içeren eriştelere geliştirmek ve tüketicilerin diyetindeki sebze alımını artırmak için yaptıkları çalışmada, 100 g rafine buğday unu başına 0g, 10g, 20g, 30g, 40g ve 50g havuç püresi ilave edilmiştir. Elde edilen ürünler beslenme, duyuşal, pişirme ve dokusal özellikler açısından analiz edilmiştir. Analiz sonuçları, toplam karotenoidlerde, kalsiyum, fosfor, demir, potasyum ve ham lif gibi minerallerde artış olduğunu göstermiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında havuç

erişteleri, lif parçacıklarının nişasta-protein matrisi ile daha iyi bağlanmasını doğrulayan daha dūřuk pişirme kaybı gōstermiřtir. Test eriştelerinin doku analizi, kontrol eriştelerine kıyasla sertlik, esneklik ve yapışkanlık değerlerinde azalma olduğunu gōstermiřtir.

Luca ve ark., (2022), dōrt farklı çeřit (Baltimore, Niagara, Belgrado ve Sirkana) havuç prina tozunu karakterize etmiřler ve kimyasal, fonksiyonel, kromatik, mikroyapısal ve moleküler açıdan gıda maddelerinde kullanım olasılıklarını arařtırmıřlardır. Havuç prina tozlarının kimyasal bileřiminin, fonksiyonel özelliklerinin, renginin ve moleküler yapılarının çeřide baėlı olduėunu ifade etmiřlerdir. Elde ettikleri sonuçlara gōre havuç prina tozlarının yūksık oranda lif (%20.09-33.34), karbonhidrat (%46.55-58.95), kūl (%5.29-5.89), protein (%6.87-9.14) kaynaėı olduėunu bulmuřlar ve eklenebilecekleri gıda űrūnlerinin besin deėerini iyileřtirme kapasitesine sahip olduėunu ortaya koymuřlardır. Őte yandan havuç çeřitlerinin fonksiyonel özellikleri, su emme ve tutma kapasiteleri, řiřme kapasiteleri, kūtle yoėunluėu ve kōpūrme özelliklerinin farklılık gōsterdiėini vurgulamıřlardır. Su emme ve tutma kapasiteleri açısından en yūksık deėerlerin Baltimore havuç prinasına ait örneklerde (sırasıyla %16.99 ve 7.64 g/g) olduėunu bulmuřlardır. Őrneklerin tamamında yūksık kōpūrme stabilitesi (FS > %94), hidrasyon kapasitesi %57.96'dan yūksık, yaė emme kapasitesi %34.33'den fazla ve kūtle yoėunluėu 0.45 ile 0.56 g/cm³ arasında olduėunu tespit etmiřlerdir. En yūksık parlaklık Baltimore rneėinde (73.30) elde edilirken, Niagara eřidi en sarımsı (19.61), kırmızımsı (13.05) ve yoėun (23.55) renk sergilemiřtir. Tūm örneklerin mikro yapısı kompakt olarak bulunmuř ve kızılōtesi spektroskopisi spektrumları sonuçlarına gōre ise örneklerde β-karoten, lifler, karbonhidratlar, lipidler ve proteinlerin varlıėının olduėunu bulmuřlardır.

Johnson ve ark., (2022), havuç lifinin bağlayıcı olarak pişmiş tavuk sosisinde fiziksel etkilerini araştırmışlardır. Karışım 4.5 kg'lık partilerle, kontrol grubu, havuç lifi (%2.0 ve %3.5), yağsız kuru sūt (%2.0 ve %3.5), soya proteini (%2.0 ve %3.5) kullanılarak yapılmıştır. Doku profili analizi (sertlik, elastikiyet, yapışma, çiğneme ve esneklik) incelenmiştir. Havuç lifi ile yapılan sosislerin, yağsız kuru sūt ve soya proteini kullanılarak yapılan sosislere gōre sertlik değerinin daha yūksık ve esnekliğinin az olduğunu bildirmişlerdir. Aynı zamanda %3.5 havuç lifi ile yapılan sosislerin, %2 ve %3.5 yağsız sūt tozu ve %3.5 soya proteini ve kontrol grubu sosislere gōre yapışkanlığının daha az olduğu ifade etmişlerdir. Sonuç olarak, pişmiş tavuk sosisinde

havuç lifi kullanımının, soya proteini ve yağsız süt tozu ile yapılanlara benzer doku profili oluşturduğu bunun da pratik bir ikame olabileceğini ifade etmişlerdir.

2.2.2. Bezelye Lifi

Bezelye, farklı fonksiyonel özellikleri ve yüksek besin değeri nedeniyle günümüzde insan tüketimi için kullanılan baklagil ailesine ait protein kaynaklarından biri olarak tanımlanmaktadır (Yavuz ve zelik 2016).

Bezelye (*Pisum sativum*), güçlü adaptasyon yeteneği ile tüm dünyada yaygın olarak yetiştirilen bir bitki olarak açıklanmaktadır. Baklagil ailesinden bezelye, bitkisel kaynaklar arasında yüksek lif içeriğine sahip bitkilerin başlarında gelmektedir (Livingston ve ark., 2016; Vikash ve ark., 2022). Bezelyenin; zengin diyet lifi içeriği ile toplam diyet lifi içeriği %10-15, çözünür diyet lifi içeriği ise % 2-9 olarak bildirilmektedir (Che ve ark., 2014; Cheng ve ark., 2022).

Bezelyenin özellikle protein, lif, antioksidanlar, karoten ve nişasta açısından zengin bir sebze olduğu bildirilmektedir. Bezelye %65-80 globulin proteini, %10-20 albümin proteini içermektedir (Liao ve ark., 2019; Ge ve ark., 2020). Bununla birlikte bezelyenin; yağ asitlerinin enerjiye dönüşmesini sağlayan çok yüksek lizin seviyesine sahip olduğu belirtilmektedir. Lizin ayrıca immün sisteminin korunmasına da yardımcı olmaktadır (Ruscigno, 2016; Ge ve ark., 2020). Aynı zamanda diğer baklagillere göre bezelyede C vitamini oldukça yüksektir. İçeriğindeki C vitaminine ek olarak A vitamini, B vitamini, demir (Fe), fosfor (P) ve potasyum (K) gibi mineralleri de bulunmaktadır. 100 gram taze bezelye tanesinin besin değerleri izelge 2.5'te gösterilmiştir. (Dahl ve ark., 2012; Ebsim, 2013; Cheng ve ark., 2022).

Çizelge 2. 5. 100 gram taze bezelye tanesinin besin değerleri

Bileşen	İçerik	Bileşen	İçerik
Enerji (kcal)	84kcal	Potasyum	316mg
Protein	6.3g	Magnezyum	35mg
Karbonhidrat	14.4g	A vitamini	0.7mg
Kolesterol	0	B1 vitamini	0.35mg
Yağ	0.4g	B6 vitamini	0.16mg
Lif	2g	B2 vitamini	0.14mg
Fosfor	116mg	B3 vitamini	2.9mg
Kalsiyum	26mg	Folik Asit	35.5mg
Demir	1.9mg	C vitamini	27mg
Sodyum	2mg	E vitamini	2.1mg

Bezelye proteini sağlığa faydalı olduğu kadar fonksiyonel özellikleri ile de gıda işlemede önemli bir rol oynamaktadır. Bu da bezelye proteininin çözünürlüğü, işlevselliği, emülsifiye etme özellikleri, su ve yağ tutma kapasitesi, jelleşme ve köpürme özellikleri dahil olmak üzere gıda ürünlerinin yapısına ve dokusuna katkıda bulunan tüm özellikleri ifade etmektedir (Ge ve ark., 2020; Lu ve ark., 2020). Bezelye proteini; antioksidan, antihipertansif, antiinflamatuvar, kolesterol düşürücü ve bakteriyel modülasyon gibi birçok özellikleri içermektedir (Liao ve ark., 2019). Aynı zamanda bezelye proteini, en az alerjiyi içermesi ve çok fazla işlevsel ve besleyici özelliklere sahip olmasından dolayı, süt ikameleri üretmek için hem uygun maliyetli hem de raf ömrü açısından iyi bir seçenek olarak ifade edilmektedir (Lu ve ark., 2020).

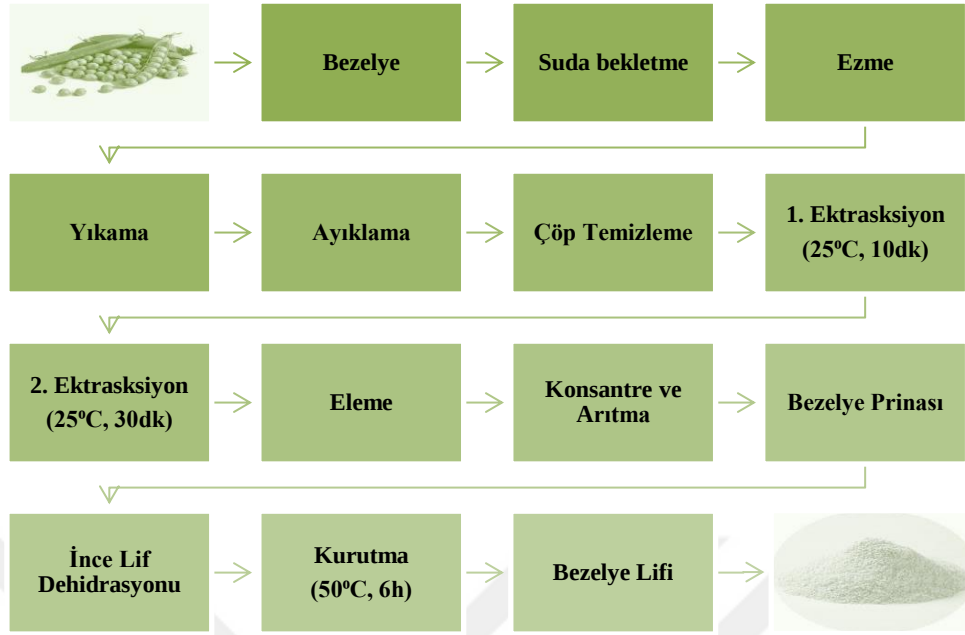
Bitkisel liflerin temel bir besin ögesi olarak insan sağlığının korunmasında önemli fizyolojik etkilere sahip olduğu belirtilmektedir. Bitkisel liflerden biri olan bezelye lifi özellikle, bağırsak hareketlerinin hızlanmasında, sindirim sisteminin işleyişinin iyileşmesinde ve tokluk hissini artırmada önemli fonksiyonel özelliklere de sahiptir. Bezelye lifi özel olarak temizlenmiş ve işlenmiş bezelye kabuklarından elde edilen, oldukça emici ve düşük karbonhidratlı bir lif olarak açıklanmaktadır. Bezelye lifi, raf ömrünü uzatmak ve verimi artırmak için kullanılan en iyi lif takviyesi olarak bilinmektedir. İnsanların beslenmesinde diyet lifi kaynağı olarak kullanılan bezelye lifinin, glikoz tepkisini, lipid metabolizmasını, bağırsak fonksiyonlarını düzenlediği ve

böylece insanların sağlığını iyileştirdiği ifade edilmektedir (Che ve ark., 2014; Cheng ve ark., 2022). Bezelye lifi besin değerleri Çizelge 2.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 2. 6. 100 gram bezelye lifinin besin değerleri (Anonim, 2022)

Besinve Enerji Öğeleri	Değer
Enerji (Kjal)	1067kj/255kcal
Protein	10g
Karbonhidrat	30g
Yağ	0.2g
Diyet lifi	46g
Şeker	0.4g
Kalsiyum	176mg
Potasyum	684mg

Bezelye lifi, gıdalarda su bağlanmasını ve nem salınımını kontrol etmek için soyaya alternatif olarak kullanılmaktadır. Yaygın olarak özellikle et ürünlerinde, unlu mamullerde, dondurulmuş gıdalarda kullanıldığı bildirilmektedir. Bununla beraber et ürünlerinde fermantasyon süresini azaltmak, süt ürünlerinde sinerezisi azaltmak, tekstürü geliştirmek ve hacim sağlamak, unlu mamullerde raf ömrünü uzatmak ve lif açısından zenginleştirmek, dondurma külâhı, kraker ve gofret gibi ürünlerde kırılmayı en aza indirmek, peynir ürünlerinde sulanmayı önlemek, toz gıda karışımlarında topaklanmayı önlemek amacıyla kullanılmaktadır (Dhingra ve ark., 2012; Che ve ark., 2014; Miliao ve ark., 2022). Bezelye lifi üretim akış şeması Şekil 2.4’te verilmiştir.



Şekil 2. 4. Bezelye lifi üretim akış şeması (Ramirez ve ark., 2021)

Rocha ve ark., (2013), yaptıkları çalışmada kısmen et ve yağın ikamesi olarak bezelye lifi ilavesiyle yapılan dana burgerlerinin duyusal kabulünü ve fizikokimyasal parametrelerini değerlendirmişlerdir. (Kontrol (C) - bezelye lifi ilavesi yok, daha az et/lif (LMF) - %5 etin azaltılması ve %1 bezelye lifinin eklenmesi (%4 su) ve daha az yağ/lif (LFF) %7 yağın azaltılması ve %1.0 lif (%6 su) eklenmesi işlemleri yapılmıştır. Pişirme kaybı, çap küçültme, pH değerleri, renk (L*, a* ve b* parametreleri) analizi ve 60 hamburger tüketicisi ile 9 noktalı hedonik skala kullanılarak kabul testi gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirme ile ilgili olarak, tüketiciler değerlendirilen tüm nitelikler (aroma, doku, lezzet ve genel kabul) için üç örnek arasında herhangi bir farklılık tespit etmemiş ve tüm burgerler iyi puanlar almıştır. Bezelye lifinin, teknolojik parametrelerden ve tüketicilerin kabul edilebilirliğinden ödün vermeden, sığır eti burgerlerinde et ve yağın kısmi ikamesi olarak kullanılmasının mümkün olduğunu ifade etmişlerdir. Bununla birlikte %5 et (maliyet azaltma) veya %7 yağ (kalori azaltma) kısmi ikamesi ile sığır eti burgerlerine %1 bezelye lifi ve su eklemenin mümkün olduğu sonucuna varmışlardır.

Damian ve Olteanu (2014), yaptıkları çalışmada, bezelyeden elde edilen diyet lifler ile zenginleştirilmiş yoğurtların reolojik özellikleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Reolojik analiz sonuçları, bezelye lifli yoğurdun kontrol numunesi yoğurdundan daha yüksek viskoziteye sahip olduğunu göstermiştir. Bezelye lifinin eklenmesi, kontrol yoğurduna kıyasla yoğurdun sinerezini önemli ölçüde azaltmış ve bu da ticari bir ürün

elde etmek için prosesin uygulanabilirliğini göstermiştir. Süzme yoğurtta bezelye lifi kullanıldığında, renk ve reolojik davranışta önemli farklılıklar gözlenmiştir.

Visi ve ark., (2017)'nın, yaptıkları çalışmada bezelye lifi ve patates nişastası bazlı, yağı azaltılmış Bologna tipi hindi sosisleri üretmişler ve yağ ikame maddelerinin organoleptik özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Yağın kısmen (%25, %50 ve %75) patates nişastası veya bezelye lifi ile değiştirilmesi, enerji içeriğinde sırasıyla %16-17, %31-33 ve %45-50 azalma ile sonuçlanmıştır. Ölçülen renk değerlerindeki farklılıklar değerlendiriciler tarafından tespit edilememiştir. Orta veya yüksek düzeyde patates nişastası (%3.9-5.8) veya yüksek düzeyde bezelye lifi (%1.8) içeren yağı azaltılmış sosisler, kontrole göre daha az tuzlu algılanmış ve tuzluluk puanları sululukla uyumlu olarak açıklanmıştır. Düşük ve orta düzeyde bezelye lifi (%0.6-1.2) ve patates nişastası içeren sosislerin organoleptik özellikleri üretilen daha sağlıklı düşük yağlı ürünlerin renk, koku, tat ve genel kabul edilebilirliği, geleneksel tam yağlı Bologna tipi hindi sosislerine oldukça benzer olduğunu kanıtlamıştır. Bununla birlikte, patates nişastası (%3.9-5.8) veya bezelye lifi (%1.6) kullanılarak kısmi yağ ikamesi, tuzlu tatta önemli bir kayıp ile sonuçlanmıştır. Tuzluluktaki değişiklikler, sululuktaki değişikliklerle uyumlu olarak açıklanmaktadır. Düşük yağlı ve düşük tuzlu Bologna tipi sosislerde tuz içeriğinin yağ içeriğine paralel olarak azalması durumunda dezavantajlı olabilmekte ve tuzlu tadın değerlendirilmesi konsantrasyon düşüşüne bağlı olarak beklenenden daha fazla düşebilmektedir.

Narala ve ark., (2022), yaptıkları çalışmada, yoğurt kültürünün gelişmesi için prebiyotik olarak inülin ile bezelye protein izolatından oluşan bir vegan yoğurt dondurması geliştirmeyi ve inülinin tekstürel özellikler (sertlik, erime, hacim ve renk) üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. 0, %1, %2, %3 ve %4 oranlarında inülinden oluşan karışımlara %0.02 (a/h) oranında dondurularak kurutulmuş kültürler ilave edilmiş ve pH 4.5 olana kadar 45°C'de inkübasyona bırakılmıştır. Mevcut araştırma sonuçlarına göre, inülinli bezelye proteininin yoğurtlu dondurmada *S. thermophilus* ve *L.bulgaricus* kültürü için prebiyotik olarak çalışabileceğini açıklamışlardır. Bezelye proteinli dondurma karışımına inülinin eklenmesi, prebiyotik aktivitesi nedeniyle inkübasyon sırasında pH'da daha hızlı bir düşüşe neden olmuştur. Karışıma %2 ile %4 arasında inülin eklenmesiyle daha yüksek bir dondurma miktarı elde edilmiştir. Bezelye proteinli

yoğurtlu dondurmalarda, %3 ve %4 inülin içeriği ile yoğurt bakterilerinin canlılığı 10 günlük depolama süresince daha yüksek düzeyde korunmuştur. Bu nedenle, süt proteinlerine alternatif olarak bezelye protein izolatlarına dayalı yeni bir vegan ve fonksiyonel probiyotik yoğurtlu dondurma geliştirmenin mümkün olduğunu açıklamışlardır.

Zhang ve ark., (2022), bu çalışmada, gerçek deniz ürünlerini taklit eden özelliklere sahip bitki protein-polisakkarit karışımlarından deniz ürünleri analogları oluşturmak için faz ayırma, karıştırma ve enzimatik jelasyon yaklaşımının kullanılma olasılığını araştırmışlardır. Isı ile denatüre edilmiş bezelye proteini (%10, w/w) ve pektin (%0-1, w/w) karıştırılarak faz ayrılmış biyopolimer karışımları elde edilmiştir. Daha düşük pektin konsantrasyonları (%0.5, w/w), daha yüksek olanlardan (%1.0, w/w) daha iyi su tutma kapasitesine sahip daha güçlü jellere yol açmıştır. Bitki bazlı tarak analoglarının görünümü ve dokusunun, pişme sonrası gerçek taraktakine benzer olduğunu ve bu bitki bazlı deniz ürünleri analogları oluşturmak için yumuşak madde fiziği yaklaşımını kullanma potansiyelini göstermektedir.

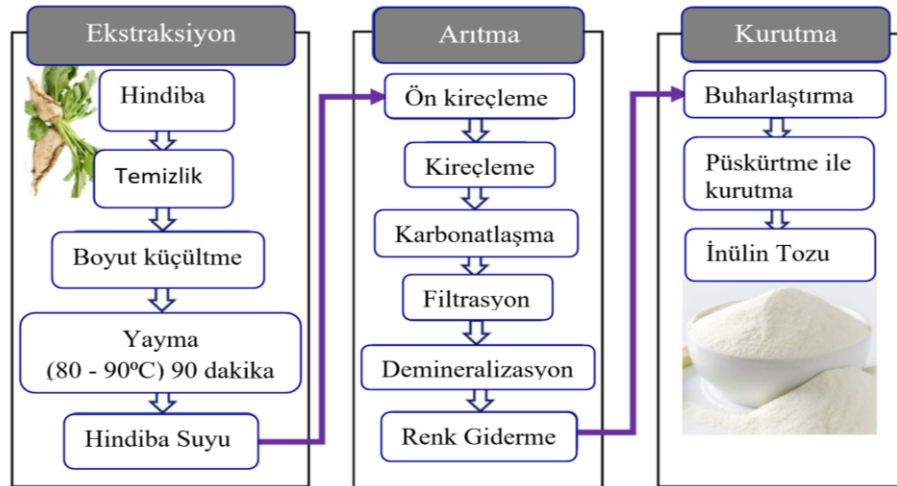
2.2.3. İnülin

İnülin, karbonhidrat sınıfına ait fruktanlar olarak bilinen, geniş bir uygulama yelpazesine sahip gıda maddesi olarak bilinmektedir. Besinsel olarak düşük kalori değerine, diyet lifi ve prebiyotik etkilere, fonksiyonel özelliklere ve sağlığı geliştirici birçok etkiye sahip olduğu ifade edilmektedir (Mudannayake ve ark., 2015; Guimaraes ve ark., 2018). İnülin, α -amilaz ve üst gastrointestinal sistemdeki hidrolitik enzimler tarafından sindirilemediği için prebiyotik olarak kabul edilmektedir (Ahmed ve Rashid, 2019). İnülinin; diyet lifi rolleri için dokusal modifikasyon, yoğun tatlandırıcılar, şeker ikamesi, yağ ikamesi ve organoleptik iyileştirmede hacim artırıcı olarak bilinmesi nedeniyle endüstriyel olarak gıdalarda kullanımı her geçen gün artmaktadır (Saeed ve ark., 2015; Singh ve ark., 2019b; Leddomado ve ark., 2021).

Genel olarak inülinin, β -(2,1)-fruktosil-fruktoz bağları ile bağlanmış, 2-60 fruktoz birimini içeren lineer zincirlere sahip olduğu ve kullanılan bitki türüne, olgunluk derecesine ve kullanılan ekstraksiyon işlemine bağlı olarak zincir uzunluğu ve polidispersitesi olduğu bilinmektedir (Guimaraes ve ark., 2018). Bu nedenle inülin, sakaroz veya yağın ikamesi olarak ve kolondaki bazı mikroorganizmaların gelişmesini

ve/veya aktivitesini seçici olarak uyararak konakçıyı pozitif etkileyen bir prebiyotik olarak kullanılmaktadır (Gibson ve ark., 2017; Paciulli ve ark., 2020; Leddomado ve ark., 2021).

İnülin, kudüs enginarı, yıldız çiçeği yumruları, buğday, soğan, muz, sarımsak ve hindiba dahil 30.000'den fazla bitki türünde doğal olarak bulunan fruktoz polimerlerinin (polimerizasyon derecesi, $DP < 10$) heterojen bir karışımı olarak açıklanmaktadır (Apolinario ve ark., 2014; Zhu ve ark., 2016; Tadesse, 2021). İnülin daha çok hindiba kökünden izole edilmektedir. İzolasyon işlemi temel olarak özütleme, saflaştırma ve kurutma olmak üzere üç adımdan oluşmaktadır (Şekil 2.5) (Zhu ve ark., 2016; Carlson ve ark., 2017).



Şekil 2. 5. Hindiba köklerinden geleneksel inülin üretimi için akış diyagramı (Zhu ve ark., 2016; Carlson ve ark., 2017)

İnülinin konak sağlığı üzerindeki etki mekanizmaları dolaylı ve doğrudan olmak üzere iki şekilde sınıflandırılmıştır (Çizelge 2.7) (Tadesse, 2021). Doğrudan etkiler, inülin tüketiminin konak sağlığı üzerinde olan ani etkileri olarak ifade edilmektedir. İnülinin sağlığa yararlı etki etmesinin yollarından biri, şeker ve yağ ikamesi olarak kullandığında kalori alımını azaltmaktır. Ayrıca antioksidan ve koruyucu etkileri olduğu da bilinmektedir. Bununla birlikte, plazma lipid ve kolesterol seviyelerini düşürmekte de rol almaktadır. Bunların tamamı inülin tüketimiyle doğrudan ve ani etki olarak açıklanmaktadır (Pasqualetti ve ark., 2014; Carlson ve ark., 2017). İnülinin sağlığa yararlı kolon bakterilerinin çeşitliliği ve popülasyonu üzerindeki etkileri ise yavaş ve dolaylı etki olarak ifade edilmektedir. İnülinin inflamatuvar bağırsak hastalıklarına ve mide bağırsak

bozukluklarına karşı dolaylı olarak etki ettiği de bildirilmektedir (Akram ve ark., 2019; Guarino ve ark., 2020; Ramirez-Farias ve ark., 2021).

Çizelge 2. 7. Konak sağlığı üzerinde doğrudan ve dolaylı prebiyotik etki mekanizmaları (Tadesse, 2021).

Doğrudan ve ani etki	Kaynaklar
Azaltılmış kalori alımı ve kilo kontrolünü sağlamak: İnülin insan enzimleri tarafından sindirilememekte ve ayrıca ince bağırsakta emilememektedir, dolayısıyla kalori alımına katkıda bulunmamaktadır,	(Al-Sheraji ve ark., 2013; Saeed ve ark., 2015)
İshale neden olan enfeksiyonlara karşı bağışıklık sistemini uyarmak (turist ishali, akut ishal ve antibiyotik ilişkili ishal),	(Al-Sheraji ve ark., 2013)
İnsan vücudu tarafından daha iyi besin (mineral emilimi) ve plazma lipid seviyelerini modüle etmek.	(Pasqualetti ve ark., 2014; Carlson ve ark., 2017)
Dolaylı ve yavaş etki	
Patojenik grupları inhibe ederken, sağlığa faydalı kolon mikroorganizmalarının etkisinin ve büyümesinin seçici olarak uyarılmasını sağlamak,	(Ramirez-Farias ve ark., 2021)
Sağlığa faydalı mikroorganizmalar, kolon ve meme hücrelerinin tümör oluşumunu engelleyen kısa zincirli yağ asitleri (SCFA) üretmek, kolon mukozasını kaplayan ve patojenlerin veya toksik dışkıların saldırılarına karşı koruyan yüzey proteinlerinin üretimini sağlamak,	(Guarino ve ark., 2020)
Sağlığa faydalı bakterilerin ürettiği SCFA'nın yanı sıra laktik ve asetik asitlerin pH'ını düşürmek ve enteropatojenik bakterilerin büyümesi, kanserojenin azalmasını sağlamak,	(Slavin, 2013; Leddomado ve ark., 2021)
Yararlı gruplar tarafından (örneğin; LAB: lantibiyotikler, baktriosinler, bakteriyolizinler, reuterin) tarafından doğrudan antimikrobiyal proteinlerin veya peptitlerin üretimini sağlamak, patojenleri doğrudan inhibe etmek,	(Gibson ve ark., 2017; Paciulli ve ark., 2020)
Bağırsak mikropları tarafından fermentasyondan sonra inülinin temametabolitleri, konakçı üzerinde olumlu etki göstermek (örneğin; propiyonatlar karaciğer tarafından kolesterol üretimini inhibe etmektedir)	(Slavin, 2013; Akram ve ark., 2019)

İnülin, peynir, yoğurt, donmuş yoğurt ve dondurma gibi birçok süt ürününde probiyotik bakterilerin canlılığının yanı sıra kimyasal, fonksiyonel ve duyuşal özellikleri geliştirmek için kullanılmaktadır (Rezaei ve ark., 2014; Balthazar ve ark., 2018; Li ve ark., 2019; Zhang ve ark., 2021). Yoğurt yapımında süte inülin ilave edilmesi, sinbiyotik yoğurtta probiyotik canlı sayısını artırmakta, fonksiyonel ve duyuşal özelliklerin yanı sıra tüketici sağlığı üzerinde de olumlu bir etki yaratmaktadır. Bununla beraber 28 günlük depolama süresince yoğurdun duyuşal özelliklerini iyileştirmek ve daha uçucu yağ asitleri üretmek için probiyotiklerin sinerezisi arttırdığı ifade edilmektedir (Sarwar ve ark., 2019).

Rafiq ve Ghosh, (2017), yaptıkları çalışmada inülinin (%0-6) işlenmiş peynirdeki tekstür, eriyebilirlik, duyuşal ve renk özellikleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Kontrole

göre %4'e kadar inülin ilavesinin işlenmiş peynirin tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı, ancak %6 inülin ilavesinde sertliğin arttığı, kohezyon, elastikiyet ve çiğnenebilirliğin ise önemli ölçüde azaldığını gözlemlemişlerdir. İnülin ilavesi ile peynirin nem içeriği azalmıştır. İnülinin dahil edilmesi yağ, protein ve kül içeriğini etkilerken; pH üzerinde bir etkisinin olmadığını ifade etmişlerdir. Sonuç olarak, genel kalite özelliklerinin çoğunu etkilemeden işlenmiş peynire %6'ya kadar inülinin eklenebileceğini göstermektedir. Ayrıca gıdalarda bileşen olarak kullanıldığında veya doğrudan tüketildiğinde işlenmiş peynir için ideal olan tekstürel özellikler üzerinde önemli bir etki göstermemiştir. Buradan yola çıkılarak %6'ya kadar inülin ile yapılan işlenmiş peynirin, pizza, sos ve sandviç yapımında bir bileşen olarak doğrudan tüketim için kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Morreale ve ark., (2019), yaptıkları çalışmada glutensiz ekmeklerin inülin ile zenginleştirilmesini araştırmışlardır. Çalışmada ekmekleri mayalamak için; iki farklı maya (normal ve azaltılmış invertaz aktivitesine sahip) ve beş inülin (polimerizasyon derecesi ve üretici için farklılık gösterebilen, pazarlanan) kullanılmıştır. Mevcut sonuçlara göre, inülin tipi fruktanların polimerizasyon derecelerine bağlı olarak ekmek yapma sürecinin önemli ölçüde etkilenebileceğini göstermektedir; çünkü düşük polimerizasyon dereceli inülinler, hem ekmekteki nihai fruktan içeriğini hem de ekmek yapımı boyunca potansiyel yapılandırma yeteneğini etkileyen süreç sırasında kısmen bozunduğunu açıklamışlardır. Özellikle, bu azalmanın, glutensiz ekmek hamurlarını mayalamak için normal invertaz aktivitesine sahip maya kullanıldığında daha belirgin olduğu ifade edilmektedir. Genel olarak, inülin glutensiz ekmekleri etkili bir şekilde zenginleştirmek için düşük invertaz aktivitesine sahip mayanın kullanılması tavsiye edilmektedir, ancak ekmeğin teknolojik özellikleri üzerindeki etkisinden dolayı inülin tipinin seçimine özel dikkat gösterilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Glutensiz ekmeklerin yapısını iyileştirmek için inülin zenginleştirilmesi tavsiye edilmiştir.

Zbikowska ve ark., (2020), yaptıkları çalışmada yoğurttaki inülin ilavesinin (%3, %6, %9, %12 veya %15 w/w) fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisini analiz etmişlerdir. Buna bağlı olarak doku parametreleri (penetrasyon testi), asitlik (titrasyon; pH), viskozite eğrileri, mikröreoloji ve fiziksel stabilitesi incelenmiştir. Yoğurdu bileşimine %3, %6, %9, %12 ve %15 oranlarında inülinin eklenmesi, özelliklerinde (asitlik, reolojik

özellikler ve stabilite göstergeleri) istatistiksel olarak anlamlı değişiklik göstermiştir. Prebiyotik katkısının artmasıyla asitliğin azaldığı; sıklık, yapışkanlık, viskozite ve elastikiyetin arttığı; sinerezisin azaltıldığı ve sedimantasyon fenomeninin sınırladığı bildirilmiştir. Prebiyotik içeriği yüksek (%3'ten %15'e kadar) yoğurtların elde edilebileceği, etiketinde sağlık beyanı ile fonksiyonel gıdalar olarak sınıflandırılmasının mümkün olduğu tespit edilmiştir.

Basznianin ve ark., (2021), yaptıkları çalışmada inülin ilavesinin az yağlı kanatlı sosislerinin kalitesine etkisini değerlendirmişlerdir. 4 çeşit inülin ilavesiz (kontrol) ve %1.0, %3.0 ve %5.0 oranlarında inülin ilaveli örnekler hazırlanmıştır. Sosisler oda sıcaklığına soğutulduktan sonra kontrol grubu ve inülin ilaveli ürünlerin fiziksel ve duyuşal özellikleri değerlendirilmiştir. Kümes hayvanı sosislerine inülin (%1.0, %3.0 ve %5.0) ilave edilmesi ile ürünün kalitesi ve duyuşal özellikleri önemli ölçüde etkilenmiştir. İnülin ilavesi, ürünün su emmesinde artışa, rengin sarıya doygunluğuna ve sertliğinde artışa, ayrıca kullanılan katkı maddesinin miktarında %3.0 ve %5.0 bir artışa katkı sağlamıştır. %5.0 inülin içeren kanatlı sosisleri, %1.0 ve %3.0 inülin ilave edilen ve kontrol grubuna kıyasla, daha yüksek verim, kesme kuvveti ile ölçülen sertlik ve kırmızıya doğru daha yüksek renk doygunluğu ile karakterize edilmiştir. Duyusal testlerden elde edilen sonuçlar, ürünün tadı ve sululuğu için en faydalı olanın %3.0 inülin ilavesi olduğunu göstermektedir. %5.0 toz inülin ilavesi kanatlı sosislerinin sertliğinde artışa neden olmuştur.

Kamel ve ark., (2021), yaptıkları çalışmada, farklı inülin konsantrasyonlarının (%0.2, %0.4 ve %0.6) probiyotik bakterilerin (*Bifidobacterium bifidum* (*B. bifidum*)) canlılığı ve probiyotik yoğurdun duyuşal özellikleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak, inülin ilavesinin ve saklama süresinin yoğurdun titre edilebilir asitliği üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermiştir. İnülin ilavesi depolama sırasında probiyotik bakterilerin (*B. bifidum*) canlılığını arttırmış ve ayrıca küflere karşı bir antimikrobiyal olarak görev yapmıştır. İnülinin, probiyotik yoğurt üretiminde prebiyotik olarak kullanılabileceği ve bunun da probiyotik bakterilerin (*B. bifidum*) gelişimini arttırdığı ve raf ömrünü uzattığı sonucuna varmışlardır.

2.2.4. Kinoa Unu

Günümüzde hızla artan nüfus, mevcut iklim değişikliği ve ekosistemin değişmesi nedeniyle bilim insanları tarımda yeni araştırmalara yönelmektedir. Bu kapsamda direnç, verim ve besin değeri yüksek yeni bitkilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için büyük çaba sarf edilmektedir. Özellikle gıda güvenliğinin sağlanması, kuraklığa ve tuza dayanıklı mahsul elde edilmesi ve kalıcı tarımsal verimliliğin sağlanmasının önemli olduğu ifade edilmektedir (Mukhopadhyay ve ark., 2020; Abidi ve ark., 2022). Son yıllarda olumsuz çevre koşullarına (don, kuraklık) ve stres koşullarına dayanıklılığına, yüksek tuzluluk oranına adapte olabilmesi ile öne çıkan kinoa bitkisi dikkat çekmektedir. Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Kazayağıgiller (*Chenopodiaceae*) familyasının And bölgesi kökenli, farklı toprak ve iklim koşullarına uyum sağlayabilen bir bitki türü olarak ifade edilmektedir (Bazile ve ark., 2015; Filho, 2017; Little ve ark., 2021). Kinoa yüksek besleyici değeri ile bilinen glutensiz bir tahıl olarak bildirilmektedir. Proteinler, lifler, lipitler, vitaminler ve mineraller açısından zengin ve esansiyel amino asit dengesine sahip olduğu ifade edilmektedir. Kinoanın 100g başına besin değeri Çizelge 2.8’de gösterilmiştir (Dağ ve Özkan, 2019). Bununla beraber kinoa fitoekdistteroidler, fitosteroller, saponinler gibi yüksek miktarda sağlığa yararlı fitokimyasalları da içermektedir (Tang ve ark., 2015; Vilcacundo ve Hernandez-Ledesma, 2017; Pereira ve ark., 2019; Chawanda ve ark., 2022).

Çizelge 2. 8. Kinoa besin değeri tablosu (100g)(Dağ ve Özkan, 2019)

Besin Öğeleri	Değerler (100g)	Besin Öğeleri	Değerler (100g)
Enerji	357 kcal	Kalsiyum	198mg
Karbonhidratlar	68.59g	Fosfor	457mg
Şeker	1.41g	Magnezyum	119mg
Diyet Lifleri	14.66g	Çinko	3.31mg
Protein	13.11g	Demir	7.51mg
Yağ	5.50g	C Vitamini	1.3mg
Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	2.40g	A Vitamini	19mg
Tekli Doymamış Yağ Asitleri	1.42g	Potasyum	563mg

Kinoanın biyolojik değeri (%73) bir gıdadan emilen ve daha sonra vücudun proteinlerine dahil edilen protein oranı- sığır eti biyolojik değerine (%74) benzemekte olup; mısır (%36), buğday (%49) ve pirinç (%56) biyolojik değerlerinden daha yüksek olduğu ifade

edilmektedir (Singh ve Singh, 2016; Filho ve ark., 2017; Kovalev ve ark., 2019). Bununla beraber kinoa esansiyel yağ asidi içeriği bakımından oldukça zengin olup, on bir esansiyel yağ asidi (izolösin, lösin, lizin, fenilalanin, tirozin, sistein, metionin, treonin, histidin, triptofan ve valin) içermektedir (Cu ve ark., 2016; Dakhili ve ark., 2019).

Bir karbonhidrat olarak nişasta, insan beslenmesinde temel fizyolojik enerji kaynağını sağlamakta ve kinoaadaki nişasta oranı, %11'i amiloz olan kuru maddenin %58.1-64.2'si arasında değişmektedir. Öte yandan kinoa, düşük fruktoz ve glikoz içermesine rağmen, yüksek D-ksiloz ve maltoz içeriğine sahiptir. 100 g kinoa; 1.70 mg glikoz, 0.20 mg fruktoz, 2.90 mg sakaroz ve maltoz 1.40 mg içermektedir (Yao ve ark., 2014; Jagadeeswaran ve ark., 2022).

Kinoanın toplam lipid içeriği %14.5 olup yaklaşık %70-89.4'ü doymamış (linoleik asidin %38.9-57'si, oleik asidin %24.0-27.7'si ve α -linolenik asidin %4'ü) yağ asidi içermektedir. Lipitler bir enerji kaynağı olup kalitesinin önemli olduğu vurgulanmaktadır (Tang ve ark., 2015).

Kinoa, tahılın toplam ağırlığının yaklaşık %2.6-10'unu oluşturan mükemmel bir diyet lifi kaynağı olup, lif içeriğinin yaklaşık %78'i çözünmez ve %22'si çözünür lif olarak açıklanmaktadır (Fardet, 2010; Gamez ve ark., 2019).

Kinoa 1-2 metre (m) civarında, odunsu orta gövde, çeşidine bağlı olarak dallı ya da dalsız, geniş bir renk yelpazesine (beyaz, kırmızı, pembe, sarı, siyah ve mor) sahip tek yıllık bir bitki olarak bilinmektedir. Tohumlar 2 milimetre (mm) çapında yassı ve yuvarlak olup olgunlaşmadan sonra çeşidine bağlı olarak beyazdan kırmızıya veya siyaha kadar değişebilen renklere sahiptir (Zuniga ve ark., 2017; Jaikishun ve ark., 2019; Little ve ark., 2021). Farklı renkte Kinoa (*C. quinoa*) bitkileri Şekil 2.6'da gösterilmiştir (Chedel, 2000).



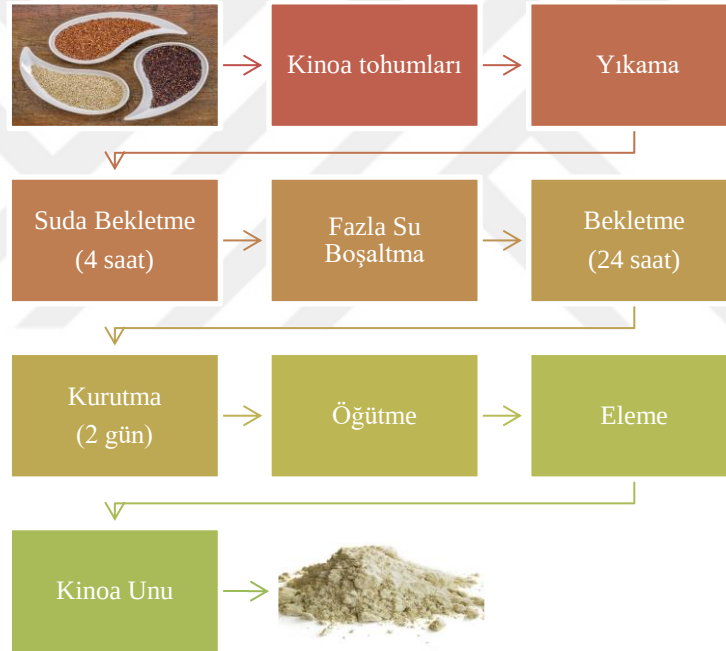
Şekil 2. 6. Kinoa (*C. quinoa*) bitkileri (Chedel, 2000)

Kinoanın polifenoller gibi antioksidanlar açısından da zengin olduğu ifade edilmektedir. Diğer hububat ve yalancı tahıl ürünlerine kıyasla en yüksek biyoaktif bileşen içeriğine sahiptir. Ayrıca glutensiz olarak kabul edilmesi nedeniyle çölyak hastalarının yanı sıra buğday alerjisine sahip kişiler için de kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir. Kinoa tohumlarının, kabuğu olarak bilinen tohumun dış tabakasında yer alan acı tat bileşenlerine (genellikle saponinler) sahip olduğu belirtilmekte ve tohumların kabukları ayıklanarak ve soğuk suda yıkanarak çıkarılabilmektedir (Scherf ve ark., 2018; Dakhili ve ark., 2019; Khoramivafa ve ark., 2022).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations) tarafından bitkinin gıda güvenliğini, ekimini, üretimini, muhafazasını, tüketimini, araştırmaları teşvik etmek, yoksulluğun ortadan kaldırılması için bu politikalara katkı sağlamak ve küresel ilgiyi odaklamayı amaçlamak adına 2013 yılı “Uluslararası Kinoa Yılı” olarak beyan edilmiştir (Ruiz ve ark., 2016; Angeli ve ark., 2020). Kinoanın tanınması amacıyla yapılan diğer gelişme ise, Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA-National Aeronautics and Space Administration) uzay görevleri esnasında astronotların beslenme gereksinimlerini karşılamadaki çok yönlülüğü nedeniyle kullanmasıdır (Cooper, 2015; Amiryousefi ve ark., 2021).

Kinoa unu, diyet lifleri, omega-3 yağ asitleri, çeşitli biyoaktif ve besin maddeleri, yüksek amino asit içeriği, mineraller, flavonoidler, vitaminler, kalsiyum, yüksek linoleik ve linolenik asit oranı içermesi sebebiyle gıda takviyesi olarak kullanılmaktadır. Bu özellikler de kinoa ununun insan sağlığına yararlı olması ve beslenme açısından büyük

bir avantaj sağlamaktadır (Tang ve ark., 2015; Filho ve ark., 2017). Kinoa unundaki polifenoller özellikle fırın ürünlerinin antioksidan kapasitesini geliştirdiği için, ekmek, bisküvi, makarna, kurabiye, erişte gibi bir çok gıda ürününde kullanılmaktadır (Rizzello ve ark., 2016; Lorusso ve ark., 2017; El-Sohaimy ve ark., 2019). Bununla beraber, birçok araştırmacı duyu kalite, beslenme özellikleri ve pıhtı özelliklerini geliştirmek amacıyla süt ürünlerine tahıl eklenmeye başladığını ifade etmektedir (Pang ve ark., 2012). Gün geçtikçe yoğurt formülasyonuna mercimek, nohut, fasulye ve kinoa gibi çeşitli tahılların eklenmesi yaygınlaşmaya başlamaktadır (Loveday ve ark., 2013; Weerathilake ve ark., 2014; Lorusso ve ark., 2018). Kinoa unu üretiminin akış şeması Şekil 2.7’de gösterilmiştir.



Şekil 2. 7. Kinoa unu üretiminin akış şeması (Boyapati, 2019).

Kinoa ile takviye edilmiş bebek mamalarının çocuklardaki yetersiz beslenmeyi önlediği açıklanmaktadır. Ayrıca diyetin kinoa ile takviye edilmesinin sağlıklı kişilerde kardiyovasküler rahatsızlıkları önlediği bildirilmektedir. Kinoa, kanser, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve yaşlanma gibi farklı kronik rahatsızlıkların riskini azaltan biyoaktif bileşikleri de içermektedir (Farinazzi-Machado ve ark., 2012; Hernandez-Ledesma, 2019). Bununla birlikte yüksek besin değeri ve glutensiz doğasına ek olarak, kinoanın çocuklar, yaşlılar, laktoz intoleransı olan kişiler, yüksek performanslı sporcular, diyabet, obezite, dislipidemi, anemi ve çölyak hastalığı olan kişiler gibi yüksek risk grubu

tüketiciler için faydalı etkiler gösterebileceği belirtilmektedir (Gomez-Caravaca ve ark., 2014; Nowak ve ark., 2016; Brito ve ark., 2022).

Shokry, (2016), yaptığı çalışmada, soya fasulyesi unu yerine fonksiyonel sığır eti burger üretiminde potansiyel bir bileşen olarak kinoa ununun kullanılmasının etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Soya fasulyesi ununun üç konsantrasyonda kinoa unu (%5, %10 ve %15) ile değiştirilmesinin sığır eti burgerinin kalite özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Kinoa ununun ilave edilmesi, çiğ ve pişmiş sığır eti burgerinin hem nem hem de yağ içeriğinin artmasıyla sonuçlanmıştır. Ayrıca, kinoa unu içeren örneklerden, hem kontrol hem de soya içeren işlemlerden daha iyi pişirme ve duyu özelliklere sahip, su ve yağ tutulmasını geri kazandıran ve kinoa ununun et ürünlerinin işlenmesinde bir bağlayıcı olarak kullanılmasına izin veren sığır eti burger köftesi üretilmiştir. Sonuç olarak, kinoa ununun, sağlık ve besinsel faydalarının yanı sıra fonksiyonel sığır eti burger üretiminde kullanılmak üzere yüksek potansiyelli et dışı bir bileşen olarak tavsiye edildiğini göstermiştir. Ayrıca, pişirme özellikleri, rengi açısından sığır eti burgerinin duyu özellikleri üzerinde olumsuz bir etkisi olmayan iyi bir kalite özelliği geliştirmektedir. Bu nedenle, sığır eti burger üretiminde kinoa unu soya fasulyesi unu yerine potansiyel bir bileşen olarak geliştirilebilecek işlevsel bir bileşen olarak önerilmiştir.

Curti ve ark., (2017), çalışmalarında 1, 3 ve 5 g/100 ml kinoa unu ile takviye edilmiş yoğurtların yaklaşık kompozisyon, depolama sırasında stabilite, kimyasal karakterizasyon, doku ve tüketici tarafından kabul edilebilirliği üzerindeki etkilerini incelemiştir. Kontrol olarak katkısız bir ürün kullanılmıştır. Ürünler nem, karbonhidratlar, proteinler, yağlar, toplam diyet lifi, küller ve mineraller açısından değerlendirilmiştir. Takviye edilen ürünler önemli ölçüde daha yüksek protein, karbonhidrat ve yağ içeriği göstermiştir. Sertlik ve yapışkanlık negatif bir ilişki gösterirken, elastikiyet ve yapışkanlık arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Daha fazla miktarda kinoa unu ilavesi, jel stabilitesi (sinerez ve toplam asitlikteki artışlar) ve tüketici tarafından kabul edilebilirlik üzerinde istenmeyen etkilere neden olmuştur. Besinsel bileşim geliştirilebilse de kinoa unu ilavesinin doku üzerinde istenmeyen etkileri olduğu görülmüştür. Üründeki un konsantrasyonu arttıkça genel kabul edilebilirlik azalmıştır. Bu nedenle, kinoa unu ilavesi yoğurttan sinerezis ve toplam asitlikte artışa neden olduğundan

ve depolama sırasında jelin stabilitesini olumsuz etkileyebileceğinden, kinoa bileşikleri ilavesinin yoğurt için yeterli matris olmadığı vurgulanmıştır.

Azizi ve ark., (2019), yaptıkları çalışmada, çeşitli kinoa unları (%0, %15 ve %25) ilavesiyle glutensiz ekmek üretilmişler ve lipaz ve proteaz enzimlerinin ekmek kalitesine etkileri araştırmışlardır. Bu amaçla, üretilen glutensiz ekmeklerin fizikokimyasal özellikleri, reolojik özellikleri, duysal özellikleri ve ekmek mikro yapısı gibi özellikleri değerlendirilmiştir. Sonuçlar, kinoa unlu glutensiz ekmeğin olumlu özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca lipaz ve proteaz enzimleri kinoa içeren ekmeğin kalitesini iyileştirmiştir. Proteaz ve lipaz enzimleri, özellikle %15 kinoa ikamesi içeren numune ekmek hacmini ve özgül hacmini artırmıştır. Ayrıca, numune %25 kinoa ikamesinde bayatlamayı geciktirdiği bulunmuştur. Bu çalışmaya göre glutensiz ekmek üretmenin ve kinoa unu ile glutensiz ekmek geliştirmenin mümkün olduğu sonucuna varılmıştır.

Mabrouk ve Effat, (2020), yaptıkları çalışmada, kinoa unu ve probiyotiklerle takviye edilmiş yeni set tipi yoğurt geliştirmeyi amaçlamışlardır. Manda sütünden dört farklı (kontrol, T1, T2 ve T3) yoğurt üretmişlerdir. Kontrol grubu olarak kinoa unu olmadan *S. thermophiles* ve *L.bulgaricus* (1:1) ile inoküle etmişlerdir. T1, T2 ve T3 grupları ise *S. thermophiles* ve *Lactobacillus brevis* (*L. brevis*) (1:1), *S.thermophiles* ve *Lactobacillus reuteri* (*L. reuteri*) (1:1) ve *S. thermophiles* ve *Lactobacillus curvatus* (*L. curvatus*) (1:1) inokülasyonu ile üretilmiştir ve sırasıyla %0.5, %1 ve %1.5 oranında kinoa unu ilave edilmiştir. Sonuçlar, pH değerlerinin asitlikle ters bir eğilim gösterdiğini ve depolama süresinin uzatılmasıyla kademeli olarak azaldığını göstermiştir. Yoğurdun kinoa unu ile zenginleştirilmesi, viskozitede artışa neden olmuştur. Ayrıca depolama süresinin uzatılmasıyla diasetil içerikleri artmış ancak asetaldehit içeriği azalmıştır. %1.5 kinoa unu ile takviye edilen örneklerin, daha yüksek sayıda *S. thermophiles* ve *Lactobacillus* suşlarına sahip olduğu ifade edilmiştir. Bu çalışma ile fonksiyonel set tipi yoğurt üretiminde kinoa unu ve probiyotik kullanımının ürüne olumlu özellikler kazandırdığı ve gelecekteki süt uygulamaları için yeterli potansiyele sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Torres ve ark., (2021), yaptıkları çalışmada, ekstrüde edilmiş bir makarna elde etmek için kinoa unu, yumurta akı ve yuka nişastası kullanmışlardır. Yaptıkları analiz ile ham madde olan pişmemiş ve pişmiş makarnanın besin içeriği değerlendirilmiştir. Kinoa ununun protein bileşimi, fiziksel özellikleri (renk, doku, pişirme yoluyla kayıp, su emme ve şişme

indeksleri), nem, kinoa ile formüle edilmiş ticari bir makarna (kontrol) ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Formülasyonlara kinoa ununun ilave edilmesi, protein içeriğini arttırmış, karbonhidrat içeriğini azaltmış, lipidler ve kül için önemli bir fark gözlenmemiştir. Kinoa da bulunan esansiyel amino asitler nedeniyle enerji değerini artırdığı ifade edilmiştir. Kinoa unu ile formüle edilmiş makarnada protein içeriğinde de artış olduğu açıklanmıştır. Fizikokimyasal ve yapısal değişiklikler, proteinin nişasta ile moleküler bir etkileşimi oluşmaması, kopma mukavemetinde azalma, su emme indeksinde ve şişmede artış olması nedeniyle ekstrüzyonda kullanılan koşullardan etkilenmiştir. Ticari makarnaya göre formüle edilen makarnanın gücü, 8 g/100g'ın altında katıların sızmasında ve pişirmeden kaynaklanan kayıplarda bir artışa neden olmuştur. Elde edilen sonuçlar ve ekstrüzyon işleminde kullanılan parametreler makarnanın özelliklerini etkileyerek kinoa ununun glutensiz ürünler elde etmek için kullanılabilecek bir hammadde olduğunu göstermektedir.

2.3. Probiyotik ve Prebiyotik Katkılı Yoğurtlar

2.3.1. Probiyotiklerle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Behrad ve ark., (2009), yaptıkları çalışmada amaç, bitkilerin yoğurt fermentasyonu üzerine etkilerini, 28 günlük raf ömrü süresince yoğurtta bulunan probiyotik bakteri seviyesini ve bitkisel yoğurdun *H. pylori*'nin in vitro gelişimine etkisini incelenmeyi amaçlamışlardır. Tarçın veya meyan kökü sütünle karıştırılarak probiyotik bakterilerle fermente edilerek bitkisel yoğurt elde edilmiştir. pH değişiklikleri ve toplam titre edilebilir asitlik ile soğukta muhafaza sırasında ve sonrasında probiyotik bakterilerin hayatta kalmalarını değerlendirilmiştir. *H. pylori* gelişiminin in vitro inhibisyonu, agar difüzyonu ve minimum inhibe edici konsantrasyon yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Bitkilerin varlığı, depolama sırasında probiyotik popülasyonu etkilememiştir. Fermentasyon ve depolama sırasında bitkisel yoğurtlar ve sade yoğurtlar arasında pH ve titrasyon asitliği açısından önemli bir fark bulunmamıştır.

Yang ve Li, (2010), çimlendirilmiş soya fasulyesinden hazırlanan probiyotik soya yoğurdunun fizikokimyasal, tekstürel ve duyu özellikleri üzerine çalışma yapmışlardır. Farklı hipokotil uzunluklarına sahip çimlendirilmiş soya fasulyesinden (*Glycine max* (L.) Merrill) hazırlanan soya sütü, *Lactobacillus helveticus* (*L. helveticus*), *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* probiyotikleri ile soya yoğurdu üretmek için 4 saat fermente edilmiştir. Bu

Çalışmanın sonuçlarına göre probiyotiklerin fermentasyonundan sonra tüm yoğurtların pH değeriinin 3.90 ile 3.94 arasında olduğunu ve titre edilebilir asitliğinin %0.75 ile %0.80 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Montaseri ve ark., (2014), yaptıkları çalışmada, probiyotik yoğurt etimi ve depolanmasının aflatoksin M1 kalıntısı üzerine etkisini incelemişlerdir. Yapay olarak aflatoksin M1 ile 100 ng/l seviyesinde kontamine edilmiş ve pH 4.5'e ulaşana kadar fermente edilmiş inek sütünden iki çeşit probiyotik yoğurt etmişlerdir. Yoğurtlar 4°C'de 21 güne kadar saklanmışır. Yoğurtta aflatoksin M1 analizi, immünoafinite kolon ekstraksiyonu ve florometrik algılama ile birleştirilmiş sıvı kromatografisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Probiyotik yoğurtlardaki aflatoksin M1 seviyeleri, başlangıçta süte eklenenlere göre önemli bir düşüş ($p < 0.05$) göstermiştir. Buna göre, probiyotik yoğurdun, üretim ve depolama sırasında hammaddeden gelen AFM1 içeriğini azaltabileceğini ifade etmişlerdir. Probiyotik kültürlerin, yoğurt depolamanın sonunda daha düşük AFM1 seviyesi ile sonuçlandığını göstermiştir. Sütün 0.01µg/l ve daha düşük seviyedeki AFM1 kontaminasyonu, yoğurt kültüründeki probiyotik bakterilerinin canlılığını olumsuz olarak etkilememektedir. Bu çalışmaya göre, tüketicisi için probiyotik yoğurdun daha güvenli olduğu vurgulanmıştır.

Sah ve ark., (2015) yaptıkları çalışmada, yoğurtlara ananas kabuğu tozu ilavesinin depolama süresi boyunca (4°C'de 28 gün) *Lactobacillus acidophilus* (*L. acidophilus*) (ATCC 4356), *Lactobacillus casei* (*L. casei*) (ATCC 393) ve *Lactobacillus paracasei* (*L. paracasei*) ssp'nin canlılığı ve aktivitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. 28 günlük depolamada ananas kabuğu tozu ilaveli yoğurtlardaki probiyotik bakteri sayısı 7.68 ve 8.03 log kob/g arasında değişim göstermiştir. Sinbiyotik yoğurtlardaki proteoliz derecesi, sade yoğurtlardan önemli lde daha yüksek bulunmuş ve depolama sırasında önemli lde arttığı belirtilmiştir. Ananas kabuğu tozu ilavesiyle probiyotik yoğurdun suda çözünür ham peptit ekstraktının daha güçlü antimutajenik ve antioksidan aktivitelere sahip olduğu belirtilmiştir.

Akgün ve ark., (2017), yaptıkları çalışmada soğuk muhafaza sırasında manda sütü yoğurdu kalitesi üzerine probiyotik kültürler ve inkübasyon son pH'ının birleşik etkisini araştırmışlardır. Sade starter kültür (YC-X11), *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* (ABY-2 ve ABT-4) kültürleri içeren manda sütünden yoğurt etmişlerdir. Inkübasyon son

pH'dan bağımsız olarak, *L. bulgaricus* starter kültürde sinerezisi arttırmıştır. L^* , a^* ve b^* değerleri inkübasyon son pH'ı ve başlangıç kültür tipini etkilememiştir. ABY-2 kültürü, YC-X11'e kıyasla soğuk depolama sırasında organik asit miktarını arttırırken, doymuş ve doymamış yağ asitlerinin oranları üzerindeki önemli bir etkisi olmamıştır. Duyusal değerlendirme sonuçları, probiyotik ABY-2 kültürü kullanılarak daha kabul edilebilir bir manda sütü yoğurdu üretilebileceğini ortaya koymuştur. Probiyotik kültürler, soğuk depolama sırasında fermantasyon süresini uzatmış ve asitleştirme reaksiyon hızı sabitini düşürmüştür. Başlangıç kültür tipi soğuk depolama sırasında laktik asit, asetik asit ve sitrik asit üretimini önemli ölçüde etkilemiştir. Ancak manda sütü yoğurt örneklerinde doymuş ve doymamış yağ asitlerinin oranlarına başlangıç kültür tipinin önemli bir etkisi olmamıştır.

Güneş-Bayır ve Bilgin (2019), yaptıkları çalışmada, tarçının probiyotik yoğurttaki kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analizleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Probiyotik yoğurt, yoğurt ve probiyotik yoğurt kültürleri kullanılarak üretilmiştir. Çalışmada tarçın 0, %0.3, %1.0 ve %2.5 oranlarında ilave edilmiştir. Sonuç olarak; tarçının ilave edilmesinin *L. acidophilus*, *S. thermophilus* ve *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* (*B. lactis*) üzerinde antibakteriyel etki göstermiş olup, tarçın oranına bağlı olarak *L. bulgaricus* üzerinde de bakteriyel gelişim için destek sağlamıştır. Tarçın ilavesi ile yoğurtlarda pH ve yağsız kuru madde değerleri üzerinde değişiklik olduğu ifade edilmiştir. Duyusal özellikler karşılaştırıldığında ise kontrol grubunun puanı diğer gruplara göre daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca, duyusal analizlere göre %1.0 tarçın ilaveli yoğurtta kontrol grubuna en yakın puanı almıştır. Yapılan araştırmaya göre probiyotik yoğurda farklı seviyelerde ilave edilen tarçının kimyasal, mikrobiyal ve duyusal özellikler açısından olumlu etkisinin sınırlı düzeyde olduğu belirtilmiştir.

Tavakoli ve ark., (2019), bu çalışmada, süt yağı içeriği (%0, %2.0 ve %3.5) ve (ticari veya yerli) starter kültür ile yapılan yoğurtta, *L. acidophilus*'un fizikokimyasal özellikleri, proteoliz derecesi, antioksidan aktivitesi ve canlılığını araştırmışlardır ve probiyotiklerin 21 günlük depolama süresindeki etkilerini incelemişlerdir. İstatistiksel analizler, starter kültür tipinin proteoliz ve antioksidan aktivite üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu ($p<0.05$), her ikisinin de depolamanın 14. gününe kadar arttığını, ancak bu süreden sonra azaldığını bildirmişlerdir. Aynı zamanda, tüm numunelerin pH değeri depolama süresi

boyunca düşmüştür. Yerli ve ticari starter kültür ile yapılan yoğurt örnekleri için pH sırasıyla 3.84-4.34 ve 4.18-4.43 arasında değişmiştir. Sonuçlara göre, *L. acidophilus* bakteri sayısı, sağlık etkileri için önerilen seviyelerde olmasına rağmen, depolama süresi boyunca azalmıştır. Yağsız yoğurtta antioksidan aktivite, yarı ve tam yağlı yoğurttan daha yüksek olarak çıkmıştır. Süt yağı içeriğinin, probiyotik bakterilerin sayısı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını bildirmişlerdir ($p < 0.05$).

Jovanovic ve ark., (2020), yaptıkları çalışmada, *L. acidophilus*, *S. thermophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* (*B. bifidum*) ile inokülasyondan hemen sonra eklenen, elma prina unu (%1, %3 ve %5) ile güçlendirilmiş yeni bir probiyotik yoğurt geliştirmeyi amaçlamışlardır. Elma prina unu ilaveli yoğurtlarda oran arttıkça fenolik içeriğinin arttığı ve yüksek indirgeme aktivitesine sahip olduğu ifade edilmiştir. Elma prina unu ilave edilen yoğurtlarda sinerezis, kontrole göre 1.8 kata kadar azalma göstermiştir. Sonuç olarak, en yüksek sertlik, yapışkanlık ve akışkanlığa dayanıklılık indeks değerleri ile görünüm ve tat için en yüksek puanlar %3 ilaveli yoğurttan elde edilmiştir. Sonuçlara göre, elma prina unu miktarının, fonksiyonel özelliklere sahip yeni yoğurt üretimi için uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Kaur ve ark., (2020), yaptıkları çalışmada, nohut unu (0, %1.0, %2.5, %5.0) kullanarak *L. acidophilus* LA5 ve *Bifidobacterium* BB12 içeren probiyotik yoğurt üretmeyi amaçlamışlardır. Nohutunun probiyotik yoğurda etkisi, fizikokimyasal özellikleri, mikrobiyal canlılığı ve probiyotiklerin *in vitro* gastrointestinal geçiş toleransı değerlendirilmiştir. 35 günlük depolama süresince yoğurttaki probiyotik bakteriler canlılığını korumuştur. Fizikokimyasal özelliklerin değerlendirilmesinde ise nohut unu ilavesi ile yoğurdun su tutma kapasitesi ve sinerezisi artmıştır. %1.0 ve %2.5 nohut unu ilavesi, simüle edilmiş gastrik sindirim sırasında *Bifidobacterium* BB12 üzerinde önemli koruyucu etkiler göstermiştir.

Gürbüz, (2021), yaptığı çalışmada kuşburnu çekirdeği tozu %0, %1, %2 ve %3 oranları ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurtlarda fizikokimyasal, fonksiyonel, mikrobiyolojik ve duysal özellikleri incelemiştir. Kuşburnu çekirdeği tozu ilavesi ile antioksidan, kuru madde, kül, fenolik madde, protein değerlerinin arttığını ifade etmiştir. Raf ömrü boyunca (1., 7., 14. ve 21. günlerde) su tutma kapasitesi, pH, serum ayrılması değerlerinde azalma görüldüğü, asitlik ve kuru madde değerlerinde artma olduğunu ifade

etmiştir. Renk analiz sonucuna göre ise, L* değerinde düşme, a* ve b* değerlerinde yükselme olduğunu bildirmiştir. Kuşburnu çekirdeği tozu ilavesinin mikrobiyolojik analizleri sonucunda *Lactobacillus bulgaricus* (*L. bulgaricus*), *L. acidophilus*, *B. lactis*, *S. thermophilus*, mikroorganizma sayılarında artış olduğunu ifade etmiştir. Bakteri sayısının 7. günden itibaren azalma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Depolama süresince pH değerleri azalma göstermiştir. Kuşburnu çekirdeği tozu oranına bağlı olarak ortamdaki organik asit seviyeyi yükseltmiştir. Bu da titrasyon asitliği değerini yükseltmiştir.

Shori ve ark.,(2022) çalışmalarında, kaju sütü bazlı ve *Lactobacillus* spp.'nin üç suşu (*L. casei*, *Lactobacillus rhamnosus* (*L. rhamnosus*), *Lactobacillus plantarum* (*L. plantarum*)) ile yapılmış yoğurdun antioksidan aktivitesi ve probiyotik canlılığını araştırmışlardır. 21 (0., 7., 14. ve 21. günlerde) günlük depolama süresi boyunca LAB'nin canlılığı, toplam fenolik ve flavonoid içerikleri, antioksidan aktivitesi ve kaju sütü bazlı yoğurdun duyuşal özellikleri incelenmiştir. Depolama boyunca *L. plantarum*'da *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii* subsp. canlı kalma süresi artmış ve yoğurtta pH'ın düşmesini hızlandırmıştır. Toplam fenolik içeriği *L. rhamnosus* ve *L. plantarum*'da 14 günlük depolama boyunca artmıştır. 21 günlük depolamada *L. rhamnosus* toplam flavonoid içeriği diğer yoğurtlara göre en yüksek çıkmıştır. *Lactobacillus* spp'nin üç suşunun tümü, kaju sütü bazlı yoğurdun dokusunu geliştirmiş ancak tat, aroma ve genel kabul edilebilirlik gibi yoğurt özelliklerinin, *L. plantarum*'un varlığından etkilendiği ifade edilmiştir. Fermantasyon sırasında üç *Lactobacillus* spp. suşunun kaju sütünün inoküle edilmesi, LAB'nin yoğurtta canlılığını artırabileceğini ve potansiyel bir antioksidan kaynağı olarak işlev görebileceğini açıklamışlardır. Sonuç olarak, *L. rhamnosus*, *L. casei* ve *L. plantarum* bakterilerinin potansiyel bir doğal antioksidan kaynağı olan kaju sütü bazlı yoğurt üretiminde starter kültür olarak kullanılabileceği öne sürülmüştür.

2.3.2. Prebiyotiklerle İlgili Yapılan Çalışmalar

Heydari ve ark., (2011), çalışmalarında çeşitli prebiyotikler ve lifler (inülin, himaize, laktitol, laktuloz, β -glukan ve maltodekstrin) içeren probiyotik yoğurdun biyokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerini iki düzeyde (%1.5 ve %3.0) incelemişlerdir. Fermantasyon sırasında deneysel parametreler pH, asitlik ve redoks potansiyelindeki değişiklikler analiz edilmiştir. Fermantasyon sonunda yoğurtların ortalama pH düşüşü,

ortalama titre edilebilir asitlik artışı ve ortalama redoks potansiyeli artış oranları, laktik ve asetik asit konsantrasyonları, inkübasyon süresi, probiyotik organizmaların canlılığı ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Seçilen yoğurtlarda probiyotiklerin canlılığı, 21 günlük soğuk depolama sırasında değerlendirilmiştir. Prebiyotiklerin eklenmesi, farklı yoğurtların biyokimyasal özelliklerini önemli ölçüde değiştirmiş ve fermentasyondan hemen sonra ve soğuk depolama sırasında probiyotiklerin/liflerin canlılığını önemli ölçüde artırmıştır. Birçok prebiyotik/lif içeren yoğurdun, kontrole kıyasla daha düşük duyuşal kabul edilebilirliğe sahip olduğu belirtilmiştir. Genel olarak canlılık ve duyuşal bakış açısından %1.5 oranının yoğurt için en iyi olduğu kanısına varmışlardır.

Gonzalez ve ark., (2011), yaptıkları çalışmada, şeftali aromalı içilebilir yoğurtların duyuşal özellikleri ve tüketici tarafından kabul edilebilirliği üzerinde bir prebiyotik (fruktooligosakkarit) ve bir sinbiyotik bileşenin (fruktooligosakkarit ve *L. acidophilus*) etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Hem tanımlayıcı hem de tüketici verileri, numuneler arasındaki farklılıkların ya yağ içeriğinden ya da sinbiyotik ve prebiyotiklerin varlığından kaynaklandığını göstermiştir. Tüketici sonuçları, yağsız sütlü yoğurt içeceklerine göre tam yağlı yoğurt içeceklerinin beğenildiğini ve prebiyotik içeren tam yağlı içeceğin kabul edilebilir olduğunu göstermiştir.

Kavaz, (2012), çalışmasında ticari probiyotik starter kültür (ABT-2) ile 8 farklı inülin (% inülin - % d-PAS tozu ; 0 - 0; %3.0 - 0; %2.5 - %0.5; %2.0 - %1.0; %1.5 - %1.5; %1.0 - %2.0; %0.5 - %2.5; 0 - %3.0) ve demineralize peyniraltı suyu tozu (d-PAS tozu) oranı kullanılarak yoğurt üretmiştir. Depolama boyunca (1., 7., 14., 21. ve 28. günlerde) biyokimyasal, kimyasal, fiziksel, duyuşal ve mikrobiyolojik özelliklerinde meydana gelen değişmeleri incelemiştir. Elde edilen verilere göre, % inülin - % d-PAS tozu ilavesinin serum ayrılması, yağ, kurumadde, yağsız kurumadde, viskozite, kül, protein gibi birçok etkisi incelenmiştir. Bununla beraber, pürivik asit, laktik asit, bütirik asit, sitrik asit, asetik asit, *L. acidophilus* + *Bifidobacterium* spp. sayısı, görünüş ve tat puanlarının değerlendirilmesinde önemli farklılıklar olduğunu ifade etmiştir. pH, maya-küf ve *S. thermophilus*, *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* spp. sayıları üzerine etki etmediğini açıklamıştır. Probiyotik yoğurtlarda yapılan uçucu bileşikler veri analizinde 53 adet uçucu bileşik olduğu ifade edilmiştir. Uçucu bileşiklerden (2 aldehit, 6 keton, 4 alkol, 6 asit, 5 ester, 3 aromatik hidrokarban, 3 terpen, 12 alifatik hidrokarbon ve 12 diğer

bileşenler) en fazla aldehit ve keton içerdiği bildirilmiştir. 28 günlük depolama boyunca, canlı mikroorganizma sayısını 10^6 - 10^7 kob/g düzeyinde koruduğu ve sağlık üzerine faydalı etkileri olduğu ve tüketim için uygun olduğunu ifade etmiştir. Genel olarak yoğurt numunelerinde küf tespit edilmemiş olup, sadece maya tespit edilmiştir. Kontrol numunesinin titrasyon asitlik değerinin, d-PAS tozu eklenen numunelere göre daha yüksek olmasının, belirli bir serum protein seviyesinden sonra laktik asit bakterilerinin gelişiminin yavaşlaması sonucu olduğu düşünülmektedir. Buradan yola çıkılarak, iki prebiyotik kombinasyonunun tek başına kullanımlarından daha etkili olduğu açıklanmaktadır.

Al-Manhel ve Niamah, (2017), yaptıkları çalışmada manda sütünden biyo-yoğurt üretiminde prebiyotik olarak kullanılan *Saccharomyces cerevisiae* (*Sac. Cerevisiae*)’den mannan özütü elde etmeyi amaçlamışlardır. Maya hücre duvarlarından elde edilen mannan özleri, maya hücrelerinin kuru ağırlığının %25.80-34.40’ı arasında değişmektedir. Beş farklı konsantrasyonda mannan özütü (%0, %0.5, %1.0, %1.5, %2.0, ve %2.5), biyo-yoğurt üretimi için kullanılmak üzere manda sütü ile karıştırılmıştır. Probiyotik başlangıç kültürü *L. acidophilus*, *Bifidobacterium* spp. ve *S. thermophilus* kullanılmıştır. Fermantasyon sonrası pH değerleri 4.6-4.8’e düşerken, toplam asitlik %0.89-1 olarak açıklanmıştır. Sonuç olarak, manda sütünden yoğurt ürününe ekstrakte edilen mannannın eklenmesi, probiyotik bakterilerin yoğurtta canlılığını ve depolama sırasında probiyotik bakterilerin hayatta kalmasını arttırmıştır. *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium*’un canlılığının, düşük pH’a rağmen izin verilen sınırlar içinde olduğunu ve depolama süresinden sonra toplam asitlik yüzdesini artırdığını bildirmişlerdir.

Kıyak, (2018), süt fermantasyonu ve prebiyotik aktivite üzerine yaptığı çalışmada, yenilebilir mantarın (*Cordyceps militaris*) etkisini araştırmıştır. Bu çalışmaya göre ilk olarak *Bifidobacterium longum* subsp. *infantis* (*B. infantis*), *B. lactis* ve *B. bifidum* suşlarının karbonhidrat içermeyen tripton, pepton, maya ekstresi ortamına ilave edilen *Cordyceps militaris* mantar ekstraktının analizleri yapılmıştır. Kontrol grubu olarak iki grup (karbonhidrat içermeyen negatif kontrol ile %1 oranında glikoz ya da inülin içeren numuneler pozitif kontrol) değerlendirilmiştir. Raf ömrü boyunca (1., 7., 14. ve 28. günlerde) serum ayrılması, pH, titrasyon asitliği, renk, iç yapışkanlık, sıklık, viskozite, konsistens, koku, genel kabul edilebilirlik ve tat analizleri yapılmıştır. Mantar özütü

içeren bazik ortamda gelişimi sağlanan kültürlerden, prebiyotik fermantasyonunun belirli saatlerinde (0., 12., 24., 36. ve 48.) alınan numunelerden kısa zincirli yağ asitleri miktarı, pH, fenolik madde içeriği, hücre yoğunluğu, antioksidan içeriği, prebiyotik aktivite sayısı, laktik asit değerlerinin toplam kısa zincirli yağ asitlerine oranı, gelişme oranı gibi birçok analiz yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre mantar ekstraktının *Bifidobacterium* türlerinin gelişimini teşvik ettiği, prebiyotik fermantasyon sırasında pH değerlerinde azalma olduğu ifade edilmiştir. En yüksek hücre yoğunluğu ve en düşük pH, *B. lactis* varlığında ortaya çıkmıştır. Mantar özütü ilaveli yoğurtlarda serum ayrılması, pH, renk değerleri, titrasyon asitliği, duyusal ve tekstürel özellikler üzerine etki ettiği ifade edilmiştir. Duyusal analiz sonucuna göre mantar aromasının ağızda daha baskın kaldığı, boğazda acılık yaptığı ve kokunun ise yoğurdun kendine özgü kokusunu bastırdığını vurgulamışlardır. Yapılan çalışmanın sonuçlarına bakılarak, *Cordyceps militaris* mantar özütünün *Bifidobacterium* türlerinin gelişimi ve aktivitesi ve fermantasyon üzerinde olumlu etkiler göstermesi sebebi ile prebiyotik potansiyeli sahip bir bileşik olarak kullanılabileceği açıklanmıştır.

Elaltunkara, (2018), çalışmasında, nar çekirdeği ve nar kabuğunu tozunun prebiyotik olarak kullanılarak probiyotik yoğurt yapımında kullanılması olanaklarını incelemiştir. Bu çalışma ile yeni üretilen prebiyotik ilaveli yoğurtların duyusal (renk-görünüş, tat-aroma, kıvam), mikrobiyolojik (*S. thermophilus*, *L. acidophilus*, *B. lactis* (BB-12) sayıları), fizikokimyasal (pH, titrasyon asitliği, viskozite, serum ayrılması) ve antioksidan aktivitesi, toplam fenolik madde miktarı özelliklerine bakmıştır. Prebiyotik katkı olarak (kontrol, %2 inülin ilaveli, %1 nar kabuğu tozu ilaveli ve %1 nar çekirdeği ilaveli) 4 çeşit probiyotik yoğurt yapılmış ve 20 günlük raf ömrü boyunca (1., 10. ve 20. günlerinde) analizler yapılmıştır. Sonuçlara göre yoğurt numunelerinde viskozite, tat, koku, titrasyon asitliği, tekstür, serum ayrılması, genel kabul edilebilirlik *L. acidophilus* ve *B. lactis* (BB-12) sayıları üzerinde anlamlı etkilerinin bulunduğu fakat; pH, görünüm-renk değerleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı ifade edilmiştir. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre prebiyotik etkilerinin inülin ile karşılaştırıldığında daha düşük olduğu bildirilmiştir. Prebiyotik olarak kullanılan nar çekirdeği ve nar kabuğu tozunun serum ayrılması, titrasyon asitliği, viskozite üzerinde etkisini önemli olarak, pH üzerinde etkisini önemsiz olarak değerlendirmiştir. Duyusal analize göre prebiyotik katkı probiyotik yoğurtlarda renk-görünüş üzerinde önemli bir etkisi olmadığı, tat-koku, kıvam üzerinde önemli etkisi

olduğu açıklanmıştır. En çok beğenilen yoğurdun ise %1 nar kabuğu tozu eklenen yoğurt olduğu ifade edilmiştir. Depolama boyunca yoğurtlarda kıvam, tat-aroma üzerinde önemli bir etkisi bulunmadığı fakat, renk-görünüş üzerine etkisi bulunduğu bildirilmiştir. Prebiyotik etki açısından nar kabuğu tozu ilavesinin daha yüksek bulunduğu ifade edilmiştir. Bununla beraber, yoğurdun toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesini arttırdığını açıklamıştır. Sonuç olarak; probiyotik yoğurtta nar çekirdeği tozu ve nar kabuğunun kullanılmasının prebiyotik olarak etki ettiğini ve bu maddelerin eklenmesinin yoğurda işlevsel bir özellik kazandırabileceğini sonucuna varılmıştır.

Ünver, (2014), çalışmasında, üç farklı prebiyotik ve *Saccharomyces boulardii* (*Sac. boulardii*) kullanarak 21 günlük depolama boyunca elde edilen yoğurtların (1., 7., 14., ve 21. günlerde) duyuşal, mikrobiyolojik, fizikokimyasal özelliklerinin karşılaştırılmasını araştırmıştır. Bu amaçla, 5 farklı yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Yoğurt üretimleri starter kültür ilavesi ile üretim yapılan (%3), probiyotik (%2) ve starter kültür (%3) karışımı ile üretim yapılan, diğer 3 yoğurt ise probiyotik ve starter kültür ilaveli ve prebiyotik ilaveli (dirençli nişasta (%1), inülin (%1) ve oligofruktoz (%0.75) eklenmesi ile üretim yapılan yoğurtlar olarak ifade edilmiştir. Yoğurtlara yapılan fizikokimyasal analizlere göre, yoğurtlarda kuru madde içeriklerinde bir düşüş, serum ayrılmasında bir artış, titrasyon asitliği değerinde artış ve pH değerlerinde düşüş meydana geldiği ifade edilmiştir. Prebiyotik bileşen ve probiyotik ile üretilen yoğurtlarda pH diğer gruplara göre daha yavaş düşme eğilimi göstermiştir. Depolama boyunca sürenin artmasına bağlı olarak sertlikte bir artma renk ve parlaklıkta ise tüm yoğurtlarda azalma gözlenmiştir. *Sac. boulardii* canlılığının prebiyotik ilaveli yoğurtlarda korunması üzerine çok etkili olmadığı, yalnızca canlılığın probiyotik ve sadece starter kültür içeren grupta korunduğu ifade edilmiştir. Depolama boyunca duyuşal özelliklerden yoğurt görünüş değerinde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Uzun süreli depolamanın yoğurtların görünüşüne olumsuz yönde etki etmediği bildirilmiştir. Numunelerde serum ayrılması miktarında artış gözlenmiştir. Yoğurtların genel olarak depolanma süreci araştırıldığında ise oligofruktoz ve inülin ilaveli olanların beğenildiği aktarılmıştır. Sırası ile beğenilen diğer yoğurtlar ise dirençli nişasta ilaveli ve inülin ilaveli yoğurtlar olarak belirtilmiştir. Sonuç olarak, depolamada 14 günlük süreçte *Sac. boulardii* canlılığını korumuştur.

Talib ve ark., (2018), yaptıkları çalışmada, taze inek sütü starter kültürü (%3) ve arap zankı (%0.5, %1.0 ve %1.5 oranlarında) yoğurdunun fizikokimyasal ve organoleptik özellikleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla araştırma yapmışlardır. Bu araştırma için yapılan deneyler sonucunda test edilen örneklerde arap zankı yüzdesi arttıkça yoğurdun organoleptik özelliklerinin de arttığı ifade edilmiştir. Sütteki arap zankı konsantrasyonlarının artması ile tüm numunelerde pıhtılaşma süresini azalttığını ortaya koymuştur. %1.5 konsantrasyonunda olan arap zankı ile üretim yapılan yoğurt kabul edilebilir tüm özelliklere (görünüm, tat, renk, gövde ve doku) sahip olduğu açıklanmıştır. Bununla birlikte, üç farklı konsantrasyonda üretilen yoğurtların organoleptik parametrelerinde toplam % puanlarının aşamalı olarak arttığı sonucuna varılmıştır.

Karakuş ve ark., (2019), çalışmalarında prebiyotik lif içeren ve doğal tatlandırıcı olan stevia özü ilavesinin çilek aromalı probiyotik yoğurt üretiminde kullanılması üzerine araştırma yapmışlardır. Bu amaçla 8 adet yoğurt üretilmiştir. Üretimi yapılacak yoğurtlar 21 günlük raf ömrü boyunca (1., 7., 14. ve 21. günlerde) duyusal ve fizikokimyasal olarak analiz edilmiştir. Üretilen yoğurt konsantrasyonları (%10 şeker (kontrol), %1.5, %2.0, %2.5 stevia özü; %5 şeker + %0.75, %1.0, %1.25 stevia özü; % 0 şeker (kontrol)) ile yapılmıştır. Depolama boyunca yoğurt numunelerinde titrasyon asitliği, pH, kuru madde, tat-aroma değerlerinde bir değişim gözlemlenmediği ifade edilmiştir. Stevia özünün eklenmesinin yoğurtlarda serum ayrılmasını azalttığı, viskozite üzerinde pozitif etki gösterdiği bildirilmiştir. Elde edilen verilere göre prebiyotik lif içeren stevia özü %2.0'lik konsantrasyonda ilave edilmesinin çilek aromalı yoğurt üretiminde uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak; şeker yerine %2.0 oranında stevia özü ilave edilmesinin çilekli yoğurt üretiminde hem duyusal hem de fizikokimyasal özellikler açısından pozitif etki gösterdiği belirtilmiştir.

Kontareva ve ark., (2020), yaptıkları çalışmada, prebiyotik bileşenlerin yoğurdun kalite göstergeleri üzerine etkisi incelemişlerdir. Yoğurt, pastörize normalize sütün, liyofilik olarak kurutulmuş *S. thermophilus*, *L. bulgaricus*, *L. acidophilus* ve *Bactidiodia sulphonidae*, kompleksini içeren, yoğurt ekşi mayası ile fermente edilerek üretim yapılmıştır. Yoğurdu vitamin, mineral ve polifenolik bileşiklerle zenginleştirmek için kıvılcık ve yaban mersininden elde edilmiş püre kullanılmıştır. Çalışmada mikrobiyolojik, organoleptik ve fizikokimyasal analizler üzerine inceleme yapılmıştır.

Yoğurdun prebiyotik bir kompleks, meyve ve meyve püresi ile zenginleştirilmesinin, besin değerindeki artış, vitamin (C, B1, B2, E) ve mikro elementler (Ca, K, Mg, P, Fe) içeriğindeki artış olması nedeniyle kalite parametrelerinin iyileştirilmesine katkı sağladığı ifade edilmiştir. Yaban mersini ve kıvılcık meyvelerinin polifenolik bileşiklerinin prebiyotik özellikleri ve immünojenik etkileri, yoğurdun probiyotik, prebiyotik nöroprotektif, kardiyoprotektif, antioksidan, immünomodülatör ve antiinflamatuvar özelliklere sahip adaptojenik bir ürün olarak kullanılmasını mümkün kıldığı sonucuna varılmıştır.

Perez-Chabela ve ark., (2021), araştırmalarında, yoğurt üretiminde biyoaktif bileşenler olarak mango kabuğu unu ve patates kabuğu unu kullanarak 21 günlük depolama boyunca analiz etmişlerdir. Mango kabuğu unu ve patates kabuğu ununun yoğurtta fonksiyonel bileşenler olarak uygulanabilirliğini değerlendirmek için kimyasal bileşim, ortalama gelişme oranı, ortalama üreme süresi ve polifenoller ve antioksidan kapasite dahil prebiyotik aktivite oranları ve diyet lifi belirlenmiştir. Mango kabuğu kullanılarak üretilen yoğurt, patates kabuğu unu veya kontrol grubu ile yapılan yoğurtlarla karşılaştırıldığında, depolama sırasında sinerezisinde azalma ve viskozitede artma meydana geldiği açıklanmıştır. Fermente süt ürünlerinde, diyet lif ve polifenol içeriği sebebiyle prebiyotik etki kapasitesine sahip mango kabuğu unu ve patates kabuğu unu, bu türün sağlıklı faydaları ile gastrointestinal sistemdeki probiyotik suşların gelişimini iyileştirmek için prebiyotik olarak kullanılabileceği vurgulanmıştır. Mango kabuğu meyvesi ve patates kabuğu meyvesinin kimyasal bileşimi ayrıca, asitleme ile üretilen lif, geciktirilmiş serum salınımı ve polifenoller etkileşimi, asit-jel yoğurt ağını arttırdığından, görünür viskoziteyi iyileştirdiğinden, yoğurt özelliklerinde de artışa neden olmaktadır. Göreceli olarak düşük miktarda mango kabuğu unu kullanımı veya patates kabuğu ununun yoğurt duyuşal özellikleri üzerinde önemli bir zararlı etkisi olmadığı ifade edilmiştir.

Yapılan literatür çalışması doğrultusunda probiyotik yoğurt yapımında kullanılan prebiyotiklerin yoğurtlarda mikrobiyolojik, fizikokimyasal, duyuşal ve tekstürel özelliklerini iyileştirdiği görülmüştür. İncelenen çalışmalara göre prebiyotiklerin yoğurtta raf ömrü boyunca laktik asit bakteri sayılarında artışa neden olduğu görülmektedir. Laktik asit bakteri sayısındaki artış prebiyotik katkılı probiyotik yoğurtlarda pH'ı düşürerek titre

edilebilir asitliği arttırmıştır. Prebiyotik ile zenginleştirilen tüm probiyotik yoğurtlarda besin değerlerinde artma ve kalite parametrelerine katkı sağladığı görülmüştür. Bunun dışında prebiyotik ilavesinin probiyotik yoğurtlarda bakteri canlılığını arttığı görülmüştür. Probiyotiklerin yoğurda ilave edilmesinin, süt ve süt ürünlerinin duyusal özelliklerini önemli derecede değerıştirmedığı görülmüştür. Bununla birlikte prebiyotikler, yoğurda ilave edildiğinde düşük kalorili tatlandırıcı, hacim artırıcı, yağ ikamesi ve doku geliştirici olma yeteneğine sahip olduğu ve bu nedenle ürünün duyusal algısını değerıştirdiğini göstermektedir. Prebiyotik katkılı probiyotik ürünlerin tüketilmesinin birçok sağlık yararı üzerine etkisi olduğu görülmektedir. Süt rnlerinin iyi bir lif kaynağı olmaması, fakat lif açısından zengin gıdaların geliştirilmesinde alternatif bir araç olabileceği görülmektedir. Özellikle tahıl bazlı ürünlerin probiyotiklerin gelişmesi üzerindeki etkilerine ilişkin bilgilerin sınırlı olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, farklı prebiyotik ilavesinin probiyotik yoğurtlarda etkilerini inceleyerek, süt ürünleri yelpazesine katkı sağlamaktır. 50 günlük depolama süresince test edilen prebiyotiklerden etkilenen probiyotik kültürlerin canlılığını araştırmaktır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Prebiyotik Kaynakları

Kullanılmış olan prebiyotik kaynakları piyasada gıda katkısı olarak satışı sunulan ticari ürünler temin eden Kimbiotek Kimyevi Mad. San. ve Tic.A.Ş adlı firmadan temin edilmiştir. Bu amaçla havuç lifi, bezelye lifi, kinoa unu, inülin kullanılmıştır.

3.1.2. Probiyotik Kültürler ve Yoğurt Kültürleri

Probiyotik kültür için gıda takviyesi olarak satışı sunulan Probien 30 DRcaps (Gülzari Sağlık Hizmetleri Ltd. Şti.) probiyotik kültür karışımları (*L. acidophilus* LA-14, *B. longum* Bb-06, *B. bifidum* BI-05, *L. plantarum* Lp-115, *L. rhamnosus* Lr-32, *L. bulgaricus* Lb-87, *L. paracasei* Lpc-37, *L. brevis* Lbr-35, *L. reuteri* 1E1, *S. thermophilus* St-21, *B. infantis* Bi-26) kullanılmış olup her bir ürünün rejenerasyonu sonrası LAB düzeyi tespit edilmiş ve sayısı belli olan mikroorganizma, inokülasyon amacı ile kullanılmıştır. Yoğurt kültürleri için ise ev ölçekli üretim için marketlerde satışı sunulan VİVO Gıda San. Ltd. Şti. ait (Vivo yoğurt mayası) ticari starter kültürler (*S. thermophilus*, *L. bulgaricus*) kullanılmıştır.

3.1.3. Süt

Marketlerde satışı sunulan Torku UHT Yarım Yağlı İnek sütü (Panagro Tarım ve Hayvancılık Gıda San. ve Tic. A.Ş.) kullanılmıştır.

3.2.Yöntem

3.2.1. Hammadde Analizleri

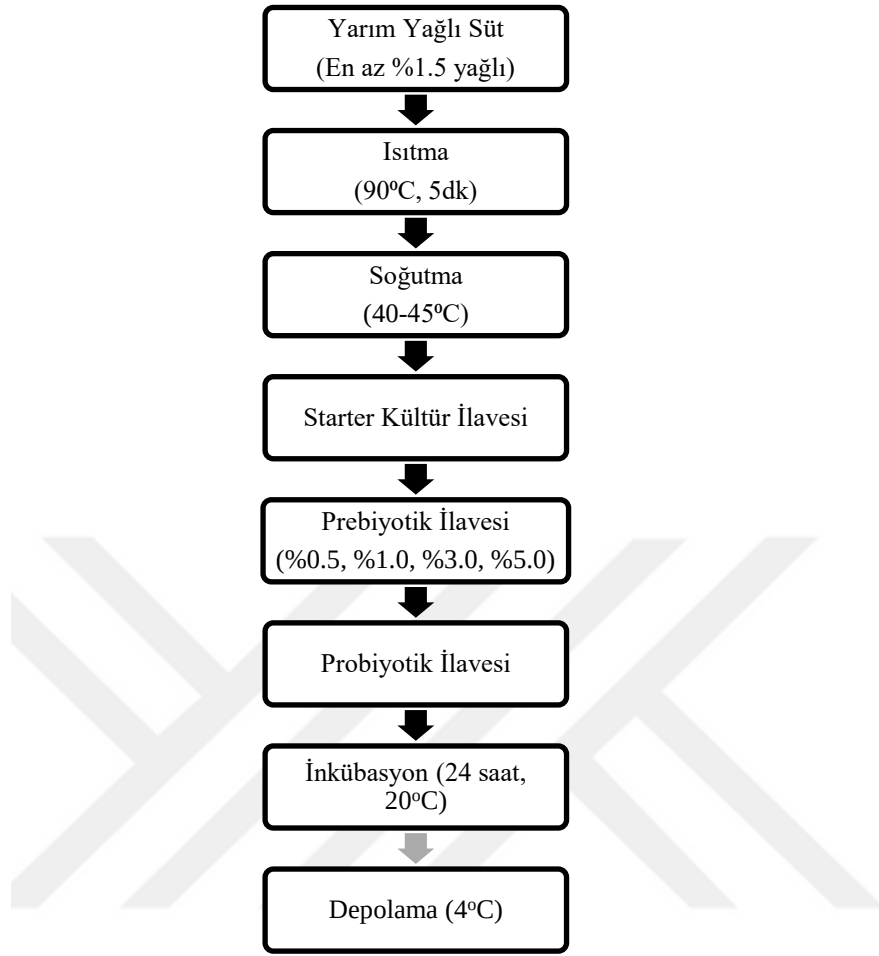
Temin edilen hammaddelerin mikrobiyal profilinin belirlenebilmesi amacı ile yapılan analizler Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3. 1. Hammaddelerin analizleri

Hammadde	Analizler	Kaynak yöntem
Prebiyotikler	Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) sayımı	FDA-BAM online, 2001a
	Küf-maya (K&M) sayımı	FDA-BAM online, 2001b
	Laktik asit bakteri (LAB) sayımı	ISO 15214:1998, 1998
Probiyotikler	TMAB sayımı	FDA-BAM online, 2001a
	K&M sayımı	FDA-BAM online, 2001b
	LAB sayımı	ISO 15214:1998, 1998
UHT süt	TMAB sayımı	FDA-BAM online, 2001a
	K&M sayımı	FDA-BAM online, 2001b
	LAB sayımı	ISO 15214:1998, 1998

3.2.2. Prebiyotik Katkılı Probiyotik Yoğurt Üretimi

Tezin ilk aşamasında laboratuvar koşullarında üretilen prebiyotik katkıli probiyotik yoğurt için, öncelikle piyasadan temin edilen prebiyotiklerin (havuç lifi, bezelye lifi, inülin ve kinoa unu), probiyotik kültürlerin ve sütün mikrobiyal profilinin tespiti yapılmıştır. Tüm prebiyotikler 30 dakika boyunca ultraviyole ışığa tabi tutulmuştur. Tezin ikinci aşamasında; piyasadan temin edilen UHT süte; 200 ml'lik kavanozlarda 90 °C'de ve 5 dk ısıt işlem uygulanmıştır. Isıt işlem gören sütün 40-45°C'ye kadar soğuması beklenerek farklı konsantrasyonlarda (%0 (kontrol), %0.5, %1.0, %3.0, %5.0) prebiyotik ilave edilmiş ve akabinde, her bir gruba ayrı ayrı yoğurt kültürü ve probiyotik kültür inoküle edilmiştir. Bu aşamada her bir gruptan numune alınarak fermentasyon öncesi mikrobiyolojik ve fizikokimyasal analizler yapılmıştır. Bu amaçla hazırlanan örnekler, örnek içerikleri ve örneklere uygulanacak analizler Çizelge 3.2'de verilmiştir. Bu aşamadan sonra prebiyotik katkıli probiyotik yoğurt örnekleri 24 saat oda sıcaklığında inkübasyona (ev tipi) bırakılmıştır. İnkübasyon süresi tamamlanan yoğurt örnekleri 4°C'de depolanmaya alınmıştır. Şekil 3.1'de prebiyotik katkıli probiyotik yoğurt üretim şeması gösterilmektedir.



Şekil 3. 1. Prebiyotik katkılı probiyotik yoğurt üretim şeması

Tezin üçüncü ve son aşamasında; fermentasyon süresi tamamlanan yoğurtlardan da örnek alınarak fermentasyon sonu/depolama başlangıcı analiz değerleri için hem mikrobiyolojik hem de fizikokimyasal analizler yapılmıştır (Çizelge 3.2). Prebiyotik katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin görünümü Şekil 3.2, Şekil 3.3, Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'te gösterilmiştir.



Şekil 3. 2. Havuç lifi katkılı probiyotik yoğurt örnekleri görünümü

*K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

*K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

*0.5HL: %0.5 Havuç lifi Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım

*1HL: %1 Havuç lifi Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım

*3HL: %3 Havuç lifi Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım

*5HL: %5 Havuç lifi Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım



Şekil 3. 3. Bezelye lifi katkılı probiyotik yoğurt örnekleri görünümü

*K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

*K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

*0.5BL: %0.5 Bezelye lifi Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım

*1BL: %1 Bezelye lifi Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım

*3BL: %3 Bezelye lifi Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım

*5BL: %5 Bezelye lifi Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım



Şekil 3. 4. İnülin katkılı probiyotik yoğurt örnekleri görünümü

- *K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü
- *K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım
- *0.5İN: %0.5 İnülin Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım
- *1İN: %1 İnülin Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım
- *3İN: %3 İnülin Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım
- *5İN: %5 İnülin Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım



Şekil 3. 5. Kinoa unu katkılı probiyotik yoğurt örnekleri görünümü

- *K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü
- *K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım
- *0.5KU: %0.5 Kinoa Unu Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım
- *1KU: %1 Kinoa Unu Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım
- *3KU: %3 Kinoa Unu +Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım
- *5KU: %5 Kinoa Unu +Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım

Çizelge 3. 2. Üretim analizleri

Grup No	Örnek Kodu İçeriği	Fermentasyon öncesi analizleri	Kaynak yöntem	Fermentasyon sonu / Depolama başlangıcı analizleri	Kaynak yöntem	
KONTROL GRUPLARI						
1	K1 Süt+Yoğurt starter kültürü	Mikrobiyolojik	TMAB	FDA-BAM online, 2001a	TMAB	FDA-BAM online, 2001a
			K&M	FDA-BAM online, 2001b	K&M	FDA-BAM online, 2001b
			LAB	ISO 15214:1998, 1998	LAB	ISO 15214:1998, 1998
		Fizikokimyasal	-	pH tayini	Marshall, 1992	
				Titrasyon asitliği	Cemeroğlu, 1992; Yetim, 2002	
				Su aktivitesi	Hughes ve ark., 2002	
				Renk analizi	Kurtuldu ve Özcan, 2018	
		Mikrobiyolojik	TMAB	FDA-BAM online, 2001a	TMAB	FDA-BAM online, 2001a
			K&M	FDA-BAM online, 2001b	K&M	FDA-BAM online, 2001b
			LAB	ISO 15214:1998, 1998	LAB	ISO 15214:1998, 1998
2	K2 Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım	Fizikokimyasal	-	pH tayini	Marshall, 1992	
				Titrasyon asitliği	Cemeroğlu, 1992; Yetim, 2002	
				Su aktivitesi	Hughes ve ark., 2002	
				Renk analizi	Kurtuldu ve Özcan, 2018	
		Mikrobiyolojik				

Çizelge 3.2. (Devam) Üretim analizleri

HAVUÇ LİFİ GRUPLARI						
3	0.5HL %0.5 Havuç lifi Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım	Mikrobiyolojik	TMAB	FDA-BAM online, 2001a	TMAB	FDA-BAM online, 2001a
	K&M		FDA-BAM online, 2001b	K&M	FDA-BAM online, 2001b	
	LAB		ISO 15214:1998, 1998	LAB	ISO 15214:1998, 1998	
4	1HL %1 Havuç lifi Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım	Fizikokimyasal			pH tayini	Marshall, 1992
5	3HL %3 Havuç lifi Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım				Titrasyon asitliği	Cemeroğlu, 1992; Yetim, 2002
6	5HL %5 Havuç lifi Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım				Su aktivitesi	Hughes ve ark., 2002
					Renk analizi	Kurtuldu ve Özcan, 2018
BEZELYE LİFİ GRUPLARI						
7	0.5BL %0.5 Bezelye lifi Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım	Mikrobiyolojik	TMAB	FDA-BAM online, 2001a	TMAB	FDA-BAM online, 2001a
	K&M		FDA-BAM online, 2001b	K&M	FDA-BAM online, 2001b	
	LAB		ISO 15214:1998, 1998	LAB	ISO 15214:1998, 1998	
8	1BL %1 Bezelye lifi Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım	Fizikokimyasal			pH tayini	Marshall, 1992
9	3BL %3 Bezelye lifi Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım				Titrasyon asitliği	Cemeroğlu, 1992; Yetim, 2002
10	5BL %5 Bezelye lifi Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım				Su aktivitesi	Hughes ve ark., 2002
					Renk analizi	Kurtuldu ve Özcan, 2018

Çizelge 3.2. (Devam) Üretim analizleri

İNÜLİN GRUPLARI						
11	0.5İN %0.5 İnülin Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım	Mikrobiyolojik	TMAB	FDA-BAM online, 2001a	TMAB	FDA-BAM online, 2001a
			K&M	FDA-BAM online, 2001b	K&M	FDA-BAM online, 2001b
			LAB	ISO 15214:1998, 1998	LAB	ISO 15214:1998, 1998
12	1İN %1 İnülin Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım	Fizikokimyasal			pH tayini	Marshall, 1992
13	3İN %3 İnülin Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım		-	Titrasyon asitliği	Cemeroğlu, 1992; Yetim, 2002	
				Su aktivitesi	Hughes ve ark., 2002	
14	5İN %5 İnülin Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım			Renk analizi	Kurtuldu ve Özcan, 2018	
KİNOA UNU GRUPLARI						
16	0.5KU %0.5 Kinoa unu Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım	Mikrobiyolojik	TMAB	FDA-BAM online, 2001a	TMAB	FDA-BAM online, 2001a
			K&M	FDA-BAM online, 2001b	K&M	FDA-BAM online, 2001b
			LAB	ISO 15214:1998, 1998	LAB	ISO 15214:1998, 1998
17	1KU %1Kinoa unu Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım	Fizikokimyasal			pH tayini	Marshall, 1992
18	3KU %3 Kinoa unu Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım		-	Titrasyon asitliği	Cemeroğlu, 1992; Yetim, 2002	
				Su aktivitesi	Hughes ve ark., 2002	
19	5KU %5 Kinoa unu Süt+Yoğurt starter kültürü+Probiyotik karışım			Renk analizi	Kurtuldu ve Özcan, 2018	

3.2.3. Raf Ömrünün Belirlenmesi

Çizelge 3.2’de detayları verilen tüm örnek grupları $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ ’de 50 gün boyunca depolanmış ve depolama boyunca belirli aralıklarla (0., 1., 7.,10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerde) örnek alınarak TMAB sayımı, K&M sayımı, LAB sayımı, pH ölçümü, % titrasyon asitliğinin belirlenmesi, renk ölçümü, aw değerinin belirlenmesi analizleri yapılmıştır. Örneklerde LAB popülasyonundaki değişim ve mikrobiyal bozulma kriterleri değerlendirilmiş ve bu değerlendirme sonucuna göre depolama işlemi sonlandırılarak depolama süresi tespit edilmiştir.

3.2.4. Mikrobiyolojik Analizler

Numune Hazırlama

10 g örnek aseptik koşullarda alınarak 90 ml %0.1’lik peptonlu su (PW, Bioshop, Kanada) ile karıştırılarak stomacher cihazında (IUL 707/470 Instruments, İspanya) 20 saniye homojenize edilmiştir. Bu şekilde elde edilen 10^{-1} ’lik dilüsyondan desimal dilüsyonlar hazırlanmıştır.

Laktik Asit Bakteri (LAB) Sayımı

Man Rogosa Sharpe Agar (MRS, BK089HA, Biokar, Fransa) besiyeri kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan dökme plak yöntemiyle ekim yapılarak ekim sonrası petri yüzeyleri ikinci bir tabaka MRS Agar ile kaplanmış ve petriler anaerobik jar (Oxoid, AN35US, ABD) içerisinde $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ ’de 3-5 gün inkübasyon işlemine tabi tutulmuştur. İnkübasyon süresi sonunda petrilerdeki koloniler sayılıp sonuçlar log kob/g olarak verilmiştir (ISO 15214:1998, 1998).

Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Sayımı

Hazırlanan dilüsyonlardan Plate Count Agar (PCA, BK144HA Biokar, Fransa) içeren petrilere yayma plak yöntemiyle ekimler yapılmış ve petri kutuları $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ ’de 48 saat inkübe (Binder, BD53, Almanya) edilmiştir. İnkübasyon sonunda 25-250 arasında koloni içeren kültürler değerlendirmeye alınmış ve sonuçlar log kob/g olarak sunulmuştur (FDA-BAM online, 2001a).

Küf-Maya (K&M) Sayımı

Seçici ayırt edici Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC, NCM0082A, Neogen, ABD) besiyeri kullanılmıştır. Dilüsyonlardan yayma plak yöntemi ile ekimler yapılarak petriler 25±2°C’de 5 gün süre ile inkübe (Elektromag, M420B, Türkiye) edilmiştir. İnkübasyon sonunda gelişen tüm koloniler toplam maya-küf olarak sayılıp sonuçlar log kob/g olarak verilmiştir (FDA-BAM online, 2001b).

3.2.5. Fizikokimyasal Analizler

Mikrobiyolojik analizler için uygulanan numune alım planı doğrultusunda (0., 1., 7.,10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerde) alınan örneklerin pH, titrasyon asitliği, su aktivitesi ve renk değerleri de belirlenmiştir.

pH Tayini

Bu amaçla 25±1°C’de, pH metre (WTW Inolab pH Level1, Almanya) kullanılarak pH ölçümleri yapılmıştır. Ölçümden önce numuneler iyice parçalanmış ve 1:1 oranında distile su ile iyice karıştırılarak homojen hale getirilmiştir. Hazırlanan numunelere pH metrenin elektrodu daldırılarak pH değerleri okunmuştur (Marshall, 1992).

Titrasyon Asitliği Tayini

Yoğurt örneklerinden 10 gr alınarak 10 ml saf su ilavesi ile 3-4 damla fenolftalein (Merck-Millipore, 100074, Almanya) indikatör olarak ilave edilmiştir. 0.1 N NaOH (NAOH, Tekkim, TK.400298, Türkiye) çözeltisi ile istenen pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Sonuçlar % laktik asit cinsinden aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 1992; Yetim, 2002).

$$\%Asitlik = \frac{H \times 0.009 \times 100}{P} \quad (3.1)$$

H: Titrasyonda harcanacak 0.1 N NaOH çözeltisi (mL)

P: Titrasyonda kullanılacak yoğurt miktarı (mL)

Su aktivitesi değeri (a_w)

Numunelerin a_w değeri 20°C'ye ayarlanmış su aktivitesi cihazı (AquaLab Model Series 3TE, ABD) kullanılarak ölçülmüştür. Ürünler, doğrudan örnek kaplarına boşluk kalmayacak şekilde aktarılmış ve ölçümleri yapılmıştır (Hughes ve ark., 2002).

Renk analizi

Numunelerin rengi Minolta kolorimetre (CR-300, Japonya) cihazında Hunter sistemine göre ölçülmüştür. Ölçümden önce cihaz standart beyaz plaka (L^* : 96.97, a^* : 0.16, b^* : 1.86) kullanılarak kalibre edilmiştir. Yoğurt örneklerinde farklı noktalarından olacak şekilde 3 kez okuma yapılmış ve ortalamaları alınmıştır. L^* (parlaklık), a^* (+kırmızı, -yeşil) ve b^* (+sarı, -mavi) değerleri belirlenmiştir (Kurtuldu ve Özcan, 2018).

$$(\Delta E) = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (3.2)$$

ΔE : Isıl işlem sonrasında örneklerde meydana gelen toplam renk farklılığını,
 ΔL^* : Siyah-beyaz renk değişimini,
 Δa^* : Kırmızı-yeşil renk değişimini,
 Δb^* : Sarı-mavi renk değişimini, ifade etmektedir.

3.3. İstatiksel Analiz

Tez çalışması kapsamında tüm mikrobiyolojik ve fizikokimyasal analizler 2 paralel ve 2 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Mikrobiyal sayım sonuçları log kob/g olarak verilmiştir. Sayım sonuçlarının değerlendirilmesi için SPSS 21. versiyon istatistiksel paket programı kullanılmıştır (SPSS, Inc., Chicago, IL, ABD). Ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey Testi kullanılarak %95 güven aralığında belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tez kapsamında birinci aşamada Bölüm 3.1’de belirtildiği şekilde laboratuvar koşullarında üretilen hammaddelere ait mikrobiyolojik analizler yapılmıştır.

İkinci aşamada, her bir grup için ayrı ayrı yoğurt starter kültürü, farklı konsantrasyonlardaki (%0 (kontrol), %0.5, %1.0, %3.0, %5.0) prebiyotik ve probiyotik kültür süte inoküle edilmiş olup fermentasyon öncesi mikrobiyolojik ve fizikokimyasal analizler yapılmıştır. Bu amaçla örnekler üzerine uygulanmış olan analizler Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Tezin üçüncü ve son aşamasında; fermentasyon süresi tamamlanan yoğurtlardan örnek alınarak ve fermentasyon sonu / depolama başlangıcı analiz değerleri için de hem mikrobiyolojik hem de fizikokimyasal analizler yapılmış ve değişimler 4°C’de 50 gün depolama süresince belirli aralıklarla kontrol edilmiştir. Bu amaçla prebiyotik katkı probiyotik yoğurt örneklerinden 0., 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerde alınan örnekler üzerine uygulanan analizler Çizelge 3.2’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ve sonuçlara ilişkin yorumlar aşağıda ilgili başlıklar altında verilmiştir.

4.1. Laboratuvar Koşullarında Üretilen Yoğurt Örneklerinin Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

Bölüm 3.2.1’de belirtildiği gibi hem kullanılacak hammaddelerin hem de laboratuvar ortamında üretilen yoğurtların K&M sayımı, LAB sayımı ve TMAB sayımı analizleri gösterilen kaynak yöntemlere göre yapılmıştır. Hammadde mikrobiyal sayım sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4. 1. Hammadde mikrobiyal sayım sonuçları (log kob/g)

Örnek	Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri	Küf ve Maya	Laktik Bakteri	Asit
Havuç Lifi	<1	<1	<1	
Bezelye Lifi	<1	<1	<1	
İnülin	<1	<1	<1	
Kinoa Unu	5.32±0.17	1.35±0.59	<1	
Probiyotik	NT	<1	6.07±0.40	
Süt	<1	<1	<1	

*: ortalama ± standart sapma, n=4

*NT: Test yapılmamıştır.

Hammaddede yapılan mikrobiyal analizlere göre; LAB sayısı probiyotik kültürlerde 6.07 ± 0.40 log kob/g olarak bulunmuşken; havuç lifi, bezelye lifi, kinoa unu, inülin ve sütte LAB tespit edilememiştir. Kinoa ununda TMAB 5.32 ± 0.17 log kob/g düzeyinde olup, havuç lifi, bezelye lifi ve inüline göre daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$), probiyotik numune test edilmemiş ve süt de tespit edilememiştir ($p > 0.05$). Kinoa ununda 1.35 ± 0.59 log kob/g düzeyinde K&M bulunmuş ($p < 0.05$), diğer hammaddelerde K&M tespit edilememiştir ($p > 0.05$).

4.1.1. Laktik asit bakteri sayımı

Havuç lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerdeki laktik asit bakteri sayımı sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4. 2. Havuç lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası laktik asit bakteri sayımı sonuçları (log kob/g)

Mikroorganizma türü	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları				
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0
Laktik asit bakteri sayısı (log kob/g)	1	7.56 ± 0.03^{Cd}	8.17 ± 0.10^{Bc}	8.51 ± 0.03^{Ca}	8.45 ± 0.01^{Ba}	8.47 ± 0.01^{Ca}
	7	8.12 ± 0.03^{Ad}	8.39 ± 0.01^{Ac}	9.10 ± 0.04^{Aa}	9.03 ± 0.00^{Ab}	9.14 ± 0.03^{Aa}
	10	7.51 ± 0.05^{Bc}	7.71 ± 0.00^{Cb}	8.66 ± 0.01^{Ba}	8.60 ± 0.03^{Bc}	8.74 ± 0.05^{Bb}
	14	6.66 ± 0.00^{Dc}	7.61 ± 0.08^{Cb}	7.56 ± 0.00^{Db}	7.60 ± 0.01^{Cb}	7.68 ± 0.04^{Ca}
	21	6.52 ± 0.07^{DEd}	7.38 ± 0.00^{Ca}	7.45 ± 0.01^{DEb}	7.49 ± 0.00^{Cb}	7.55 ± 0.01^{Dc}
	28	6.43 ± 0.02^{Ed}	6.56 ± 0.01^{Db}	7.25 ± 0.02^{Ea}	7.23 ± 0.02^{Da}	7.30 ± 0.00^{Ec}
	35	6.00 ± 0.12^{Fc}	6.41 ± 0.20^{Db}	6.45 ± 0.21^{Fab}	6.61 ± 0.11^{Ea}	6.28 ± 0.07^{Fb}
	42	3.60 ± 0.01^{Gc}	4.95 ± 0.01^{Eb}	5.78 ± 0.16^{Ga}	5.74 ± 0.15^{Fa}	5.84 ± 0.15^{Ga}
	50	<1	<1	<1	4.19 ± 0.00^{Cab}	4.90 ± 0.00^{Ca}

*: ortalama $\pm$ standart sapma, n=4

A-G: Yoğurt örnekleri için aynı sütündeki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p < 0.05$).

a-d: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p < 0.05$).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Havuç lifi ile ilgili yapılan çalışmada %5.0 (10g) havuç lifi ilavesi, yoğurt yapımında kıvam fazlalığı ve dilüsyon hazırlama sırasında negatif etki göstermesi nedeniyle deneme planından çıkartılmış ve analizleri yapılmamıştır. K1, K2, %0.5, %1.0, %3.0 oranlarında havuç lifi ilavesi ile üretilen yoğurtlar için yapılan laktik asit bakteri sayım sonuçlarının hem depolama süresi boyunca gelişimleri ve hem de probiyotik yoğurtlara ilave edilen havuç lifi oranları arasında karşılaştırma yapılmıştır.

Fermantasyon sonrası raf ömrü boyunca LAB sayısının kontrol gruplarında (K1 ve K2) 3.60 ± 0.01 ile 8.39 ± 0.01 log kob/g arasında değiştiği ve %0.5, %1.0, %3.0 oranlarında havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde LAB sayısının 4.19 ± 0.00 ile 9.14 ± 0.03 log kob/g değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir. Günler arasında karşılaştırma yapıldığında en yüksek laktik asit bakteri sayısının 7. güne ait havuç lifi katkılı probiyotik yoğurt örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre hem kontrol grupları hem de havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurtlar için günler arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Konsantrasyonlar arası karşılaştırma yapıldığında en yüksek LAB sayılarının %3.0 havuç lifi ilaveli yoğurt örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre hem kontrol gruplarında hem de havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurtlarda konsantrasyonlar arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Sonuçlar değerlendirildiğinde, %3.0 (6g) havuç lifi ilavesinin diğer oranlara kıyasla 50 günlük raf ömrü boyunca laktik asit bakteri canlılığını sürdürmede daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Yapılan literatür çalışmalarına göre havuç lifi katkılı probiyotik yoğurt çalışmalarına rastlanmamış olup, sonuçlar havuç tozu, havuç suyu ve havuç püresi katkılı probiyotik yoğurtlar ile karşılaştırılmıştır.

Salwa ve ark., (2004), yaptıkları çalışmada, %5, %10, %15 ve %20 havuç suyu ile karıştırılmasının yoğurt üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Yoğurt örneklerinin duyu, reolojik, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi, buzdolabında 4°C’de üç hafta süreyle saklanarak incelenmiştir. Hem sade hem de havuçlu yoğurtta laktik asit bakterilerinin üç haftalık soğuk depolama sırasında arttığını ifade etmiş ve her iki laktik asit bakteri suşunun ortalama toplam sayı bakımından, sade ve havuçlu yoğurt örneklerinde yaklaşık olarak aynı davranışı sergilediğini ifade etmiştir. Sade ve %5, %10, %15 ve %20 havuçlu yoğurt örnekleri arasındaki farkın önemsiz ($p < 0.05$) olduğunu ifade etmiştir. İncelenen sade ve havuçlu yoğurt numuneleri için 21 günlük depolama süresince laktik asit bakteri canlılığının yüksek ($> 10^5$ kob/g) kaldığını ifade etmiştir. Yoğurt örneklerinde kontrol grubuna göre en yüksek LAB canlılığı %20 oranında 9.90×10^5 kob/g olarak ve en düşük %15 oranında 8.55×10^5 kob/g olarak bildirilmiştir.

Pop ve ark., (2015), yaptıkları çalışmada, havuç suyu ilavesiyle yeni bir yoğurt türü geliştirmeyi amaçlamıştır. Farklı oranlardaki (%0, %8, %16, %24) havuç suyunun,

buzdolabı sıcaklığında (4°C) depolanması sırasında (21 gün), yoğurtlarda değişen duyuşsal özellikler ve probiyotik bakterilerin canlılığı üzerindeki etkisi değeriendirilmiştir. Yapılan analizlere göre %24 havuç suyunun eklenmesi, laktik asit bakterilerinin canlı hücre sayısının kontrol grubuna göre 3.96×10^7 kob/g'dan 6.86×10^7 kob/g'a yükselmesine neden olmuştur. %24 havuç suyu içeren yoğurt takviyesinin, 21 günlük raf ömrü sonunda önerilen probiyotik bakteri seviyelerini içeren laktik asit bakterilerinin stabilitesini önemli ölçüde artırttığını açıklamışlardır.

Madora ve ark., (2016)'da yaptıkları çalışmada havuç tozu ile zenginleştirilmiş az yağlı yoğurt üretmişlerdir. Havuçlu yoğurt, az yağlı sütün fermantasyon öncesi %1, %2 ve %3 havuç tozu ile karıştırılmasıyla hazırlanmıştır. Hazırlamış oldukları yoğurtlarda fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri analiz etmişlerdir. Yapılan analizler sonucunda; laktik asit bakteri sayım sonucunun 5.42 ile 5.45 log kob/g arasında değıştiğini bulmuşlardır. Kontrol ve %1 havuçlu yoğurt arasında bakteri sayısında önemli bir fark bulunmazken, diğeri örneklerle %3 havuçlu yoğurt arasında önemli bir fark olduğunu belirtmişlerdir. %3 havuçlu yoğurttaki yüksek mikrobiyal sayının, havuç tozunun sağladığı yüksek enerji kaynaklarından olabileceğini ifade etmişlerdir. Düşük bakteri sayısının nedenlerinin ise fermantasyon sırasında üretilen laktik asidin inhibe edici etkisinden kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Nawal-Galal ve ark., (2019), yaptıkları çalışmada süt yağı ikame maddesi olarak % 1, %2 ve %3 oranında havuç püresi eklenmesinin dondurulmuş yoğurdun özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Dondurulmuş yoğurdun fiziksel özellikleri, reolojik özellikleri, toplam fenolik bileşikleri, antioksidan aktivitesi, laktik asit bakteri sayısı, duyuşsal özellikleri incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda; laktik asit bakteri sayım sonucunu 8.00 ± 0.09 - 7.14 ± 0.09 log kob/g arasında bulunmuştur. Havuçlu yoğurtlarda havuç püresi ilavesinin kontrol grubuna kıyasla laktik asit bakteri sayısını önemli ölçüde ($p \leq 0.05$) azalttığını ifade etmişlerdir. Bu azalma, yoğurt işleme sırasında eklenen havuç pürelerinin fitokimyasal içeriğinin yüksek olmasına bağlanmıştır (Leong ve Shui, 2002). Bununla birlikte, diğeri çalışmalar (Radiati ve ark., 2016), havuç suyuyla donmuş yoğurt ve kontrol grubu arasında LAB sayıları açısından önemli bir değışiklik bulunmadığını belirtmiştir.

Literatürde yer alan çalışmalardan Salwa ve ark., (2004) tarafından yapılan çalışmanın sonucu, tez çalışmasında analize alınan probiyotik yoğurtların sonuçlarından yüksek

çıkıştır. Pop ve ark., (2015) ve Madora ve ark., (2016) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları ise tez çalışmasında analize alınan havuç lifi katkıli probiyotik yoğurtların sonuçlarından daha düşük çıkıştır. Nawal-Galal ve ark., (2019) tarafından yapılan çalışmanın sonucu ile tez çalışmasında analize alınan probiyotik yoğurtların sonuçları benzer çıkıştır. Bu durum ilave edilen maddelerden, fermentasyon şartlarından, starter kültür miktarından ve depolama sürecindeki farklılıklardan kaynaklanabilir.

Bezelye lifi katkıli yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerdeki laktik asit bakteri sayımı sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4. 3. Bezelye lifi katkıli yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası laktik asit bakteri sayımı sonuçları (log kob/g)

Mikroorganizma türü	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
Laktik asit bakteri sayısı (log kob/g)	1	7.56±0.03 ^{Cc}	7.84±0.01 ^{ABc}	8.02±0.02 ^{ABa}	8.20±0.02 ^{Bb}	8.13±0.02 ^{BCb}	8.30±0.05 ^{BCc}
	7	8.03±0.06 ^{Bbc}	8.14±0.19 ^{ABc}	8.39±0.00 ^{ABb}	9.01±0.06 ^{ABab}	8.44±0.10 ^{BCb}	8.79±0.07 ^{Bb}
	10	7.65±0.00 ^{Ab}	7.83±0.00 ^{Ab}	9.11±0.01 ^{Aa}	9.17±0.02 ^{Aa}	9.15±0.05 ^{Aa}	9.29±0.08 ^{Aa}
	14	6.58±0.00 ^{Dc}	7.50±0.02 ^{Aab}	7.47±0.00 ^{Ba}	7.59±0.03 ^{Cab}	7.49±0.01 ^{Cb}	7.63±0.03 ^{Cb}
	21	6.54±0.00 ^{Dd}	7.40±0.01 ^{Ba}	7.16±0.10 ^{BCb}	7.07±0.02 ^{Cc}	7.17±0.04 ^{Cb}	7.38±0.02 ^{Ca}
	28	6.37±0.02 ^{Dc}	6.56±0.02 ^{Cb}	6.58±0.01 ^{BCb}	6.60±0.01 ^{Dab}	6.70±0.00 ^{Da}	6.64±0.01 ^{CDab}
	35	6.08±0.06 ^{Ec}	6.40±0.18 ^{Cb}	6.48±0.21 ^{BCb}	6.42±0.18 ^{Db}	6.52±0.27 ^{Dab}	6.57±0.28 ^{CDa}
	42	<1	5.59±0.10 ^{Dc}	5.74±0.16 ^{Cb}	5.81±0.18 ^{Eb}	6.03±0.24 ^{Da}	5.99±0.26 ^{Da}
	50	<1	<1	4.81±0.00 ^{Cb}	4.76±0.05 ^{Fb}	5.14±0.05 ^{Eab}	5.52±0.02 ^{Da}

*: ortalama ± standart sapma, n=4

A-F: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

a-c: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Fermentasyon sonrası raf ömrü boyunca laktik asit bakteri sayısının kontrol gruplarında 5.59±0.10 ile 8.14±0.19 log kob/g değerleri arasında değiştiği ve %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde 4.76±0.05 ile 9.29±0.08 log kob/g değerleri arasında değiştiği en yüksek LAB sayısının 10. güne ait %5.0 bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneğinde, en düşük LAB sayısının 50. güne ait %1.0 bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneğinde olduğu ve 14. gün itibari ile LAB sayısının azalma eğiliminde olduğu görülmüştür. Yapılan istatistiksel analizlere göre hem kontrol gruplarının hem de bezelye lifi ilaveli yoğurt örneklerinin günler arasında farkın önemli olduğu

bulunmuştur ($p<0.05$).

Fermantasyon sonrası %5.0 (10g) bezelye lifi ilaveli yoğurttaki laktik asit bakteri canlılığı diğer oranlardaki ilaveler ile yapılan yoğurtlara göre raf ömrü boyunca daha iyi sonuç vermiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre oranlar arasında farkın önemli bulunmuştur ($p<0.05$). 42. gün K1 grubunda 50. gün K1 ve K2 gruplarında laktik asit bakteri gelişimi görülmemiştir.

Yapılan literatür çalışmalarına göre bezelye lifi katkılı probiyotik yoğurt çalışmalarına rastlanmamış olup, sonuçlar bezelye püresi ve bezelye unu katkılı probiyotik yoğurtlar ile karşılaştırılmıştır.

Özcan ve Yıldız, (2016), yaptıkları çalışmada farklı sebze püreleri (balkabağı, havuç, bezelye ve yeşil kabak) ilavesi ile üretilen yoğurtların 28 günlük depolama süresince bazı fiziko-kimyasal ve tekstürel özelliklerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Sebzeli yoğurtlarda bulunan diyet liflerinin bakteri gelişmesini teşvik eden potansiyel etkisi sonucu *S. thermophilus* ile *L. bulgaricus* sayılarının arttığı saptanmıştır. Bezelye pürelili yoğurtta *S. thermophilus* bakteri sayısı 6.00 ile 8.00 log kob/ml arasında değişmekte, *L. bulgaricus* 6.30 ile 7.30 log kob/ml arasında değişmektedir.

Palabıçak ve ark., (2019), yaptığı çalışmada farklı oranlarda (0, %0.5 ve %1) bezelye unu ve probiyotik kültür ilavesi ile elde edilen yoğurdu incelemiştir. Probiyotik yoğurtlar 20 günlük depolama süresince (1., 10. ve 20. günlerde) mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyu analizlere tabi tutulmuştur. Bu analizlere göre elde edilen yoğurtlarda; 20 günlük depolama boyunca *S. thermophilus* sayısının 10. gününe kadar arttığı fakat 20. günde ise azaldığını bildirmişlerdir. İstatistiksel analizlere göre *S. thermophilus* 8.16 ile 9.75 log kob/g arasında değişmiş olup depolama süresinin *S. thermophilus* sayısına etkisi önemli bulunduğu belirtilmiştir ($p<0.05$). *L. bulgaricus* 8.03 ile 8.52 log kob/g arasında değişmiştir. *L. casei* sayısı 6.34 ile 8.55 log kob/g arasında tespit edildiği belirtilmiştir.

Literatürde yer alan çalışmalardan Özcan ve Yıldız, (2016) ve Palabıçak ve ark., (2019) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları tez çalışmasında analize alınan bezelye lifi katkılı probiyotik yoğurtların sonuçlarına yakın değerlerde çıkmıştır. Bu durumun nedeni, hammadde farklılığından, fermantasyon şartlarından, starter kültür miktarından ve depolama sürecindeki farklılıklardan kaynaklanabilir.

İnülin katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerdeki laktik asit bakteri sayımı sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4. 4. İnülin katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası laktik asit bakteri sayımı sonuçları (log kob/g)

Mikroorganizma türü	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
Laktik asit bakteri sayısı (log kob/g)	1	7.35±0.04 ^{Bc}	7.39±0.30 ^{Cb}	7.52±0.01 ^{Da}	7.43±0.04 ^{Da}	7.56±0.02 ^{Da}	7.47±0.11 ^{Da}
	7	8.29±0.03 ^{Ac}	8.42±0.01 ^{Aab}	8.37±0.02 ^{Cbc}	8.50±0.01 ^{BCa}	8.00±0.01 ^{Cd}	8.11±0.08 ^{Cd}
	10	7.61±0.13 ^{Cd}	7.98±0.06 ^{Bc}	9.41±0.06 ^{Ab}	9.61±0.06 ^{Aa}	9.62±0.06 ^{Aa}	9.66±0.02 ^{Aa}
	14	6.62±0.02 ^{Dc}	7.52±0.03 ^{Cb}	8.68±0.02 ^{Ba}	8.69±0.03 ^{Ba}	8.73±0.03 ^{Ba}	8.75±0.03 ^{Ba}
	21	6.71±0.15 ^{Dd}	7.73±0.03 ^{BCa}	7.38±0.01 ^{DEb}	7.65±0.02 ^{Ca}	7.17±0.07 ^{Ec}	7.45±0.02 ^{Db}
	28	6.40±0.01 ^{Ed}	6.64±0.06 ^{Dc}	7.19±0.04 ^{Eb}	6.55±0.08 ^{Ecd}	7.10±0.03 ^{Eb}	7.44±0.08 ^{Da}
	35	6.10±0.07 ^{Fb}	6.52±0.23 ^{Da}	6.48±0.22 ^{Fab}	6.21±0.01 ^{Fab}	6.21±0.04 ^{Fab}	6.14±0.06 ^{Eab}
	42	4.69±0.04 ^{Gb}	5.65±0.04 ^{Ea}	5.61±0.01 ^{Ga}	5.78±0.11 ^{Ga}	5.74±0.03 ^{Ga}	5.61±0.09 ^{Fa}
	50	<1	<1	<1	<1	<1	<1

*: ortalama ± standart sapma, n=4

A-G: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

a-d: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Fermantasyon sonrası raf ömrü boyunca laktik asit bakteri sayısının kontrol grupları 4.69±0.04 ile 8.42±0.01 log kob/g arasında değiştiği ve %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 inülin ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde 5.61±0.01 ile 9.66±0.02 log kob/g değerleri arasında değiştiği en yüksek LAB sayısının 10. güne ait %5.0 inülin ilaveli probiyotik yoğurt örneğinde, en düşük LAB sayısının 42. güne ait K1 örneğinde olduğu ve 14. gün itibari ile LAB sayısının azalma eğiliminde olduğu görülmüştür. Fermantasyon sonrası yapılan analizlerde 50. gün hiçbir konsantrasyonda laktik asit bakterisi gelişimi olmadığı görülmüştür. Yapılan istatistiksel analizlere göre hem kontrol gruplarında hem de diğer oranlarda günler arasında farkın önemli bulunmuştur (p<0.05).

Fermantasyon sonrası yapılan analizlerde konsantrasyonlar arasında en yüksek LAB gelişimi %5.0 (10g) inülin ilaveli yoğurt örneklerinde tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre hem kontrol gruplarında hem de diğer oranlarda konsantrasyonlar arasında farkın önemli olduğu bulunmuştur (p<0.05).

Jimborean ve ark., (2015), yaptıkları çalışmada farklı oranlarda inülin (%0, %2 ve %3)

ilavesinin 21 gün depolama süresince probiyotik yoğurt üzerine etkisini incelemişlerdir. İnülin ilavesinin ardından, depolamanın ilk 14 gününde *B. bifidus* sayısında kademeli bir artış olduğunu açıklamışlardır. Yoğurda %3 inülin ilavesinin 7 günde *Bifidobacterium* sayısı 1.04×10^9 kob/g artarak 1.30×10^9 kob/g'a ulaştığını bildirmişlerdir. Yoğurda %2 inülin ilave edilmesinin 21. günde tüm örneklerde bakteri sayısında azalma olduğunu ifade etmişlerdir.

Balthazar ve ark., (2016), yaptıkları çalışmada, farklı düzeylerde (%0, %2, %4 ve %6) inülin içeren koyun sütü yoğurdunun fizikokimyasal parametrelerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Titre edilebilir asitlik ve pH, starter kültür bakteri sayıları, yağ asitleri profili ve lipid indeksleri 28 günlük soğuk depolama sırasında değerlendirmişlerdir. Depolama boyunca bakteri sayıları 1. günde *S. thermophilus* için 9 ile 11 log kob/ml ve *L. bulgaricus* için 8 ile 9 log kob/ml iken depolama sonunda bu sayıların *S. thermophilus* için 8 ila 9 log kob/ml ve *L. bulgaricus* için 6 ila 7 log kob/ml değerlerine düştüğünü bildirmişlerdir.

Kamel ve ark., (2021), yaptıkları çalışmada farklı inülin konsantrasyonlarının (%0.2, %0.4 ve %0.6) probiyotik bakterilerin (*B. bifidum*) canlılığı ve probiyotik yoğurdun 28 günlük depolama boyunca duyuşal özellikleri üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. İnülinin ilave edilmesiyle probiyotik yoğurtta raf ömrü boyunca toplam bakteri sayısının önemli bir etki gösterdiğini ifade etmişlerdir ($p < 0.5$). Kontrol grubunda toplam bakteri sayısı 8.3'den 8 log kob/g'a düşmüştür. 0. gündeki toplam bakteri sayısı probiyotik yoğurda sırasıyla %0.2, %0.4 ve %0.6 inülin eklendiğinde 7.58, 6.95 ve 6.89 log kob/g olarak bulunmuş ve 16 günlük depolamadan sonra bu değerler sırasıyla, 7.15, 4.37 ve 3.25 log kob/g'a düşmüştür. Bununla beraber *B. bifidum* kontrol grubunda 5.48'den 3.99 log kob/g'a düşmüş, %0.2, %0.4 ve %0.6 inülin eklendiğinde 5.53, 6.45, 7.49 log kob/g olarak bulunmuş ve 16 günlük depolamadan sonra bu değerler sırasıyla, 6.92, 7.49, 8.83 log kob/g'a yükselmiştir.

Literatürde yer alan çalışmalardan Jimborean ve ark., (2015) ve Balthazar ve ark., (2016) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları tez çalışmasında analize alınan inülin katkılı probiyotik yoğurtların sonuçlarından yüksek çıkmıştır. Kamel ve ark., (2021) tarafından yapılan çalışma sonuçları göre tez çalışmasında analize alınan inülin katkılı probiyotik yoğurtların sonuçlarına benzer çıkmıştır. Bu durum hammadde farklılığından,

fermantasyon şartlarından, yoğurda ilaveli edilen inülin konsantrasyonundan, starter kültür miktarından ve depolama sürecindeki farklılıklardan kaynaklanabilir.

Kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerdeki laktik asit bakteri sayımı sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4. 5. Kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası laktik asit bakteri sayımı sonuçları (log kob/g)

Mikroorganizma türü	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
Laktik asit bakteri (log kob/g)	1	7.42±0.03 ^{Cc}	7.52±0.00 ^{Cab}	7.59±0.02 ^{Da}	7.51±0.01 ^{Db}	7.52±0.03 ^{Dab}	7.46±0.04 ^{Db}
	7	8.13±0.02 ^{Ac}	8.24±0.02 ^{Cbc}	8.26±0.02 ^{Cbc}	8.29±0.01 ^{Cbc}	8.37±0.03 ^{Ca}	8.24±0.02 ^{Cbc}
	10	7.99±0.01 ^{Bb}	7.68±0.03 ^{Cc}	8.68±0.03 ^{Ba}	8.66±0.02 ^{Ba}	8.63±0.05 ^{Ba}	8.73±0.05 ^{Ba}
	14	6.61±0.02 ^{Dc}	8.04±0.07 ^{Bc}	9.15±0.07 ^{Ab}	9.63±0.01 ^{Aa}	9.68±0.00 ^{Aa}	9.69±0.05 ^{Aa}
	21	6.51±0.04 ^{Dd}	7.61±0.03 ^{Cbc}	7.51±0.01 ^{Dc}	7.55±0.03 ^{Dc}	7.70±0.04 ^{Dab}	7.72±0.04 ^{Da}
	28	6.32±0.02 ^{Eb}	6.65±0.04 ^{Da}	6.71±0.05 ^{Ea}	6.68±0.05 ^{Ea}	6.76±0.05 ^{Ea}	6.73±0.04 ^{Ea}
	35	6.17±0.13 ^{Eb}	6.47±0.20 ^{Da}	6.36±0.14 ^{Ea}	6.38±0.20 ^{Ea}	6.43±0.18 ^{Ea}	6.43±0.17 ^{Ea}
	42	4.84±0.03 ^{Fc}	5.74±0.10 ^{Ea}	5.65±0.04 ^{Fab}	5.51±0.03 ^{Fb}	5.70±0.07 ^{Fa}	5.81±0.09 ^{Fa}
	50	<1	<1	<1	<1	<1	<1

*: ortalama ± standart sapma, n=4

A-F: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

a-d: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Fermentasyon sonrası raf ömrü boyunca laktik asit bakteri sayısının kontrol gruplarında 4.84±0.03 ile 8.24±0.02 log kob/g arasında değiştiği ve %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 kinoa unu ilaveli yoğurt örneklerinde 5.51±0.03 ile 9.69±0.05 log kob/g değerleri arasında değiştiği en yüksek LAB sayısının 14. güne ait %5.0 kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurt örneğinde, en düşük LAB sayısının 42. güne ait K1 örneğinde olduğu ve 21. gün itibari ile LAB sayısının azalma eğiliminde olduğu görülmüştür. 50. gün hiçbir konsantrasyonda LAB gelişimi olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre hem kontrol gruplarında hem de diğer oranlarda günler arasında farkın önemli bulunmuştur (p<0.05).

Fermentasyon sonrası konsantrasyonlar arasında %3.0 (6g) kinoa unu ilaveli ve %5.0 (10g) kinoa unu ilaveli yoğurt örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. aralarında farkın önemli olduğu bulunmuştur (p<0.05). Yapılan istatistiksel analizlere göre hem kontrol gruplarında hem de diğer oranlarda konsantrasyonlar arasında farkın önemli olduğu

bulunmuştur ($p<0.05$).

Casarotti ve ark., (2014), yaptıkları çalışmada, fermente süt üretimi ve depolanması sırasında probiyotik aktiviteyi arttırmak için kinoa unu ilavesinin etkisini araştırmışlardır. Fermente süt ürünleri, artan konsantrasyonlarda kinoa unu (0, 1, 2 veya 3 g/100 g) ile üretilmiş ve 1., 14. ve 28. günlerde soğuk depolamada analizlere tabi tutulmuştur. Fermantasyon öncesi *S. thermophilus* ve probiyotik suşlar arasında farkın önemli olmadığını ($p>0.05$) tespit etmişlerdir. Depolama boyunca *L. acidophilus* sayısı 7.04 ile 7.94 log kob/ml aralığında bulunmuş ve depolama sonuna doğru bakteri sayısında azalma olduğunu ifade etmişlerdir. *Bacillus animalis* ssp. *lactis* bakteri sayısı depolama boyunca 7.61 ile 8.49 log kob/ml arasında değişmiş ve depolama sonunda bakteri sayısında azalma olduğunu ifade etmişlerdir.

Mabrouk ve Effat, (2020), yaptıkları çalışmada, kinoa unu (%0.5, %1.0 ve %1.5 oranlarında) ve probiyotiklerle takviye edilmiş yeni set tipi yoğurt geliştirmeyi amaçlamışlardır. Kinoa unu olmadan, kontrol grubu *S. thermophiles* ve *L. bulgaricus* (1:1), *S. thermophiles* ve *L. brevis* (1:1), *S. thermophiles* ve *L. reuteri* (1:1) ve *S. thermophiles* ve *L. curvatus* (1:1) eklenerek ve kinoa unu sırasıyla %0.5, %1.0 ve % 1.5 seviyesinde dört tip yoğurt üretmişlerdir. 21 günlük raf ömrü boyunca analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre eklenen tüm bakteri sayılarının depolama süresinin ilk haftasında arttığını, depolama süresinin sonuna doğru azalma eğiliminde olduğunu bildirmişlerdir. %1.5 kinoa unu, *S. thermophiles* ve *L. curvatus* takviyeli yoğurtta *L. curvatus* bakteri sayısı en yüksek 9.39 log kob/g, *S. thermophiles* bakteri sayısı ise 9.71 log kob/g olarak bulunmuştur.

Literatürde yer alan çalışmalardan Casarotti ve ark., (2014) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları tez çalışmasında analize alınan kinoa unu katkılı probiyotik yoğurtların sonuçlarına benzer çıkmıştır. Mabrouk ve Effat, (2020) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları tez çalışmasında analize alınan kinoa unu katkılı probiyotik yoğurtların sonuçlarından yüksek çıkmıştır. Bu durum, hammadde farklılığından, fermantasyon şartlarından, starter kültür miktarından, yoğurda ilave edilen kinoa unu konsantrasyonlarından ve depolama sürecindeki farklılıklardan kaynaklanabilir.

4.1.2. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayım sonuçları (log kob/g)

Toplam mezofilik aerobik bakteri analizine, özellikle gıda ürünlerinde bozulma başlaması ve gıdanın raf ömrünün net bir şekilde belirlenebilmesi için başvurulmaktadır.

Prebiyotik katkıli probiyotik yoğurt üretiminde farklı konsantrasyonlardan oluşan yoğurt örneklerinin fermantasyon öncesi TMAB sayısı sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4. 6. Havuç lifi, bezelye lifi, inülini kinoa unu katkıli yoğurt örneklerinin fermantasyon öncesi toplam mezofilik aerobik bakteri sayım sonuçları (log kob/g)

Mikroorganizma türü	Örnek	Prebiyotik Çeşitleri			
		HL	BL	İN	KU
Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısı (log kob/g)	K1	<1	<1	<1	<1
	K2	<1	<1	<1	<1
	%0.5	<1	<1	<1	<1
	%1.0	<1	<1	<1	<1
	%3.0	<1	<1	<1	<1
	%5.0	<1	<1	<1	<1

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

HL: Havuç lifi

BL: Bezelye lifi

İN: İnülin

KU: Kinoa unu

Havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkıli yoğurt örneklerinin fermantasyon öncesi toplam mezofilik aerobik bakteri sayım sonuçlarında üreme olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler, örnek tiplerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sonuçlarına etkisinin önemli olmadığını göstermiştir ($p>0.05$).

Havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkıli yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerindeki toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı sonuçları log kob/g Çizelge 4.7, 4.8, 4.9 ve 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4. 7. Havuç lifi yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası toplam mezofilik aerobik bakteri sayım sonuçları (log kob/g)

Mikroorganizma türü	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları				
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0
Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısı (log kob/g)	1	<1	<1	<1	<1	<1
	7	<1	<1	<1	<1	<1
	10	<1	<1	<1	<1	<1
	14	<1	<1	<1	<1	<1
	21	<1	<1	<1	<1	<1
	28	<1	<1	<1	<1	<1
	35	<1	<1	<1	<1	<1
	42	<1	<1	<1	<1	<1
	50	<1	<1	<1	<1	<1

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Çizelge 4. 8. Bezelye lifi katkıli yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası toplam mezofilik aerobik bakteri sayım sonuçları (log kob/g)

Mikroorganizma türü	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısı (log kob/g)	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	7	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	10	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	14	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	21	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	28	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	35	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	42	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	50	<1	<1	<1	<1	<1	<1

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Çizelge 4. 9. İnülin katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası toplam mezofilik aerobik bakteri sayım sonuçları (log kob/g)

Mikroorganizma türü	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısı (log kob/g)	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	7	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	10	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	14	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	21	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	28	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	35	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	42	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	50	<1	<1	<1	<1	<1	<1

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Çizelge 4. 10. Kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası toplam mezofilik aerobik bakteri sayım sonuçları (log kob/g)

Mikroorganizma türü	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısı (log kob/g)	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	7	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	10	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	14	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	21	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	28	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	35	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	42	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	50	<1	<1	<1	<1	<1	<1

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Yapılan analizlere göre havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası depolama süresi boyunca (1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerde) TMAB sayım sonuçlarına göre üreme olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler, örnek tiplerinin ve depolama süresinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı sonuçlarına etkisinin önemli olmadığını göstermiştir ($p>0.05$). Bu analizlere göre havuç lifi, bezelye lifi, inülin ve kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin raf ömrü boyunca bozulmadığı ve prebiyotiklerin raf ömrüne olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir.

Tokatlı, (2011), yaptığı çalışmada, farklı oranlarda ilave edilen keçi/koyun sütü karışımıyla elde edilen kış yoğurdunun depolama süresi boyunca (3., 30., 60. ve 90. günlerde) mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyu analizler yapmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre kış yoğurdu örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısını 4.07 ile 4.89 log kob/g arasında tespit etmiştir. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısının başlangıç değerlerine göre depolamanın sonunda arttığını bildirmiştir.

Akça, (2020), yaptığı çalışmada probiyotik yoğurt işlevselliğini artırmak için probiyotik kültürlerle (*B. animalis*, *L. acidophilus*) farklı oranlarda (%0., %0.5, %0.75, %1.0) başka bir alg (*Spirulina platensis*) ilave ederek yeni probiyotik yoğurt elde etmeyi amaçlamıştır. Bu amaçla elde edilen yoğurdun depolama süresince (0., 14., 21. ve 28. günlerinde) mikrobiyolojik, fizikokimyasal, tekstürel ve duyu özelliklerini incelemiştir. Yapılan analizlere göre toplam mezofilik aerobik sayısı 7.98±0.29 ile 10.05±0.51 log kob/g arasında değiştiğini tespit etmiştir. Depolama süresi ve oran arttıkça toplam mezofilik aerobik bakteri sayısının arttığını bildirmiştir.

Literatürde yer alan çalışmalardan Tokatlı, (2011) ve Akça, (2020) tarafından yapılan çalışmaların sonuçlarına göre tez çalışmasında analize alınan prebiyotik katkıli probiyotik yoğurt örneklerinin sonuçları daha düşük çıkmıştır. Bu durum, prebiyotik katkıli probiyotik yoğurt örneklerinde raf ömrü boyunca bozulmanın olmamasından veya az miktarda bozulma olmasından kaynaklanıyor olabilir.

4.1.3. Küf ve Maya sayım sonuçları (log kob/g)

Küf ve maya analizi, gıdaların özellikle gıda ürünlerindeki kontaminasyon, bozulma ve raf ömrünün belirlenmesi amacıyla yapılan analizlerden biri olarak ifade edilmektedir.

Havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkıli yoğurt örneklerinin fermentasyon öncesi küf ve maya sayısı sonuçları log kob/g Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4. 11. Havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon öncesi küf ve maya sayımı sonuçları (log kob/g)

Mikroorganizma türü	Örnek	Prebiyotik Çeşitleri			
		HL	BL	İN	KU
	K1	<1	<1	<1	<1
	K2	<1	<1	<1	<1
Küf ve Maya sayısı (log kob/g)	%0.5	<1	<1	<1	<1
	%1.0	<1	<1	<1	<1
	%3.0	<1	<1	<1	<1
	%5.0	<1	<1	<1	<1

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon öncesi mikrobiyolojik analizlerinde küf ve maya bakteri üremesine rastlanmamıştır. Yapılan istatistiksel analizler, örnek tiplerinin küf ve maya bakteri sayısı sonuçlarına etkisinin önemli olmadığını göstermiştir ($p>0.05$).

Havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerindeki K&M sayısı sonuçları log kob/g Çizelge 4.12, Çizelge 4.13, Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4. 12. Havuç lifi katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası küf ve maya sayımı sonuçları (log kob/g)

Mikroorganizma türü	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları				
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0
	1	<1	<1	<1	<1	<1
	7	<1	<1	<1	<1	<1
	10	<1	<1	<1	<1	<1
Küf ve Maya sayısı (log kob/g)	14	<1	<1	<1	<1	<1
	21	<1	<1	<1	<1	<1
	28	<1	<1	<1	<1	<1
	35	<1	<1	<1	<1	<1
	42	<1	<1	<1	<1	<1
	50	<1	<1	<1	<1	<1

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Çizelge 4. 13. Bezelye lifi katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası küf ve maya sayımı sonuçları (log kob/g)

Mikroorganizma türü	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
Küf ve Maya sayısı (log kob/g)	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	7	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	10	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	14	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	21	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	28	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	35	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	42	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	50	<1	<1	<1	<1	<1	<1

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Çizelge 4. 14. İnülin katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası küf ve maya sayımı sonuçları (log kob/g)

Mikroorganizma türü	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
Küf ve Maya sayısı (log kob/g)	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	7	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	10	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	14	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	21	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	28	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	35	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	42	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	50	<1	<1	<1	<1	<1	<1

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Çizelge 4. 15. Kinoa unu katkılı probiyotik yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası küf ve maya sayımı sonuçları (log kob/g)

Mikroorganizma türü	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
Küf ve Maya sayısı (log kob/g)	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	7	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	10	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	14	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	21	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	28	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	35	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	42	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	50	<1	<1	<1	<1	<1	<1

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Yapılan analizlere göre havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası depolama süresi boyunca (1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerde) küf ve maya bakteri sayım sonuçlarına göre üreme olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler, örnek tiplerinin ve depolama süresinin küf ve maya bakteri sonuçlarına etkisinin önemli olmadığını göstermiştir ($p>0.05$).

Tokatlı, (2011), yaptığı çalışmada, farklı oranlarda ilave edilen keçi/koyun sütü karışımıyla elde edilen kış yoğurdunun depolama süresi boyunca (3., 30., 60. ve 90. günlerdeki) mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyu analizlerini yapmıştır. Bu analizlere göre maya sayısını 1.14 ile 4.62 log kob/g arasında değiştiğini tespit etmiştir. Bununla birlikte herhangi bir küf üremesine rastlamadığını bildirmiştir.

Şimşek, (2022), yaptığı çalışmada atık ürünler (soğan kabuğu ve ayva çekirdeği), ıspanak tozu ve kırmızı et bileşenleri içeren yeni bir yoğurt üretmeyi amaçlamıştır. Bu amaçla depolama süresi boyunca (0., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde) fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizler yapmıştır. Bu analiz sonuçlarına göre maya-küf değerlerinin 0 ile 1.4 log kob/g arasında değiştiğini bildirmiştir. En düşük maya-küf değerine ıspanak tozu ilaveli yoğurdun sahip olduğu, en yüksek ise hiç katkı bulunmayan yoğurdun sahip olduğunu tespit etmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre yoğurt örneklerine ait maya-küf analiz değerleri etkisinin önemli olduğunu ifade etmiştir ($p<0.05$).

Literatürde yer alan çalışmalardan Tokatlı, (2011) ve Şimşek, (2022) tarafından yapılan çalışmaların sonuçlarına göre tez çalışmasında analize alınan prebiyotik katkıli probiyotik yoğurt örneklerinin sonuçları daha düşük çıkmıştır. Bu durum, yoğurt örneklerinin raf ömrü boyunca kontamisyona maruz kalmamasından olabilir.

4.2. Laboratuvar Koşullarında Üretilen Yoğurdun Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

4.2.1. pH analiz sonuçları

Havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkıli yoğurt örneklerinin fermantasyon öncesi pH sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4. 16. Havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkıli yoğurt örneklerinin fermantasyon öncesi pH sonuçları

Özellik	Örnek	Prebiyotik çeşitleri			
		HL	BL	İN	KU
pH	K1	5.53±0.00 ^{Ac}	5.55±0.01 ^{Aab}	5.54±0.01 ^{Aa}	5.53±0.01 ^{Abc}
	K2	5.21±0.00 ^{Bb}	5.23±0.01 ^{Ba}	5.23±0.01 ^{Ba}	5.23±0.01 ^{Ba}
	%0.5	5.18±0.00 ^{Ca}	5.19±0.00 ^{Ca}	5.18±0.00 ^{Da}	5.18±0.02 ^{Ca}
	%1.0	5.16±0.00 ^{Dc}	5.18±0.00 ^{Cb}	5.20±0.01 ^{Ca}	5.17±0.03 ^{Cbc}
	%3.0	5.14±0.00 ^{Eb}	5.16±0.01 ^{Da}	5.16±0.01 ^{Da}	5.13±0.01 ^{Db}
	%5.0	NT	5.13±0.01 ^{Ea}	5.14±0.01 ^{Ea}	5.13±0.03 ^{Da}

*: ortalama ± standart sapma, n=4

A-E: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

a-c: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

*NT: Test edilmedi.

Fermantasyon öncesi prebiyotik katkıli probiyotik yoğurtlar arasında yapılan pH analizlerine göre pH değerleri 5.13±0.00 ile 5.56±0.01 arasında değişmektedir. Havuç lifi pH değerleri oranlar arasında K1 örneği pH değeri yüksek çıkmıştır. Yapılan analizlere göre, prebiyotik konsantrasyonu arttıkça pH değerinde düşme meydana gelmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre hem konsantrasyonlar arasında farkın hem de prebiyotik katkıli probiyotik yoğurt örneklerinin aynı oranlardaki pH değerleri arasında farkın önemli olduğu bulunmuştur (p<0.05).

Havuç lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası farklı miktarlardan oluşan 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerindeki pH sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4. 17. Havuç lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası pH sonuçları

Özellik	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları				
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0
pH	1	4.65±0.00 ^{Aa}	4.63±0.00 ^{Ab}	4.62±0.00 ^{Ac}	4.61±0.00 ^{Ad}	4.59±0.01 ^{Aae}
	7	4.59±0.02 ^{Ba}	4.58±0.00 ^{Bb}	4.53±0.00 ^{Bc}	4.48±0.01 ^{Ed}	4.47±0.02 ^{Be}
	10	4.48±0.02 ^{Cb}	4.46±0.01 ^{Cb}	4.48±0.00 ^{Cb}	4.43±0.01 ^{Ba}	4.43±0.00 ^{Ba}
	14	4.43±0.02 ^{Cb}	4.41±0.02 ^{Cc}	4.44±0.01 ^{Ca}	4.39±0.00 ^{DEd}	4.38±0.01 ^{Ce}
	21	4.37±0.02 ^{Dab}	4.39±0.02 ^{Da}	4.32±0.01 ^{Db}	4.31±0.00 ^{Fab}	4.29±0.00 ^{Da}
	28	4.32±0.00 ^{Db}	4.37±0.00 ^{Da}	4.17±0.01 ^{Ee}	4.23±0.00 ^{Cc}	4.21±0.00 ^{Dd}
	35	4.29±0.00 ^{Ea}	4.29±0.01 ^{Ea}	4.12±0.02 ^{Ec}	4.15±0.01 ^{CDB}	4.11±0.01 ^{Ed}
	42	4.15±0.00 ^{Fa}	4.14±0.00 ^{Fb}	4.09±0.00 ^{Fc}	4.09±0.00 ^{DEc}	4.03±0.02 ^{Ed}
	50	4.11±0.00 ^{Fb}	4.12±0.00 ^{Fa}	4.02±0.00 ^{Fd}	4.05±0.00 ^{Cc}	3.98±0.00 ^{Fe}

*: ortalama ± standart sapma, n=4

A-F: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

a-e: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Fermentasyon sonrası havuç lifi ilaveli yoğurt örneklerinde raf ömrü boyunca pH değerleri kontrol gruplarında 4.11±0.00 ile 4.65±0.00 arasında değiştiği ve %0.5, %1.0, ve %3.0 havuç lifi ilaveli yoğurt örneklerinde 3.98±0.00 ile 4.62±0.00 arasında değiştiği tespit edilmiştir. pH değerlerinden K1 ve K2 yoğurt örneklerinin pH değerleri havuç lifi ilaveli prebiyotik yoğurt örneklerine göre yüksek bulunmuştur. Bunun nedeninin ise prebiyotiklerin laktik asit bakterilerinin aktivitesi artırması bu nedenle asitliği artırması olarak ifade edilebilir. Yapılan istatistiksel analizlere göre havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin konsantrasyonlar arasındaki pH değerleri arasında farkın önemli olduğu bulunmuştur (p<0.05). Raf ömrü boyunca tüm yoğurt örneklerinde en yüksek pH değerleri 1. günde bulunmuştur ve 50 günlük depolama boyunca pH değerinde düşme meydana gelmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin günler arası pH değerleri arasında farkın önemli olduğu bulunmuştur (p<0.05).

Salwa ve ark., (2004), yaptıkları çalışmada havuç suyunun %5, %10, %15 ve %20 oranlarında ilave edilmesinin yoğurt üzerindeki etkisini incelemişlerdir. 21 günlük

depolama boyunca tüm numunelerde asitliğin arttığını ve pH değerinin düştüğünü ifade etmişlerdir. pH değerleri 3.85 ve 4.35 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Madora ve ark., (2016) yaptıkları çalışmada havuç tozu (%1, %2 ve %3) ile zenginleştirilmiş az yağlı yoğurtta; havuç tozunun artmasıyla pH değerlerinin düştüğünü, asitliğin arttığını ifade etmişlerdir. pH değerleri 4.27 ile 4.33 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bunun nedeninin organizmaların yüksek miktarda organik asit üretme yeteneğinin ve asidik ortamda yaşama yeteneğinin bir sonucu olabileceğini açıklamışlardır. Patojenik organizmalar da dahil olmak üzere çoğu bakteri düşük pH ortamında yaşayamadığından, tüm yoğurt örneklerinde elde edilen düşük pH değerlerinin önemli olduğunu vurgulamışlardır. Bunun da, mikrobiyal güvenlik sağlamanın yanı sıra nihai ürünün raf ömrünü artırdığını açıklamışlardır.

Radiati ve ark., (2016), yaptıkları çalışmada havuç suyunun (0, %5, %10, %15 ve %20) yoğurtta ekzopolisakkaritler ve β -D galaktosidaz aktivitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. 20 günlük depolama boyunca pH değerinin 3.30 ± 0.06 ile 4.17 ± 0.10 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Zenginleştirilmiş havuç suyu yoğurtlarında azalan pH değerinin ve artan asitliğin numuneler arasında önemli ölçüde farklı olduğunu ($p < 0.05$) ifade etmişlerdir.

Literatürde yer alan çalışmalardan Salwa ve ark., (2004), Madora ve ark., (2016) ve Radiati ve ark., (2016) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları ile tez çalışmasında analize alınan havuç lifi katkılı probiyotik yoğurtların sonuçları benzerlik göstermektedir. Buna göre havuç türevleri (suyu ve tozu) ilaveli yoğurtların etkisinin pH düşmesine neden olduğu görülmüştür.

Bezelye lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası farklı miktarlardan oluşan 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerindeki pH sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4. 18. Bezelye lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası pH sonuçları

Özellik	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
pH	1	4.64±0.01 ^{Aa}	4.62±0.00 ^{Ab}	4.61±0.01 ^{Ab}	4.60±0.01 ^{Ab}	4.58±0.01 ^{Ac}	4.56±0.01 ^{Ac}
	7	4.58±0.01 ^{Bb}	4.60±0.00 ^{Aa}	4.51±0.01 ^{BCb}	4.50±0.01 ^{Bb}	4.53±0.02 ^{ABb}	4.42±0.01 ^{Bc}
	10	4.52±0.00 ^{Ba}	4.50±0.01 ^{BCb}	4.51±0.01 ^{BCab}	4.49±0.01 ^{BCb}	4.48±0.00 ^{Bb}	4.39±0.03 ^{BCc}
	14	4.47±0.00 ^{Ca}	4.45±0.02 ^{Cb}	4.46±0.00 ^{Cab}	4.45±0.00 ^{BCb}	4.31±0.01 ^{BCc}	4.33±0.00 ^{BCc}
	21	4.42±0.01 ^{Ca}	4.40±0.01 ^{Cab}	4.39±0.02 ^{Db}	4.32±0.01 ^{Cc}	4.35±0.00 ^{BCb}	4.30±0.01 ^{BCc}
	28	4.37±0.00 ^{Da}	4.30±0.01 ^{DEb}	4.36±0.02 ^{Db}	4.28±0.01 ^{Cbc}	4.27±0.00 ^{Cbc}	4.24±0.01 ^{Cc}
	35	4.30±0.00 ^{Da}	4.28±0.00 ^{Eab}	4.30±0.02 ^{Da}	4.19±0.00 ^{DEc}	4.23±0.01 ^{Cb}	4.22±0.01 ^{Cb}
	42	4.27±0.00 ^{Ea}	4.26±0.00 ^{Eab}	4.21±0.00 ^{Eb}	4.15±0.00 ^{DEbc}	4.13±0.01 ^{Dc}	4.13±0.00 ^{CDc}
	50	4.21±0.03 ^{Ea}	4.18±0.00 ^{Fab}	4.19±0.00 ^{Fab}	4.11±0.00 ^{Eb}	4.10±0.01 ^{Db}	4.07±0.01 ^{Dc}

*: ortalama ± standart sapma, n=4

A-F: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

a-c: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Fermantasyon sonrası bezelye lifi ilaveli yoğurt örneklerinde raf ömrü boyunca pH değerleri kontrol gruplarında 4.18±0.00 ile 4.64±0.00 arasında değiştiği ve %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde 4.07±0.01 ile 4.60±0.01 arasında değiştiği tespit edilmiştir. pH değerlerinden K1 ve K2 yoğurt örneklerinin pH değerleri bezelye lifi ilaveli prebiyotik yoğurt örneklerine göre yüksek bulunmuştur. Bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde konsantrasyon arttıkça pH değerinde düşme olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin konsantrasyonlar arasındaki pH değerleri arasında farkın önemli olduğu bulunmuştur (p<0.05). Raf ömrü boyunca tüm yoğurt örneklerinde 1. gün en yüksek pH değerlerine sahip olarak bulunmuştur ve 50 günlük depolama boyunca pH değerinde düşme meydana gelmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin günler arası pH değerleri arasında farkın önemli olduğu bulunmuştur (p<0.05).

Özcan ve Yıldız, (2016), yaptıkları çalışmada farklı sebze püreleri (balkabağı, havuç, bezelye ve yeşil kabak) ilavesi ile üretilen yoğurtları incelemişlerdir. 28 günlük depolama boyunca pH değerlerinde azalma olduğu ve titrasyon asitliğinde artma olduğunu ifade etmişlerdir. Raf ömrü boyunca bakteri aktivitesinin düştüğünü fakat enzimatik aktivite

devam ettiğini bildirmişlerdir. Yoğurt örneklerinde bakteri aktivitesinin devam etmesi nedeniyle pH değerlerinde düşme olduğu ve buna paralel olarak titrasyon asitliği değerlerinde artış olduğunu gözlemlemişlerdir. pH değerlerinin 4.25 ile 4.50 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Dabija ve ark., (2017), yaptıkları çalışmada farklı lif türleri eklenmesinin yoğurt kalitesi üzerine etkisi araştırmışlardır. Bu amaçla inülin ve bezelye lifi (0, %1, %1.5, %2, %2.5, %3 ve %4) ilavesinin yoğurt örneklerinin reolojik özellikleri, fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Yoğurtlara inülin veya bezelye liflerinin ilave edilmesi, analiz edilen tüm fizikokimyasal, duyuşal ve reolojik özelliklerde önemli değişikliklere yol açmıştır. Çalışmaya göre bezelye lifi pH değerlerinin kontrol grubu 4.02 ± 0.01 bulunmuş, diğer konsantrasyonlarda ise 4.05 ± 0.01 ile 4.14 ± 0.01 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Palabıçak ve ark., (2019), yaptıkları çalışmada farklı oranlarda (0, %0.5 ve %1) bezelye unu ve probiyotik kültür ilavesi ile elde edilen yoğurt örneklerini incelemişlerdir. 20 gün depolama boyunca (1., 10. ve 20. günlerde) pH değerinin bezelye unu ilaveli yoğurtlarda, kontrol grubuna göre yüksek bulunduğunu pH değerinin ise 4.74 ± 0.02 ile 4.85 ± 0.02 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Literatürde yer alan çalışmalardan Özcan ve Yıldız, (2016), Dabija ve ark., (2017), Palabıçak ve ark., (2019) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları tez çalışmasında analize alınan bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerleri benzerlik göstermektedir. Asitlikteki artış, probiyotik bakterilerin gelişimi ve canlı kalması, laktozun laktik aside dönüşümünü hızlandırmaktadır. Bu nedenle yoğurdun depolama süresinin artması ile pH değerinin azaldığı ifade edilmektedir (Lobato-Calleros ve ark., 2014; Sabater ve ark., 2020).

İnülin katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası farklı miktarlardan oluşan 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerindeki pH sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4. 19. İnülin katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası pH sonuçları

Özellik	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
pH	1	4.66±0.01 ^{Aa}	4.65±0.00 ^{Ab}	4.60±0.00 ^{Ac}	4.57±0.00 ^{Ad}	4.54±0.01 ^{Ae}	4.53±0.00 ^{Af}
	7	4.50±0.01 ^{Bc}	4.51±0.01 ^{Bb}	4.53±0.00 ^{Ba}	4.51±0.00 ^{Bb}	4.47±0.02 ^{Bd}	4.44±0.01 ^{Be}
	10	4.41±0.00 ^{Cc}	4.47±0.01 ^{Cb}	4.48±0.00 ^{Ca}	4.23±0.01 ^{Cd}	4.22±0.01 ^{Ce}	4.20±0.00 ^{Cf}
	14	4.33±0.01 ^{Da}	4.32±0.00 ^{Db}	4.31±0.00 ^{Dc}	4.25±0.01 ^{Cd}	4.21±0.01 ^{Cf}	4.24±0.01 ^{Ce}
	21	4.45±0.01 ^{Ca}	4.27±0.00 ^{Ec}	4.28±0.00 ^{Eb}	4.22±0.00 ^{Cd}	4.18±0.00 ^{De}	4.16±0.00 ^{Df}
	28	4.39±0.01 ^{Da}	4.22±0.00 ^{Eb}	4.21±0.01 ^{Ec}	4.18±0.00 ^{Dd}	4.14±0.01 ^{De}	4.12±0.00 ^{Df}
	35	4.17±0.01 ^{Ea}	4.15±0.00 ^{Fb}	4.10±0.00 ^{Fd}	4.12±0.00 ^{Dc}	4.09±0.01 ^{Ee}	4.07±0.00 ^{Ef}
	42	4.15±0.00 ^{Ea}	4.04±0.00 ^{Ge}	4.10±0.00 ^{Fb}	4.08±0.00 ^{Ec}	4.05±0.01 ^{Ed}	4.00±0.00 ^{Ff}
	50	4.13±0.01 ^{Ea}	3.95±0.00 ^{Hf}	4.06±0.00 ^{Fb}	4.03±0.00 ^{Ec}	4.01±0.00 ^{Fd}	3.98±0.00 ^{Ge}

*: ortalama ± standart sapma, n=4

A-H: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

a-f: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Fermentasyon sonrası inülin ilaveli yoğurt örneklerinde raf ömrü boyunca pH değerleri kontrol gruplarında 3.95±0.00 ile 4.66±0.01 arasında değiştiği ve %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 inülin ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde 3.98±0.00 ile 4.57±0.01 arasında değiştiği tespit edilmiştir. pH değerlerinden K1 ve K2 yoğurt örneklerinin pH değerleri inülin ilaveli prebiyotik yoğurt örneklerine göre yüksek bulunmuştur. İnülin ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde konsantrasyon arttıkça pH değerinde düşme olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatiksel analizlere göre inülin ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin konsantrasyonlar arasındaki pH değerleri arasında farkın önemli olduğu bulunmuştur (p<0.05). Raf ömrü boyunca tüm yoğurt örneklerinde 1. gün en yüksek pH değerlerine sahip olarak bulunmuştur ve 50 günlük depolama boyunca pH değerinde düşme meydana gelmiştir. Yapılan istatiksel analizlere göre inülin ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin günler arası pH değerleri arasında farkın önemli olduğu bulunmuştur (p<0.05).

Mazloomi ve ark., (2011), yaptıkları çalışmada, inülin (%1 ve %2) ilavesinin *L. acidophilus* ile üretilen probiyotik düşük yağlı yoğurdun 14 günlük depolama süresince mikrobiyal ve fizikokimyasal özellikleri üzerindeki etkisi araştırmışlardır. Bu çalışmaya göre, pH değerlerinin 4.44±0.04 ile 6.62±0.02 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Balthazar ve ark., (2016), yaptıkları çalışmada, farklı düzeylerde (%0, %2, %4 ve %6) inülin içeren koyun sütü yoğurt örneklerinin fizikokimyasal parametrelerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Titre edilebilir asitlik ve pH, yoğurt bakteri sayıları, yağ asitleri profili ve lipid indeksleri 28 günlük soğuk depolama sırasında değerlendirilmiştir. Buna göre tüm yoğurtların pH değerlerinin 4.37 ile 4.54 arasında değiştiğini ve depolama sırasında pH değerlerinde düşme meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Dabija ve ark., (2017), yaptıkları çalışmada farklı lif türleri eklenmesinin yoğurt kalitesi üzerine etkisi araştırmışlardır. Bu amaçla inülin ve bezelye lifi (%0, %1, %1.5, %2, %2.5, %3 ve %4) ilavesinin yoğurt örneklerinin reolojik özellikleri, fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Yoğurtlara inülin veya bezelye liflerinin dahil edilmesi, analiz edilen tüm fizikokimyasal, duyuşal ve reolojik özelliklerde önemli değişikliklere yol açmaktadır. Çalışmaya göre, inülin için kontrol grubu pH değeri 4.04 ± 0.01 , diğer konsantrasyonların pH değerlerinin ise 3.99 ± 0.01 ile 4.09 ± 0.01 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Zbikowska ve ark., (2020), yaptıkları çalışmada inülin ilavesi miktarının (%3, %6, %9, %12 veya %15) doğal yoğurdun fizikokimyasal özellikleri üzerindeki etkisini analiz etmişlerdir. İnülin ilavesi miktarındaki artışla birlikte toplam asitlik azalma olduğu ve böylece pH değerinin arttığını ifade etmişlerdir. Kontrol numunesi (%0 inülin) pH değerinin %3 inülin konsantrasyonuna sahip numuneden önemli ölçüde farklı olmadığını, %15 inülin içerikli numunenin pH değerinin yaklaşık %4 daha yüksek çıktığını açıklamışlardır. pH değerinin 4.19 ± 0.01 ile 4.34 ± 0.01 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Literatürde yer alan çalışmalardan Mazloomi ve ark., (2011), tarafından yapılan çalışmanın sonuçları tez çalışmasında analize alınan inülin ilaveli probiyotik yoğurtların pH değerlerine göre yüksek çıkmıştır. Balthazar ve ark., (2016) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları tez çalışmasında analize alınan inülin ilaveli probiyotik yoğurtların pH değerleri ile benzerlik göstermektedir. Dabija ve ark., (2017) ve Zbikowska ve ark., (2020) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları tez çalışmasında analize alınan inülin ilaveli probiyotik yoğurtların sonuçlarından düşük çıkmıştır. Yoğurt üretiminde liflerin sütün asitleşme oranını hızlandırma yeteneği olduğu bildirilmiştir (Gengatharan ve ark., 2017).

Kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası farklı miktarlardan oluşan 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerindeki pH sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4. 20. Kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası pH sonuçları

Özellik	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
pH	1	4.68±0.00 ^{Aa}	4.67±0.01 ^{Ab}	4.64±0.01 ^{Ac}	4.63±0.00 ^{Ad}	4.62±0.00 ^{Ae}	4.60±0.00 ^{Af}
	7	4.56±0.00 ^{Ba}	4.50±0.01 ^{Bb}	4.32±0.00 ^{Bc}	4.26±0.00 ^{Be}	4.29±0.00 ^{Bd}	4.23±0.00 ^{Bf}
	10	4.50±0.01 ^{Ba}	4.45±0.00 ^{Cb}	4.21±0.00 ^{Cc}	4.19±0.01 ^{Cd}	4.21±0.00 ^{Cc}	4.15±0.01 ^{Ce}
	14	4.45±0.00 ^{Ca}	4.41±0.00 ^{Cb}	4.12±0.01 ^{Dc}	4.09±0.00 ^{Dd}	4.05±0.01 ^{De}	4.04±0.00 ^{Df}
	21	4.40±0.01 ^{Ca}	4.34±0.00 ^{Db}	4.08±0.00 ^{Ec}	3.97±0.01 ^{Ed}	3.93±0.00 ^{Ef}	3.94±0.03 ^{Ee}
	28	4.23±0.00 ^{Db}	4.27±0.01 ^{Ea}	3.96±0.01 ^{Fc}	3.95±0.01 ^{Ed}	3.88±0.01 ^{Ff}	3.91±0.02 ^{Ee}
	35	4.18±0.01 ^{Ea}	4.15±0.00 ^{Fb}	3.95±0.02 ^{Fc}	3.92±0.01 ^{Ed}	3.89±0.02 ^{Fe}	3.88±0.00 ^{Ff}
	42	4.16±0.00 ^{Fa}	4.12±0.01 ^{Fb}	3.92±0.00 ^{Fc}	3.90±0.00 ^{EFd}	3.86±0.00 ^{Fe}	3.85±0.01 ^{Ff}
	50	4.14±0.00 ^{Ga}	4.09±0.00 ^{Gb}	3.89±0.01 ^{Gc}	3.88±0.02 ^{Fd}	3.85±0.00 ^{Fe}	3.83±0.00 ^{Df}

*: ortalama ± standart sapma, n=4

A-G: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

a-f: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Fermantasyon sonrası kinoa unu ilaveli yoğurt örneklerinde raf ömrü boyunca pH değerleri kontrol gruplarında 4.09±0.00 ile 4.68±0.01 arasında değiştiği ve %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde 3.83±0.00 ile 4.64±0.01 arasında değiştiği tespit edilmiştir. pH değerlerinden K1 ve K2 yoğurt örneklerinin pH değerleri kinoa unu ilaveli prebiyotik yoğurt örneklerine göre yüksek bulunmuştur. Kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde konsantrasyon arttıkça pH değerinde düşme olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatiksel analizlere göre kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin konsantrasyonlar arasındaki pH değerleri farkının önemli olduğu bulunmuştur (p<0.05). Raf ömrü boyunca tüm yoğurt örneklerinde 1. gün en yüksek pH değerlerine sahip olarak bulunmuştur ve 50 günlük depolama boyunca pH değerinde düşme meydana gelmiştir. Yapılan istatiksel analizlere göre kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin günler arası pH değerleri arasında farkın önemli olduğu bulunmuştur (p<0.05).

Casarotti ve ark., (2014), yaptıkları çalışmada, fermente süt üretimi ve depolanması sırasında probiyotik aktiviteyi arttırmak için bir seçenek olarak fermente sütün kinoa unu

(0, 1, 2 ve 3 g/100 g) ile desteklenmesinin etkisini araştırmışlardır. 28 günlük (1., 14. ve 28. günlerde) depolama boyunca pH değerinin 5.46 ± 0.05 ile 5.73 ± 0.03 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Depolama boyunca pH değerinde düşme meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Lorusso ve ark., (2018), yaptıkları çalışmada kinoanın yoğurt benzeri içecekler yapmak için uygunluğunu araştırmayı amaçlamışlardır. Probiyotik (*L. rhamnosus* SP1), ekzopolisakkarit (*Weissella confusa* DSM 20194) ve kinoa unundan izole edilmiş (*Lactobacillus plantarum* T6B10) farklı özellikler gösteren laktik asit bakteri suşlarını başlatıcı olarak kullanmışlardır. 20 günlük depolama süresince pH değeri 3.6 ± 0.2 ile 6.1 ± 0.1 arasında değiştiğini ve depolama sonuna doğru pH değerlerinde azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Mabrouk ve Effat, (2020), yaptıkları çalışmada kinoa unu (%0.5, %1.0 ve %1.5 oranları) ve probiyotiklerle takviye edilmiş yeni set yoğurt geliştirmeyi amaçlamışlardır. Manda sütünden dört adet (kontrol, T1 (*S. thermophiles* ve *L. brevis*), T2 (*L. brevis*, *S. thermophiles*) ve T3 (*S. thermophiles* ve *L. curvatus*)) yoğurt üretmişlerdir. pH değerlerinin 4.65 ile 4.68 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte incelenen set yoğurdun pH değerleri depolama süresi uzadıkça kademeli olarak düşmüştür. Kinoa unu konsantrasyonu artmasının pH değerlerinde düşmeye neden olduğunu ifade etmişlerdir. Depolama süresinin sonunda kontrol, T1, T2 ve T3 pH değerlerini sırasıyla 4.31, 4.23, 4.19 ve 4.13 olarak bildirmişlerdir.

Literatürde yer alan çalışmalardan Casarotti ve ark., (2014) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları tez çalışmasında analize alınan kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların sonuçlarından yüksek bulunmuştur. Lorusso ve ark., (2018), Mabrouk ve Effat, (2020) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları tez çalışmasında analize alınan kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların pH değerleri benzerlik göstermektedir. Bunun nedeni, seçilen farklı suşlardan, depolama süresinden, laktik asit bakterilerinin canlı kalma süresinden ve farklı konsantrasyondan kaynaklanabilir.

4.2.2. Titrasyon asitliği sonuçları (% laktik asit)

Fermente süt ürünleri olarak doğal yoğurtların duysal kalitesi ve reolojik özellikleri genellikle asitlikleri ile ilişkilendirilmektedir. Asitliğin genel olarak teknolojik faktörlere, hammaddelerin türü ve kalitesine, reçete bileşimine veya saklama koşullarına bağlı olduğu açıklanmaktadır. Bu nedenle asitliğin, üretim sürecinin doğruluğunun bir ölçüsü olmasının yanı sıra, yoğurtlar da dahil olmak üzere bu tür ürünlerin yeniden formüle edilmesi üzerine yapılan araştırmalarda önemli bir gösterge olduğu ifade edilmektedir (Wichrowska ve Wojdyla, 2014; Glibowski ve ark., 2015).

Türk Gıda Kodeksi Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'ne göre çiğ inek sütünün titrasyon asitliği % laktik asit cinsinden 0.135-0.2 arasında olmalıdır (Anonim, 2001).

Havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon öncesi titrasyon asitliği sonuçları (% laktik asit) Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4. 21. Havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon öncesi titrasyon asitliği sonuçları (% laktik asit)

Özellik	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları			
		HL	BL	İN	KU
Titrasyon Asitliği (% laktik asit)	K1	0.22±0.01 ^{Ca}	0.22±0.02 ^{Da}	0.23±0.01 ^{Aa}	0.22±0.01 ^{Ea}
	K2	0.23±0.01 ^{BCa}	0.23±0.01 ^{Da}	0.23±0.01 ^{Aa}	0.23±0.01 ^{Da}
	%0.5	0.24±0.05 ^{ABCab}	0.23±0.01 ^{CDb}	0.23±0.01 ^{Ab}	0.25±0.02 ^{Ca}
	%1.0	0.25±0.00 ^{ABb}	0.25±0.01 ^{BCb}	0.23±0.00 ^{Ac}	0.28±0.00 ^{Ba}
	%3.0	0.26±0.01 ^{Ab}	0.26±0.01 ^{Bb}	0.23±0.01 ^{Ac}	0.30±0.01 ^{Aa}
	%5.0	NT	0.29±0.01 ^{Ab}	0.23±0.01 ^{Ac}	0.31±0.01 ^{Aa}

*: ortalama ± standart sapma, n=4

A-E: Yoğurt örnekleri için aynı sütündeki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

a-c: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

*NT: Test edilmedi.

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Bölüm 3.2.5'de anlatıldığı şekilde tüm örneklerin fermentasyon öncesi titrasyon asitliği değerleri (% laktik asit) takip edilmiştir. Titrasyon asitliği değerleri 0.22±0.01 ile 0.31±0.01 arasında değişmiştir. En yüksek titrasyon asitliği değerlerinin kinoa ununa ait olduğu görülmektedir. Yapılan istatistiksel analizlere göre havuç lifi, bezelye lifi ve kinoa unu konstantrasyonları arasındaki farkın önemli (p<0.05) olduğu bulunmuş, inülin

konsantrasyonları arasında farkın önemsiz ($p>0.05$) olduğu bulunmuştur. Prebiyotik katkılı yoğurt örneklerinin aynı konsantrasyonlar arasındaki farkın önemli ($p<0.05$) olduğu bulunmuştur.

Havuç lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası farklı konsantrasyonlardan oluşan 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerindeki titrasyon asitliği sonuçları (% laktik asit) Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4. 22. Havuç lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası titrasyon asitliği sonuçları (% laktik asit)

Özellik	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları				
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0
Titrasyon Asitliği (% laktik asit)	1	0.72±0.00 ^{Eb}	0.74±0.00 ^{EFb}	0.91±0.00 ^{EFab}	0.93±0.00 ^{Cab}	1.00±0.00 ^{Da}
	7	0.73±0.00 ^{Cb}	0.75±0.00 ^{DEb}	0.93±0.00 ^{DEab}	0.95±0.00 ^{Cab}	1.03±0.00 ^{Ca}
	10	0.75±0.00 ^{Cb}	0.77±0.00 ^{DEb}	0.94±0.00 ^{Gab}	0.96±0.00 ^{Cab}	1.04±0.00 ^{Ca}
	14	0.76±0.00 ^{Bb}	0.78±0.00 ^{Bb}	0.95±0.00 ^{Fab}	0.97±0.00 ^{Cab}	1.08±0.00 ^{Ca}
	21	0.77±0.00 ^{Ab}	0.78±0.00 ^{Ab}	0.98±0.00 ^{Eab}	0.99±0.00 ^{Cab}	1.11±0.00 ^{Ca}
	28	0.78±0.00 ^{Ab}	0.77±0.00 ^{Bb}	1.01±0.00 ^{Dab}	1.03±0.00 ^{Bab}	1.16±0.00 ^{Ba}
	35	0.76±0.00 ^{Bb}	0.79±0.00 ^{Ab}	1.03±0.00 ^{Cab}	1.05±0.00 ^{Bab}	1.18±0.00 ^{Ba}
	42	0.77±0.00 ^{Db}	0.77±0.00 ^{Fb}	1.05±0.00 ^{Bab}	1.07±0.00 ^{Bab}	1.20±0.00 ^{Aa}
	50	0.76±0.00 ^{Bb}	0.76±0.00 ^{Cb}	1.07±0.00 ^{Aab}	1.10±0.00 ^{Aab}	1.25±0.00 ^{Aa}

*: ortalama ± standart sapma, n=4

A-F: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

a-b: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurtların hem depolama süresi boyunca hem de farklı konsantrasyonlardaki titrasyon asitliği değerleri incelenmiştir. Titrasyon asitliği depolama süresi boyunca kontrol gruplarında 0.72±0.00 ile 0.78±0.00 değerleri arasında değiştiği ve %0.5, %1.0 ve %3.0 havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde 0.91±0.00 ile 1.25±0.00 değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir. 50 günlük raf ömrü boyunca titrasyon asitliği değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurtların depolama süresi boyunca titrasyon asitliği değerleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde konsantrasyonlar arasında en yüksek titrasyon asitliği değerleri %3.0 havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurtlarda bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizlere göre

konsantrasyonların titrasyon asitliği değerleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Salwa ve ark., (2004), yaptıkları çalışmada %5, %10, %15 ve %20 havuç suyu ile karıştırılmasının yoğurt üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Tüm numunelerde 21 günlük depolama süresince titrasyon asitliği değerlerinde artış olduğunu bildirmişlerdir. Buna göre titrasyon asitliği değerlerinin 0.48 ile 1.45 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Madora ve ark., (2016), yaptıkları çalışmada havuç tozu (%1, %2 ve %3) ile zenginleştirilmiş az yağlı yoğurdu incelemeyi amaçlamışlardır. Havuç tozu oranının artmasıyla titrasyon asitliği değerinin arttığını bildirmişlerdir. Titrasyon asitliği değerleri ise 0.94 ile 1.01 arasında değişmiştir. %3 oranı havuç tozu ilaveli yoğurt örneğinde, laktik asit bakterilerinin fermantasyonunu artıran kurutulmuş havuçlardan elde edilen şekerler nedeniyle diğer örneklerle göre en yüksek asitliğe sahip olduğunu açıklamışlardır. Titre edilebilir asitlikteki artışın, zayıf fermantasyona neden olan istenmeyen organizmaların çoğalmasını önlemek için önemli olduğu ifade etmişlerdir. Sade ve havuçlu yoğurtların düşük pH değerlerini ve eş zamanlı olarak yüksek titre edilebilir asitliğini, laktik asit oluşumuna bağlı asitlenme sonrası veya fermantasyon sırasında kullanılan bakterilerin büyümesi gibi starter kültür aktivitesine bağlamışlardır.

Radiati ve ark., (2016), yaptıkları çalışmada havuç suyunun (%0, %5, %10, %15 ve %20) yoğurtta ekzopolisakkaritler ve β -D galaktosidaz aktivitesi üzerine etkisi incelemişler ve titrasyon asitliği değerlerini 1.09 ± 0.12 ile 1.15 ± 0.01 arasında bulmuşlardır. Zenginleştirilmiş havuç suyu yoğurdunun azalan pH değeri ve artan asitliğinin numuneler arasında önemli ölçüde farklı ($p<0.05$) olduğunu ifade etmişlerdir.

Fan ve Cliff, (2017), yaptıkları çalışmada, havuç suyu yoğurtlarının bileşim, mikrobiyoloji ve duyu özelliklerini incelemişlerdir. Genel olarak, havuç suyu yoğurtlarının titrasyon asitliği, başlangıçta (0. hafta) ve ayrıca depolama süresi boyunca (1-4. haftalar) sade yoğurtlardan biraz daha düşük çıkmıştır. Bunun nedeni olarak sade yoğurdun formülasyonuna farklı bir besin bileşimine sahip havuç suyunun dahil edilmesi ve ayrıca havuç suyu yoğurtları için gözlemlenen daha yüksek pH değerleri ile tutarlı olmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir. 4°C’de 4 haftalık depolamadan sonra, laktik asit konsantrasyonları, sade ve havuç suyu yoğurtlarında sırasıyla %1.43 ve %1.21’de

değişmeden kalmıştır. Bunu, fermentasyonun 4°C’de inaktif olduğunun bir göstergesi ifade etmişlerdir. Buna karşılık, sade (1.42–1.58) ve havuç suyu (1.36–1.57) için 10°C’de 4 hafta boyunca laktik asit konsantrasyonlarında bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Sade (1.48–1.83) ve havuç suyu (1.43–1.76) yoğurtlar için 20°C’de 4 hafta boyunca laktik asit konsantrasyonunda laktik asit bakteri aktivitesi nedeniyle 10°C’ye kıyasla daha büyük bir artış gözlemlendiğini ifade etmişlerdir.

Literatürde yer alan çalışmalardan Salwa ve ark., (2004), Madora ve ark., (2016) ve Radiati ve ark., (2016) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları tez çalışmasında analize alınan havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurtların titrasyon asitliği değerleri sonuçları benzerlik göstermektedir.

Bezelye lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası farklı konsantrasyonlardan oluşan 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerindeki titrasyon asitliği sonuçları (% laktik asit) Çizelge 4.23’te verilmiştir.

Çizelge 4. 23. Bezelye lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası titrasyon asitliği sonuçları (% laktik asit)

Özellik	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
Titrasyon Asitliği (% laktik asit)	1	0.72±0.00 ^{Fe}	0.72±0.00 ^{Ge}	0.81±0.00 ^{Ed}	0.84±0.00 ^{Fc}	0.87±0.00 ^{Gb}	0.90±0.00 ^{Ga}
	7	0.72±0.00 ^{Fe}	0.72±0.00 ^{Ge}	0.83±0.00 ^{Dd}	0.86±0.00 ^{Ec}	0.88±0.00 ^{Fb}	0.92±0.00 ^{Fa}
	10	0.73±0.00 ^{Ef}	0.74±0.00 ^{Fe}	0.83±0.00 ^{Dd}	0.86±0.00 ^{Ec}	0.89±0.00 ^{Eb}	0.93±0.00 ^{Ea}
	14	0.74±0.00 ^{Df}	0.75±0.00 ^{Ee}	0.85±0.00 ^{Cd}	0.87±0.00 ^{Dc}	0.92±0.00 ^{Cb}	0.94±0.00 ^{Da}
	21	0.75±0.00 ^{Cf}	0.76±0.00 ^{De}	0.85±0.00 ^{Cd}	0.90±0.00 ^{Cc}	0.91±0.00 ^{Db}	0.95±0.00 ^{Ca}
	28	0.79±0.00 ^{Ae}	0.78±0.00 ^{Cf}	0.86±0.00 ^{Bd}	0.90±0.00 ^{Cc}	0.93±0.00 ^{Bb}	0.96±0.00 ^{Ba}
	35	0.76±0.00 ^{Bf}	0.79±0.00 ^{Be}	0.86±0.00 ^{Bd}	0.92±0.00 ^{Bc}	0.94±0.00 ^{ABb}	0.97±0.00 ^{ABa}
	42	0.75±0.00 ^{Cf}	0.79±0.00 ^{Be}	0.85±0.00 ^{Cd}	0.93±0.00 ^{ABc}	0.94±0.00 ^{ABb}	0.98±0.00 ^{Aa}
	50	0.75±0.00 ^{Cf}	0.80±0.00 ^{Ae}	0.88±0.00 ^{Ad}	0.94±0.00 ^{Ac}	0.95±0.00 ^{Ab}	0.98±0.00 ^{Aa}

*: ortalama ± standart sapma, n=4

A-G: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

a-f: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Bezelye lifi katkılı probiyotik yoğurtların hem depolama süresi boyunca hem de farklı konsantrasyonlardaki titrasyon asitliği değerleri incelenmiştir. Titrasyon asitliği

depolama süresi boyunca kontrol gruplarında 0.72 ± 0.00 ile 0.80 ± 0.00 değerleri arasında değiştiği ve %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde 0.81 ± 0.00 ile 0.98 ± 0.00 değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca en yüksek titrasyon asitliği değerleri 50. günde tespit edilmiştir. Bezelye lifi katkılı probiyotik yoğurtların depolama süresi boyunca titrasyon asitliği değerleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Konsantrasyonlar arasında en yüksek değerler %5.0 bezelye lifi ilaveli yoğurt örneklerinde tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre bezelye lifi ilaveli yoğurt örneklerinin konsantrasyonlarının titrasyon asitliği değerleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Yıldız, (2017), yaptığı çalışmada, yoğurda balkabağı, yeşil kabak, havuç ve bezelye püreleri ilave ederek elde edilen yoğurdun tekstürel özelliklerinin iyileştirmesini amaçlamıştır. 28 günlük depolama süresince (1., 7., 14., 21. ve 28. günlerde) elde edilen yoğurtlara mikrobiyal, fizikokimyasal, duyuşal özelliklerinin analizleri yapılmıştır. Bu çalışmaya göre bezelye pürelili yoğurdun titrasyon asitliği değerlerinin 0.11 ve 0.12 arasında değiştiğini ifade etmiştir. Yapılan istatistiksel analize göre depolama süresinin titrasyon asitliği üzerine etkisinin önemli olduğu bildirilmiştir ($p<0.5$).

Avkan, (2019), yaptığı çalışmada, bezelye unu farklı konsantrasyonlar (%0.5 ve %1) ilavesi ile elde edilen probiyotik yoğurtların fiziksel ve tekstürel özelliklerinin iyileştirmesini amaçlamıştır. 20 gün depolama süresince (1., 10. ve 20. günlerde) yoğurtlara fizikokimyasal ve tekstürel analizler yapılmıştır. Yapılan çalışmaya göre, bezelye unu konsantrasyonu arttıkça titrasyon asitliği değeri artmıştır. Titrasyon asitliği değerinin 0.82 ± 0.00 ile 1.19 ± 0.02 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bezelye unu oranının ve depolama süresinin yoğurtların titrasyon asitliği değerlerine etkisini istatistiksel olarak önemli bulmuştur ($p<0.05$).

Literatürde yer alan çalışmalardan Yıldız, (2017) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları tez çalışmasında analize alınan bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurtların titrasyon asitliği değerleri sonuçların düşük çıkmış olup; Avkan, (2019) tarafından yapılan çalışma sonuçları bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurt örnekleri ile benzerlik göstermektedir.

İnülin katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası farklı konsantrasyonlardan oluşan 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerindeki titrasyon asitliği sonuçları (% laktik asit) Çizelge 4.24'te verilmiştir.

Çizelge 4. 24. İnülin katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası titrasyon asitliği sonuçları (% laktik asit)

Özellik	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
Titrasyon Asitliği (% laktik asit)	1	0.72±0.00 ^{De}	0.72±0.00 ^{Ge}	0.74±0.00 ^{Hd}	0.75±0.00 ^{Hc}	0.77±0.00 ^{Gb}	0.79±0.00 ^{Ha}
	7	0.73±0.00 ^{Cd}	0.73±0.00 ^{Fd}	0.75±0.00 ^{Gc}	0.76±0.00 ^{Gb}	0.76±0.00 ^{Hbc}	0.80±0.00 ^{Ga}
	10	0.72±0.00 ^{Dd}	0.74±0.00 ^{Ec}	0.76±0.00 ^{Fb}	0.70±0.00 ^{le}	0.78±0.00 ^{Fa}	0.77±0.00 ^{Iab}
	14	0.70±0.00 ^{Ee}	0.76±0.00 ^{Dd}	0.78±0.00 ^{Ec}	0.78±0.00 ^{Fc}	0.79±0.00 ^{Eb}	0.81±0.00 ^{Fa}
	21	0.74±0.00 ^{Be}	0.78±0.00 ^{Bcd}	0.76±0.00 ^{Fd}	0.79±0.00 ^{Ec}	0.81±0.00 ^{Db}	0.83±0.00 ^{Ea}
	28	0.75±0.00 ^{Ae}	0.78±0.00 ^{Cd}	0.80±0.00 ^{Dc}	0.81±0.00 ^{Dbc}	0.82±0.00 ^{Cb}	0.84±0.00 ^{Da}
	35	0.73±0.00 ^{Cd}	0.80±0.00 ^{Bcd}	0.81±0.00 ^{Cc}	0.82±0.00 ^{Cbc}	0.83±0.00 ^{Bb}	0.86±0.00 ^{Ca}
	42	0.74±0.00 ^{Be}	0.82±0.00 ^{Ac}	0.83±0.00 ^{Bbc}	0.84±0.00 ^{Bb}	0.81±0.00 ^{Dd}	0.87±0.00 ^{Ba}
	50	0.75±0.00 ^{Ad}	0.84±0.00 ^{Ac}	0.84±0.00 ^{Ac}	0.85±0.00 ^{Abc}	0.86±0.00 ^{Ab}	0.88±0.00 ^{Aa}

*: ortalama ± standart sapma, n=4

A-F: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

a-e: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

İnülin ilaveli probiyotik yoğurtların hem depolama süresi boyunca hem de farklı konsantrasyonlardaki titrasyon asitliği değerleri incelenmiştir. Titrasyon asitliği depolama süresi boyunca kontrol gruplarında 0.70±0.00 ile 0.84±0.00 değerleri arasında değiştiği ve %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 inülin ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde 0.74±0.00 ile 0.88±0.00 değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir. Günler arası titrasyon asitliği değerleri 50. gün en yüksek değerlere sahiptir. Yapılan istatistiksel analizlere göre inülin ilaveli probiyotik yoğurtların depolama süresi boyunca titrasyon asitliği değerleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Konsantrasyonlar arası en yüksek titrasyon asitliği değerleri %5.0 inülin ilaveli probiyotik yoğurtlarda tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre inülin ilaveli probiyotik ilaveli yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).

Zbikowska ve ark., (2020), yaptıkları çalışmada inülin ilavesi miktarının (%3, %6, %9, %12 veya %15) doğal yoğurdun fizikokimyasal özellikleri üzerindeki etkisini analiz etmişlerdir. Bu çalışmaya göre; test edilen numunelerdeki ortalama laktik asit içeriği %0.88 ila %1.06 aralığında çıkmıştır. İnülin ilavesi miktarındaki artışla birlikte toplam asitliğin azaldığını ve dolayısıyla pH değerinin arttığını ifade etmişlerdir. Kontrol numunesi (%0 inülin), hem toplam asitlik hem de pH açısından %3 inülin konsantrasyonuna sahip numune arasında farkın önemli ölçüde farklı olmadığını bildirmiştir ($p>0.05$). %15 inülin içerikli numunenin toplam asitliği, inülin eklenmemiş yoğurda kıyasla yaklaşık %17 daha düşük çıkmış ve pH yaklaşık %4 daha yüksek çıkmıştır.

Hussien ve ark., (2022), yaptıkları çalışmada, %2 inülin, %2 Fruktoligo-sakkaritler (FOS) ve bakteriyosinleri ile *L. acidophilus* ile zenginleştirilmiş yoğurdun kalitesini belirlemişlerdir. 39 günlük depolama süresince yapılan analizlere göre tüm yoğurt örneklerinin titre edilebilir asitliğinin, depolama süresi ilerledikçe kademeli olarak arttığını bildirmişlerdir. Titrasyon asitliği değerleri 0.84 ± 0.02 ile 1.20 ± 0.5 arasında değişmektedir. İnülin ve FOS ilavesi, yoğurt örneklerinin titre edilebilir asitliğini önemsiz derecede etkilediğini ifade etmişlerdir.

Literatürde yer alan çalışmalardan Zbikowska ve ark., (2020) ve Hussien ve ark., (2022) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları tez çalışmasında analize alınan inülin ilaveli probiyotik yoğurtların titrasyon asitliği değerleri sonuçlarından yüksek çıkmıştır.

Kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası farklı konsantrasyonlardan oluşan yoğurt örneklerinin 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerindeki titrasyon asitliği sonuçları (% laktik asit) Çizelge 4.25'te verilmiştir.

Çizelge 4. 25. Kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası titrasyon asitliği sonuçları (% laktik asit)

Özellik	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
Asitlik (% laktik asit)	1	0.72±0.00 ^{Ge}	0.73±0.00 ^{Hd}	0.79±0.00 ^{Hc}	0.81±0.00 ^{Hb}	0.84±0.00 ^{Iab}	0.85±0.00 ^{Ha}
	7	0.74±0.00 ^{Ff}	0.76±0.00 ^{Ge}	0.86±0.00 ^{Gd}	0.89±0.00 ^{Gc}	0.92±0.00 ^{Hb}	0.94±0.00 ^{Ga}
	10	0.75±0.00 ^{Ef}	0.76±0.00 ^{Ge}	0.89±0.00 ^{Fd}	0.93±0.00 ^{Fc}	0.95±0.00 ^{Gb}	0.96±0.00 ^{Fa}
	14	0.76±0.00 ^{Df}	0.78±0.00 ^{Fe}	0.92±0.00 ^{Ed}	0.99±0.00 ^{Ec}	1.02±0.00 ^{Fb}	1.04±0.00 ^{Ea}
	21	0.77±0.00 ^{Cf}	0.79±0.00 ^{Ee}	0.99±0.00 ^{Dd}	1.02±0.00 ^{Dc}	1.04±0.00 ^{Eb}	1.07±0.00 ^{Da}
	28	0.78±0.00 ^{Bf}	0.80±0.00 ^{De}	1.05±0.00 ^{Cd}	1.12±0.00 ^{Cc}	1.13±0.00 ^{Db}	1.15±0.00 ^{Ca}
	35	0.79±0.00 ^{Af}	0.81±0.00 ^{Ce}	1.10±0.00 ^{Bd}	1.14±0.00 ^{Bc}	1.16±0.00 ^{Cb}	1.19±0.00 ^{Ba}
	42	0.77±0.00 ^{Cf}	0.83±0.00 ^{Be}	1.16±0.00 ^{Ad}	1.18±0.00 ^{Abc}	1.20±0.00 ^{Bb}	1.22±0.00 ^{Aba}
	50	0.77±0.00 ^{Cf}	0.84±0.00 ^{Ae}	1.17±0.00 ^{Ad}	1.19±0.00 ^{Ac}	1.22±0.00 ^{Ab}	1.23±0.00 ^{Aa}

*: ortalama ± 95standard sapma, n=4

A-I: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

a-f: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların hem depolama süresi boyunca hem de farklı konsantrasyonlarda titrasyon asitliği değerleri incelenmiştir. Titrasyon asitliği depolama süresi boyunca kontrol gruplarında 0.72±0.00 ile 0.84±0.00 değerleri arasında değiştiği ve %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde 0.79±0.00 ile 1.23±0.00 değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir. Kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresi boyunca titrasyon asitliği değerlerinde artış olduğu ve 50. gün titrasyon asitliği değerlerinin yüksek olduğu bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizlere göre kinoa unu katkılı probiyotik yoğurtların depolama süresi boyunca titrasyon asitliği değerleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde konsantrasyon miktarı arttıkça titrasyon asitliğinde artış olduğu görülmüş ve en yüksek titrasyon asitliği değerleri %5.0 kinoa unu ilaveli yoğurt örneklerinde bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizlere göre kinoa unu katkılı probiyotik yoğurtların konsantrasyonlarının titrasyon asitliği değerleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).

Casarotti ve ark., (2014), yaptıkları çalışmada probiyotik aktiviteyi arttırmak için fermente süt üretimi ve depolanması sırasında kinoa unu ile desteklenmesinin etkisini araştırmışlardır. 28 (1., 14. ve 28. günlerde) günlük depolama süresince farklı oranlarda

(%0, %1, %2 ve %3) kinoa unu ilave edilen probiyotik yoğurtların titrasyon asitlik değerlerinin başlangıçta hızlı bir şekilde arttığını, daha sonra artışın yavaşladığını bildirmişlerdir. % titrasyon asitliği değerleri 0.82 ± 0.04 ile 1.14 ± 0.03 arasında değişim göstermiştir. Yapılan araştırmalara göre, depolama sırasında titrasyon asitliğindeki bu kararsız artışın; laktik asit bakterilerinin depolama süresi ilerledikçe metabolik aktivitelerinin yavaşladığını ve daha az laktik asit ürettiğini belirtmişlerdir.

Hafif, (2019), yaptığı çalışmada farklı oranlarda kullandığı kinoa unundan (kontrol (%0.0), %0.5, %1.0, %2.0 ve %4.0) elde edilen probiyotik yoğurdun mikrobiyolojik, fizikokimyasal, duyuşsal ve tekstürel özelliklerini incelemiştir. 21 günlük depolama süresince (1., 11. ve 21. günlerde) yoğurtlara analizler yapmıştır. Yapılan analizlere göre % titrasyon asitliğini 1. gün en düşük değeri 0.781 kontrol grubunda, 21. gün ise en yüksek değeri 1.04 ile %4.0 kinoa unu katkılı yoğurtta bulmuştur. İstatistiksel analizlere göre kinoa unu ilavesinin yoğurtların titrasyon asitliğini arttırdığını tespit etmiş ve bu artışın istatistiki olarak önemli olduğunu ifade etmiştir ($p < 0.01$).

Literatürde yer alan çalışmalardan Casarotti ve ark., (2014) ve Hafif, (2019) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları tez çalışmasında analize alınan kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların titrasyon asitliği değerleri sonuçlarından düşük çıkmıştır.

4.2.3. Renk analiz sonuçları

Hunter renk ölçüm sistemine göre; renk skalası, renk katı boyunca yaklaşık görsel tek düzelik birimlerinde renk ölçümü vermektedir. Bu nedenle, Hunter Skalasında L^* hafifliği ölçmekte ve yaklaşık olarak gözün değerlendireceği gibi, mükemmel beyaz için maksimum 100'den siyah için minimum 0'a kadar değişmektedir. Kromatiklik boyutları a^* ve b^* için aşağıdaki gibi renk tanımları verilmektedir:

a^* değeri sıfırdan pozitif değere gittikçe kırmızılığı, sıfır olduğunda griyi ve sıfırdan negatif değere gittikçe yeşilliği ölçmektedir. b^* değeri sıfırdan pozitif değere gittikçe sarılığı, sıfır olduğunda griyi ve sıfırdan negatif değere gittikçe maviliği ölçmektedir (Singh ve ark., 2019a).

Havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon öncesi farklı konstrasyon ve farklı prebiyotiklerden oluşan yoğurt örneklerinin renk sonuçları (L^* , a^* , b^*) Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4. 26. Havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon öncesi renk sonuçları

Özellik	Oran	Prebiyotikler			
		HL	BL	İN	KU
L	K1	84.79±0.60 ^{Aa}	84.76±0.31 ^{Aa}	84.98±0.33 ^{ABa}	84.85±0.19 ^{Aa}
	K2	83.73±0.28 ^{Bb}	84.72±0.43 ^{Aa}	84.48±0.35 ^{Ba}	84.50±0.11 ^{ABa}
	%0.5	81.62±0.59 ^{Cb}	83.88±0.27 ^{Ba}	84.55±0.15 ^{Ba}	84.24±0.37 ^{ABa}
	%1.0	81.36±0.50 ^{Cc}	84.00±0.24 ^{Bb}	84.66±0.32 ^{Ba}	84.32±0.12 ^{ABab}
	%3.0	80.98±0.44 ^{Cc}	84.16±0.17 ^{ABab}	85.11±0.25 ^{ABa}	83.34±1.67 ^{Bb}
	%5.0	NT	83.47±0.55 ^{Bb}	85.87±0.95 ^{Aa}	84.00±0.12 ^{ABb}
a		HL	BL	İN	KU
	K1	-2.03±0.01 ^{Da}	-2.06±0.00 ^{Aa}	-2.12±0.13 ^{Aa}	-2.04±0.01 ^{Aa}
	K2	-2.04±0.00 ^{Da}	-2.06±0.01 ^{Aa}	-2.10±0.02 ^{Ab}	-2.06±0.01 ^{Aa}
	%0.5	-1.66±0.02 ^{Ca}	-3.05±0.00 ^{Bc}	-3.51±0.07 ^{Bd}	-2.63±0.02 ^{Cb}
	%1.0	-1.53±0.01 ^{Ba}	-3.23±0.04 ^{Cc}	-3.61±0.06 ^{BCd}	-2.57±0.01 ^{Cb}
	%3.0	-1.24±0.03 ^{Aa}	-3.36±0.14 ^{Cc}	-3.73±0.08 ^{Cd}	-2.40±0.08 ^{Bb}
b		HL	BL	İN	KU
	K1	8.30±0.13 ^{Ca}	8.28±0.04 ^{Ea}	8.25±0.14 ^{Ca}	8.30±0.05 ^{Da}
	K2	8.54±0.32 ^{BCa}	8.51±0.06 ^{Da}	8.40±0.05 ^{Ca}	8.29±0.03 ^{Da}
	%0.5	9.01±0.18 ^{Bd}	10.13±0.00 ^{Ca}	9.46±0.04 ^{Bb}	9.23±0.02 ^{Cc}
	%1.0	10.90±0.24 ^{Aa}	10.25±0.05 ^{Cc}	9.47±0.08 ^{Bd}	10.53±0.10 ^{Bb}
	%3.0	11.17±0.40 ^{Aa}	10.41±0.07 ^{Bb}	9.56±0.04 ^{ABc}	11.35±0.20 ^{Aa}
	%5.0	NT	10.58±0.09 ^{Ab}	9.65±0.04 ^{Ac}	11.57±0.19 ^{Aa}

*: ortalama ± standart sapma, n=4

A-D: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

a-d: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

*NT: Test yapılmamıştır.

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Fermentasyon öncesi prebiyotik ilaveli yoğurt örnekleri farklı konsantrasyonlardaki renk değerleri incelenmiştir. Prebiyotik ilaveli probiyotik yoğurtların konsantrasyonları arasındaki renk değerlerinden L* değeri 80.98±0.44 ile 85.87±0.95 değerleri arasında değişmektedir. En yüksek L* değerinin %5.0 inülin ilave yoğurt örneğinde, en düşük L* değerinin ise %3.0 havuç lifi ilaveli yoğurt örneğinde olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre prebiyotik ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde L* değerleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Prebiyotik ilaveli probiyotik yoğurtların konsantrasyonları arasındaki renk değerlerine göre a* değeri -3.89±0.04 ile -1.24±0.03 değerleri arasında değişmektedir. En yüksek a* değerinin %3.0 havuç lifi ilaveli yoğurt örneğinde ve en düşük %5.0 inülin ilaveli yoğurt örneğinde olduğu tespit

edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre prebiyotik ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde a^* değerleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Prebiyotik ilaveli probiyotik yoğurtların konsatrasyonları arasındaki renk değerlerine göre b^* değeri 8.25 ± 0.14 ile 11.57 ± 0.19 değerleri arasında değişmektedir. En yüksek b^* değerinin %5.0 kinoa unu ilaveli yoğurt örneğinde ve en düşük K1 grubu yoğurt örneğinde olduğu tespit edilmiştir. Yapılan analizlere göre kinoa unu katkılı yoğurt örnekleri en yüksek b^* değerlerine, inülin ilaveli yoğurt örnekleri en düşük b^* değerlerine sahip çıkmıştır. Yapılan istatistiksel analizlere göre prebiyotik ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde b^* değerleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). İstatistiksel analizlere göre sonuçlar incelendiğinde ise farklı prebiyotik çeşidi içeren yoğurt örneklerinin arasındaki önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Havuç lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası farklı konsantrasyonlardan oluşan 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerindeki renk sonuçları (L^* , a^* , b^*) Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4. 27. Havuç lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası renk sonuçları

Özellik	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları				
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0
L	1	87.29±0.23 ^{Aa}	86.97±0.10 ^{ABa}	79.00±0.09 ^{Bb}	78.34±0.26 ^{Cc}	77.77±0.22 ^{CDd}
	7	87.66±0.42 ^{Aa}	85.22±0.28 ^{ABb}	78.00±0.19 ^{Bc}	77.00±1.09 ^{Cc}	76.58±0.35 ^{Dc}
	10	85.32±0.00 ^{Ba}	82.36±0.25 ^{BCb}	81.02±0.35 ^{Ac}	80.72±0.27 ^{Bc}	80.38±0.17 ^{Bc}
	14	82.89±0.16 ^{Cb}	86.13±0.33 ^{ABa}	81.60±0.54 ^{Ac}	81.25±0.34 ^{Bc}	80.87±0.69 ^{Bc}
	21	83.84±0.16 ^{Cb}	87.49±0.18 ^{Aa}	78.80±0.30 ^{Bc}	83.68±0.01 ^{Ab}	84.05±0.53 ^{Ab}
	28	79.57±0.44 ^{Dc}	86.16±0.20 ^{ABa}	78.35±0.25 ^{Bd}	80.87±0.43 ^{Bb}	81.16±0.01 ^{Bb}
	35	77.88±0.80 ^{Eab}	82.70±4.00 ^{BCa}	77.91±0.17 ^{Cab}	77.61±1.09 ^{Cb}	77.02±0.21 ^{CDb}
	42	78.80±0.55 ^{DEb}	83.77±3.43 ^{BCa}	77.82±0.33 ^{Cb}	78.11±0.83 ^{Cb}	77.96±0.22 ^{Cb}
	50	78.63±0.36 ^{DEab}	79.68±0.65 ^{Ca}	78.58±0.21 ^{Bab}	78.46±0.31 ^{Cab}	78.20±0.79 ^{Cb}
a	1	-2.49±0.00 ^{ABCD}	-3.43±0.00 ^{Ae}	2.42±0.01 ^{Ec}	2.69±0.02 ^{Bb}	3.22±0.00 ^{Ea}
	7	-2.85±0.03 ^{Dc}	-3.72±0.00 ^{Bd}	3.24±0.00 ^{Db}	3.52±0.01 ^{Aa}	3.59±0.01 ^{BCDa}
	10	-2.73±0.01 ^{BCDc}	-3.67±0.00 ^{Bd}	3.33±0.00 ^{CDb}	3.54±0.01 ^{Aa}	3.68±0.01 ^{ABa}
	14	-2.84±0.01 ^{Dc}	-4.16±0.00 ^{Cd}	3.44±0.02 ^{CDb}	3.59±0.02 ^{Aa}	3.66±0.00 ^{ABa}
	21	-2.80±0.02 ^{CDb}	-4.38±0.00 ^{Dc}	3.74±0.03 ^{ABa}	3.69±0.05 ^{Aa}	3.73±0.01 ^{ABa}
	28	-2.44±0.00 ^{ABb}	-4.35±0.00 ^{Dc}	3.55±0.04 ^{ABCa}	3.51±0.01 ^{Aa}	3.42±0.00 ^{Da}
	35	-2.36±0.04 ^{Ab}	-4.33±0.08 ^{Dc}	3.48±0.15 ^{BCDa}	3.46±0.22 ^{Aa}	3.63±0.04 ^{ABCa}
	42	-2.33±0.33 ^{Ab}	-4.30±0.05 ^{Dc}	3.36±0.18 ^{CDa}	3.44±0.21 ^{Aa}	3.47±0.06 ^{CDa}
	50	-2.72±0.08 ^{BCDb}	-4.84±0.04 ^{Ec}	3.79±0.15 ^{Aa}	3.71±0.20 ^{Aa}	3.79±0.16 ^{Aa}
b	1	9.08±0.01 ^{Ac}	10.14±0.00 ^{ABCb}	10.54±0.19 ^{Ab}	11.23±0.06 ^{Aa}	11.67±0.04 ^{ABa}
	7	9.20±0.05 ^{Ad}	10.18±0.01 ^{ABCc}	10.16±0.12 ^{Ac}	11.33±0.09 ^{Ab}	12.00±0.05 ^{Aa}
	10	9.14±0.01 ^{Ad}	10.13±0.00 ^{BCc}	10.35±0.01 ^{Ac}	11.44±0.05 ^{Ab}	12.25±0.03 ^{Aa}
	14	9.31±0.02 ^{Ad}	10.28±0.01 ^{ABCc}	10.43±0.05 ^{Ac}	11.43±0.02 ^{Ab}	12.27±0.10 ^{Aa}
	21	9.51±0.07 ^{Ad}	10.32±0.11 ^{ABc}	11.22±0.08 ^{Ab}	11.54±0.04 ^{Ab}	12.31±0.03 ^{Aa}
	28	9.31±0.05 ^{Ac}	10.36±0.02 ^{ABc}	10.71±0.01 ^{Abcb}	10.17±0.05 ^{Bb}	11.42±0.111 ^{CDa}
	35	8.82±0.44 ^{Ac}	10.10±0.18 ^{BCa}	10.67±0.01 ^{Aa}	9.40±0.31 ^{Cb}	10.14±1.03 ^{BCDa}
	42	8.25±0.15 ^{Ac}	10.16±0.10 ^{ABCa}	10.53±0.51 ^{Aa}	9.25±0.17 ^{Cb}	10.44±0.99 ^{BCDa}
	50	8.52±1.64 ^{Ac}	10.08±0.01 ^{Ca}	10.41±1.38 ^{Aa}	9.31±0.20 ^{Cb}	9.64±0.22 ^{Eb}

*: ortalama ± standart sapma, n=4

A-E: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

a-d: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Fermentasyon sonrası havuç lifi ilaveli yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca ve konsantrasyonlar arasındaki renk değerleri incelenmiştir. Buna göre, havuç lifi ilaveli yoğurt örnekleri L* değerleri kontrol grupları K1 ve K2 yoğurt örneklerinde 77.88±0.80 ile 87.66±0.42 değerleri arasında, %0.5, %1.0 ve %3.0 havuç lifi ilaveli yoğurt

örneklerinde 77.00 ± 1.09 ile 84.05 ± 0.53 değerleri arasında değişmektedir. Depolama süresi boyunca havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin L^* değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurt örnekleri farklı günler arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Konsantrasyonlar arası L^* değerleri incelendiğinde ilave edilen havuç lifi oranı arttıkça L^* değerlerinde azalma olduğu görülmüştür. En yüksek L^* değerlerinin ise kontrol grupları olan K1 ve K2 yoğurt örneklerine ait olduğu görülmüştür. Yapılan istatistiksel analizlere göre havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurt örnekleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Havuç lifi ilaveli yoğurt örneklerinin a^* değerlerine ait sonuçlar farklı konsantrasyonlarda ve depolama süresi boyunca incelenmiştir. Buna göre a^* değerleri kontrol grupları K1 ve K2 yoğurt örneklerinde -4.84 ± 0.04 ile -2.33 ± 0.33 değerleri arasında, %0.5, %1.0 ve %3.0 havuç lifi ilaveli yoğurt örneklerinde 2.42 ± 0.01 ile 3.79 ± 0.15 değerleri arasında değişmektedir. Depolama süresi boyunca kontrol grupları (K1 ve K2) a^* değerlerinde azalma olduğu, %0.5, %1.0 ve %3.0 havuç lifi ilaveli yoğurt örneklerinde ise a^* değerlerinde artma olduğu tespit edilmiştir. İstatistiksel analizlere göre havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurtların farklı günler arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Konsantrasyonlar arası a^* değeri incelendiğinde ise a^* değerinin en yüksek %3.0 havuç lifi ilaveli yoğurt örneklerinde olduğu görülmüştür. Yapılan istatistiksel analizlere göre hem kontrol grupları (K1 ve K2) hem de diğer konsantrasyondaki yoğurt örnekleri arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$). Bunun nedeni havuç lifinden gelen renk pigmentlerinde kırmızılık olmasından kaynaklanmaktadır.

Havuç lifi ilaveli yoğurt örneklerinde b^* değerlerine ait sonuçlar farklı konsantrasyonlarda ve depolama süresi boyunca incelenmiştir. Buna göre b^* değerleri kontrol grupları K1 ve K2 yoğurt örneklerinde 8.25 ± 0.15 ile 10.36 ± 0.02 arasında değişirken, %0.5, %1.0 ve %3.0 havuç lifi ilave yoğurt örneklerinde 9.25 ± 0.17 ile 12.31 ± 0.02 değerleri arasında değişmektedir. İstatistiksel analizlere göre havuç lifi için b^* değerleri farklı günler arasında farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Kontrol gruplarında K2 ve konsantrasyonlar arasında %3.0 havuç lifi ilaveli yoğurt örnekleri daha yüksek b^* değerlerine sahip tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre kontrol grupları ve konsantrasyonlar arası farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Madora ve ark., (2016), yaptıkları çalışmada havuç tozu (%1, %2 ve %3) ilavesinin az yağlı sade yoğurdun fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyu özelliklerine etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Yoğurt renginin, havuç tozu ilavesinden etkilendiğini bildirmişlerdir. L* değeri 80.14 ile 89.17 arasında, a* değeri 4.80 ile 12.9 arasında ve b* değeri ise 15.84 ve 19.00 arasında değişmiştir. Buna göre kontrol grubu diğer numunelere göre daha yüksek açıklık değerine sahip çıkmıştır. Kontrol grubu, kırmızılık ve sarılık temsil eden daha düşük a* ve b* değerlerine sahip çıkmıştır. Havuç tozundaki artışla birlikte kırmızılık ve sarılık artmış ve havuç tozundaki artışla renk pigmentlerinin konsantrasyonundaki artış görülmüştür. %3 havuç tozu içeren havuç, yüksek a* ve b* değerlerine sahip olarak ifade edilmiştir.

Nawal-Galal ve ark., (2019), yaptıkları çalışmada süt yağı ikame maddesi olarak % 1, %2 ve %3 oranında havuç püresi eklenmesinin dondurulmuş yoğurdun özelliklerine etkisini incelenmiştir. Bu amaçla 5 farklı yoğurt üretimi T1 (Havuç püresi içermeyen tam yağlı (%4 yağ) donmuş yoğurt (kontrol1), T2 (%1 havuç püresi eklenerek %3 yağ ilaveli donmuş yoğurt), T3 (%2 havuç püresi ekleyerek %2 yağ ilaveli donmuş yoğurt), T4 (%3 havuç püresi eklenerek %1 yağ ilaveli donmuş yoğurt, T5 (havuç püresi eklemeyen %1 yağ ilaveli donmuş yoğurt (kontrol2)) yapmışlardır. Havuç püresi içeren tüm donmuş yoğurtlarda kullanılan havuç püresi oranına göre değişken yoğunlukta turuncu renk sergilediğini bildirmişlerdir. Havuç püresi ilaveli (T2, T3 ve T4) düşük yağlı donmuş yoğurt örneklerinin, hem tam yağlı hem de az yağlı (T1 ve T5) donmuş yoğurt örneklerine göre daha koyu renk, daha yüksek kırmızılık (yüksek a* değerleri), daha yüksek mavilik (yüksek negatif b* değerleri) ve daha düşük L* değerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Kontrol grubu ve farklı oranlarda havuç püresi katkılı donmuş yoğurtlarda 1. günden 45. güne kadar saklama süresi boyunca L* değerinde artışlar ve a* ve b* değerlerinde düşüşler ortaya çıktığını ifade etmişlerdir.

Literatürde yer alan çalışmalardan Madora ve ark., (2016) ve Nawal-Galal ve ark., (2019) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları tez çalışmasında analize alınan havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurtların sonuçlarından daha yüksek L*, a* ve b* değerlerinde sahip olduğu görülmüştür. Buna göre L* değerleri kontrol grupları (K1 ve K2), diğer konsantrasyondaki havuç lifi ilaveli yoğurt örneklerinden daha parlak (yüksek L* değeri), kırmızılık (düşük a* değeri) ve sarılık (düşük b* değeri) değerleri daha düşük çıkmıştır.

Bezelye lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası farklı konsantrasyonlardan oluşan 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerindeki renk sonuçları (L*, a*, b*) Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4. 28. Bezelye lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası renk sonuçları

Özellik	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
L	1	86.76±0.95 ^{Aa}	86.89±0.35 ^{Aa}	84.80±0.38 ^{Aa}	86.29±0.40 ^{Aa}	85.17±1.38 ^{Aa}	84.98±1.64 ^{Aa}
	7	86.91±0.44 ^{Aa}	85.30±0.63 ^{ABab}	85.75±1.08 ^{Ab}	86.66±1.30 ^{Aa}	84.20±0.15 ^{Ab}	85.16±0.61 ^{ABab}
	10	85.55±0.23 ^{ABa}	83.76±0.74 ^{BCb}	84.63±1.18 ^{Ab}	84.30±0.31 ^{Bab}	85.43±0.23 ^{Ab}	85.02±0.45 ^{ABa}
	14	84.10±0.57 ^{BCc}	85.04±0.23 ^{ABab}	85.70±0.02 ^{Ab}	84.38±0.24 ^{Bbc}	85.68±0.03 ^{Aa}	85.79±0.32 ^{Aa}
	21	82.64±0.94 ^{Cb}	85.05±0.80 ^{ABa}	79.23±0.01 ^{Bc}	78.61±0.09 ^{CDc}	78.93±0.11 ^{Bc}	78.80±0.76 ^{Bc}
	28	79.56±0.64 ^{Db}	84.66±0.68 ^{Ba}	79.21±0.07 ^{Bb}	79.89±0.57 ^{Cb}	79.38±0.60 ^{Bb}	78.62±0.13 ^{Bb}
	35	78.42±0.75 ^{Db}	82.78±1.09 ^{Ca}	77.77±0.63 ^{Bb}	78.54±0.89 ^{CDb}	78.25±0.27 ^{Bb}	77.95±1.02 ^{Bb}
	42	77.55±1.01 ^{Da}	78.03±0.61 ^{Da}	77.85±0.72 ^{Ba}	77.72±0.60 ^{Da}	77.96±0.66 ^{Ba}	77.51±0.28 ^{Ba}
	50	79.39±0.42 ^{Da}	78.60±0.19 ^{Da}	77.97±0.56 ^{Ba}	78.50±0.56 ^{CDa}	77.85±1.11 ^{CDa}	78.26±0.65 ^{CDa}
a	1	-2.36±0.03 ^{Aa}	-3.51±0.05 ^{Ab}	-4.18±0.01 ^{Ac}	-4.22±0.01 ^{Ac}	-4.67±0.01 ^{Ad}	-4.98±0.07 ^{Ae}
	7	-2.45±0.11 ^{ABa}	-3.41±0.05 ^{Ab}	-4.53±0.04 ^{Bc}	-4.78±0.02 ^{ABd}	-4.78±0.09 ^{ABd}	-5.01±0.03 ^{Ae}
	10	-2.72±0.02 ^{ABa}	-3.64±0.02 ^{Ab}	-4.50±0.08 ^{Bc}	-4.80±0.02 ^{ABd}	-4.69±0.04 ^{Ad}	-5.01±0.02 ^{Ae}
	14	-2.79±0.04 ^{Ca}	-4.22±0.00 ^{Bb}	-5.03±0.00 ^{Ca}	-5.04±0.08 ^{ABc}	-5.05±0.04 ^{BCc}	-5.08±0.00 ^{ABc}
	21	-2.55±0.09 ^{ABa}	-4.43±0.03 ^{Ba}	-5.16±0.03 ^{CDc}	-5.07±0.05 ^{ABc}	-5.09±0.00 ^{BCc}	-5.18±0.00 ^{ABc}
	28	-2.42±0.01 ^{ABa}	-4.49±0.01 ^{Bb}	-5.37±0.04 ^{DEc}	-5.35±0.00 ^{Bd}	-5.15±0.01 ^{Cd}	-5.39±0.00 ^{Cd}
	35	-2.51±0.22 ^{ABb}	-4.47±0.37 ^{Bb}	-5.49±0.20 ^{Eb}	-5.67±1.02 ^{Bc}	-5.61±0.16 ^{Da}	-5.35±0.17 ^{BCa}
	42	-2.62±0.24 ^{ABa}	-4.55±0.11 ^{Bb}	-5.44±0.08 ^{Ec}	-5.39±0.07 ^{Bc}	-5.64±0.15 ^{Dc}	-5.40±0.10 ^{Cc}
	50	-2.69±0.20 ^{ABa}	-4.45±0.19 ^{Bb}	-5.56±0.09 ^{Ec}	-5.60±0.15 ^{Bc}	-5.68±0.28 ^{Dc}	-5.43±0.18 ^{Cc}
b	1	9.06±0.01 ^{ABCe}	10.10±0.03 ^{Bd}	10.27±0.05 ^{Dc}	10.30±0.05 ^{Dc}	10.44±0.21 ^{Db}	10.82±0.02 ^{CDa}
	7	9.13±0.03 ^{ABCc}	10.19±0.00 ^{ABb}	10.62±0.03 ^{BCa}	10.56±0.14 ^{CDa}	10.63±0.07 ^{Da}	10.58±0.01 ^{Ea}
	10	9.32±0.07 ^{ABc}	10.37±0.04 ^{ABb}	10.78±0.23 ^{BCa}	10.66±0.10 ^{CDab}	10.62±0.07 ^{Dab}	10.68±0.03 ^{DEab}
	14	9.13±0.05 ^{ABCc}	10.60±0.00 ^{ABb}	10.60±0.08 ^{CDb}	10.83±0.00 ^{BCa}	10.60±0.04 ^{Db}	10.72±0.05 ^{DEab}
	21	9.23±0.01 ^{ABCd}	10.51±0.08 ^{ABc}	10.95±0.08 ^{ABab}	11.09±0.05 ^{ABa}	11.05±0.02 ^{Cab}	10.93±0.03 ^{Cb}
	28	9.50±0.02 ^{Ae}	10.55±0.04 ^{ABd}	11.03±0.04 ^{ABc}	11.13±0.01 ^{ABab}	11.21±0.00 ^{BCab}	11.25±0.02 ^{Ba}
	35	8.53±0.38 ^{Cb}	10.62±0.49 ^{Aa}	11.16±0.26 ^{ABa}	11.31±0.24 ^{Aa}	11.34±0.12 ^{ABa}	11.27±0.04 ^{Ba}
	42	8.93±0.41 ^{ABCc}	10.21±0.04 ^{BCb}	11.17±0.42 ^{ABa}	11.31±0.13 ^{Aa}	11.43±0.08 ^{Aa}	11.36±0.17 ^{ABa}
	50	8.66±0.52 ^{BCc}	10.52±0.18 ^{ABb}	11.25±0.18 ^{Aa}	11.38±0.25 ^{Aa}	11.49±0.03 ^{Aa}	11.50±0.05 ^{Aa}

*: ortalama ± standart sapma, n=4

A-D: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

a-e: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Fermantasyon sonrası bezelye lifi ilaveli yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca ve konsantrasyonlar arasındaki renk değerleri incelenmiştir. Buna göre, bezelye lifi ilaveli yoğurt örnekleri L^* değerleri kontrol grupları K1 ve K2 yoğurt örneklerinde 77.55 ± 1.01 ile 86.89 ± 0.35 değerleri arasında, %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 bezelye lifi ilaveli yoğurt örneklerinde 77.51 ± 0.28 ile 86.66 ± 1.30 değerleri arasında değişmektedir. Depolama süresi boyunca bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin L^* değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurt örnekleri farklı günler arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Konsantrasyonlar arası L^* değerleri incelendiğinde ilave edilen bezelye lifi oranı arttıkça L^* değerlerinde azalma olduğu görülmüştür. En yüksek L^* değerlerinin ise kontrol grupları olan K1 ve K2 yoğurt örneklerine ait olduğu görülmüştür. Yapılan istatistiksel analizlere göre bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurt örnekleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Bezelye lifi ilaveli yoğurt örneklerinin a^* değerlerine ait sonuçlar farklı konsantrasyonlarda ve depolama süresi boyunca incelenmiştir. Buna göre a^* değerleri kontrol grupları K1 ve K2 yoğurt örneklerinde -4.55 ± 0.11 ile -2.36 ± 0.33 değerleri arasında, %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 bezelye lifi ilaveli yoğurt örneklerinde -5.68 ± 0.28 ile -4.18 ± 0.01 değerleri arasında değişmektedir. Depolama süresi boyunca hem kontrol grupları (K1 ve K2) a^* değerlerinde hem de %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 bezelye lifi ilaveli yoğurt örnekleri a^* değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. İstatistiksel analizlere göre bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurtların farklı günler arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Konsantrasyonlar arası a^* değeri incelendiğinde ise a^* değerinin en yüksek %0.5 bezelye lifi ilaveli yoğurt örneklerinde olduğu görülmüştür. Yapılan istatistiksel analizlere göre hem kontrol grupları (K1 ve K2) hem de diğer konsantrasyondaki yoğurt örnekleri arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$).

Bezelye lifi ilaveli yoğurt örneklerinde b^* değerlerine ait sonuçlar farklı konsantrasyonlarda ve depolama süresi boyunca incelenmiştir. Buna göre b^* değerleri kontrol grupları K1 ve K2 yoğurt örneklerinde 8.53 ± 0.38 ile 10.62 ± 0.02 değerleri arasında, %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 bezelye lifi ilave yoğurt örneklerinde 10.27 ± 0.17 ile 11.50 ± 0.05 değerleri arasında değişmektedir. İstatistiksel analizlere göre bezelye lifi için

b* değerleri farklı günler arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Kontrol gruplarında K2 ve konsantrasyonlar arasında %3.0 bezelye lifi ilaveli yoğurt örnekleri daha yüksek b* değerlerine sahip tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre kontrol grupları ve konsantrasyonlar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Dabija ve ark., (2017), yaptıkları çalışmada farklı lif türleri eklenmesinin yoğurt kalitesi üzerine etkisi araştırmışlardır. Bu amaçla inülin ve bezelye lifi (0, %1, %1.5, %2, %2.5, %3 ve %4) ilavesinin yoğurt örneklerinin reolojik özellikleri, fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Yoğurtlara inülin veya bezelye liflerinin dahil edilmesi, analiz edilen tüm fizikokimyasal, duyuşal ve reolojik özelliklerde önemli değişikliklere yol açmıştır. Çalışmaya göre bezelye lifi renk analizi sonuçları L* değeri; kontrol grubunda 84.98 bulunmuş, diğer konsantrasyonlarda ise 84.24 ile 85.18 arasında değişmiştir. a* değeri kontrol grubunda -7.14 bulunmuş, diğer konsantrasyonlarda ise -7.02 ile -6.64 arasında değişmiştir. b* değeri kontrol grubunda 12.18 bulunmuş, diğer konsantrasyonlarda ise 12.28 ile 12.76 arasında değişmiştir. Bezelye lifi ilavesinin yoğurdun renk parametrelerini gözle görölür bir şekilde değıştirmedigini ifade etmişlerdir. Renk parametreleri için farklı numunelerde L* değeri (açıklık) önemli bir değışiklik gözlenmediğini, a* değerinin toplam renk için küçük bir katkısı olduğu, ancak L* değeri ile aynı eğilime sahip olduğunu açıklanmışlardır.

Li ve ark., (2022), yaptıkları çalışmada farklı bezelye proteinlerinin laktik asit bakterileri ile indüklenen yoğurt jeli oluşturma yeteneklerine bağılı olarak fizikokimyasal özellikleri üzerine inceleme yapmışlardır. Bu çalışmada, laboratuvar bezelye proteini (PL), ekşi sıvı işleme (PS) veya alkali ekstraksiyon-izoelektrik çökeltme (PA) yöntemleri ile hazırlanan üç ticari bezelye proteini kullanılmışlardır. PA-1 ve PA-2 farklı üreticilerden temin edilmiştir. PL bazlı yoğurt jelinin en yüksek L* (95.56 ± 0.19), a* (3.08 ± 0.27) ve b* (15.74 ± 0.21) sergilediğı, bunun da daha fazla parlaklık, daha fazla kırmızılık ve sarılık eğilimi gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Tüm ticari bezelye proteini bazlı yoğurt jelleri arasında, L* ve a* değerlerinin sonuçları, PA-1 bazlı yoğurt jelinin diğer numunelerine göre bir hafiflik ve kızarıklık renk trendinde olduğunu göstermiştir. PA-2 bazlı yoğurt jeli, b* (10.88 ± 0.29) için en yüksek değerleri göstererek sarımsı bir renk eğilimine işaret etmektedir. PS bazlı yoğurt jeli b* (8.78 ± 0.29) için en düşük değerleri gösterirken

numunenin rengi mavimsi olarak belirtilmiştir. Bezelye proteini kaynağının yoğurt jelinin son rengini etkilediği sonucuna varılmıştır. Bu renk farklılıklarının hammaddelerdeki farklılıklardan kaynaklandığını ifade edilmiştir (McClements ve ark., 2019). Ayrıca, bezelye proteini bazlı yoğurtların hafif kremi bir görünüme sahip olduğu, süt bazlı yoğurtlardan çok daha az beyaz görünümde olduğunu tespit etmişlerdir (Jeske ve ark., 2017).

Literatürde yer alan çalışmalardan Dabija ve ark., (2017) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları tez çalışmasında analize alınan bezelye lifi ilaveli yoğurt örneklerinin sonuçlarından, L^* değeri benzerlik göstermiş, a^* değeri düşük çıkmış ve b^* değerleri daha yüksek tespit edilmiştir. Li ve ark., (2022) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları tez çalışmasında analize alınan bezelye lifi katkılı probiyotik yoğurtların sonuçlarından L^* , a^* ve b^* değerleri yüksek tespit edilmiştir. Tez çalışmasına göre a^* değeri yeşil renge yakın, b^* değerinin ise sarı renge yakın olduğu görülmüştür.

İnülin katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası farklı konsantrasyonlardan oluşan 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerindeki renk sonuçları (L^* , a^* , b^*) Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4. 29. İnülin katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası renk sonuçları

Özellik	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
L	1	85.04±0.06 ^{Ba}	85.94±0.19 ^{Aa}	85.54±0.28 ^{Aa}	85.92±0.61 ^{Aa}	85.97±0.51 ^{Aa}	86.01±0.72 ^{Aa}
	7	86.61±0.30 ^{Aa}	85.96±0.10 ^{Aa}	84.57±0.14 ^{ABbc}	84.60±0.41 ^{ABbc}	83.96±0.54 ^{Bc}	84.92±0.03 ^{Cb}
	10	85.44±0.06 ^{Ba}	85.17±0.00 ^{ABa}	84.03±0.20 ^{Bb}	84.47±0.02 ^{Bb}	84.51±0.43 ^{Bb}	83.97±0.07 ^{Cb}
	14	82.33±0.11 ^{Cc}	84.68±0.45 ^{BCab}	84.38±0.02 ^{ABab}	84.24±0.30 ^{Bb}	84.77±0.85 ^{Cab}	85.53±0.07 ^{ABa}
	21	83.11±0.20 ^{Cc}	84.10±0.04 ^{Ca}	84.30±0.24 ^{Ba}	83.95±0.07 ^{Bab}	83.61±0.05 ^{Bb}	83.72±0.08 ^{Cb}
	28	79.31±0.02 ^{Dd}	82.64±0.15 ^{Dc}	83.20±0.07 ^{Bab}	84.11±0.14 ^{Ba}	83.87±0.37 ^{Bab}	85.51±0.02 ^{BCb}
	35	78.77±0.15 ^{Db}	81.28±0.75 ^{Ea}	79.73±0.70 ^{Cab}	79.20±0.90 ^{Cb}	79.25±0.47 ^{Cb}	79.29±0.47 ^{DEb}
	42	79.07±0.17 ^{Da}	79.45±0.36 ^{Fa}	79.37±0.37 ^{Ca}	78.49±0.57 ^{Ca}	79.11±0.38 ^{Ca}	78.54±0.26 ^{Ea}
	50	79.47±0.35 ^{Da}	78.76±0.19 ^{Fa}	79.28±0.80 ^{Ca}	78.82±0.63 ^{Ca}	78.41±0.19 ^{Ca}	79.59±0.35 ^{Da}
a	1	-2.39±0.00 ^{ABa}	-3.49±0.03 ^{ABc}	-3.62±0.02 ^{Ae}	-3.59±0.04 ^{Ad}	-3.58±0.02 ^{Ad}	-3.38±0.09 ^{Ab}
	7	-2.45±0.01 ^{ABa}	-3.41±0.03 ^{Ab}	-3.62±0.03 ^{Ad}	-3.62±0.01 ^{ABd}	-3.62±0.05 ^{ABd}	-3.53±0.05 ^{ABc}
	10	-2.55±0.02 ^{ABa}	-3.57±0.01 ^{Bb}	-3.66±0.09 ^{Abc}	-3.75±0.03 ^{Bc}	-3.61±0.03 ^{ABbc}	-3.66±0.07 ^{Bbc}
	14	-2.66±0.01 ^{Bd}	-4.08±0.00 ^{Cab}	-3.66±0.01 ^{Ac}	-3.68±0.00 ^{ABc}	-3.62±0.03 ^{ABbc}	-3.54±0.09 ^{ABb}
	21	-2.69±0.02 ^{Ba}	-4.14±0.01 ^{CDb}	-4.20±0.01 ^{Bbc}	-4.26±0.01 ^{Cc}	-4.47±0.04 ^{CDe}	-4.36±0.02 ^{CDd}
	28	-2.50±0.08 ^{ABa}	-4.22±0.00 ^{Db}	-4.24±0.03 ^{BCb}	-4.37±0.03 ^{CDbc}	-4.51±0.08 ^{Bc}	-4.71±0.05 ^{Ed}
	35	-2.43±0.14 ^{ABa}	-4.11±0.04 ^{Cb}	-4.40±0.15 ^{Cbc}	-4.45±0.02 ^{DEcd}	-4.65±0.21 ^{Bcd}	-4.31±0.01 ^{Cbc}
	42	-2.55±0.33 ^{ABa}	-4.24±0.06 ^{Db}	-4.87±0.04 ^{Dc}	-4.53±0.06 ^{Ebc}	-4.75±0.02 ^{Dc}	-4.49±0.05 ^{Dbc}
	50	-2.21±0.02 ^{Aa}	-4.22±0.05 ^{Db}	-5.14±0.08 ^{Ec}	-5.12±0.13 ^{Fc}	-5.14±0.07 ^{Bc}	-5.24±0.08 ^{Fc}
b	1	9.05±0.01 ^{ABd}	10.14±0.02 ^{Bab}	10.55±0.09 ^{ABa}	10.27±0.17 ^{BCab}	10.37±0.15 ^{BCab}	9.96±0.12 ^{Ec}
	7	9.17±0.01 ^{ABb}	10.27±0.03 ^{ABab}	10.30±0.11 ^{Cab}	10.54±0.32 ^{Da}	10.62±0.04 ^{Ba}	9.98±0.04 ^{Eb}
	10	9.28±0.01 ^{ABb}	10.41±0.03 ^{ABab}	10.32±0.17 ^{BCab}	10.75±0.02 ^{CDa}	10.43±0.18 ^{BCab}	9.77±0.11 ^{Eb}
	14	9.45±0.03 ^{ABc}	10.48±0.00 ^{ABa}	10.31±0.05 ^{ABab}	10.20±0.01 ^{BCb}	10.21±0.11 ^{CDb}	10.28±0.09 ^{Dab}
	21	9.39±0.01 ^{ABc}	10.58±0.01 ^{ABa}	10.35±0.07 ^{ABb}	10.39±0.05 ^{Bb}	10.36±0.05 ^{BCb}	10.37±0.05 ^{CDb}
	28	9.49±0.01 ^{Ac}	10.67±0.14 ^{Aab}	10.48±0.12 ^{ABb}	10.47±0.02 ^{Bb}	10.70±0.04 ^{ABa}	10.82±0.02 ^{Ba}
	35	9.43±0.05 ^{Ab}	10.45±0.42 ^{ABa}	10.43±0.40 ^{ABa}	10.72±0.10 ^{ABCa}	10.57±0.36 ^{Ba}	10.43±0.02 ^{CDa}
	42	9.20±0.48 ^{ABc}	10.12±0.19 ^{Bb}	10.80±0.19 ^{Aa}	10.56±0.20 ^{ABab}	10.81±0.09 ^{ABa}	10.55±0.08 ^{Cab}
	50	8.89±0.34 ^{Bc}	10.17±0.12 ^{Bb}	11.01±0.79 ^{Aab}	11.06±0.40 ^{Aab}	11.30±0.12 ^{Aab}	11.25±0.07 ^{Aab}

*: ortalama ± standart sapma, n=4

A-E: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

a-d: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir (p<0.05).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Fermentasyon sonrası inülin ilaveli yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca ve konsantrasyonlar arasındaki renk değerleri incelenmiştir. Buna göre, inülin ilaveli yoğurt örnekleri L* değerleri kontrol grupları K1 ve K2 yoğurt örneklerinde 78.76±0.19 ile 86.61±0.30 değerleri arasında, %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 inülin ilaveli yoğurt

örneklerinde 78.41 ± 0.19 ile 86.01 ± 0.72 değerleri arasında değişmektedir. Depolama süresi boyunca inülin ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin L^* değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre inülin ilaveli probiyotik yoğurt örnekleri farklı günler arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Konsantrasyonlar arası L^* değerleri incelendiğinde ilave edilen inülin oranı arttıkça L^* değerlerinde artma olduğu görülmüştür. Yapılan istatistiksel analizlere göre inülin ilaveli probiyotik yoğurt örnekleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

İnülin ilaveli yoğurt örneklerinin a^* değerlerine ait sonuçlar farklı konsantrasyonlarda ve depolama süresi boyunca incelenmiştir. Buna göre a^* değerleri kontrol grupları K1 ve K2 yoğurt örneklerinde -4.22 ± 0.00 ile -2.21 ± 0.02 değerleri arasında, %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 inülin ilaveli yoğurt örneklerinde -5.24 ± 0.08 ile -3.38 ± 0.09 değerleri arasında değişmektedir. Depolama süresi boyunca hem kontrol grupları (K1 ve K2) a^* değerlerinde hem de %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 inülin ilaveli yoğurt örnekleri a^* değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. İstatistiksel analizlere göre inülin ilaveli probiyotik yoğurtların farklı günler arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Konsantrasyonlar arası a^* değeri incelendiğinde ise a^* değerinin en yüksek %5.0 inülin ilaveli yoğurt örneklerinde olduğu görülmüştür. Yapılan istatistiksel analizlere göre hem kontrol grupları (K1 ve K2) hem de diğer konsantrasyondaki yoğurt örnekleri arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$).

İnülin ilaveli yoğurt örneklerinde b^* değerlerine ait sonuçlar farklı konsantrasyonlarda ve depolama süresi boyunca incelenmiştir. Buna göre b^* değerleri kontrol grupları K1 ve K2 yoğurt örneklerinde 8.89 ± 0.34 ile 10.67 ± 0.14 değerleri arasında, %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 inülin ilaveli yoğurt örneklerinde 9.77 ± 0.11 ile 11.30 ± 0.12 değerleri arasında değişmektedir. İstatistiksel analizlere göre inülin için b^* değerleri farklı günler arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Kontrol gruplarında K2 ve konsantrasyonlar arasında %3.0 inülin ilaveli yoğurt örnekleri daha yüksek b^* değerlerine sahip tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre kontrol grupları ve konsantrasyonlar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Mazloomi ve ark., (2011), yaptıkları çalışmada, inülin (%1 ve %2) ilavesinin *L. acidophilus* ile üretilen probiyotik düşük yağlı yoğurdun mikrobiyal ve fiziko-kimyasal özellikleri üzerindeki etkisi araştırmışlardır. L^* değerleri 64.4 ± 0.6 ile 66.4 ± 0.4 arasında,

a* değerleri 4.4 ± 0.1 ile 5.4 ± 0.1 arasında ve b* değerleri ise 11.3 ± 0.3 ile 12.9 ± 0.3 arasında değişmiştir. Enstrümental renk ölçümünde tüm yoğurt örnekleri beyaz çıkmıştır. 1., 7. ve 14. günlerde yoğurt örnekleri arasında önemli bir renk farkı gözlemlenmemiştir. Depolamanın yoğurtların rengi üzerinde çok az etkisi olduğunu ifade etmişlerdir.

Dabija ve ark., (2017), yaptıkları çalışmada farklı lif türleri eklenmesinin yoğurt kalitesi üzerine etkisi araştırmışlardır. Bu amaçla inülin ve bezelye lifi (0, %1, %1.5, %2, %2.5, %3 ve %4) ilavesinin yoğurt örneklerinin reolojik özellikleri, fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri belirlemişlerdir. Çalışmaya göre inülin renk analizi sonuçları L* değeri; kontrol grubunda 84.81 bulunmuş, diğer konsantrasyonlarda ise 83.37 ile 85.54 arasında değişmiştir. a* değeri kontrol grubunda -6.86 bulunmuş, diğer konsantrasyonlarda ise -7.17 ile -6.96 arasında değişmiştir. b* değeri kontrol grubunda 10.83 bulunmuş, diğer konsantrasyonlarda ise 11.60 ile 12.07 arasında değişmiştir. İnülin ilavesinin yoğurdun renk parametrelerini gözle görülür bir şekilde değiştirmedğini bildirmişlerdir. Renk parametreleri için farklı numunelerde L* değerinde (açıklık) önemli bir değişiklik gözlenmediği ifade etmişlerdir. a* değerinin toplam renk için küçük bir katkısı olduğunu, ancak L* değeri ile aynı eğilime sahip olduğu açıklamışlardır.

Swiader ve Florowska, (2022), yaptıkları çalışmada, demlenmiş yeşil çay set tipi yoğurda inülin (%3, %6 ve %9) ilavesinin duyuşal kalite ve fiziksel özellikleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Yapılan çalışmaya göre, renk değerleri kontrol grubunda L* değeri 89.80 ± 0.59 , a* değeri -1.31 ± 0.06 ve b* değeri 9.52 ± 0.22 olarak bulmuşlardır. %6 inülin ilaveli yoğurtta ise L* değeri 90.47 ± 0.13 , a* değeri -1.20 ± 0.04 ve b* değeri ise 10.17 ± 0.15 şeklinde bulmuşlardır. Yeşil çaylı ve %3 inülinli yoğurt, yeşil çaylı yoğurt ve %6 inülin, yeşil çaylı yoğurt ve %9 inülin örneklerinde ise L* değeri 82.35 ± 0.62 ile 85.41 ± 0.47 arasında, a* değeri 0.90 ± 0.25 ile 1.01 ± 0.44 arasında ve b* değeri ise 15.15 ± 0.07 ile 15.91 ± 0.30 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Literatürde yer alan çalışmalardan Mazloomi ve ark., (2011) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları tez çalışmasında analize alınan inülin katkılı probiyotik yoğurtların sonuçlarından, L* değeri düşük, a* değeri yüksek ve b* değeri yüksek çıkmıştır. Dabija ve ark., (2017) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları tez çalışmasında analize alınan inülin ilaveli probiyotik yoğurt sonuçlarından, L* değeri benzerlik göstermekte, a* değeri düşük ve b* değeri yüksek çıkmıştır. Swiader ve Florowska, (2022) tarafından yapılan

çalışmaların sonuçları tez çalışmasında analize alınan inülin katkılı probiyotik yoğurtların sonuçlarından, L* değeri yüksek, a* değeri yüksek ve b* değeri yüksek çıkmıştır. Tez çalışmasına göre a* değeri yeşil renge yakın, b* değerinin ise sarı renge yakın olduğu görülmüştür.

Kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası farklı konsantrasyonlardan oluşan 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerindeki renk değerleri Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4. 30. Kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası renk sonuçları

Özellik	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
L	1	85.21±0.40 ^{Bc}	86.72±0.23 ^{Aa}	85.39±0.08 ^{Ac}	85.53±0.15 ^{Abc}	86.28±0.47 ^{Aab}	85.23±0.33 ^{ABc}
	7	86.97±0.07 ^{Aa}	85.14±0.13 ^{Bc}	85.67±0.15 ^{Ab}	85.16±0.05 ^{Ac}	84.53±0.20 ^{Bd}	84.98±0.32 ^{ABcd}
	10	85.25±0.04 ^{Bbc}	82.81±0.53 ^{Dd}	86.80±0.63 ^{Aa}	86.12±0.58 ^{Aab}	84.76±0.16 ^{Bc}	84.28±0.43 ^{Bc}
	14	83.31±0.03 ^{Cc}	84.43±0.10 ^{BCb}	85.28±0.53 ^{Aa}	85.52±0.09 ^{Aa}	85.22±0.17 ^{ABa}	84.99±0.17 ^{ABab}
	21	82.32±0.19 ^{CDd}	83.78±0.27 ^{Cc}	85.21±0.03 ^{Aab}	85.79±0.46 ^{Aa}	84.52±0.35 ^{Bbc}	85.82±0.50 ^{Aa}
	28	80.95±0.21 ^{Dab}	81.15±0.21 ^{Ea}	80.18±0.82 ^{Bab}	79.98±0.03 ^{Bb}	80.63±0.23 ^{Cab}	79.87±0.45 ^{Cb}
	35	78.18±0.83 ^{Eab}	78.36±0.39 ^{Fa}	78.76±0.28 ^{BCa}	79.19±0.26 ^{BCa}	78.91±0.50 ^{Da}	76.58±0.12 ^{Db}
	42	79.13±0.10 ^{Ea}	78.50±0.41 ^{Fab}	78.27±0.30 ^{Cab}	78.43±0.50 ^{Cab}	78.78±0.74 ^{Da}	76.93±0.33 ^{Db}
	50	79.31±0.39 ^{Ea}	78.31±0.37 ^{Fab}	79.42±0.50 ^{BCa}	78.10±0.86 ^{Cab}	78.61±0.99 ^{Da}	76.36±0.94 ^{Db}
a	1	-2.66±0.03 ^{Aab}	-3.43±0.01 ^{Ab}	-2.63±0.06 ^{Dab}	-1.61±0.99 ^{Aa}	-2.61±0.05 ^{Fab}	-2.40±0.01 ^{BCDab}
	7	-2.54±0.02 ^{Aa}	-3.52±0.06 ^{Ab}	-2.53±0.04 ^{CDa}	-2.56±0.05 ^{Da}	-2.57±0.02 ^{Fa}	-2.50±0.03 ^{Ea}
	10	-2.65±0.03 ^{Ac}	-3.57±0.04 ^{Ad}	-2.54±0.02 ^{CDb}	-2.39±0.02 ^{Ca}	-2.43±0.02 ^{Ea}	-2.42±0.00 ^{DEa}
	14	-2.66±0.02 ^{Ad}	-4.15±0.01 ^{Be}	-2.46±0.00 ^{Cc}	-2.37±0.02 ^{Cbc}	-2.30±0.08 ^{Dab}	-2.20±0.00 ^{CDa}
	21	-2.61±0.02 ^{Abc}	-4.24±0.02 ^{BCa}	-2.51±0.00 ^{CDc}	-2.45±0.11 ^D	-2.38±0.06 ^{Abc}	-2.17±0.03 ^{BCa}
	28	-2.47±0.04 ^{Ac}	-4.41±0.04 ^{Cd}	-2.28±0.07 ^{Bbc}	-2.34±0.01 ^{Cb}	-2.27±0.03 ^{CDb}	-2.06±0.00 ^{Bbc}
	35	-2.60±0.23 ^{Ab}	-4.37±0.16 ^{BCc}	-2.17±0.02 ^{ABa}	-2.15±0.01 ^{BCa}	-2.15±0.02 ^{BCa}	-2.05±0.10 ^{Ba}
	42	-2.65±0.27 ^{Ab}	-4.33±0.10 ^{BCc}	-2.14±0.07 ^{Aa}	-2.07±0.01 ^{Ba}	-2.05±0.02 ^{ABa}	-2.02±0.01 ^{Ba}
	50	-2.47±0.31 ^{Ab}	-4.39±0.09 ^{Cc}	-2.11±0.12 ^{Aab}	-2.02±0.04 ^{Bab}	-1.95±0.05 ^{Aa}	-1.68±0.24 ^{Aa}
b	1	9.09±0.01 ^{De}	10.11±0.00 ^{Bc}	9.35±0.03 ^{Dd}	10.28 ±0.05 ^{Db}	11.53 ±0.02 ^{Ba}	11.58 ±0.08 ^{DEa}
	7	9.18±0.03 ^{CDd}	10.13±0.01 ^{Bc}	9.88±0.37 ^{CDc}	10.81±0.17 ^{Cb}	11.61±0.04 ^{ABa}	11.39±0.08 ^{Ea}
	10	9.27±0.02 ^{CDe}	10.24±0.00 ^{ABd}	10.30±0.08 ^{Cd}	11.38±0.03 ^{Ac}	11.66±0.00 ^{ABb}	12.18±0.03 ^{Ca}
	14	9.54±0.03 ^{BCe}	10.18±0.03 ^{Bd}	10.91±0.11 ^{ABc}	11.17±0.01 ^{BCb}	11.58±0.04 ^{Ba}	11.65±0.13 ^{DEa}
	21	9.32±0.03 ^{CDd}	10.47±0.02 ^{Dbc}	10.56±0.20 ^{BCb}	10.08±0.10 ^{Dc}	11.59±0.04 ^{Ba}	11.49±0.01 ^{Ea}
	28	9.57±0.05 ^{ABf}	10.67±0.10 ^{ABd}	10.39±0.15 ^{BCe}	10.95±0.00 ^{BCc}	11.37±0.02 ^{Cb}	11.98±0.01 ^{CDa}
	35	9.73±0.29 ^{Ae}	10.49±0.41 ^{ABcd}	11.16±0.15 ^{Ac}	11.33±0.20 ^{ABbc}	11.63±0.03 ^{ABb}	12.24±0.34 ^{BCa}
	42	9.74±0.16 ^{Ad}	10.30±0.21 ^{ABc}	11.33±0.12 ^{Ab}	11.53±0.25 ^{Ab}	11.68±0.02 ^{Ab}	12.64±0.17 ^{ABa}
	50	9.44±0.19 ^{DCd}	10.49±0.17 ^{ABc}	11.46±0.37 ^{Ab}	11.42±0.14 ^{Ab}	11.71±0.07 ^{Ab}	12.74±0.13 ^{Aa}

*: ortalama $\pm$ standart sapma, n=4

A-F: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

a-f: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Fermantasyon sonrası kinoa unu ilaveli yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca ve konsantrasyonlar arasındaki renk değerleri incelenmiştir. Buna göre, kinoa unu ilaveli yoğurt örnekleri L* değerleri kontrol grupları K1 ve K2 yoğurt örneklerinde 78.18 ± 0.83 ile 86.97 ± 0.07 değerleri arasında, %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 kinoa unu ilaveli yoğurt örneklerinde 76.36 ± 0.94 ile 86.80 ± 0.63 değerleri arasında değişmektedir. Depolama süresi boyunca kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin L* değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatiksel analizlere göre kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurt örnekleri farklı günler arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Konsantrasyonlar arası L* değerleri incelendiğinde ilave edilen kinoa unu oranı arttıkça L* değerlerinde azalma olduğu görülmüştür. Yapılan istatiksel analizlere göre kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurt örnekleri arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Kinoa unu ilaveli yoğurt örneklerinin a* değerlerine ait sonuçlar farklı konsantrasyonlarda ve depolama süresi boyunca incelenmiştir. Buna göre a* değerleri kontrol grupları K1 ve K2 yoğurt örneklerinde -4.39 ± 0.09 ile -2.47 ± 0.31 değerleri arasında, %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 kinoa unu ilaveli yoğurt örneklerinde -2.63 ± 0.06 ile -1.61 ± 0.99 değerleri arasında değişmektedir. Depolama süresi boyunca kontrol gruplarından K1 yoğurt örneğinde a* değerinde değişimlerin küçük miktarlarda olduğu, K2 yoğurt örneğinde a* değerlerinde azalma olduğu, a* %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 kinoa unu ilaveli yoğurt örnekleri a* değerlerinde artma olduğu tespit edilmiştir. İstatiksel analizlere göre kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların farklı günler arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Konsantrasyonlar arası a* değeri incelendiğinde ise a* değerinin en yüksek %1.0 inülin ilaveli yoğurt örneklerinde olduğu görülmüştür. Yapılan istatiksel analizlere göre hem kontrol grupları (K1 ve K2) hem de diğer konsantrasyondaki yoğurt örnekleri arasında farkın önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

Kinoa unu ilaveli yoğurt örneklerinde b* değerlerine ait sonuçlar farklı konsantrasyonlarda ve depolama süresi boyunca incelenmiştir. Buna göre b* değerleri

kontrol grupları K1 ve K2 yoğurt örneklerinde 9.09 ± 0.01 ile 10.67 ± 0.10 değerleri arasında, %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 inülin ilaveli yoğurt örneklerinde 9.35 ± 0.03 ile 12.74 ± 0.13 değerleri arasındaki değişmektedir. Depolama süresi boyunca hem kontrol grupları hem de diğer konsantrasyonların b^* değerlerinde artma olduğu görülmüştür. Hem kontrol gruplarında hem de diğer konsantrasyonlarda b^* değerleri en yüksek 50. gün bulunmuştur. İstatistiksel analizlere göre kinoa unu için b^* değerleri farklı günler arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Kontrol gruplarında K2 ve konsantrasyonlar arasında %5.0 kinoa unu ilaveli yoğurt örnekleri daha yüksek b^* değerlerine sahip tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere göre kontrol grupları ve konsantrasyonlar arası farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Lorusso ve ark., (2018), kinoanın yoğurt benzeri içecekler yapmak için uygunluğunu araştırmayı amaçlamışlardır. Farklı laktik asit bakteri suşları kullanılarak fermentasyon gerçekleştirmişlerdir. Bir probiyotik (*L. rhamnosus* SP1), bir ekzopolisakkarit (EPS) üreten (*Weissella confusa* DSM 20194) ve bir tane kinoadan izole edilen (*L. plantarum* T6B10) ve 20 günlük depolama boyunca mikrobiyolojik, kimyasal ve teknolojik özellikleri incelemişlerdir. Buna göre L^* değeri 64.7 ± 0.3 ile 65.7 ± 0.2 arasında, a^* değerleri -0.5 ± 0.1 ile 0.2 ± 0.1 arasında ve b^* değerleri ise 8.1 ± 0.1 ile 9 ± 0.1 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Alkobeisi ve ark., (2022), yaptıkları çalışmada, konsantre yoğurtta yağsız süt tozu yerine kinoa unu (%0, %25, %50, %75 ve %100 w/w) kullanılmışlardır. Konsantre yoğurtların L^* , a^* ve b^* renk değerleri tüm kinoa unu ikameli yoğurtlar, kontrol numunesine kıyasla önemli ölçüde ($p < 0.05$) daha az L^* değerine sahip çıkmıştır. Kinoa unu, yağsız süt tozundan ($L^* 99.67 \pm 0.19$) daha düşük bir parlaklığa ($L^* 82.08 \pm 0.42$) sahip çıkmıştır. Depolama süresi boyunca tüm numunelerin parlaklığı azalmıştır. Bunun kalsiyum fosfat çözünürlüğüne, kazein misellerinin ayrışmasına ve ardından misel boyutunda azalmaya yol açabilecek asitlik ve pH değerindeki değişikliklerden kaynaklandığı; dolayısıyla örnek parlaklığında azalma meydana geldiği ifade edilmiştir (Garcia-Perez, ve ark., 2005). %25 kinoa unu ve kontrol numuneleri, esas olarak yüksek yağsız süt tozu seviyeleri ve buna karşılık yeşilimsi bir ürüne neden olan riboflavin pigmenti nedeniyle negatif a^* değerlerine neden olmuştur (Chudy ve ark., 2020; Zhou ve ark., 2021). Yoğurtta kinoa ununun daha yüksek ikamelerinde a^* , numunelerde artan betasiyanin

oranıyla ilişkili olabilecek pozitif değerler göstermiştir (Escribano ve ark., 2017). Depolama süresi arttıkça tüm yoğurtların a^* değerlerinde azalma olmuştur. Yoğurt örneklerinde artan kinoa unu düzeyi ile b^* değerleri artmıştır. %100 kinoa unu ve kontrol yoğurtları en yüksek b^* değerlerine sahip çıkmıştır ($p>0.05$). Yağsız süt tozunun parlak sarı rengi ve kinoa ununun betaksantinlerin varlığı, numunelerin b^* değerlerinde bir artışa neden olmuştur (Escribano ve ark., 2017). 14 günlük depolamadan sonra, %100 kinoa unu yoğurtta b^* değerleri önemli ölçüde azalmıştır ($p<0.05$). Yağsız süt tozunun orijinal rengi L^* 99.67 ± 0.19 , a^* -4.63 ± 0.45 ve b^* 13.87 ± 1.43 ; bununla birlikte, kinoa unu L^* 82.08 ± 0.42 , a^* -0.16 ± 0.01 ve b^* 12.54 ± 0.06 renk indeksleri bulunmuştur. Yoğurt rengi bu nedenle orijinal bileşenlerin renk farkından etkilenmektedir.

Literatürde yer alan çalışmalardan Lorusso ve ark., (2018) tarafından yapılan çalışmaya sonuçları tez çalışmasında analize alınan kinoa unu katkıli probiyotik yoğurtların sonuçlarından, L^* değeri düşük, a^* değeri yüksek, b^* değeri düşük bulunmuştur. Alkobeisi ve ark., (2022) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları tez çalışmasında analize alınan kinoa unu katkıli probiyotik yoğurtların sonuçlarından, L^* ve b^* değerleri benzerlik göstermekte, a^* değeri yüksek çıkmıştır. Tez çalışmasına göre a^* değeri kırmızılığa yakın, b^* değerinin ise sarı renge yakın olduğu görülmüştür.

4.2.4. Su aktivitesi (a_w) sonuçları

Gıdaların raf ömrü boyunca hem mikrobiyal hem de fizikokimyasal stabiliteilerinin kontrolü için su aktivitesi (a_w) büyük önem taşımaktadır (Yap ve ark., 2019; Wei ve ark., 2019). a_w değeri, ürünün tekstür, aroma ve aromasının gelişimini, mikrobiyal büyümesini, ve ürünün karakteristik dokusunun gelişimini ve enzim aktivitelerini etkilemektedir. Bir gıda ürününde farklı kimyasal reaksiyonlar için suyun kullanılabilirliğini gösteren parametre olarak ve işleme koşullarında raf ömrünün tahmin edilebilmesi için önemli faktörlerden biri olarak ifade edilmektedir (Benbettaieba ve ark., 2019; Castro ve ark., 2019).

Havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkıli yoğurt örneklerinin fermantasyon öncesi farklı konstrasyonlardan oluşan yoğurt örneklerinin su aktivitesi (a_w) sonuçları Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4. 31. Havuç lifi, bezelye lifi, inülin, kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon öncesi su aktivitesi (a_w) sonuçları

Özellik	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları			
		HL	BL	İN	KU
Su aktivitesi (a_w)	K1	0.993±0.00 ^{Aa}	0.992±0.00 ^{Aa}	0.992±0.00 ^{Aa}	0.992±0.00 ^{Aa}
	K2	0.994±0.00 ^{Aa}	0.992±0.00 ^{Aab}	0.991±0.00 ^{Ab}	0.992±0.00 ^{Aab}
	%0.5	0.993±0.00 ^{Aa}	0.993±0.00 ^{Aa}	0.992±0.00 ^{Aa}	0.992±0.00 ^{Aa}
	%1.0	0.992±0.00 ^{Aa}	0.991±0.00 ^{Ab}	0.992±0.00 ^{Aa}	0.991±0.00 ^{Aa}
	%3.0	0.993±0.00 ^{Aa}	0.992±0.00 ^{Aa}	0.990±0.00 ^{Ab}	0.992±0.00 ^{Aa}
	%5.0	NT	0.992±0.00 ^{Aa}	0.991±0.00 ^{Ab}	0.992±0.00 ^{Aa}

*: ortalama ± standard sapma, n=4

^A: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

^{a-b}: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

*NT: Test edilmedi.

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Bölüm 3.2.5'te anlatılan şekilde tüm örneklerin fermantasyon öncesi a_w değerleri takip edilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, havuç lifi, bezelye lifi, inülin ve kinoa unu ilaveli yoğurt örneklerinin a_w değerleri birbirine yakın sonuçlarda olduğu ve istatistiki olarak farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Havuç lifinin konsantrasyonları arasında farkın önemli olmadığı, bezelye lifinin konsantrasyonları arasında farkın önemli olmadığı, inülinin konsantrasyonları arasındaki farkın önemli olmadığı, kinoa ununun konsantrasyonları arasında farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Havuç lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası farklı konsantrasyonlardan oluşan 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerindeki su aktivitesi (a_w) sonuçları Çizelge 4.32'de verilmiştir.

Çizelge 4. 32. Havuç lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası su aktivitesi (a_w) sonuçları

Özellik	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları				
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0
Su aktivitesi (a_w)	1	0.974±0.00 ^{CDa}	0.972±0.00 ^{CDab}	0.972±0.00 ^{Aab}	0.971±0.00 ^{Ab}	0.970±0.00 ^{Ac}
	7	0.974±0.00 ^{BCa}	0.973±0.00 ^{BCab}	0.971±0.00 ^{Bb}	0.970±0.00 ^{Bbc}	0.969±0.00 ^{Bc}
	10	0.972±0.00 ^{ABab}	0.974±0.00 ^{ABa}	0.971±0.00 ^{Bbc}	0.971±0.00 ^{Abc}	0.970±0.00 ^{Ac}
	14	0.974±0.00 ^{Aab}	0.975±0.00 ^{Aa}	0.970±0.00 ^{BCbc}	0.970±0.00 ^{Bbc}	0.969±0.00 ^{Bc}
	21	0.974±0.00 ^{Aab}	0.975±0.00 ^{Aa}	0.972±0.00 ^{Ab}	0.971±0.00 ^{Abc}	0.970±0.00 ^{Ac}
	28	0.973±0.00 ^{ABab}	0.974±0.00 ^{ABa}	0.971±0.00 ^{Bb}	0.970±0.00 ^{Bbc}	0.969±0.00 ^{Bc}
	35	0.974±0.00 ^{BCa}	0.973±0.00 ^{BCab}	0.971±0.00 ^{Bb}	0.970±0.00 ^{Bbc}	0.969±0.00 ^{Bc}
	42	0.972±0.00 ^{CDa}	0.972±0.00 ^{CDa}	0.970±0.00 ^{BCb}	0.971±0.00 ^{Aab}	0.970±0.00 ^{Ab}
	50	0.971±0.00 ^{Da}	0.971±0.00 ^{Da}	0.969±0.00 ^{Cb}	0.968±0.00 ^{Cbc}	0.967±0.00 ^{Cc}

*: ortalama ± standart sapma, n=4

A-D: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

a-c: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurtların a_w değerlerine ait sonuçlar hem depolama süresi boyunca hem de konsantrasyonlar arası incelenmiştir. Kontrol gruplarının (K1 ve K2) a_w değeri 0.971±0.00 ile 0.975±0.00 değerleri arasında değişmektedir. %0.5, %1.0 ve %3.0 havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde a_w değeri ise 0.967±0.00 ve 0.971±0.00 değerleri arasında değişmektedir. Konsantrasyon oranı arttıkça a_w değerlerinde düşme meydana geldiği görülmektedir. En düşük a_w değeri %3.0 havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde tespit edilmiştir. Yapılan istatikselsel analizlere hem kontrol gruplarında hem de havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde konsantrasyonlar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolama süresi boyunca hem kontrol gruplarında hem de diğer oranlarda a_w değerlerinde düşme olduğu tespit edilmiştir. En küçük a_w değeri 50. gün olarak görülmektedir. Yapılan istatikselsel analizlere göre hem kontrol gruplarında hem de havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde a_w değerleri üzerine depolama süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Yapılan literatür taramasında havuç lifi katkılı probiyotik yoğurt ile ilgili çalışmalara rastlanamamış olup, sonuçlar sade ve meyveli yoğurt su aktivitelele ile karşılaştırılmıştır.

Gürlin, (2013), yaptığı çalışmada, geleneksel yoğurt tüketiminde çeşitliliğini arttırmak için farklı meyveler ve baharatlarla çeşnilendirilen yoğurtta 20 günlük depolama sürecinde (1., 10. ve 20. günlerde) duyuusal, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizlerini yapmıştır. Çeşitlilik için süzme yoğurda çilek, balkabağı, vişne, siyah havuç ve yaban mersini ilave etmiştir. Baharat olarak ise nane, kekik, susam yağı, keten tohumu yağı ve çörek otu yağı ilave etmiştir. Yapılan analizlere göre, su aktivitesi değeri en düşük vişneli 0.856 yoğurtta, en yüksek ise naneli 0.960 yoğurtta bulunduğunu belirtmiştir. Ortalama su aktivitesi değerlerini 1. gün 0.951, 10. gün 0.944 ve 20. gün 0.902 olarak bulmuştur.

Can, (2019), yaptığı çalışmada, az yağlı sütün farklı konsantrasyonlarda (%4, %8 ve %12) maviyemiş (*Vaccinium corymbosum L.*) meyvesi ilave ederek elde edilen süzme yoğurtların 1., 14. ve 28. günlerde duyuusal, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizlerini incelemeyi amaçlamıştır. Yapılan analizlere göre su aktivitesi değerleri en yüksek 0.978 ± 0.00 en düşük 0.967 ± 0.00 değerler arasında bulunmuştur.

Literatürde yer alan çalışmalardan Gürlin, (2013) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları tez çalışmasında analize alınan havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurtların sonuçlarından daha düşük çıkmıştır. Can, (2019) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları tez çalışmasında analize alınan havuç lifi ilaveli probiyotik yoğurtların sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Bezelye lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası farklı konsantrasyonlardan oluşan 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerindeki a_w sonuçları Çizelge 4.33'de verilmiştir.

Çizelge 4. 33. Bezelye lifi katkılı yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası su aktivitesi (a_w) sonuçları

Özellik	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
Su aktivitesi (a_w)	1	0.975±0.00 ^{Aa}	0.973±0.00 ^{Bb}	0.972±0.00 ^{ABbc}	0.971±0.00 ^{Ac}	0.968±0.00 ^{Ad}	0.965±0.00 ^{Ae}
	7	0.971±0.00 ^{CDab}	0.972±0.00 ^{BCa}	0.971±0.00 ^{Bab}	0.969±0.00 ^{Ba}	0.966±0.00 ^{BCc}	0.964±0.00 ^{ABd}
	10	0.975±0.00 ^{Aab}	0.976±0.00 ^{Aa}	0.973±0.00 ^{Ab}	0.970±0.00 ^{ABc}	0.967±0.00 ^{Bd}	0.965±0.00 ^{Ae}
	14	0.973±0.00 ^{BCa}	0.971±0.00 ^{Cb}	0.970±0.00 ^{BCbc}	0.970±0.00 ^{ABbc}	0.966±0.00 ^{BCd}	0.965±0.00 ^{Ae}
	21	0.973±0.00 ^{BCa}	0.973±0.00 ^{Ba}	0.969±0.00 ^{Cc}	0.971±0.00 ^{Ab}	0.966±0.00 ^{BCd}	0.964±0.00 ^{ABe}
	28	0.972±0.00 ^{Ca}	0.970±0.00 ^{Db}	0.968±0.01 ^{CDc}	0.968±0.00 ^{BCc}	0.965±0.00 ^{Cd}	0.964±0.00 ^{ABe}
	35	0.971±0.00 ^{CDa}	0.970±0.00 ^{Dab}	0.969±0.00 ^{Cb}	0.968±0.00 ^{BCbc}	0.965±0.00 ^{Cd}	0.963±0.00 ^{Be}
	42	0.974±0.00 ^{Ba}	0.971±0.00 ^{Cb}	0.967±0.00 ^{Dc}	0.966±0.00 ^{Cd}	0.964±0.00 ^{Def}	0.963±0.00 ^{Bf}
	50	0.972±0.00 ^{Ca}	0.970±0.00 ^{Db}	0.966±0.00 ^{Ec}	0.966±0.00 ^{Cc}	0.964±0.00 ^{Dd}	0.962±0.00 ^{Ce}

*: ortalama ± standart sapma, n=4

A-D: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

a-f: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurtların a_w değerlerine ait sonuçlar hem depolama süresi boyunca hem de konsantrasyonlar arası incelenmiştir. Kontrol gruplarının (K1 ve K2) a_w değeri 0.970±0.00 ile 0.975±0.00 değerleri arasında değişmektedir. %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde a_w değeri ise 0.962±0.00 ve 0.971±0.00 değerleri arasında değişmektedir. Konsantrasyon oranı arttıkça a_w değerlerinde düşme meydana geldiği görülmektedir. En düşük a_w değeri %5.0 bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere hem kontrol gruplarında hem de bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde konsantrasyonlar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolama süresi boyunca hem kontrol gruplarında hem de diğer oranlarda a_w değerlerinde düşme olduğu tespit edilmiştir. En küçük a_w değeri 50. gün sonuçlarında görülmektedir. Yapılan istatistiksel analizlere göre hem kontrol gruplarında hem de bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde a_w değerleri üzerine depolama süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Tokatlı, (2011), yaptığı çalışmada, farklı karışımlar kullanılarak (koyun ve/veya keçi sütü) 4 farklı kış yoğurdu üreterek, depolama boyunca (3., 30., 60. ve 90.) örneklere

mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyu analizler yapmayı amaçlamıştır. Bu çalışmaya göre su aktivitesi değerleri 0.94 ± 0.00 ile 0.98 ± 0.00 arasında değişmiştir. Depolama boyunca 3., 30. ve 60. günlerde su aktivitesi değerlerinin artış gösterdiğini, 90. gün a_w değerlerinin düştüğünü bildirmiştir.

Şimşek, (2022), yaptığı çalışmada, kuru soğan kabuğu ve ayva çekirdeği kullanarak atık ürünlere yeni kullanım alanı bulmayı amaçlamıştır. Probiyotik kültür olarak (*L. acidophilus* ve *B. bifidum*), soğan kabuğu suyu, dana kemik suyu ve liyofilize ıspanak tozu kullanmış ve yoğurt üretmiştir. 28 günlük depolama boyunca mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve tekstürel analizler yapmıştır. Yapılan çalışmaya göre, probiyotik yoğurt örneklerinin su aktivitesi değerlerini 0.959 ile 0.962 arasında bulmuştur. İstatistiksel analizlere göre, yoğurt örneklerinin depolama süresi boyunca su aktivitesi değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Literatürde yer alan çalışmalardan Tokatlı, (2011) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları tez çalışmasında analize alınan bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurtların sonuçlarından daha yüksek bulunmuştur. Şimşek, (2022) tarafından yapılan çalışmanın sonucu tez çalışmasında analize alınan bezelye lifi ilaveli probiyotik yoğurtların sonuçlarından düşük çıkmıştır.

İnülin katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası farklı konsantrasyonlardan oluşan 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerindeki a_w sonuçları Çizelge 4.34'te verilmiştir.

Çizelge 4. 34. İnülin katkılı yoğurt örneklerinin fermentasyon sonrası su aktivitesi (a_w) sonuçları

Özellik	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
Su aktivitesi (a_w)	1	0.974±0.00 ^{BCb}	0.975±0.00 ^{Ab}	0.975±0.00 ^{Aaab}	0.976±0.00 ^{Aa}	0.975±0.00 ^{Aa}	0.974±0.00 ^{ABab}
	7	0.972±0.00 ^{Db}	0.973±0.00 ^{Bab}	0.974±0.00 ^{BCa}	0.973±0.00 ^{Bab}	0.972±0.00 ^{Cb}	0.971±0.00 ^{Cc}
	10	0.972±0.00 ^{Dab}	0.973±0.00 ^{BCa}	0.973±0.00 ^{Ca}	0.973±0.00 ^{Ba}	0.971±0.00 ^{Db}	0.970±0.00 ^{Dc}
	14	0.973±0.00 ^{Cab}	0.974±0.00 ^{ABa}	0.972±0.00 ^{Db}	0.972±0.00 ^{Cb}	0.971±0.00 ^{Dc}	0.970±0.00 ^{Dd}
	21	0.974±0.00 ^{BCa}	0.972±0.00 ^{Cb}	0.972±0.00 ^{Db}	0.973±0.00 ^{Bab}	0.972±0.00 ^{Cb}	0.972±0.00 ^{Bb}
	28	0.972±0.00 ^{Dab}	0.973±0.00 ^{Bca}	0.973±0.00 ^{Ca}	0.972±0.00 ^{Cab}	0.971±0.00 ^{Dc}	0.972±0.00 ^{Bab}
	35	0.974±0.00 ^{BCa}	0.973±0.00 ^{Bab}	0.972±0.00 ^{Db}	0.972±0.00 ^{Cb}	0.973±0.00 ^{BCab}	0.972±0.00 ^{Bb}
	42	0.975±0.00 ^{Ba}	0.971±0.00 ^{Db}	0.970±0.00 ^{Ec}	0.970±0.00 ^{Dc}	0.970±0.00 ^{Ec}	0.971±0.00 ^{Cb}
	50	0.977±0.00 ^{Aa}	0.972±0.00 ^{Cb}	0.971±0.00 ^{Ebc}	0.970±0.00 ^{Dc}	0.970±0.00 ^{Ec}	0.969±0.00 ^{Ed}

*: ortalama ± standart sapma, n=4

A-E: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

a-d: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p<0.05$).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

İnülin ilaveli probiyotik yoğurtların a_w değerlerine ait sonuçlar hem depolama süresi boyunca hem de konsantrasyonlar arası incelenmiştir. Kontrol gruplarının (K1 ve K2) a_w değeri 0.971±0.00 ile 0.977±0.00 değerleri arasında değişmektedir. %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 inülin ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde a_w değeri ise 0.969±0.00 ve 0.976±0.00 değerleri arasında değişmektedir. Konsantrasyon oranı arttıkça a_w değerlerinde düşme meydana geldiği görülmektedir. En düşük a_w değeri %5.0 inülin ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere hem kontrol gruplarında hem de inülin ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde konsantrasyonlar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolama süresi boyunca hem kontrol gruplarında hem de diğer oranlarda a_w değerlerinde düşme olduğu tespit edilmiştir. En küçük a_w değerleri 50. gün olarak görülmektedir. Yapılan istatistiksel analizlere göre hem kontrol gruplarında hem de inülin ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde a_w değerleri üzerine depolama süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Kırpık, (2018), yaptığı çalışmada, süt homojenizasyonunda farklı seviyelerde ultrasonik dalga genliği %10, %30, %50 ve %70 kullanarak, işlem süresi 1 dakika ve 5 dakika olarak ayarlayarak ve sıcaklığı 55, 60 ve 65°C uygulanarak set tipi yoğurt numuneleri üretmiş

ve elde edilen yoğurt örneklerinin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duysal özellikleri üzerine çalışma yapmıştır. Yoğurt örneklerinin su aktivitesi değerleri 0.979 ile 0.986 arasında bulunmuştur.

Güneş, (2022), yaptığı çalışmada, %10 oranında brokoli ve ıspanak pürelerinin inek sütüne ilave edilerek probiyotik yoğurt üreterek, yoğurtların mikrobiyolojik, fizikokimyasal, duysal ve tekstürel özelliklerini incelemiştir. Yapılan analizlere göre su aktivitesi değerleri 0.985 ± 0.00 ile 0.995 ± 0.00 arasında bulunmuştur.

Literatürde yer alan çalışmalardan Kırpık, (2018) ve Güneş, (2022) tarafından yapılan çalışmaların su aktivitesi sonuçları tez çalışmasında analize alınan inülin katkıli probiyotik yoğurtların su aktivitesi sonuçlarından yüksek olarak bulunmuştur.

Kinoa unu katkıli yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası farklı konsantrasyonlardan oluşan 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerindeki a_w sonuçları Çizelge 4.35'te verilmiştir.

Çizelge 4. 35. Kinoa unu katkıli yoğurt örneklerinin fermantasyon sonrası su aktivitesi (a_w) sonuçları

Özellik	Gün	Prebiyotik konsantrasyonları					
		K1	K2	%0.5	%1.0	%3.0	%5.0
Su aktivitesi (a_w)	1	0.976 ± 0.00^{Ba}	0.975 ± 0.00^{Bb}	0.973 ± 0.00^{Bd}	0.974 ± 0.00^{Ac}	0.973 ± 0.00^{Ad}	0.974 ± 0.00^{Ac}
	7	0.975 ± 0.00^{Ca}	0.974 ± 0.00^{Cb}	0.974 ± 0.00^{Ab}	0.973 ± 0.00^{Bc}	0.973 ± 0.00^{Ac}	0.973 ± 0.00^{Bc}
	10	0.977 ± 0.00^{Ab}	0.978 ± 0.00^{Aa}	0.971 ± 0.00^{Dd}	0.972 ± 0.00^{Cc}	0.972 ± 0.00^{Bc}	0.972 ± 0.00^{Cc}
	14	0.973 ± 0.00^{Ea}	0.971 ± 0.00^{Eb}	0.971 ± 0.00^{Db}	0.971 ± 0.00^{Db}	0.970 ± 0.00^{Dc}	0.970 ± 0.00^{Dc}
	21	0.975 ± 0.00^{Ca}	0.973 ± 0.00^{Dc}	0.974 ± 0.00^{Ab}	0.973 ± 0.00^{Bc}	0.972 ± 0.00^{Bd}	0.973 ± 0.00^{Bc}
	28	0.974 ± 0.00^{Da}	0.974 ± 0.00^{Ca}	0.973 ± 0.00^{Bb}	0.972 ± 0.00^{Cc}	0.973 ± 0.00^{Ab}	0.972 ± 0.00^{Cc}
	35	0.975 ± 0.00^{Ca}	0.973 ± 0.00^{Db}	0.972 ± 0.00^{Cc}	0.971 ± 0.00^{Dd}	0.971 ± 0.00^{Cd}	0.970 ± 0.00^{De}
	42	0.974 ± 0.00^{Da}	0.972 ± 0.00^{DEb}	0.970 ± 0.00^{Ed}	0.970 ± 0.00^{Ed}	0.971 ± 0.00^{Cc}	0.968 ± 0.00^{Ee}
	50	0.975 ± 0.00^{Ca}	0.974 ± 0.00^{Cb}	0.972 ± 0.00^{Cc}	0.970 ± 0.00^{Ed}	0.969 ± 0.00^{Ee}	0.967 ± 0.00^{Ef}

*: ortalama standart $\pm$ sapma, n=4

A-F: Yoğurt örnekleri için aynı sütundaki büyük harfler depolama süreleri karşılaştırması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p < 0.05$).

a-f: Aynı satırdaki küçük harfler ise prebiyotik konsantrasyonları karşılaştırılması olup farklı harfler, örnekler arasında istatistiki olarak fark bulunduğunu göstermektedir ($p < 0.05$).

K1: Süt+ Yoğurt starter kültürü

K2: Süt+Yoğurt starter kültürü+probiyotik karışım

Kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurtların a_w değerlerine ait sonuçlar hem depolama süresi boyunca hem de konsantrasyonlar arası incelenmiştir. Kontrol gruplarının (K1 ve K2) a_w

değeri 0.971 ± 0.00 ile 0.978 ± 0.00 değerleri arasında değişmektedir. %0.5, %1.0, %3.0 ve %5.0 kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde a_w değeri ise 0.967 ± 0.00 ve 0.974 ± 0.00 değerleri arasında değişmektedir. Konsantrasyon oranı arttıkça a_w değerlerinde düşme meydana geldiği görülmektedir. En düşük a_w değeri %5.0 kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere hem kontrol gruplarında hem de kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde konsantrasyonlar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Depolama süresi boyunca kontrol gruplarında birbirine yakın a_w değerlerinde, diğer oranlarda a_w değerlerinde düşme olduğu tespit edilmiştir. En küçük a_w değerleri 50. gün olarak görülmektedir. Yapılan istatistiksel analizlere göre hem kontrol gruplarında hem de kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde a_w değerleri üzerine depolama süresinin etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Ayar ve ark., (2013), yaptığı çalışmada, yüksek diyet lifi değerine sahip bazı gıda atıklarının yoğurt ve dondurmada kullanılabilmesini araştırmışlardır. Elde edilen diyet lifi ilaveli yoğurt ve dondurma örneklerinde mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel analizler yapılmıştır. Yapılan analizlere göre su aktivitesi değeri 0.952 ile 0.974 arasında bulunmuştur.

Demirci ve ark., (2019), yaptığı çalışmada, sıcak ve soğuk domates tozları (%0.5, %1, %2) ilavesi ile zenginleştirmiş yoğurt örneklerinde, 21 günlük depolama süresi boyunca bazı fizikokimyasal özelliklerde ve bakteri canlılığında meydana gelen değişimler izlenerek değerlendirilmiştir. Yapılan analizlere göre yoğurt örneklerin su aktivitesi değerleri 0.953 ile 0.974 arasında bulunmuştur.

Literatürde yer alan çalışmalardan Ayar ve ark., (2013) ve Demirci ve ark., (2019) tarafından yapılan çalışmaların su aktivitesi sonuçları tez çalışmasında analize alınan kinoa unu katkılı probiyotik yoğurtların su aktivitesi sonuçlarından daha düşük değerlerde bulunmuştur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan tez çalışmasında farklı prebiyotikler ve farklı konsantrasyonlar kullanılarak üretimi gerçekleştirilen probiyotik yoğurtların etkinliği araştırılmıştır. Araştırmanın ilk aşamasında piyasadan temin edilen prebiyotik (havuç lifi, bezelye lifi, inülin ve kinoa unu) probiyotik ve süt kaynağının mikrobiyal profilinin tespiti yapılmıştır. Hammaddede yapılan mikrobiyal analizlere göre; laktik asit bakterisi yalnızca probiyotik kültürde bulunmuşken, havuç lifi, bezelye lifi, inülinde ve kinoa unu örneklerinden tespit edilememiştir. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı kinoa ununda mevcutken, havuç lifi, bezelye lifi, inülin probiyotik kültür ve sütte tespit edilememiştir. Küf ve maya kinoa ununda bulunmuş, diğer hammaddelerde küf ve maya tespit edilememiştir.

Tezin ikinci aşamasında, farklı konsantrasyonlarda farklı prebiyotik içeren yoğurt örneklerinden numune alınarak fermentasyon öncesi sayım sonuçları incelenmiştir. Sayım sonuçlarına göre fermentasyon öncesi yoğurt örneklerinde TMAB ve K&M tespit edilememiştir. Fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla pH, titrasyon asitliği, a_w ve renk analizi yapılmıştır. Bu analizlere göre pH değerleri; havuç lifi, bezelye lifi, inülin ve kinoa unu ilaveli yoğurt örneklerin kontrol gruplarına göre konsantrasyon yükseldikçe pH değerlerinde düşme olduğu görülmüştür. Titrasyon asitliği (% laktik asit) değerleri; havuç lifi, bezelye lifi ve kinoa unu ilaveli yoğurt örneklerinde kontrol grubuna göre konsantrasyon oranı arttıkça titrasyon asitliği değerlerinde artış olduğu, inülin katkılı yoğurt örnekleri kontrol grubu değerleri ile farklı konsantrasyonlardaki titrasyon asitliği değerlerinin benzer olduğu tespit edilmiştir. Renk analizi değerleri, havuç lifi katkılı yoğurt örneklerinin kontrol gruplarına göre konsantrasyon arttıkça L^* değerlerinde düşme olduğu, a^* ve b^* değerlerinde ise konsantrasyon arttıkça artma olduğu tespit edilmiştir. Bezelye lifi katkılı yoğurt örneklerinin kontrol gruplarına göre konsantrasyon arttıkça L^* ve a^* değerlerinde düşme olduğu, b^* değerlerinde ise artma olduğu tespit edilmiştir. İnülin katkılı yoğurt örneklerinin kontrol grupları L^* değerleri benzerlik göstermekte, konsantrasyon arttıkça a^* değerlerinde düşme olduğu, b^* değerlerinde ise artma olduğu tespit edilmiştir. Kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin kontrol grupları L^* değerleri benzerlik göstermekte, a^* değerleri konsantrasyon arttıkça a^* değerlerinde dalgalanmalar olduğu, b^* değerlerinde ise artma olduğu tespit edilmiştir. Su aktivitesi değerleri havuç lifi, bezelye lifi, inülin ve kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinde birbirine yakın değerlerde görülmektedir.

Tezin üçüncü ve son aşamasında; fermantasyon süresi tamamlanan yoğurtlardan örnek alınarak 1., 7., 10., 14., 21., 28., 35., 42. ve 50. günlerinde hem mikrobiyolojik hem de fizikokimyasal olarak incelenmiştir. Fermantasyon sonrası mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre prebiyotik katkılı probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince TMAB ve K&M tespit edilememiştir. LAB sayım sonuçlarına göre, havuç lifi katkılı probiyotik yoğurtlar örneklerinin konsantrasyonlar arası sayım sonuçlarının kontrol gruplarından daha yüksek olduğu ve 7. günden itibaren LAB sayısı sonuçlarında azalma olduğu tespit edilmiştir. Bezelye lifi katkılı probiyotik yoğurt örneklerinde konsantrasyonlar arası sayım sonuçlarının kontrol gruplarından daha yüksek değerlerde olduğu, 14. gün itibari ile LAB sayısı sonuçlarında azalma olduğu ve 50. gün kontrol gruplarında üreme olmadığı görülmüştür. İnülin katkılı probiyotik yoğurt örneklerinde LAB sayısı sonuçlarının kontrol gruplarından daha yüksek olduğu, 14. gün itibari ile LAB sayısının azalma eğiliminde olduğu ve 50. gün hiçbir konsantrasyonda üreme olmadığı tespit edilmiştir. Kinoa unu katkılı probiyotik yoğurt örneklerinde LAB sayısı sonuçlarının kontrol gruplarından yüksek olduğu, konsantrasyonlar arası sayım sonuçlarına göre 21. gün itibari ile LAB sayısının azalma eğiliminde olduğu ve 50. gün hiçbir konsantrasyonda LAB gelişimi olmadığı tespit edilmiştir. Fermantasyon sonrası fizikokimyasal analiz sonuçlarına göre prebiyotik katkılı probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince pH, titrasyon asitliği, renk analizi ve su aktivitesi sonuçları incelenmiştir. Fermantasyon sonrası pH değerleri fermantasyon öncesi pH değerlerine göre önemli derecede düşmüştür. Havuç lifi, bezelye lifi, inülin ve kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinde dalgalanmalar olmasına rağmen sonuçlar birbirine yakın değerlerde bulunmuştur. Hem prebiyotik konsantrasyon oranı arttıkça hem de depolama süresi uzadıkça pH değerlerinde düşme olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyon sonrası titrasyon asitliği sonuçlarında fermantasyon öncesi sonuçlara göre tüm örneklerde artma olduğu tespit edilmiştir. Havuç lifi, bezelye lifi, inülin ve kinoa unu katkılı yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinde dalgalanmalar olmasında rağmen sonuçlar birbirine yakın değerlerde bulunmuştur. Hem prebiyotik konsantrasyon oranı arttıkça hem de depolama süresi uzadıkça titrasyon asitliği değerlerinde artma olduğu tespit edilmiştir. Renk analizi sonuçlarına göre; havuç lifi katkılı yoğurt örneklerinde fermantasyon öncesine göre fermantasyon sonrası L* değerlerinde (parlaklık) azalma, a* değerlerinde (pozitif, kırmızılık) artma ve b* (pozitif, sarılık) değerlerinde 21. günden itibaren azalma olduğu

tespit edilmiştir. Bunun nedeninin havuç lifinde bulunan karotenoid pigmentinden olduğu düşünülmektedir. Bezelye lifi katkılı yoğurtlar örneklerinde fermantasyon öncesine göre fermantasyon sonrası L^* değerlerinde (parlaklık) azalma, a^* değerlerinde (negatif, yeşillik) azalma ve b^* değerlerinde (pozitif, sarılık) ise artma olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeninin ise bezelye lifinde bulunan klorofil pigmentinden olduğu düşünülmektedir. İnülin katkılı yoğurtlar örneklerinde fermantasyon öncesine göre fermantasyon sonrası L^* değerlerinde (parlaklık) azalma, a^* değerlerinde (negatif, yeşillik) azalma ve b^* değerlerinde (pozitif, sarılık) ise artma olduğu tespit edilmiştir. Kinoa unu katkılı yoğurtlar örneklerinde fermantasyon öncesine göre fermantasyon sonrası L^* değerlerinde (parlaklık) azalma, a^* değerlerinde (negatif, kırmızılık yönünde) artma ve b^* değerlerinde (pozitif, sarılık) ise artma olduğu tespit edilmiştir. Kinoa unundaki a^* değerlerindeki kırmızılık yönünde artış olmasının nedeninin betasiyonin pigmentinden, b^* değerlerindeki sarılık yönündeki artışın ise betaksantin pigmentinden olduğu düşünülmektedir. Su aktivitesi değerleri tüm prebiyotik katkılı probiyotik yoğurt örneklerinde birbirine yakın değerlerde çıkmıştır. Elde edilen sonuçlara göre prebiyotik katkılı probiyotik yoğurt üretiminde fermantasyon öncesine göre havuç lifi, bezelye lifi, inülin ve kinoa unu ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde hem depolama boyunca hem de konantrasyon oranı arttıkça su aktivitesi değerlerinde azalma olduğu görülmektedir.

Bu çalışmaya göre prebiyotiklerin probiyotik yoğurt yapımında ne tür etkileri olduğu, hangi konstrasyon ve hangi günlerde daha verimli sonuçlar alındığı yorumlanabilir. Bu sonuçlara göre; LAB sayısının kontrol gruplarına göre yüksek çıktığı, prebiyotik ilavesinin LAB sayısında artışa sebep olduğu tespit edilmiştir. pH sonuçları fermantasyon öncesi sonuçlarına göre önemli derecede düşmüştür. Titrasyon asitliği fermantasyon öncesi sonuçlara göre tüm örneklerde artma meydana geldiği tespit edilmiştir. pH değerinin düşmesi ve titrasyon asitliğinin yükselmesinin nedeni prebiyotiklerin etki mekanizmalarından ve laktik asit bakterilerinin aktivitesinden kaynaklanıyor şeklinde değerlendirilebilir. İncelenen parametrelere göre bu prebiyotiklerin tek başlarına kullanımlarından daha yararlı ve etkili olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Bu tez çalışmasına göre, probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan prebiyotikler (havuç lifi, bezelye lifi, inülin ve kinoa unu) ve bunların farklı konsantrasyonlarda kullanımının hem mikrobiyolojik hem de fizikokimyasal olarak yoğurt örneklerinde pozitif etki ettiği ve 50 günlük raf ömrü süresine yararlı etkisinin olduğu sonucunu ortaya koymuştur.

Bu tez çalışması sonuçlarına göre; inülin ile yapılan probiyotik yoğurt denemeleri daha başarılı sonuçlar vermiş olsa da, yaptığımız tez çalışmasında inüline alternatif olarak kullanılabilen gıda kaynaklı bir diyet lifi bulmayı amaçladık. Buna göre havuç lifi, bezelye lifi ve kinoa unu katkılı yoğurt örnekleri arasından bezelye lifi katkılı yoğurt örneklerinin inülin ilaveli yoğurt örneklerine yakın sonuçlarda olduğu tespit edilmiştir. Normal şartlarda üretilen yoğurtlara göre prebiyotik ilaveli yoğurt örneklerinin depolama süresi üzerine de pozitif etki ettiği ve maksimum depolama süresinin 21 günden 42 güne kadar çıktığı tespit edilmiştir.

Son yıllarda özellikle yeterli ve dengeli beslenmenin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Fonksiyonel gıdalar olarak bilinen fermente gıdalar, sağlığa birçok faydasının olması nedeniyle çok eski zamanlardan beri bilinmektedir. Özellikle günümüzde teknolojinin de ilerlemesi ile fonksiyonel gıdaların önemi küresel olarak artmaya başlamıştır. Fermente süt ürünleri özellikle insan vücudu üzerinde birçok fizyolojik etkiye sahiptir. Laktik asit bakterilerinin yararlı özellikleri, gastrointestinal sistemin ve bağışıklık sisteminin işleyişini uyarmakta ve sağlığa büyük bir katkı sağlamaktadır. Bu çalışma ile farklı prebiyotik kaynakları ile zenginleştirilmiş yeni fonksiyonel yoğurt üretimi sağlanmıştır.

Gıda sanayinde diyet lif kullanım alanları arttırılarak, yeni hammadde kaynakları olarak gıda endüstrisine kazandırılabilir. Fermente süt ürünleri kullanım alanlarına ek olarak fonksiyonel nitelikte olabilecek prebiyotik ilaveli probiyotik yoğurtların immün sistemi ve gastrointestinal sistemi güçlendirici etkisi ile takviye edici gıda olarak gıda endüstrisinde kullanılabilir. Benzer çalışmalar yapılarak prebiyotik ilaveli probiyotik yoğurtların tat ve görünüş özellikleri geliştirilerek ürün yelpazesine hem yeni ürünlerin elde edilmesi sağlanabilir hem de bu tip ürünlerin artması sağlanarak, ürünün tüketiciye ulaşması kolaylaştırılabilir. Bu çalışma gıda endüstrisine aktarılmadan önce tüketiciyi etkileyen ve önemli bir parametre olan duyuşal değerlendirme testleri yapılarak hem mikrobiyolojik hem de fizikokimyasal test kombinasyonları ile optimize edilebilir.

6. KAYNAKLAR

- Abidi, I., Hirich, A., Bazile, D., Mahyou, H., Gaboun, F., Alaoui, S.B., 2022. Using Agronomic Parameters to Rate Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Cultivars Response to Saline Irrigation under Field Conditions in Eastern Morocco. *Environ. Sci. Proc.*, 16, 67.
- Ahmed, W., and Rashid, S., 2019. Functional and therapeutic potential of inulin: A comprehensive review, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 59(1), 1-13.
- Akça, S.S., 2020. Probiyotik Yoğurtların Kalite Özellikleri Üzerine Spirulina Platensis'in Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Hayvansal Ürünler Hijyen Ve Teknolojisi (Disiplinlerarası) Anabilim Dalı, Burdur.
- Akgün, A., ve Yazıcı, F., Güleç H.A., 2017. The combined effect of probiotic cultures and incubation final pH on the quality of buffalo milk yogurt during cold storage. *Food Sci. Nutr.*, 6(2),492-502.
- Akman, E., 2009. Bazı Laktik Asit Bakterilerinin Probiyotik Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akram, W., Garud, N., and Joshi, R., 2019. Role of inulin as prebiotics on inflammatory bowel disease. *Drug Discov. Ther.*, 13, 1-8.
- Alkobeisi, F., Varidi, M.J., Varidi, M., Nooshkam, M., 2022. Quinoa flour as a skim milk powder replacer in concentrated yogurts: Effect on their physicochemical, technological, and sensory properties. *Food Sci. Nutr.* 10(4), 1113-1125.
- Al-Manhel, A.J., Niamah, A.K., 2017. Mannan extract from *Saccharomyces cerevisiae* used as prebiotic in bioyogurt production from buffalo milk. *Int. Food Res. J.*, 24(5), 2259-2264.
- Al-Sheraji, S.H., İsmail, A., Manap, M.Y., Mustafa, S., Yusof, R.M., Hassan, F.A., 2013. Prebiotics as functional foods: A review. *J. Funct. Foods*, 5(4), 1542-1553.
- Amiryousefi, M., Tadayon, M.R., Ebrahimi, R., 2021. Energy and exergy efficiencies assessment for two Quinoa cultivars productions, *Energy Reports*, 7, 2324-2331.
- Angeli, V., Miguel-Silva, P., Crispim-Massuela, D., Khan, M.W., Hamar, A., Khajehei, F., Graeff-Hönniger, S., Piatti, C., 2020. Quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.): An Overview of the Potentials of the “Golden Grain” and Socio-Economic and Environmental Aspects of Its Cultivation and Marketization. *Foods*, 9, 216.

- Angmo, K., Kumari, A., Savitri, Bhalla T.C., 2016. Probiotic characterization of lactic acid bacteria isolated from fermented foods and beverage of Ladakh. LWT - J. Food Sci. Technol., 66, 428-435.
- Anonim, Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütler Tebliği, 2001. T.C Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, 14.02.2000 tarih ve 23964 No'lu Resmi Gazete, Tebliğ No:2000-6.
- Anonim, 2008. Milli Eğitim Bakanlığı, MEGEP (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi), Gıda Teknolojisi, Yoğurt Ankara. <http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/gida/moduller/yogurt.pdf> Erişim Tarihi:02.04.2022
- Anonim, 2016. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No:2009/25)<http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=9.5.12872&sourceXmlSearch=fermente&MevzuatIliski=0> Erişim Tarihi:02.04.2022.
- Anonim, 2017a. European Union Register of Feed Additives pursuant to Regulation (EC) No 1831/2003. Ed. 250. Appendixes 3e, 4.
- Anonim, 2017b. World Gastroenterology Organisation. Global guidelines probiotics and prebiotics.
- Anonim, 2022. Katkı Deposu. <https://www.katkideposu.com/urun/bezelye-lifi> Erişim tarihi: 01.07.2022.
- Apolinario, A.C., De Lima Damasceno, B.P.G., De Macedo Beltrao, N.E., Pessoa, A., Converti, A., ve Da Silva, J. A., 2014. Inulin-type fructans: A review on different aspects of biochemical and pharmaceutical technology. Carbohydrate Polymers, 101, 368-378.
- Arora, T., Singh, S., Sharma, R.K., 2013. Probiotics: interaction with gut microbiome and antiobesity potential. Nutr., 29(4),591-6.
- Avkan, F., 2019. Bezelye Unu İlavesinin Probiyotik Yoğurtların Fizikokimyasal ve Tekstürel Özellikleri Üzerine Etkisi. Uluslararası Gıda, Tarım Ve Hayvancılık Kongresi. Gaziantep, 40.
- Ayar, A., Demirkol O., Öztürk-Yılmaz, S., Öztürk S.; Coşansu-Akdemir S., Özden-Korkmaz, E., Gümüşay Ö., Duman, H., Haskaraca G., Kulaksız Z.E., Çantık İ., Ergene E., Sıçramaz, H., 2013. Diyet Lif Değeri Yüksek Bazı Gıda Sanayi Artıklarının Yoğurt ve Dondurmada Kullanılabilirliği ve Bu Ürünlerin Kalitesi Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Proje No: 111O195.
- Azizi, S., Azizi, M.H., Moogouei, R., Rajaei, P., 2019. The effect of Quinoa flour and enzymes on the quality of gluten-free bread. Food Sci. Nutr., 8, 2373-2382.

- Balthazar, C.F., Junior, C.C., Moraes, J., Costa, M.P., Raices, R.S.L., Franco, R.M. and Silva, A.C.O., 2016. Physicochemical evaluation of sheep milk yogurts containing different levels of inulin. *J. Dairy Sci.*, 99(6), 4160-4168.
- Balthazar, C.F., Pimentel, T.C., Ferrao, L.L., Almada, C.N., Santillo, A., Albenzio, M., Mollakhalili, N., Mortazavian, A.M., Nascimento, J.S., Silva, M.C., Fretas, M.Q., Sant'Ana, A.S., Granato, D., ve Cruz, A.G., 2017a. Sheep milk: Physicochemical characteristics and relevance for functional food development. *Comprehensive Reviews in Food Sci. and Food Safety*, 16, 247-262.
- Balthazar, C.F., Silva, H.L.A., Vieira, A.H., Neto, R.P.C., Cappato, L.P., Coimbra, P.T., Moraes, J., Andrade, M.M., Calado, V.M.A., Granato, D., Freitas, M.Q., Tavares, M.I.B., Raices, R.S.L., Silva, M.C., and Cruz, A.G., 2017b. Assessing the effects of different prebiotic dietary oligosaccharides in sheep milk ice cream. *Food Res. Int.*, 91, 38-46.
- Balthazar, C.F., Silva, H.L.A., Esmerino, E.A., Rocha, R.S., Moraes, J., Carmo, M.A.V., Azevedo, L., Camps, I., Abud, Y., Sant'Anna, C., Franco, R.M., Freitas, M.Q., Silva, M.C., Raices, R.S.L., Escher, G.B., Granato, D., Senaka-Ranadheera, C., Nazarro, F., Cruz, A.G., 2018. The addition of inulin and *Lactobacillus casei* 01 in sheep milk ice cream. *Food Chem.*, 246, 464-472.
- Basznianin, B., Augustynska-Prejsnar, A., and Sokolowicz, Z., 2021. The Effect of Inulin Addition on the Quality of Low-Fat Poultry Sausages. *Postepy Techniki Przetworstwa Spozywczego*, 2, 5-10.
- Başpınar, B., ve GÜltaş, M., 2021. Traditional plain yogurt: a therapeutic food for metabolic syndrome. *Critical Reviews in Food Sci. and Nutr.*, 61(18), 3129-3143.
- Bazile, D., Bertero, D., and Nieto, C., 2015. State Of The Art Report On Quinoa Around The World In 2013. Roma (Italy) : FAO, 589.
- Behare, P., Lule, V.K., Patil, P., 2015. Yogurt: Dietary Importance. *Encyclopedia of Food and Health fermented milks. J.Dairy Tech.*, 47, 58-60.
- Behera, S.S., and Panda, S.K., 2020. Ethnic and industrial probiotic foods and beverages: efficacy and acceptance. *Current Opinion in Food Sci.*, 32, 29-36.
- Behrad, S., Yusof, M., Goh, K., Baba, A., 2009. 'Manipulation of Probiotics Fermentation of Yogurt by Cinnamon and Licorice: Effects on Yogurt Formation and Inhibition of *Helicobacter Pylori* Growth in vitro'. *World Academy of Science, Engineering and Technology, Open Science Index* 36, *Int. J. Food Eng.*, 3(12), 563-567.
- Belorkar, S.A., and Gupta, A.K., 2016. Oligosaccharides: A boon from nature's desk. *AMB Express*, 6(1), 82.

- Benbettaieba, N., O'Connell, C., Viaux, A., Bou-Maroun, E., Seuvre, A., Brachais, C.H., Debeaufort, F., 2019. Sorption kinetic of aroma compounds by edible bio-based films from marine-by product macromolecules: Effect of relative humidity conditions. *Food Chem.*, 298, 125064.
- Berger, B., Porta, N., Foata, F., Grathwohl, D., Delley, M., Moine, D., Charpagne, A., Siegwald, L., Descombes, P., Alliet, P., Puccio, G., Steenhout, P., Mercenier, A., Sprenger, N., 2020. Linking Human Milk Oligosaccharides, Infant Fecal Community Types, and Later Risk To Require Antibiotics. *mBio.*, 11(2), e03196-19.
- Bermudez-Brito, M., Plaza-Diaz, J., Munoz-Quezada, S., Gomez-Llorente, C., Gil, A., 2012. Probiotic mechanisms of action. *Ann. Nutr. Metab.*, 61(2), 160-174.
- Bindels, L.B., Delzenne, N.M., Cani, P.D., and Walter, J., 2015. Towards a more comprehensive concept for prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 12(5), 303-310.
- Binns, N., 2013. Probiotics, prebiotics and the gut microbiota: ILSI Europe.
- Blaak, E.E., Canfora, E.E., Theis, S., Frost, G., Groen, A.K., Mithieux, G., Nauta, A., Scott, K., Stahl, B., Van-Harselaar, J., Van-Tol, R., Vaughan, E.E., Verbeke, K., 2020. Short chain fatty acids in human gut and metabolic health. *Benef Microbes.*, 11(5), 411-455.
- Borchers, A.T., Selmi, C., Meyers, F.J., Keen, C.L., Gershwin, M.E., 2009. Probiotics and immunity. *J. gastroenterology*, 44(1), 26-46.
- Boyapati, T., 2019. Preparation and Sensory Evaluation of Quinoa based Dairy Beverage. *J. Food Sci. and Nutr. Res.*, 2 (2), 146-150.
- Brito, L.D., Chantelle, L., Magnani, M., ve Cordeiro, A.M., 2022. Nutritional, therapeutic, and technological perspectives of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): A review. *J. Food Process. Preserv.*, 46, e16601.
- Butel, M.J., 2014. Probiotics, gut microbiota and health. *WilliamsNT. Probiotics. Med. Mal. Infect.*, 44 (1), 1-8.
- Can, B., 2019. Maviyemiş (*Vaccinium Corymbosum* L.) meyvesi kullanılarak üretilen süzme yoğurtların bazı kalite parametreleri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Carlson, J.L., Erickson, J.M., Hess, J.M., Gould, T.J., and Slavin, J.L., 2017. Prebiotic Dietary Fiber and Gut Health: Comparing the in Vitro Fermentations of Beta-Glucan, Inulin and Xylooligosaccharide. *Nutrients*, 9(12), 1361.

- Cassani, L., Gomez-Zavaglia, A., Simal-Gandara, J., 2020. Technological strategies ensuring the safe arrival of beneficial microorganisms to the gut: From food processing and storage to their passage through the gastrointestinal tract. *Food Res. Int.*, 129, 108852.
- Casarotti, S.N., Carneiro, B.M., Penna, A.L.B., 2014. Evaluation of the effect of supplementing fermented milk with quinoa flour on probiotic activity. *J.Dairy Sci.*, 97(10), 6027-6035.
- Castro, A.M., Mayorga, E.Y., Moreno, F.L., 2019. Mathematical modelling of convective drying of feijoa (*Acca sellowiana* Berg) slices. *J. Food Eng.*, 252, 44-52.
- Cemeroğlu, B., 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları, Biltav Yayınları, Ankara.
- Chapot-Chartier, M.P., 2014. Interactions of the cell-wall glycopolymers of lactic acid bacteria with their bacteriophages. *Front Microbiol.*, 5, 236.
- Chawanda, E.T., Manhokwe S., Jombo Z. T., Mugadza T. D., Njini M., Manjeru P., 2022. Optimisation of Malting Parameters for Quinoa and Barley: Application of Response Surface Methodology, *J. Food Qua.*, 12.
- Che, L., Chen, H., Yu, B., He, J., Zheng, P., Mao, X., Yu, J., Huang, Z., Chen, D., 2014. Long-Term Intake of Pea Fiber Affects Colonic Barrier Function, Bacterial and Transcriptional Profile in Pig Model. *Nutr. Cancer*, 66, 388-399.
- Chedel, M., 2000. Quinoa (Quinoa) plants near Cachora, Apurimac, Peru. Altitude:3800m. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Quinoa.JPG> Erişim tarihi: 25.06.2022.
- Cheng, T., Liu, C., Hu, Z., Wang, Z., Guo, Z., 2022. Effects of Irradiation on Structure and Functional Properties of Pea Fiber, 11, 1433.
- Chudy, S., Bilska, A., Kowalski, R., Teichert, J., 2020. Colour of milk and their products in CIE L* a* b* space. *Medycyna Weterynaryjna*, 76(2), 77-81.
- Chugh, B., and Kamal-Eldin A., 2020. Bioactive compounds produced by probiotics in food products. *Curr. Opin. Food Sci.*, 32, 76-82.
- Collado, M.C., Meriluoto, J., Salminen, S., 2007. Interactions between pathogens and lactic acid bacteria: Aggregation and coaggregation abilities. *Eur. J. Food Res. Technol.*, 226, 1065-1073.
- Cooper, R., 2015. Re-discovering ancient wheat varieties as functional foods. *J. Tradit Complement Med.*, 5, 138-143.
- Corliss, A.O.B., Pak, D., Crandall, P.G., Lee, S.O., Ricke, S.C., 2013. The role of prebiotics and probiotics in human health O'Bryan et al., *J.Prob. Health*, 1-2.

- Cotesa, B., Ramerta, B., Nilsson, U., 2018. A first approach to pest management strategies using trap crops in organic carrot fields. *Crop Protection* 112 141-148.
- Crittenden, R., and Playne, M.J., 2009. Prebiotics. In *Handbook of Probiotics and Prebiotics*; Lee, Y.K., Salminen, S., Eds.; John Wiley & Sons Inc.: Hoboken, NJ, USA, 535-561.
- Cu, S.T., March, T.J., Stewart, S., Degner, S., Coventry, S., Box, A., Stewart, D., Skadhauge, B., Burton, R.A., Fincher, G.B., Eglinton J., 2016. Genetic analysis of grain and malt quality in an elite barley population. *Mol. Breeding*, 36, 129.
- Curti, C.A., Vidal, P.M., Curti, R.N., Ramon, A.N., 2017. Chemical characterization, texture and consumer acceptability of yogurts supplemented with quinoa flour. *Food Sci. Technol., Campinas*, 37(4), 627-631.
- Cutrim, C.S., De Barros, R.F., Da Costa, M.P., Franco, R.M., Conte-Junior, C.A., and Cortez, M. A. S., 2016. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 during manufacture and storage of traditional and low lactose yogurt. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 70, 178-184.
- Çakıroğlu, P., 2003. Yoğurdun Besleyici ve Sağlığı Koruyucu Etkisi, *GIDA*, 28(1), 101-104.
- D'Aimmo, M.R., Modesto, M., Biavati, B., 2007. Antibiotic resistance of Lactic acid bacteria and *Bifidobacterium* spp. Isolated from dairy and pharmaceutical products. *Int. J. Food Microbiol.*, 115(1), 35-42.
- Da Silva, B.V., Barreira, J.C.M., Oliveira, B.P.P., 2016. Natural phytochemicals and probiotics as bioactive ingredients for functional foods: Extraction, biochemistry and protected-delivery technologies. *Trends in Food Sci. & Techn.*, 50, 144–158.
- Dabija, A., Codina, G.G., Sidor, A.M., 2017. Effect Of Different Fibre Types Addition On The Yogurts Quality. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*, 17, 655-663.
- Dağ, O.R.Ş., ve Özkan, G.M.A., 2019. Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) üzerine bir derleme, *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 43(3), 309-333.
- Dahll, W.J., Foster, L.M., Tyler, R.T., 2012. Review of the health benefits of peas (*Pisum sativum* L.). *Br. J. Nutr.*, 108(1), 3-10.
- Dakhili, S., Abdolalizadeh, L., Hosseini, S.M., Shojaee-Aliabadi, S., and Mirmoghadaie, L., 2019. Quinoa protein: Composition, structure, and functional properties. *Food Chem.*, 299, 125-161.

- Daliri, E.B.M., and Lee, B.H., 2015. New perspectives on probiotics in health and disease. *Food Sci. and Human Wellness*, 4(2),56-65.
- Damian, C., and Olteanu A., 2014. Influence of dietary fiber from pea on some quality characteristics of yoghurts *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies* 2014, 20(2), 156-160.
- Davani-Davari, D., Negahdaripour, M., Karimzadeh, I., Seifan, M., Mohkam, M., Masoumi, S.J., Berenjian, A., Ghasemi, Y., 2019. Prebiotics: Definition, types, sources, mechanisms, and clinical applications. *Foods*, 8, 92.
- De Carvalho, N.M., Costa, E.M., Silva, S., Pimentel, L., Fernandes, T.H., Pintado, M.E., 2018. Fermented foods and beverages in human diet and their influence on gut microbiota and health. *Fermentation*, 4(4), 90.
- Demir, E., Başıyigit-Kılıç, G., Özbalcı, D., 2019. Biosafety Assessment of Probiotics “Probiotics” *Turkish Journal of Agriculture - Food Sci. and Techn.*, 7(4), 639-645, 2
- 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.
- Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H. ve Patil, R.T., 2012. Dietary fibre in foods: a review. *J. Food Sci. Technol.*, 49, 255-66.
- Ebsim, S., 2013. Establishing the nutritional value of field pea as affected by feed processing and pea cultivar for poultry. (Thesis doctoral), Department of Animal and Poultry Science University of Saskatchewan Saskatoon, SK, Canada.
- Elaltunkara, Z., 2018. Nar Çekirdeği ve Nar Kabuğu Tozunun Probiyotik Yoğurt Üretiminde Prebiyotik Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Harran Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- El-Fattah, A.A., Sakr S., El-Dieb, S., and Elkashef. H., 2018. Developing functional yogurt rich in bioactive peptides and gammaaminobutyric acid related to cardiovascular health. *Lebensm. Wiss.Technol.*, 98:390–397.
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., and Attia, H., 2011. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chem.*, 124(2), 411-421 .
- El-Sohaimy, S.A, Shehata, M.G, Taha, M., and Zeitoun M.A., 2019. Nutritional, Physicochemical, and Sensorial Evaluation of Flat Bread Supplemented with Quinoa Flour. *Int. J. Food Sci.*, 15, 1-15.

- Erem, F., Küçükçetin, A., Certel, M., 2013. *Bacillus* Türlerinin Probiyotik Olarak Değerlendirilmesi. *Gıda*, 38 (4), 247-254.
- Escribano, J., Cabanes, J., Jimenez-Atienzar, M., Ibanez-Tremolada, M., Gomez-Pando, L.R., Garcia-Carmona, F., and Gandia-Herrero, F., 2017. Characterization of betalains, saponins and antioxidant power in differently colored quinoa (*Chenopodium quinoa*) varieties. *Food Chem.*, 234, 285-294.
- Ewaschuk, J.B., and Dieleman, L.A., 2006. Probiotics and prebiotics in chronic inflammatory bowel diseases. *World J. Gastroenterol.*, 12, 5941-5950.
- Fan, L., and Cliff, M., 2017. Chapter 12 - Carrot juice yogurts: Composition, microbiology, and sensory acceptance. In N. P. Shah (Ed.), *Yogurt in health and disease prevention*, 221-235.
- Fardet, A., 2010. New hypotheses for the health-protective mechanisms of whole-grain cereals: what is beyond fibre" *Nutr. Res. Rev.*, 23, 65-134.
- Farinazzi-Machado, F.M.V., Barbalho, S.M., Oshiiwa, M., Goulart, R., and Pessan-Junior, O., 2012. Use of cereal bars with quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) to reduce risk factors related to cardiovascular diseases. *Cienc Technol Aliment Campinas*, 32, 239-244.
- FDA-BAM online, 2001a. Aerobic Plate Count. In FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 3, <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm063346.htm>
- FDA-BAM online, 2001b. Yeasts, Molds and Mycotoxins. In "FDA 39; s Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 18, Methods/ucm071435.htm.
- Filho, A.M.M., Pirozi, M.R., Borges, J.T.D.S., Pinheiro-Sant'Ana, H.M., Chaves, J.B.P., Coimbra, J.S.D.R., 2017. Quinoa: Nutritional, functional, and antinutritional aspects. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 57, 1618-1630.
- Fijan, S., 2014. Microorganisms with claimed probiotic properties: An overview of recent literature. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 11:4745-4767
- Fiore, W., Arioli, S., Guglielmetti, S., 2020. The Neglected Microbial Components of Commercial Probiotic Formulations. *Microorganisms*, 8, 1177.
- Fisberg, M., and Machado, R., 2015. History Of Yogurt and Current Patterns Of Consumption. *Nutr. Rev.*, 73(1), 4-7.
- Ford, A.L., Nagulesapillai, V., Piano, A., Auger, J., Girard, S.A., Christman, M., Tompkins, T.A., Dahl, W.J., 2020. Microbiota Stability and Gastrointestinal Tolerance in Response to a High-Protein Diet with and without a Prebiotic, Probiotic, and Synbiotic: A Randomized, Double-

- Blind, Placebo-Controlled Trial in Older Women. *J. Acad. Nutr. Diet.*, 120(4), 500-516.
- Gaggia, F., Mattarelli, P., Biavati, B., 2010. Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. *Int. J. Food Microbiol.*, 141,15-28.
- Gamez, A.L., Soba, D., Zamarreno, A.M., Garcia-Mina, J.M., Aranjuelo, I., Morales, F., 2019. Effect of water stress during grain filling on yield, quality and physiological traits of illpa and rainbow quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.) cultivars. *Plants*, 8 (6), 1–15.
- Ganguly, S., 2013. Supplementation of prebiotics, probiotics and acids on immunity in poultry feed: a brief review. *World Poultry Sci. J.*, 69,639-47.
- Garcia-Diez, J., and Saraiva, C., 2021. Use of Starter Cultures in Foods from Animal Origin to Improve Their Safety. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18(5), 2544.
- Garcia-Perez, F., Lario, Y., Fernandez-Lopez, J., Sayas, E., Perez-Alvarez, J., Sendra, E., 2005. Effect of orange fiber addition on yogurt color during fermentation and cold storage. *Color Research & Application: Endorsed by Inter-Society Color Council, The Colour Group (Great Britain), Canadian Society for Color, Color Science Association of Japan, Dutch Society for the Study of Color, The Swedish Colour Centre Foundation, Colour Society of Australia. Centre Français De La Couleur*, 30(6), 457-463.
- Ge, J., Sun, C.X., Corke, H., Gul, K., Gan, R.Y., Fang, Y., 2020. The health benefits, functional properties, modifications, and applications of pea (*Pisum sativum* L.) protein: Current status, challenges, and perspectives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19, 1835-1876.
- Gengatharan, A., Dykes, G.A., Choo, W.S., 2017. The effect of pH treatment and refrigerated storage on natural colorant preparations (betacyanins) from red pitahaya and their potential application in yoghurt, *LWT - Food Sci. and Tech.*, 80, 437-445
- Gibson, G.R., Hutkins, R., Sanders, M.E., Prescott, S.L., Reimer, R.A., Salminen, S.J., Scott, K., Stanton, C., Swanson, K.S., Cani, P.D., Verbeke, K., Reid, G., 2017. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nat. Rev. Gastroenterol Hepatol.*, 14(8), 491-502.
- Gill, P.A., Van-Zelm M.C., Muir, J.G., Gibson, P.R., 2018. Review article: Short chain fatty acids as potential therapeutic agents in human gastrointestinal and inflammatory disorders. *Aliment Pharmacol Ther.*, 48(1),15-34.
- Gleeson, M., and Pyne, D. B., 2016. Respiratory inflammation and infections in high-performance athletes. *Immunology and Cell Biology*, 94(2), 124-131.

- Glibowski, P., Solowiej, B., Nastaj, M., Rajca, M., 2015. Rheological and texture properties of fermented beverage mimetics based on inulin and whey. In *Technological Shaping of Food Quality*; Wojciak, K.M., Dolatowski, Z.J., Eds.; PTTZ Scientific Publisher: Kraków, Poland, 59-68.
- Gomez-Caravaca, A.M., Iafelice, G., Verardo, V., Marconi, E., and Caboni, M.F., 2014. Influence of pearling process on phenolic and saponin content in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Food Chem.*, 157, 174-178.
- Granato, D., Nunes, D.S., and Barba, F.J., 2017. An integrated strategy between food chemistry, biology, nutrition, pharmacology, and statistics in the development of functional foods: A proposal. *Trends in Food Sci. & Techn.*, 62, 13-22.
- Guarino, M.P.L., Altomare, A., Emerenziani, S., Di Rosa, C., Ribolsi, M., Balestrieri, P., Iovino, P., Rocch, G., Cicala, M., 2020. Mechanisms of action of prebiotics and their effects on gastro-intestinal disorders in adults. *Nutrients*, 12, 1037.
- Guimaraes, J.L., Silva, E.K., Rodrigues Costa, A.L., Cunha, R.L., Monica, Q., Freitas, M.Q., Meireles, M.A.A., Cruz, A.G., 2018. Manufacturing a prebiotic whey beverage exploring the influence of degree of inulin polymerization. *Food Hydrocolloid*. 77, 787-795.
- Güneş, K., 2022. Brokoli Ve Ispanak Takviyesinin Probiyotik Yoğurtların Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik Ve Duyusal Özelliklerine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Güneş-Bayır, A., ve Bilgin, M.G., 2019. Probiyotik Yoğurdun Mikrobiyolojik, Kimyasal ve Duyusal Analizleri Üzerine Tarçının Etkisi *Bezmialem Science*;7(4),311-6.
- Gürbüz, B., 2021. Kuşburnu Çekirdeği Tozu İle Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurt Üretimi. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Gürlin, E., 2013. Sürülebilir Nitelikleri Yüksek Meyveli ve Baharatlı Yoğurt Üretimi. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya.
- Gonzalez, N.J., Adhikari, K., Sancho-Madriz, M.F., 2011. Sensory characteristics of peach-flavored yogurt drinks containing prebiotics and synbiotics. *LWT-Food Sci. and Techn.*, 44(1), 158-163.
- Hafif, O., 2019. Farklı Oranlarda Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Unu İlavesinin Probiyotik Yoğurtların Fizikokimyasal, Tekstürel, Mikrobiyolojik Ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri, Harran Üniversitesi Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa.

- Hermann, J.R., 2019. Dietary Fiber. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources. T-3138.
- Hernandez-Ledesma, B., 2019. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as a source of nutrients and bioactive compounds: a review. *Bioactive Compounds in Health and Disease*, 2 (3), 27-47.
- Heydari, S., Mortazavian, A.M., Ehsani, M.R., Mohammadifar, M.A., Ezzatpanah, H., 2011. Biochemical, microbiological and sensory characteristics of probiotic yogurt containing various prebiotic compounds. *Italian J. Food Sci.*, 2(23), 153-163.
- Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G.R., Merenstein, D.J., Pot, B., Morelli, L., Canani, R.B., Flint, H. J., Salminen, S., Calder, P.C., Sanders E.M., 2014. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nat. Rev. Gastroenterol Hepatol.*, 11(8), 506-514.
- Hill, D., Ross, R., Arendt, E., and Stanton, C., 2017. Microbiology of yogurt and bio-yogurts containing probiotics and prebiotics. In *Yoghurt in Health and Disease Prevention*. N. P. Shah. Academic Press, London, UK., 4, 69-85.
- Hughes, M.C., Kerry, J.P., Arendt, E.K., Kenneally, P.M., McSweeney P.L.H., O'Neill, E.E., 2002. Characterization of proteolysis during the ripening of semi-Dry fermented sausages. *Meat Sci.*, 62: 205-216.
- Hussien, H., Abd-Rabou, H.S., Saad, M.A., 2022. Influence of Prebiotics and Bacteriocin on Yogurt Quality. PREPRINT (Version 1) available at Research Square.
- ISO 15214:1998, 1998. International Organization for Standardization, Microbiology of food and animal feeding stuffs Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria-colony count technique at 30°C, ISO 15214:1998, İsviçre.
- Innocente, N., Biasutti, M., Rita, F., Brichese, R., Comi, G., Iacumin, L., 2016. Effect of indigenous *Lactobacillus rhamnosus* isolated from bovine milk on microbiological characteristics and aromatic profile of traditional yogurt. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 66:158-164.
- Issar, K., Sharma, P. C., and Gupta, A., 2017. Utilization of apple pomace in the preparation of fiber-enriched acidophilus yoghurt. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(4), e13098.
- Jagadeeswaran, R., Mahendran, P.P., and Umadevi, M., 2022. Nutrient management and nutritive value of pseudo cereals: A review. *Pharma Innov. J.*, 11(3), 445-449
- Jager, R., Mohr, A.E., Carpenter, K.C., Kerksick, C.M., Purpura, M., Moussa, A., Townsend, J.R., Lamprecht, M., West, N.P., Black, K., et. all., 2019.

- International society of sports nutrition position stand: Probiotics. *J. Int. Soc. Sports Nutr.*, 16, 1-44.
- Jaikishun, S., Li, W., Yang, Z., Song S., 2019. Quinoa: In Perspective of Global Challenges. *Agronomy* 9, 176.
- Janve, B., Prasad, K.K., Prasad, K., 2014. Development of Fibre Rich Functional Mango Jam: Studies on its Formulation, Lambert Academic Publishing: Saarbrücken, Germany.
- Jeske, S., Zannini, E., and Arendt, E.K., 2017. Evaluation of physicochemical and glycaemic properties of commercial plant-based milk substitutes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72(1), 26-33.
- Jimborean, M., Tibulca, D., Rotar, A. M., Pop, C., and Socaci, S., 2015. Studies on Functional Yogurt with Added Inulin as Prebiotic Fiber. *Bull. Univ. Agric. Sci. Vet. Med. Cluj-Napoca Food Sci. Technol.*, 72, 285-286.
- Johnson, J.A., Heller, J., Owsley, F.F., Cassens, A.M., Kinman, L.A.A., 2022. 54 Physical Effects of Carrot Fiber as a Binder in Cooked Chicken Sausage, *J. Anim. Sci.*, 100, 24-25
- Jovanovic, M., Petrovic, M., Miocinovic, J., Zlatanovic, S., Lalicic-Petronijevic, J., Mitic-Culafic, D., Gorjanovic, S., 2020. Bioactivity and Sensory Properties of Probiotic Yogurt Fortified with Apple Pomace Flour. *Foods*, 9, 763.
- Kahraman, M., ve Karahan, A.G., 2018. Probiyotiklerin tümör baskılayıcı etkileri. *Türk Hij. Den. Biyol. Derg.*, 75(4), 421-442.
- Kamal, R.M., Alnakip M.E., Abdelaal S.F., and Bayoumi M.A., 2018. Biocontrolling capability of probiotic strain *Lactobacillus rhamnosus* against some common foodborne pathogens in yoghurt. *Int. Dairy J.*, 85,1-7.
- Kamel, D.G., Hammam, A.R.A., Alsaleem, K.A., and Osman, D.M., 2021. Addition of inulin to probiotic yogurt: Viability of probiotic bacteria (*Bifidobacterium bifidum*) and sensory characteristics. *Food Sci. Nutr.*, 9(3), 1743-1749.
- Karakuş, M.Ş., Kırmacı, H.A., Atasoy, A.F., 2019. Stevia Özü İlavesinin Çilek Aromalı *Acidophilus- Bifidus* Yoğurtlarının Bazı Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkileri, *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 4(2), 59-68.
- Kasım, R., ve Kasım, M.U., 2019. Farklı Renklerin Gücü ‘Havuç’. *International Marmara Sciences Congress (Autumn). Proceedings Book (Natural and Applied Sciences)*, 615-622
- Kaur, A.P., Bhardwaj, S., Dhanjal, D.S., Nepovimova, E., Cruz-Martins, N., Kuca, K., Chopra, C., Singh, R., Kumar, H., Sen, F., et. all., 2021. Plant

- Prebiotics and Their Role in the Amelioration of Diseases. *Biomolecules*, 11, 440.
- Kaur, S.M., Lyu, F., Sharkie, T.P., Ajlouni, S., 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.
- Kavaz, A., 2012. Farklı prebiyotik kombinasyonları ile üretilen probiyotik yoğurtların organik asit miktarı, aroma profili ve diğer kalite özelliklerinin tespiti. (Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Kazemi, A., Soltani, S., Ghorabi, S., Keshtkar, A., Daneshzad, E., Nasri, F., Mazloomi, S.M., 2020. Effect of probiotic and synbiotic supplementation on inflammatory markers in health and disease status: A systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Am. J. Clin. Nutr.*, 39(3), 789-819.
- Keast, D.R., Hill Gallant, K.M., Albertson, A.M., Gugger, C. K., and Holschuh, N.M., 2015. Associations between yogurt, dairy, calcium, and vitamin D intake and obesity among US children aged 8–18 years: NHANES, 2005-2008. *Nutrients*, 7(3), 1577-1593.
- Kebede, A., Atalel, D., Berhanu, G., and Kandi, V., 2022. “Probiotics in Health and Disease: A Review of Emerging Evidence of Potential Benefits and Harm.” *Am. J. Microbiol. Res.*, 10(1), 23-33.
- Kerry, R.G., Patra, J.K., Gouda, S., Park, Y., Shin, H.S., Das, G., 2018. Benefaction of Probiotics for Human Health: A Review. *J. Food Drug Anal.*, 26 (3), 927-939.
- Khangwal, I., and Shukla, P., 2019a. Potential prebiotics and their transmission mechanisms: Recent approaches. *J. Food Drug Anal.*, 27, 649-656.
- Khangwal, I., and Shukla, P., 2019b. Prospecting prebiotics, innovative evaluation methods, and their health applications: A review. *3 Biotech*, 9, 1-7.
- Khanpit, V.V., Tajane, S.P., and Mandavgane, S.A., 2021. Dietary fibers from fruit and vegetable waste: methods of extraction and processes of value addition. *Biomass Convers. Biorefin.*, 1-20.
- Khare, A., Thorat, G., Bhimte, A., Yadav, V., 2018. Mechanism of action of prebiotic and probiotic. *J. Entomol. Zool. Stud.*, 6(4), 51-53.
- Khoramivafa, M., Rabbani S.B., Karimi G., Saeidi M., Boroomandan P., Bagheri M., Zarei L., 2022. Effect of sowing date and plant density on seed yield and yield attributes of quinoa (*Chenopodium quinoa*) genotypes. *Iran Agric. Res.*, 40(2), 121-133.
- Kırpık, E., 2018. Süt Homojenizasyonu ve Yoğurt Starteri İle Fermentasyon Üzerine Ultrasonik Dalga Genliği Ve Sıcaklığın Etkisinin Belirlenmesi.

(Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

- Kıyak, B.D., 2018. Yenilebilir Mantarın (*Cordyceps Militaris*) Potansiyel Prebiyotik Aktivitesinin ve Süt Fermantasyonu Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. (Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Uludağ Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Kidon, M., Uwineza, P.A., 2022. New Smoothie Products Based on Pumpkin, Banana, and Purple Carrot as a Source of Bioactive Compounds. *Molecules*, 27, 3049.
- Kim, K.M., Yang, S.J., Kim, D.S., Lee, C.W., Kim, H.Y., Lee, S., Choi, J.W., Sohn, J., Shin, S.S., 2020. Probiotic properties and immune-stimulating effect of the Jeju lava seawater mineral-coated probiotics. *LWT- J. Food Sci. Technol.*, 126, 109-299.
- Kogut, M.H., 2019. The effect of microbiome modulation on intestinal health of poultry. *Anim. Feed Sci Tech.*, 250, 32-40.
- Kolady, D.E., Kattelman, K., and Scaria, J., 2019. Effects of health-related claims on millennials' willingness to pay for probiotics in the US: Implications for regulation. *J. Funct. Foods*, 60, 103434.
- Kontareva, V., Belik, S., Morgul, E., Gorlov, I., Slozenkina, M., 2020. The effect of prebiotic components on the quality of yogurt. *IOP Conference Series: Environ. Earth Sci.*, 548, 082054.
- Kovalev, V.S., Manukovsky, N.S., Tikhomirov, A.A., 2019. Computing-feasibility study of NASA nutrition requirements as applied to a bioregenerative life support system. *Acta Astronaut.* 159, 371–376.
- Kum, C., ve Sekkin, S., 2012. Alternative approaches to antibiotics. *Türkiye Klinikleri J. Vet. Sci.*, 3(3), 84-116.
- Kurtuldu, O., ve Özcan, T., 2018. Effect of β -glucan on the properties of probiotic set yoghurt with *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* strain Bb-12. *Int. J. Dairy Technol.*, 71: 157-166.
- Ledomado, L.S., Silva, R., Guimaraes, J.T., Balthazar, C.F., Ramos, G.L.P.A., Freitas, M.Q., Duarte, M.C.K.H., Neto, R.P.C., Tavares, M.I.B., Pimentel, T.C., Silva, P.H.F., Raíces, R.S.L., Silva, M.C., Cruz, A.G., Erick, A., Esmerino, E.A., 2021. Technological benefits of using inulin and xylooligosaccharide in dulce de leche. *Food Hydrocolloid.* 110, 106158.
- Leong, L.P., and Shui G., 2002. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. *Food chemistry*, 76: 69-75.
- Li, N., Yang, M., Guo, Y., Tong, L. T., Wang, Y., Zhang, S., Wang, L., Fan, B., Wang, F., Liu, L., 2022. Physicochemical properties of different pea

- proteins in relation to their gelation ability to form lactic acid bacteria induced yogurt gel. *LWT*, 161, 113381.
- Li, R., Ding, Q., and Zhao, X.H., 2019. Impact of milk fortification on the microbiological and physicochemical properties of set-type skimmed yoghurt using three commercial soluble prebiotics. *Foods*, 8, 181.
- Li, X., Wang, B., Hu, W., Chen, H., Sheng, Z., Yang, B., Yu, L., 2022. Effect of irradiation on structure, physicochemical property and bioactivity of soluble dietary fiber in navel orange peel. *Food Chem.*, 14, 100274.
- Liao, W., Fan, H.B., Liu, P., and Wu, J.P., 2019. Identification of angiotensin converting enzyme 2 (ACE2) up-regulating peptides from pea protein hydrolysate. *J. Funct. Foods*, 60, 103395.
- Licht, T.R., Ebersbach, T.E., Frokiaer, H., 2012. Prebiotics for prevention of gut infections. *Trends Food Sci. Tech.*, 23, 70-82.
- Little, C.C., Amby, D.B., Andreasen, C., 2021. A Review of *Chenopodium quinoa* (Willd.) Diseases-An Updated Perspective. *Plants*, 10, 1228.
- Liu, F., Li, P., Chen, M., Luo, Y., Prabhakar, M., Zheng, H., He, Y., Qi, Q., Long, H., Zhang, Y., Sheng, H., Zhou, H., 2017. Fructooligosaccharide (FOS) and Galactooligosaccharide (GOS) Increase *Bifidobacterium* but Reduce Butyrate Producing Bacteria with Adverse Glycemic Metabolism in healthy young population. *Sci. Rep.*, 7(1), 11789.
- Liu, Y., Zhang, H., Yi, C., Quan, K., Lin, B., 2021. Chemical composition, structure, physicochemical and functional properties of rice bran dietary fiber modified by cellulase treatment. *Food Chem.*, 342, 128352.
- Livingston, K.A., Chung, M., Sawicki, C.M., Lyle, B.J., Wang, D.D., Roberts, S.B., McKeown, N.M., 2016. Development of a Publicly Available, Comprehensive Database of Fiber and Health Outcomes: Rationale and Methods. *PLoS One*, 11(6), e0156961.
- Lobato-Calleros, C., Ramirez-Santiago, C., Vernon-Carter, E. J., ve Alvarez-Ramirez, J., 2014. Impact of native and chemically modified starches addition as fat replacers in the viscoelasticity of reduced-fat stirred yogurt. *J. Food Eng.*, 131, 110-115.
- Lockyer, S., and Stanner, S., 2019. Prebiotics - an added benefit of some fibre types. *British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin*, 44, 74-91.
- Lockyer, S., and Nugent, A.P., 2017. Health effects of resistant starch. *Nutrition Bulletin*, 42, 10-41.
- Longoria-Garcia, S., Cruz-Hernandez, M.A., Flores-Verastegui M.I.M., Contreras-Esquivel, J.C., Montanez-Saenz, J.C., Belmares-Cerda, R.E., 2018. Potential functional bakery products as delivery systems for prebiotics and probiotics health enhancers. *J. Food Sci. Technol.*, 1, 13.

- Lordan, C., Thapa, D., Ross, R.P., Cotter, P.D., 2020. Potential for enriching next-generation health-promoting gut bacteria through prebiotics and other dietary components. *Gut Microbes.*, 11(1),1-20.
- Lorusso, A., Verni, M., Montemurro, M., Coda, R., Gobbetti, M., and Rizzello C.G., 2017. Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features. *LWT-Food Sci. Technol.*, 78, 215-221.
- Lorusso, A., Coda, R., Montemurro, M., and Rizzello, C.G., 2018. Use of Selected Lactic Acid Bacteria and Quinoa Flour for Manufacturing Novel Yogurt-Like Beverages. *Foods*, 7(4), 51.
- Lourens-Hattingh, A., and Viljoen, B. C., 2001. Yogurt as probiotic carrier food. *Int. Dairy J.*, 11, 1-17.
- Loveday, S.M., Sarkar, A., and Singh, H., 2013. Innovative yoghurts: novel processing technologies for improving acid milk gel texture. *Trends Food Sci. Technol.*, 33, 5-20.
- Lu, Z.X., He, J.F., Zhang, Y.C., and Bing, D.J., 2020. Composition, physicochemical properties of pea protein and its application in functional foods. *Critical Reviews in Food Sci. Nutr.*, 60 (15), 2593-2605.
- Luca, M. I., Ungureanu-Iuga, M., and Mironeasa, S., 2022. Carrot Pomace Characterization for Application in Cereal-Based Products. *Applied Sciences*, 12(16), 7989.
- Ma, J., Li, J., Xu, Z., Wang, F., Xiong, A., 2018. "Transcriptome profiling of genes involving in carotenoid biosynthesis & accumulation between leaf & root of carrot (*Daucus carota* L.)," *Acta Biochim. Biophys. Sin.* (Shanghai).
- Mabrouk, A., and Effat B., 2020. Production of High Nutritional Set Yoghurt Fortified with Quinoa Flour and Probiotics. *Int. J. Environ. Agric. Biotech.*, 5(6), 1529-1537.
- Madora, E.P., Takalani, T.K., and Mashau, M.E., 2016. Physicochemical, microbiological and sensory properties of low fat yoghurt fortified with carrot powder. *Int. J. Agric. Biol. Eng.*, 9(1), 118-124.
- Mahmood, K., Rahman, S.U., Hussain, I., Abbas, R.Z., Khaliq, T., Arif, J., Mahmood, F., 2014. Non-antibiotic strategies for the control of necrotic enteritis in poultry. *Worlds Poult Sci. J.*, 70(4), 865-879.
- Mantegazza, C., Molinarib, P., D'Auriaa, E., Sonninoa, M., Morellib, L., Zuccottia G.V., 2018. Probiotics and antibiotic-associated diarrhea in children: A review and new evidence on *Lactobacillus rhamnosus* GG during and after antibiotic treatment. *Pharmacol Res.*, 128, 63-72.

- Marchesi, J.R., Adams, D.H., Fava, F., Hermes, G.D., Hirschfield, G.M., Hold, G., Quraishi, M.N., Kinross, J., Smidt, H., Tuohy, K.M., Thomas, L.V., Zoetendal, E.G., Hart, A., 2016. The gut microbiota and host health: a new clinical frontier. *Gut*, 65(2),330-9.
- Markowiak, P., and Slizewska, K., 2017. Effects of Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics on Human Health. *Nutrients*, 9(9), 1021.
- Marsh, A.J., Hill, C., Ross, R.P., ve Cotter P.D., 2014. Fermented beverages with health-promoting potential: Past and future perspectives. *Trends Food Sci. Technol.*, 38,113-124.
- Marshall, R. T., 1992. *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*, 16th.ed, APHA1015, Washington.
- Martin, R., and Langella, P., 2019. Emerging Health Concepts in the Probiotics Field: Streamlining the Definitions. *Front. Microbiol.*, 10,1047.
- Mazloomi, S., Shekarfroush, S., Ebrahimnejad, H., Sajedianfard, J., 2011. Effect of adding inulin on microbial and physicochemical properties of low fat probiotic yogurt. *Iran. J. Vet. Res.*, 12(2), 93-98.
- McClements, D.J., Newman, E., and McClements, I.F., 2019. Plant-based milks: A review of the science underpinning their design, fabrication, and performance. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 18(6), 2047-2067.
- McFarland, L.V., Evans, C.T., Goldstein, E.J.C., 2018. Strain-specificity and disease-specificity of probiotic efficacy: A systematic review and meta-analysis. *Front. Med.*, 5, 124.
- Miliao, G.L., de Oliveira, A.P.H., de Souza-Soares, L., Arruda, T.R., Vieira, E.N.R., ve Junior, B.R.D.C.L., 2022. Unconventional Food Plants: nutritional aspects and perspectives for industrial applications. *Future Foods*, 5, 100124.
- Misra, S., and Mohanty, D., 2019. Psychobiotics: A new approach for treating mental illness? *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 59(8), 1230-1236.
- Moineau-Jean, A., Champagne, C.P., Roy, D., Raymond, Y., and LaPointe, G., 2019. Effect of Greek-style yoghurt manufacturing processes on starter and probiotic bacteria populations during storage. *Int. Dairy J.* 93:35-44
- Montaseri, H., Arjmandtalab, S., Dehghanzadeh, G., Karami, S., Razmjoo, M.M., Sayadi, M., Oryan, A., 2014. Effect of production and storage of probiotic yogurt on aflatoxin M1 residue. *J.Food Qual. Hazards Control* 1,7-14.
- Mohr, A.E., Basile, A.J., Meli'sa, S.C., Sweazea, K.L., and Carpenter, K.C., 2020. Probiotic supplementation has a limited effect on circulating immune and inflammatory markers in healthy adults: A systematic review of randomized controlled trials. *J. Acad. Nutr. Diet.*, 120(4), 548-564.

- Morreale, F., Benavent-Gil, Y., Rosell, C.M., 2019. Inulin enrichment of gluten free breads: Interaction between inulin and yeast. *Food Chem.*, 278, 545-551.
- Montet, D., Ray, R.C., and Zakhia-Rozis, N., 2014. Lactic acid fermentation of vegetables and fruits. *Microorganisms and fermentation of traditional foods*, 108-140.
- Mudannayake, D.C., Wimalasiri, K.M.S., Silva, K.F.S.T., Ajlouni, S., 2015. Comparison of properties of new sources of partially purified inulin to those of commercially pure chicory inulin. *J. Food Sci.*, 80 (5), 950-960.
- Mukhopadhyay, R., Sarkar, B., Jat, H.S., Sharma, P.C., Bolan, N.S., 2020. Soil salinity under climate change: Challenges for sustainable agriculture and food security. *J. Environ. Manag.*, 280, 111736.
- Muniandy, P., Shori, A.B. and Baba, A.S., 2016. Influence of green, white and black tea addition on the antioxidant acidity of probiotic yogurt during refrigerated storage. *Food Packag. Shelf Life*, 8:1-8
- Murphy, S.C., Martin, N.H., Barbano, D.M., and Wiedmann, M., 2016. Influence of raw milk quality on processed dairy products: How do raw milk quality test results relate to product quality and yield? *J. Dairy Sci.*, 99, 10128-10149.
- Naeem, M., Tahir, N., Ali, Z., 2018. Importance and promotion of gut health in broilers through dietary interventions. *Approaches in Poultry, Dietary and Veterinary Sciences*, 3,1-5.
- Narala, V.R., Jugbarde, M.A., Orlovs, I., Masin, M., 2022. Inulin as a prebiotic for the growth of vegan yoghurt culture in pea protein-based vegan yoghurt-ice cream, while improving the textural properties. *Applied Food Research*, 100136.
- Nawal-Galal, K.B., Osman, M., and Abbas, F., 2019. Functional Low-Fat Frozen Yoghurt with Carrot (*Daucus carota* L.) Puree. *Ismailia J. Dairy Sci. Technol.*, 6(1), 19-34.
- Nikbakht, N.E., Jamaluddin, R., Abdul-Mutalib, M.S., Khazaai, H., Khalesi, S., Mohd-Redzwan, S., 2013. Reduction of aflatoxin level in aflatoxin-induced rats by the activity of probiotic *Lactobacillus casei* strain Shirota. *J. Appl. Microbiol.*, 114, 1507-1515.
- Novik, G., and Savich, V., 2020. Beneficial microbiota. Probiotics and pharmaceutical products in functional nutrition and medicine. *Microbes and Infection*, 22(1), 8-18.
- Nowak, V., Du, J., Charrondiere, U.R., 2016. Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), *Food Chem.*, 193, 47-54.

- O'Bryan, C.A., Pak, D., Crandall, P.G., Lee, S.O., Ricke, S.C., 2013. The role of prebiotics and probiotics in human health. *Journal of Probiotics and Health*, 1(2), 1000108.
- Oelschlaeger, T.A., 2010. Mechanisms of probiotic actions-A review. *Int. J. Med. Microbiol.*, 300, 57–62.
- Oliveira, R.P.Z., Perego, P., Oliveira, M.N., Converti, A., 2011. Effect of inulin as prebiotic and synbiotic interactions between probiotics to improve fermented milk firmness. *J. Food Eng.*, 107(1), 36-40.
- Olveira, G., and Gonzalez-Molero, I., 2016. An update on probiotics, prebiotics and symbiotics in clinical nutrition. *Endocrinol. Nutr.*, 63, 482-494.
- Ortiz, J., Velasquez, P., Santis, A., 2021. Use of Vegetables as a New Ingredient in the Formulation of Cupcakes for New Trends and Eating Habits, *Chem. Eng. Trans.*, 87, 427-432.
- Özcan ve Yıldız, 2016. Sebze Püresi ile Üretilen Yoğurtların Tekstürel ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi *Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(7), 579-587.
- Paciulli, P., Littardi, P., Carini, E., Paradiso, V.M., Castellino, M., Chiavaro, E., 2020. Inulin-based emulsion filled gel as fat replacer in shortbread cookies: effects during storage. *LWT - Food Sci. Technol.* 133, 109888.
- Palabıçak, B., Akın, M.B., Akın, M.S., 2019. Probiyotik Yoğurtta Bezelye Ununun *Lactobacillus Casei* İçin Prebiyotik Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması. *Uluslararası Gıda, Tarım Ve Hayvancılık Kongresi. Gaziantep/Türkiye.*
- Pandey, K.R., Naik, S.R., Vakil, B.V., 2015. Probiotics, prebiotics and synbiotics-a review. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 52(12), 7577-87.
- Pang, G., Xie, J., Chen, Q., ve Hu, Z., 2012. How functional foods play critical roles in human health. *Food Sci. Human Wellness*, 1, 26-60.
- Pasqualetti, V., Altomare, A., Guarino, M.P.L., Locato, V., Cocca, S., Cimini, S., Palma, R., Alloni, R., DeGara, L., & Cicala, M., 2014. Antioxidant activity of inulin and its role in the prevention of human colonic muscle cell impairment induced by lipopolysaccharide mucosal exposure. *PLoS One*, e98031, 9.
- Patra, J.K., Das, G., Paramithiotis, S., & Shin, H.S., 2016. Kimchi and other widely consumed traditional fermented foods of Korea: a review. *Frontiers in Microbiol.*, 7, 1493.
- Pereira, E., Encina-Zelada, C., Barros, L., Gonzales-Barron, U., Cadavez, V., & Ferreira, I.C., 2019. Chemical and nutritional characterization of *Chenopodium quinoa* Willd (quinoa) grains: A good alternative to nutritious food. *Food Chem.*, 280, 110-114.

- Perez-Chabela, M.D.L., Cebollon-Juarez, A., Bosquez-Molina, E., Totosa, A., 2021. Mango peel flour and potato peel flour as bioactive ingredients in the formulation of functional yogurt. *Food Sci. Technol.*, 42.
- Peterson, C.T., Perez-Santiago, J., Iablokov, S.N., Chopra, D., Rodionov, D.A., Peterson, S.N., 2022. Short-Chain Fatty Acids Modulate Healthy Gut Microbiota Composition and Functional Potential. *Curr. Microbiol.*, 79(5),128.
- Peyer, L.C., Zannini, E., & Arendt, E.K., 2016. Lactic acid bacteria as sensory biomodulators for fermented cereal-based beverages. *Trends in Food Sci. Technol.*, 54, 17-25.
- Palomar, M.M., Maldonado Galdeano C., & Perdigon, G., 2014. Influence of a probiotic lactobacillus strain on the intestinal ecosystem in a stress model mouse. *Brain Behav. Immun.*, 35,77-85.
- Plaza-Diaz, J., Fontana, L., Gil, A., 2018. Human milk oligosaccharides and immune system development. *Nutrients*, 10,1038.
- Pop, C.R., Topan, C., Rotar, A.M., Semeniuc, C.A., Salanta, L., 2015. Evaluation the Sensory and Probiotics Properties of the Yogurt Supplemented with Carrot Juice. *Bulletin UASVM Food Sci. Technol.*, 72(2), 277-278.
- Pourabedin, M., and Zhao, X., 2015. Prebiotics and gut microbiota in chickens. *FEMS Microbiology Letters*, 362(15), 122.
- Power, S.E., O'Toole, P.W., Stanton, C., Ross, R.P., Fitzgerald, G.F., 2014. Intestinal microbiota, diet and health. *Br. J. Nutr.*, 111(3),387-402.
- Prasad, K., Haq, R., Bansal, V., Siddiqui, M.W., & Ilahy, R., 2016. Carrot secondary metabolites and their prospective health benefits. *Plant secondary metabolites*, 2,108-193.
- Prerana, S., Anupama, D., 2020. Influence of carrot puree incorporation on quality characteristics of instant noodles. *J. Food Process. Eng.*, 43:e13270.
- Puvanenthiran, A., Stevovitch-Rykner, C., McCann, T. H., ve Day, L. 2014. Synergistic effect of milk solids and carrot cell wall particles on the rheology and texture of yoghurt gels. *Food Res. Int.*, 62, 701-708.
- Radiati, L.E., Jaya, F., and Oktavia, H., 2016. Effect of carrot-juice on exopolisaccharides and β -D galactosidase activity in yoghurt. *Animal Product*, 18(3), 173-179.
- Rafiq, S.M. and Ghosh, B.C., 2017. Texture, meltability, color and sensory properties of processed cheese as affected by the addition of inulin Indian *J. Dairy Sci.*, 70(6),658-664.
- Ramirez-Farias, C., Slezak, K., Fuller, Z., Duncan, A., Holtrop, G., ve Louis, P., 2021. Effect of inulin on the human gut microbiota: Stimulation of

- Bifidobacterium adolescentis* and *Faecalibacterium prausnitzii*. *Br. J. Nutr.*, 101, 541-550.
- Ramirez, C.S.V., Temelli, F., Saldana, M.D., 2021. Production of pea hull soluble fiber-derived oligosaccharides using subcritical water with carboxylic acids. *J. Supercrit. Fluids*, 178, 105349.
- Rautiola, E., 2013. Short chain fatty acid production by probiotic organisms in the gastrointestinal tract. *Senior Honors Theses*, 328.
- Ray, R.C., and Joshi, V.K., 2015. Fermented foods: Past, present and future. In *Microorganisms and Fermentation of Traditional Foods*. R.C. Ray and D. Montet, ed. CRS Press, Boca Raton, FL., 392.
- Remus, D. M., Van-Kranenburg, R., Van-Swam, I.I., Taverne, N., Bongers, R. S., Wels, M., et. all., 2012. Impact of 4 *Lactobacillus plantarum* capsular polysaccharide clusters on surface glycan composition and host cell signaling. *Microb. Cell Fact.*, 11,149.
- Rezaei, R., Khomeiri, M., Aalami, M., & Kashaninejad, M., 2014. Effect of inulin on the physicochemical properties, flow behavior and probiotic survival of frozen yogurt. *J. Food Sci. Technol.*, 51, 2809-2814.
- Rizzello, C.G, Lorusso, A., Montemurro, M., & Gobbetti, M., 2016. Use of sourdough made with quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour and autochthonous selected lactic acid bacteria for enhancing the nutritional, textural and sensory features of white bread. *Food Microbiol.*, 56,1-13.
- Roberfroid, M., 2007. Prebiotics: the concept revisited. *J. Nutr.*, 137(3), 830-837.
- Rocha, Y.J.P., Hirano, M.H., Pompeu, D., Trindade, M.A., 2013. Sensory acceptance and technological characteristics of beef burgers with partial replacement of meat and fat by pea fiber.
- Ruiz, K.B., Biondi, S., Martinez, E.A., Orsini, F., Antognoni, F., Jacobsen, S.E., 2016. Quinoa-A model crop for understanding salt-tolerance mechanisms in halophytes. *Plant Biosyst.*, 150, 357-371.
- Ruscigno, M., 2016. Pea protein. *Today's Dietitian*, 18,32.
- Rusu, E., Enache, G., Cursaru, R., Alexescu, A., Radu, R., Onila, O., Teodora-Cavallioti T., Rusu, F., Posea, M., Jinga, M., Radulian, G., 2019. Prebiotics and probiotics in atopic dermatitis-Review. *Exp. Ther. Med.*, 18, 926-931.
- Sabater, C., Abad-Garcia, C., Delgado-Fernandez, P., Corzo, N., Montilla, A., 2020. Carbohydrate fraction characterisation of functional yogurts containing pectin and pectic oligosaccharides through convolutional networks. *J. Food Compost. Anal.*, 90, 103484.

- Saeed, M., Yasmin, I., Pasha, I., Randhawa, M.A., Khan, M.I., Shabbir, M.A., & Khan, W.A., 2015. Potential application of inulin in food industry: A review. *Pakistan J. Food Sci.*, 25(3), 110-116.
- Sah, B.N.P., Vasiljevic, T., McKechnie, S., and Donkor, O.N., 2015. Effect of refrigerated storage on probiotic viability and the production and stability of antimutagenic and antioxidant peptides in yogurt supplemented with pineapple peel. *J. Dairy Sci.*, 98, 9.
- Salehi, F., 2018. Color changes kinetics during deep fat frying of carrot slice. *Heat and Mass Transfer*, 54(11), 3421-3426.
- Salehi, F., 2021. Rheological and physicochemical properties of vegetable juices and concentrates: A review. *J. Food Process. Preserv.*, 45(4), e15326.
- Salehi, F., and Aghajanzadeh, S., 2020. Effect of dried fruits and vegetables powder on cakes quality: A review. *Trends in Food Sci. Technol.*, 95, 162-172.
- Salwa, A.A., Galal, E.A., Elewa, N.A., 2004. Carrot Yoghurt : Sensory, Chemical, Microbiological Properties and Consumer Acceptance. *Pakistan J. Nutr.*, 3(6), 322-330.
- Sanchez, B., Delgado, S., Blanco-Miguez, A., Lourenço, A., Gueimonde, M., Margolles, A., 2017. Probiotics, gut microbiota, and their influence on host health and disease. *Mol. Nutr. Food Res.*, 61(1).
- Sanders, M.E., 2009. How do we know when something called “probiotic” is really a probiotic? A guideline for consumers and health care professionals. *Functional Food Rev.*, 1, 3-12
- Santos, T.P.R., Franco, C.M.L., Mottin-Demiate, I.M., Li, X.H., Garcia, E.L., Jane, J., Leonel, M., 2018. Spray-drying and extrusion processes: Effects on morphology and physicochemical characteristics of starches isolated from Peruvian carrot and cassava, *Int. J. Biol. Macromol.*, 118,1346-1353.
- Sarwar, A., Aziz, T., Al-Dalali, S., Zhao, X., Zhang, J., ud Din, J., Chen, C., Cao, Y., & Yang, Z., 2019. Physicochemical and microbiological properties of synbiotic yogurt made with probiotic yeast *Saccharomyces boulardii* in combination with inulin. *Foods*, 8, 468.
- Satorabi, M., Salehi, F., and Rasouli, M., 2021. The influence of xanthan and balangu seed gums coats on the kinetics of infrared drying of apricot slices: GA-ANN and ANFIS modeling. *Int. J. Fruit Sci.*, 21(1), 468-480.
- Schachtsiek, M., Hammes, W.P., Hertel, C., 2004. Characterization of *Lactobacillus coryniformis* DSM 20001T surface protein CPF mediating coaggregation with and aggregation among pathogens. *Appl. Environ. Microbiol.*, 70, 7078-7085.

- Scherf, K.A., Wieser, H., and Koehler, P., 2018. "Novel approaches for enzymatic gluten degradation to create high-quality gluten-free products," *Food Res. Int.*, 110, 62-72.
- Scholz-Ahrens, K.E., 2016. Prebiotics, probiotics, synbiotics and foods with regard to bone metabolism. In *Nutritional Influences on Bone Health: 9th International Symposium*. Springer International Publishing, 153-167.
- Scott, K.P., Grimaldi, R., Cunningham, M., Sarbini S.R., Wijeyesekera, A., Tang, M.L.K., Lee, J.C.Y., Yau, Y.F., Ansell, J., Theis, S., Yang, K., Menon, R., Arfsten, J., Manurung, S., Gourineni, V., Gibson, G.R., 2019. Developments in understanding and applying prebiotics in research and practice-an ISAPP conference paper. *J. Appl. Microbiol.*, 128, 934-949.
- Seidel, K., Kahl, J., Paoletti, F., Birlouez, I., Busscher, N., Kretzschmar, U., Sarkka-Tirkkonen, M., Seljasen, R., Sinesio, F., Torp, T., Baiamonte, I., 2015. Quality assessment of baby food made of different pre-processed organic raw materials under industrial processing conditions. *J. Food Sci. Technol.*, 52(2), 803-12.
- Sharma, K.D., Karki, S., Thakur, N.S., Attri, S., 2012. Chemical composition, functional properties and processing of carrot-a review. *J. Food Sci. Technol.*, 49(1), 22-32.
- Sharon, M. D., and Hutkins, R., 2018. Introduction to the Fifth Global Summit on the Health Effects of Yogurt. *Nutrition Reviews VR*, 76(S1), 1-3.
- Shokry, A.M., 2016. The Usage of Quinoa Flour as a Potential Ingredient in Production of Meat Burger with Functional Properties. *Middle East J. Appl. Sci.*, 6(4), 1128-1137.
- Shori, A.B., Aljohani, G.S., Al-zahrani, A.J., Al-sulbi, O.S., Baba, A.S., 2022. Viability of probiotics and antioxidant activity of cashew milk-based yogurt fermented with selected strains of probiotic *Lactobacillus* spp., *LWT*, 153, 112482.
- Singh, K.V., and Singh, R., 2016. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), functional super food for today's world: A review. *World Scientific News*, 58, 84-96.
- Singh, R., Giri, S.K., Singh, S.P., 2019a. Color changes in protein enriched banana-soy fruit bar during storage. *Bioved*, 30(1), 15-18.
- Singh, R.S., Singh, T., Larroche, C., 2019b. Biotechnological applications of inulin-rich feedstocks. *Bioresour. Technol. Rep.*, 273, 641-653.
- Sivieri, K., Morales, M.L.V., Saad, S.M.I., Adorno, M.A.T., Sakamoto, I.K., Rossi, E.A., 2014. Prebiotic effect of fructooligosaccharide in the simulator of the human intestinal microbial ecosystem. *J. Med. Food*, 17, 894-901.

- Slavin, J., 2013. Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits. *Nutrients*, 5(4),1417-35.
- Slizewska, K., Nowak, A., Barczynska, R., Libudzisz, Z., 2013. Prebiotyki-Definicja, wlasciwosci izastosowanie wprzemysle. *Zywnosc Nauka Technologia Jakosc*, 1, 5-20.
- Stinson, L.F., Payne, M.S., Keelan, J.A., 2017. Planting the seed: Origins, composition, and postnatal health significance of the fetal gastrointestinal microbiota. *Crit. Rev. Microbiol.*, 43,352-369.
- Solis-Cruz, B., Hernandez-Patlan, D., Hargis, B.M., Tellez, G., 2019. Use of prebiotics as an alternative to antibiotic growth promoters in the poultry industry. In *Prebiotics and Probiotics-Potential Benefits in Nutrition and Health*. IntechOpen.
- Söğüt, E., ve Çakmak, H., 2020. Utilization of carrot (*Daucus carota* L.) fiber as a filler for chitosan based films. *Food Hydrocolloids*, 106, 105861.
- Subhradip, K., Todi, A., Singh M.K., Chakraborty, A., Badr, J., Kumari, R., 2022. It's all About the Bugs: Significance of Pre- and Probiotics In Periodontics. *Inter. J. Dent. Med. Sci. Res.*, 4(2), 434-440.
- Swiader, K., and Florowska, A., 2022. The Sensory Quality and the Physical Properties of Functional Green Tea-Infused Yoghurt with Inulin. *Foods*, 11(4), 566.
- Şanlıer, N., Gökçen, B.B., ve Sezgin, A.C., 2019. Health benefits of fermented foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 59(3), 506-527.
- Şimşek, H., 2022. Doğal Katkılı Süzme Probiyotik Yoğurt Üretimi ve Depolama Sürecinde Bazı Fizikokimyasal Özellikleriyle Mikrobiyal Kalitesinin Araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi , Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Karaman.
- Şireli, U., ve Onaran, B., 2012. Yoğurt ve Yoğurdun İnsan Sağlığı Açısından Yararları, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara.
- Tadesse, F.T., 2021. Possible actions of inulin as prebiotic polysaccharide: A review. *Food Frontiers*, 2, 407-416.
- Talib, M.A., Rayis, O.A., Konozy, E.H., Salih, M.A., 2018. Effect of gum arabic (prebiotic) on physicochemical and organoleptic properties of yogurt (probiotic). In *Gum Arabic*, 167-171. Academic Press.
- Tang, Y., Li, X., Chen, P.X., Zhang, B., Hernandez, M., Zhang, H., Marcone, M.F., Liu, R., Tsao, R., 2015. Characterisation of fatty acid, carotenoid, tocopherol/tocotrienol compositions and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. genotypes. *Food Chem.*, 174, 502-508.

- Tatu, A.L., Ionescu, M.A., Clatici, V.G., & Cristea, V.C., 2016. *Bacillus cereus* strain isolated from *Demodex folliculorum* in patients with topical steroid-induced rosaceiform facial dermatitis. *An Bras. Dermatol.*, 91, 676-678.
- Tavakoli, M., Mohammad, B., Najafi, H., Mohebbi, M., 2019. Effect of the milk fat content and starter culture selection on proteolysis and antioxidant activity of probiotic yogurt, *Heliyon*, 5, 2.
- Teng, P.Y., and Kim, W.K., 2018. Roles of prebiotics in intestinal ecosystem of broilers. *Front. Vet. Sci.*, 5, 245.
- Tokatlı, F., 2011. Geleneksel Olarak Üretilen Kış Yoğurdunun Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri Üzerine Depolamanın Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü Erciyes Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.
- Torres, O.L., Lema, M., & Galeano, Y.V., 2021. Effect of using quinoa flour (*Chenopodium quinoa* willd.) on the physicochemical characteristics of an extruded pasta. *Int. J. Food Sci.*, 2021.
- Tripathi, M.K., and Giri, S.K., 2014. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *J. Func. Foods*, 9, 225-241.
- Trzeciak, P., and Herbet, M., 2021. Role of the Intestinal Microbiome, Intestinal Barrier and Psychobiotics in Depression. *Nutrients*, 13, 927.
- Ullah, H., Daglia, M., and Khan, H., 2022. Prebiotics and Probiotics: Concept and Advances. *Handbook of Nutraceuticals and Natural Products: Biological, Medicinal, and Nutritional Properties and Applications*, 1, 83-104.
- Uymaz, B., 2010. Probiyotikler ve Kullanım Alanları. *Pamukkale Üniv. Mühendislik Bilimleri Derg.*, 16 (1), 95-104.
- Ünver, İ.H., 2014. *Saccharomyces boulardii* kullanarak probiyotik yoğurt üretimi ve bazı prebiyotiklerin yoğurtların çeşitli nitelikleri üzerine etkisinin incelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Van Den Abbeele, P., Venema, K., VandeWiele, T., Verstraete, W., Possemiers, S., 2013. Different human gut models reveal the distinct fermentation patterns of Arabinoxylan versus inulin. *J Agric Food Chem.*, 61(41),9819-27.
- Vandeputte, D., Falony, G., Vieira-Silva, S., Wang, J., Sailer, M., Theis, S., Verbeke, K., Raes, J., 2017. Prebiotic inulin-type fructans induce specific changes in the human gut microbiota. *Gut*, 66(11),1968-1974.
- Visi, E.V., Toxanbayeva, B., Baka, G.A., & Romvari, R., 2017. Organoleptic quality of reduced fat turkey sausage using pea fiber or potato starch additives. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 21(1), 53-59.

- Varshney, K., and Mishra K., 2022. An Analysis of Health Benefits of Carrot. *Int. J. Innov. Res. Technol. Sci. Eng.*, 9(1), 211-214
- Vemuri, R., Shinde, T., Shastri, M.D., Perera, A.P., Tristram, S., Martoni, C.J., Gundamaraju, R., Ahuja, K.D.K., Ball, M., Eri, R., 2018. A Human Origin Strain *Lactobacillus Acidophilus* DDS-1 Exhibits Superior in vitro Probiotic Efficacy in Comparison to Plant or Dairy Origin Probiotics. *Int. J. Med. Sci.*, 15(9), 840-848.
- Veronese, N., Solmi, M., Caruso, M.G., Giannelli, G., Osella, A.R., Evangelou, E., Maggi, S., Fontana, L., Stubbs, B., Tzoulaki I., 2018. Dietary fiber and health outcomes: an umbrella review of systematic reviews and meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.*, 107(3), 436-444.
- Vikash, M., Singh, V., George, S.G., Vishkarma, S.P., 2022. Performance of Different Organic Liquid Manures on Growth, Yield and Economics of Field Pea (*Pisum sativum* L.). *Int. J. Plant Soil Sci.*, 34(19), 44-48,
- Vilcacundo, R., and Hernandez-Ledesma, B., 2017. Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.). *Curr. Opin. Food Sci.*, 14, 1-6.
- Vuyst, L., Falony, G., and Leroy, F., 2008. Probiotics in fermented sausages. *Meat Sci.*, 80, 75-78.
- Wang, Y., 2009. Prebiotics: Present and future in food science and technology. *Food Res. Int.*, 42(1), 8-12.
- Wang, X., Farnell, Y.Z., Peebles, E.D., Kiess, A.S., Wamsley, K.G.S., Zhai, W., 2016. Effects of prebiotics, probiotics, and their combination on growth performance, small intestine morphology, and resident *Lactobacillus* of male broilers. *Poult. Sci.*, 95, 1332-1340.
- Weerathilake, W.A.D.V., Rasika, D.M.D., Ruwanmali, J.K.U., ve Munasinghe, M.A.D.D., 2014. The evolution, processing, varieties and health benefits of yogurt. *Int. J. Sci. Res. Publ.*, 4, 1-10.
- Wei, Y., Wub, F., Xuc, J., Shaa, J., Zhaod, Z., Hea, Y., Lia, X., 2019. Visual detection of the moisture content of tea leaves with hyperspectral imaging tecnology. *J. Food Eng.*, 248(1): 89-96.
- Wichrowska, D., and Wojdyla, T., 2014. Sensory and physicochemical evaluation of selected natural and ecological yogurts. *Chem. Eng. Equip.*, 53, 421-423.
- Williams, E.B., Hooper, B.S.A., and Stanner, S., 2015. The contribution of yogurt to nutrient intakes across the life course. *Br. Nutr. Found Nutr. Bull.*, 40,9-32.

- Xavier-Santos, D., Bedani, R., Lima, E.D., Saad, S.M.I., 2020. Impact of probiotics and prebiotics targeting metabolic syndrome. *J. Funct. Foods*, 64, 103666.
- Xu, Z.S., Feng, K., Que, F., Wang, F., Xiong, A.S., 2017. A MYB transcription factor, Dc MYB6, is involved in regulating anthocyanin biosynthesis in purple carrot taproots. *Sci. Rep.*, 7, 45324.
- Yadav, M.K., Kumari, I., Singh, B., Sharma, K.K., & Tiwari, S.K., 2022. Probiotics, prebiotics and synbiotics: Safe options for next-generation therapeutics. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 1-17.
- Yağcı, R., 2002 Prebiyotikler ve probiyotikler. *Çocuk Sağlığı Hastalıkları Dergisi*, 45, 337-344.
- Yahfoufi, N., Mallet, J.F., Graham E., Matar, C., 2018. Role of probiotics and prebiotics in immunomodulation. *Curr. Opin. Food Sci.*, 20,82-91.
- Yang, M., and Li, L., 2010. Physicochemical, Textural and Sensory Characteristics of Probiotic Soy Yogurt Prepared from Germinated Soybean. *Food Technol. Biotechnol.* 48(4), 490-496.
- Yang, Y., Iji P.A., Choct, M., 2009. Dietary modulation of gut microflora in broiler chickens: a review of the role of six kinds of alternatives to infeed antibiotics. *World Poultry Sci J.*, 65,97-114.
- Yao, Y., Shi, Z., Ren, G., 2014. Antioxidant and Immunoregulatory Activity of Polysaccharides from Quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.). *Int. J. Mol. Sci.*, 15, 19307-19318.
- Yap, S.K, Chin, N.L., Yusof, Y.A., & Chong, K.Y., 2019. Quality characteristics of dehydrated raw Kelulut honey. *Int. J. Food Prop.*, 22(1), 556-571.
- Yavuz, M., ve Özçelik, B., 2016. Bitkisel Protein İzolatlarının Fonksiyonel Özellikleri. *Akademik Gıda Dergisi*, 14(4) ,424-430.
- Yetim, H., 2002. Gıda Analizleri. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Yayınları, 227, Erzurum.
- Yıldız, E., 2017. Sebze Püreleri İle Üretilen Yoğurtların Özelliklerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Uludağ Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Yoo, J.Y., and Kim, S.S., 2016. Probiotics and Prebiotics: Present status and future perspectives on metabolic disorders. *Nutrients*, 8(3),173.
- Zargar, F.A., Kumar, S., Bhat Z.F., Kumar P., 2017. Effect of incorporation of carrot on the quality characteristics of chicken sausages. *Indian J. Poult. Sci.*, 52(1), 91-95.
- Zbikowska, A., Szymanska, I., Kowalska, M, 2020. Impact of Inulin Addition on Properties of Natural Yogurt. *Appl. Sci.*, 10, 4317.

- Zhang, T., Jeong, C.H., Cheng, W.N., Bae, H., Seo, H.G., Petriello, M.C., & Han, S.G., 2019. Moringa extract enhances the fermentative, textural, and bioactive properties of yoghurt. *Lebensm. Wiss. Technol.* 101:276-284
- Zhang, X., Hao, X., Wang, H., Li, X., Liu, L., Yang, W., Zhao, M., Wang, L., & Massounga Bora, A.F., 2021. The effects of *Lactobacillus plantarum* combined with inulin on the physicochemical properties and sensory acceptance of low-fat Cheddar cheese during ripening. *Int. Dairy J.*, 115, 104947.
- Zhang, Z., Kobata, K., Pham, H., Kos, D., Tan, Y., Lu, J., 2022. McClements, D.J. Production of Plant-Based Seafood: Scallop Analogs Formed by Enzymatic Gelation of Pea Protein-Pectin Mixtures. *Foods*, 11, 851.
- Zhou, T., Li, H., Shang, M., Sun, D., Liu, C., Che, G., 2021. Recent analytical methodologies and analytical trends for riboflavin (vitamin B2) analysis in food, biological and pharmaceutical samples. *Trends Analyt. Chem.*, 143, 116412.
- Zhu, L., Yu, B., Chen, H., Yu, J., Yan, H., Luo, Y., He, J., Huang, Z., Zheng, P., Mao, X., Luo, J., & Chen, D., 2021. Comparisons of the micronization, steam explosion, and gamma irradiation treatment on chemical composition, structure, physicochemical properties, and in vitro digestibility of dietary fiber from soybean hulls. *Food Chem.*, 366, 130618.
- Zhu, Z., He, J., Liu, G., Barba, F. J., Koubaa, M., Ding, L., Bals, O., Grimi, N., & Vorobiev, E., 2016. Recent insights for the green recovery of inulin from plant food materials using non-conventional extraction technologies: A review. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 33, 1-9.
- Zuniga, S.V., Brito, V., Fuentes, F., and Steinfort, U., 2017. Phenological growth stages of quinoa (*Chenopodium quinoa*) based on the BBCH scale. *Ann. Appl. Biol.*, 171, 117-124.

7. ÖZGEÇMİŞ

