



T.C.

ALANYA ALAADDİN KEKUBAT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİNDE MUZ TOZU KULLANIMININ ÜRÜN
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Hafize AKIN

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Ziba GÜLEY

İkinci Danışman Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN

ALANYA

2024

T.C.
ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİNDE MUZ TOZU KULLANIMININ ÜRÜN
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Yüksek Lisans Tezi

Hafize AKIN

Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Program Adı: Gıda Mühendisliği

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Ziba GÜLEY

İkinci Danışman Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN

ALANYA

(2024)

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilemeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Hafize AKIN

TEŞEKKÜR SAYFASI

Tez konumun seçiminden yazımına kadar her aşamada yoluma ışık tutan, desteğini esirgemeyen çok değerli danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ziba GÜLEY'e,

Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünün kapılarını sonuna kadar açan, bilgi ve deneyimlerini paylaşan çok değerli ikinci danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet KÜÇÜKÇETİN'e,

Akdeniz Üniversitesindeki çalışmalarım boyunca her konuda seve seve yardım eden, destek olan, bilgi ve tecrübesini esirgemeyen çok değerli hocam Sayın Doç. Dr. Firuze ERGİN ZEREN'e,

Labaratuvar çalışmalarım esnasında her konuda yardımcı olan Akdeniz Üniversitesi doktora öğrencisi Sayın Merve AL'a ve Akdeniz Üniversitesi yüksek lisans öğrencisi Sayın Işıl KAAAN'a,

Çalışmalarım süresinde her zaman yanımda olan, her konuda kolaylık sağlayan, hoşgörüsüyle beni yalnız bırakmayan, bana bilgisi ile her zaman rehberlik eden çok değerli müdürüm Sayın Şükrü Alper DAŞKAYA'ya, yardımcıları Sayın Gamze ELMAS ÇETİN'e ve Sayın Meltem ÖZGEN'e,

Hayalim olan yüksek lisansımı yapmama olanak tanıyan, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen Yörükoğlu Süt ailesine ve çok değerli çalışanlarına,

Yüksek lisansıma başlarken bana yol gösteren, beni motive eden, manevi desteğini hissettiren çok değerli hocalarım Sayın Doç. Dr. Tuğba AKTAR KÜÇÜKASLAN'a ve Sayın Doç. Dr. Sinan UZUNLU'ya,

Tüm hayatım boyunca attığım her adımda benden hiçbir fedakârlığı esirgemeyen, maddi manevi her konuda katkıda bulunan, her zaman sonsuz sabırla, sevgiyle yanımda olan, beni destekleyen annem Aygül AKIN'a, babam Erol AKIN'a, kardeşim Filiz AKIN'a, yeğenlerim Melike ve Arda'ya teşekkürlerimi sunarım.



Anneme ve rahmetli (07.02.2024) babama en içten saygı ve sevgilerimle...

ÖZET

PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİNDE MUZ TOZU KULLANIMININ ÜRÜN ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Hafize AKIN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Nisan, 2024 (80 Sayfa)

Bu tezde, muz tozu içermeyen (kontrol), %0,5, %1, %2 oranında muz tozu ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 içeren 4 farklı pıhtısı kırılmış (stirred) probiyotik yoğurt fizikokimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel, reolojik, renk ve duyuşal özellikleri yönünden +4 °C’de 28 gün depolama süresince incelenmiştir.

Yoğurtların kurumadde, protein ve kül içerikleri sadece depolamanın 1. gününde belirlenirken, pH, titrasyon asitliği, mikrobiyolojik, sertlik, reolojik özellikleri (görünür viskozite, akış davranış indeksi, kıvam katsayısı), serum ayrılması (su salma), su tutma kapasitesi, renk (L^* , a^* , b^*) ve duyuşal özellikleri (tat, renk, görünüş, kıvam (ağızda ve kaşıkla), koku, genel beğeni) depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde incelenmiştir.

Farklı oranlarda muz tozu kullanımının yoğurt inkübasyon süresini etkilediği, oran arttıkça inkübasyon süresinin kısaldığı, ancak depolama süresince pH ve titrasyon asitliği değişimine önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Farklı oranlarda muz tozu kullanımının yoğurtların protein miktarı üzerine etkisinin önemli ($p < 0,05$) olduğu, muz tozu miktarı arttıkça protein miktarının azaldığı tespit edilmiştir.

Tüm örneklerde, depolama süresince *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayıları azalmıştır. Ancak bu azalmanın çoğunlukla 1 log kob/g’den az olduğu, probiyotik gıdalar için belirtilen 10^6 - 10^7 kob/g değerinin altına düşmediği görülmüştür. Depolamanın 28. gününde %0,5 ve %2 muz tozu içeren yoğurtlarda, kontrol örneğine göre daha yüksek *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayımları (Sırasıyla $8,22 \pm 0,24$ ve $8,20 \pm 0,04$ log kob/g) gerçekleştirilmiştir.

Muz tozu oranı değişiminin yoğurtların sertlik değerlerine etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$). Ancak %0,5 ve %2 oranında muz tozu içeren yoğurtların sertliğine, depolamanın etkisi yapılan istatistik analizler sonucunda önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Yoğurtların sertlik değerleri genellikle depolama süresi boyunca

artmış olup %2 oranında muz tozu içeren örneğin sertlik değeri depolamanın 28. gününde 14. güne göre azalmıştır. Depolama süresince en düşük sertlik değeri %2 muz tozu içeren yoğurt örneğinde ölçülmüştür.

Yoğurtların reolojik özellikleri ve rengine ise muz tozu oranının ve depolama süresinin etkisinin önemli ($p<0,05$) olduğu belirlenmiştir.

Genel olarak yoğurtların duyu özellikleri üzerine muz tozu oranı değişiminin ve depolama süresinin etkisi önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. %2 oranında muz tozu içeren örneğin depolama sürecinde ortalama genel beğeni puanının azaldığı tespit edilmiştir.

Çalışmanın sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, %0,5 ve %1 oranında muz tozu içeren örneklerin kontrol örneğine yakın özelliklerde olduğu, muz tozu kullanımının depolama süresince probiyotik yoğurtların özellikleri üzerinde önemli bir değişikliğe ya da olumsuzluğa neden olmadığı, %2 den az oranlarda muz tozunun probiyotik yoğurt üretiminde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Muz tozu, probiyotik yoğurt, probiyotik bakteri, prebiyotikler, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF USING BANANA POWDER IN PROBIOTIC YOGHURT PRODUCTION ON PRODUCT PROPERTIES

Hafize AKIN

Department of Food Engineering

Graduate School of Alanya Alaaddin Keykubat University,

April, 2024

In this thesis, 4 different stirred probiotic yoghurts containing 0% (Control), 0.5%, 1%, 2% banana powder and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 were investigated in terms of their physicochemical, microbiological, textural, rheological, color, and sensory properties during 28 days of storage period at 4 °C

Dry matter, protein and ash contents of yoghurts were determined only on the 1st day of storage. On the other hand, pH, titratable acidity, microbiological, textural (hardness), rheological properties (apparent viscosity, flow behavior index, consistency coefficient), syneresis, water holding capacity, color (L^* , a^* , b^*) and sensory properties (taste, color, appearance, consistency (in the mouth and with spoon), odour, general acceptance) were examined on the 1st, 14th and 28th days of storage.

The use of different concentrations of banana powder in probiotic yoghurt production affected the incubation time. The incubation time decreased as the concentration increased. However, different banana powder concentrations did not show a significant effect on the pH and titratable acidity changes in samples during the storage period. It was determined that the effect of using different amounts of banana powder on the protein content of yoghurts was statistically significant ($p < 0.05$), and as the banana powder concentration increased, the protein content decreased.

In all samples, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 counts decreased during the storage period. Yet, this reduction was generally less than 1 log cfu/g and counts were not below the values 10^6 - 10^7 cfu/g, specified for probiotic foods. After 28 days of storage, higher *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 counts were observed in yoghurts containing 0.5% and 2.0% banana powder compared to the control sample (8.22 ± 0.24 and 8.20 ± 0.04 log cfu/g, respectively).

Differences between the hardness values of yoghurts, containing different concentrations of banana powder, were not statistically significant ($p>0.05$). However, the effect of storage period on the hardness of yoghurts containing 0.5% and 2% banana powder was statistically significant ($p<0.05$). The hardness values of yoghurts generally increased throughout the storage period, and the hardness value of the sample containing 2% banana powder decreased on the 28th day of storage compared to the 14th day. The lowest hardness value during storage was measured in the yoghurt sample containing 2% banana powder.

The effect of banana powder concentration and storage period on the rheological properties and color values of yoghurts was found statistically significant ($p<0.05$). In general, the effect of different concentrations of banana powder and storage period on the sensory properties of yoghurts was found significant ($p<0.05$). It was determined that the average general acceptance score of the sample containing 2% banana powder decreased during the storage period.

When all the results of the study were evaluated, it was concluded that the samples containing 0.5% and 1% banana powder had properties close to the control sample and the use of banana powder did not cause any significant changes or negative effects on the properties of the probiotic yoghurts during storage period, and banana powder could be used in the production of probiotic yoghurts at less than 2%.

Keywords: Banana powder, probiotic yoghurt, probiotic bacteria, prebiotics, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*.

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK SAYFASI	
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI	i
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	ii
TEŞEKKÜR SAYFASI.....	iii
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	i
SİMGELER VE KISALTMALAR	ii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR	5
2.1 Probiyotikler.....	5
2.2 Yoğurt Üretiminde Kullanılan Bazı Mikroorganizmalar.....	7
2.2.1 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	7
2.2.2 <i>Streptococcus thermophilus</i>	7
2.2.3 <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i>	8
2.3 Prebiyotikler.....	9
2.4 Yoğurt	10
2.5 Muz	11
2.6 Probiyotik ve Prebiyotik İlavesi ile Yoğurt Üretimi Üzerine Yapılan Bazı Çalışmalar	13
3. YÖNTEM.....	18
3.1 Materyal	18
3.2 Metot	18
3.2.1 Probiyotik yoğurt üretimi.....	18
3.2.2 Fizikokimyasal analizler	22
3.2.2.1 Sütte yapılan fizikokimyasal analizler	22
3.2.2.1.1 Kuru madde tayini	22
3.2.2.1.2 Yağ tayini.....	22
3.2.2.1.3 Protein tayini	22
3.2.2.1.4 Kül tayini	22
3.2.2.2 Probiyotik yoğurtlarda yapılan fizikokimyasal analizler.....	22
3.2.2.2.1 Kuru madde tayini	22

3.2.2.2.2 Yağ tayini.....	22
3.2.2.2.3 Protein tayini	22
3.2.2.2.4 Kül tayini	23
3.2.2.2.5 pH tayini.....	23
3.2.2.2.6 Titrasyon asitliği tayini	23
3.2.3 Probiyotik yoğurtlarda yapılan mikrobiyolojik analizler.....	23
3.2.4 Probiyotik yoğurtlarda yapılan tekstür analizi (sertlik)	23
3.2.5 Probiyotik yoğurtların reolojik özellikleri	24
3.2.6 Probiyotik yoğurtların serum ayrılması	24
3.2.7 Probiyotik yoğurtların su tutma kapasitesi (STK)	24
3.2.8 Probiyotik yoğurtlarda yapılan renk analizi.....	25
3.2.9 Probiyotik yoğurtlarda yapılan duyu analizler	25
3.2.10 Muz tozunda yapılan analizler	26
3.2.11 İstatistiksel analizler.....	26
4. BULGULAR.....	27
4.1 Probiyotik Yoğurt Üretimi Esnasında Kullanılan Sütlerin Özellikleri	27
4.2 Probiyotik Yoğurtların Fizikokimyasal Özellikleri	28
4.2.1 Kuru madde.....	28
4.2.2 Protein	29
4.2.3 Kül.....	31
4.2.4 pH.....	32
4.2.5 Titrasyon asitliği (Laktik asit olarak kütlece %).....	34
4.3 Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik Özellikleri.....	36
4.3.1 <i>Streptococcus thermophilus</i> sayısı (log kob/g)	36
4.3.2 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayısı (log kob/g).....	38
4.3.3 <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>lactis</i> BB-12 sayısı (log kob/g)	39
4.4 Probiyotik Yoğurtların Tekstürel Özellikleri (Sertlik).....	41
4.5 Probiyotik Yoğurtların Reolojik Özellikleri	43
4.5.1 Görünür viskozite.....	43
4.5.2 Akış davranış indeksi	45
4.5.3 Kıvam katsayısı.....	47
4.6 Probiyotik Yoğurtların Serum Ayrılması.....	48
4.7 Probiyotik Yoğurtların Su Tutma Kapasitesi (STK).....	48
4.8 Probiyotik Yoğurtların Renk Özellikleri.....	50
4.8.1 L^* değeri	50

4.8.2 a^* değeri.....	51
4.8.3 b^* değeri.....	52
4.9 Probiyotik Yoğurtların Duyusal Özellikleri.....	54
4.9.1 Görünüş.....	54
4.9.2 Renk	56
4.9.3 Kaşıkla kıvam	58
4.9.4 Ağızda kıvam	59
4.9.5 Koku.....	60
4.9.6 Tat	62
4.9.7 Genel beğeni	63
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	66
6. KAYNAKLAR	70
ÖZGEÇMİŞ	

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1 Bazı probiyotik mikroorganizmalar ve kullanım alanları	6
Tablo 2.2 Olgunlaşmamış muzunun kimyasal bileşimi (g/100 g KM)	12
Tablo 2.3 Liyofilize glutensiz yeşil muzunun özellikleri	12
Tablo 4.1 Standardize edilen sütlerin analiz sonuçları (n=2).....	27
Tablo 4.2 Probiyotik yoğurt örneklerinin toplam kuru madde miktarları (n=2).....	28
Tablo 4.4 Probiyotik yoğurt örneklerinin kül miktarları (n=2).....	31
Tablo 4.5 Probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerleri (n=2).....	32
Tablo 4.6 Probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitlik (Laktik asit olarak kütlece %) değerleri (n=2)	34
Tablo 4.7 Probiyotik yoğurtların depolama süresince <i>S. thermophilus</i> sayıları (log kob/g) (n=2)	36
Tablo 4.8 Probiyotik yoğurtların depolama süresince <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayıları (log kob/g) (n=2).....	38
Tablo 4.9 Probiyotik yoğurtların depolama süresince <i>B. animalis</i> subsp. <i>lactis</i> BB-12 sayıları (log kob/g) (n=2).....	40
Tablo 4.10 Probiyotik yoğurtların depolama sırasındaki sertlik (g) değerleri (n=2)	42
Tablo 4.11 Probiyotik yoğurtların depolama süresince görünür viskozite (Pa.s) değerleri (n=2).....	44
Tablo 4.12 Probiyotik yoğurtların depolama süresince akış davranış indeksi (n) değerleri (n=2)	46
Tablo 4.13 Probiyotik yoğurtların depolama süresince kıvam katsayısı (Pa.s ⁿ) değerleri (n=2).....	47
Tablo 4.14 Probiyotik yoğurtların depolama süresince su tutma kapasiteleri (%)(n=2).....	48
Tablo 4.15 Probiyotik yoğurtların depolama süresince <i>L</i> * değerleri (n=2)	50
Tablo 4.16 Probiyotik yoğurtların depolama süresince <i>a</i> * değerleri (n=2)	52
Tablo 4.17 Probiyotik yoğurtların depolama süresince <i>b</i> * değerleri (n=2)	53
Tablo 4.18 Probiyotik yoğurtların depolama süresince ortalama görünüş puanları (n=2, Kişi sayısı: 6)	55
Tablo 4.19 Probiyotik yoğurtların depolama süresince ortalama renk puanları (n=2; Kişi sayısı: 6).....	56
Tablo 4.20 Probiyotik yoğurtların depolama sırasında ortalama kaşıkla kıvam puanları (n=2, Kişi: 6).....	58
Tablo 4.21 Probiyotik yoğurtların depolama süresince ortalama ağızda kıvam puanları (n=2; Kişi: 6).....	59
Tablo 4.22 Probiyotik yoğurtların depolama sırasında ortalama koku puanları (n=2, Kişi sayısı: 6)	61
Tablo 4.23 Probiyotik yoğurtların depolama süresince ortalama tat puanları (n=2, Kişi sayısı: 6).....	62

Tablo 4.24 Probiyotik yoğurtların depolama süresince ortalama genel beğeni puanları (n=2; Kişi: 6).....	63
---	----



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.2 Muz ticari renk skalası	13
Şekil 3.1 Çalışmada kullanılan muz tozunun görünüşü	18
Şekil 3.2 Sütün pastörizasyonu için kullanılan ısı işlem ünitesi	19
Şekil 3.3 Muz tozu ilaveli probiyotik yoğurt üretim akış şeması	21
Şekil 4.1 Probiyotik yoğurt örneklerinin % kuru madde miktarları	29
Şekil 4.3 Probiyotik yoğurt örneklerinin % kül miktarları	31
Şekil 4.4 Probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerinin depolama süresince değişimleri	33
Şekil 4.5 Probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitlik değerlerinin depolama süresince değişimleri	35
Şekil 4.6 Probiyotik yoğurt örneklerinin <i>S. thermophilus</i> sayılarının (log kob/g) depolama süresince değişimleri	37
Şekil 4.7 Probiyotik yoğurt örneklerinin <i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayılarının (log kob/g) depolama süresince değişimleri	39
Şekil 4.8 Probiyotik yoğurt örneklerinin <i>B. animalis</i> subsp. <i>lactis</i> BB-12 sayılarının (log kob/g) depolama süresi boyunca değişimleri	40
Şekil 4.10 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince görünür viskozite değerleri	44
Şekil 4.11 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince akış davranış indeksi değerleri	46
Şekil 4.12 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince kıvam katsayısı değerleri değişimi	47
Şekil 4.14 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince L^* değerleri	51
Şekil 4.15 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince a^* değerleri	52
Şekil 4.16 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince b^* değerleri	53
Şekil 4.17 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince görünüş puan değerleri	55
Şekil 4.18 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince renk puan değerleri değişimi	57
Şekil 4.19 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince kaşıkla kıvam puan değerleri değişimi	58
Şekil 4.20 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince ağızda kıvam puan değerleri	60
Şekil 4.21 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince koku puan değerleri	61
Şekil 4.23 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince genel beğeni puan değerleri	64

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	Yüzde
g	Gram
kg	Kilogram
°C	Santigrat derece
lt	Litre
dk	Dakika
ml	Mililitre
mm	Milimetre
s	Saniye
mg	Miligram
Pa.s ⁿ	Paskal saniye üzeri akış davranış indeksi
n	Akış davranış indeksi
Pa.s	Paskal saniye
>	Büyüktür
<	Küçüktür
pH	Asitlik
GAE	Gallik asit eşdeğeri

Kısaltmalar

ABD	Amerika Birleşik Devleti
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists - Official methods of analysis
TS	Türk Standardı
ANOVA	Varyans analizi (Analysis of Variance)
subsp.	Subspecies
spp	Species plural
kob/g	Gram'da koloni oluşturan birim
HDL	Yüksek yoğunluklu lipoprotein

LDL Düşük yoğunluklu lipoprotein

KM Kuru madde

STK Su tutma kapasitesi

DN Dirençli Nişasta



1. GİRİŞ

Dünyada yaşanan bilimsel ve teknolojik gelişmeler, yaşam standartlarının iyileşmesi, tüketicilerin eğitim seviyesinin artması, bilgiye ulaşmanın kolaylaşması gibi birçok olumlu etken, tüketicilerin pazardan beklentisinin değişmesine sebep olmuştur. Son yıllarda, yapılan araştırmalarda, besinlerin ve beslenme şeklinin sağlık üzerine olan etkileri ve hastalıklarla olan ilişkilerinin ortaya konması, sağlıklı beslenmenin öneminin artmasına, insanların gıda seçimlerinin ve beslenme alışkanlıklarının değişmesine neden olmuştur. İnsan ömrünün uzaması, artan gıda kaynaklı sağlık riskleri ve beslenme kaynaklı sağlık sorunları, yüksek tedavi masrafları tüketiciyi daha güvenilir gıdaların yanı sıra artı değer katan, sağlıklı gıdaların tüketimine yönlendirmiştir (Birch & Bonwick, 2018; Özkaya, 2021). Tüm bu gelişmelere bağlı olarak hali hazırda kullanılan gıdalar mühendislik biliminden de faydalanılarak yeni formları ile pazara sunulmaya başlanmıştır. Bu gelişmeler beraberinde gıda sanayinin daha da büyümesine katkı sağlamıştır. Gelişmeler daha çok güvenli gıda üretimi uygulamalarında olmuştur. Bazı gıda bileşenlerinin tek başına veya diğer gıda bileşenleriyle birlikte kullanıldığında sağlığı koruduğu, bazı hastalıkları önlediği ve/veya terapötik etki gösterdiğinin ortaya çıkması, fonksiyonel gıda pazarını da olumlu yönde etkilemiştir (Birch & Bonwick, 2018; Özkaya, 2021; Ozen vd., 2012).

Bugüne kadar kesin kabul gören uluslararası bir tanımı olmamakla birlikte, fonksiyonel gıda; besleyici olmasının yanı sıra bireyin sağlık, fiziksel performans ve ruhsal durumu gibi birçok özelliğini de olumlu yönde etkileyen, hastalık riskini azaltan ve tüm bu özellikleri yapılan çalışmalarla tam olarak ortaya konmuş gıda veya gıda bileşeni olarak tanımlanmaktadır (Frewer vd., 2003; Ozen vd., 2012).

Fonksiyonel ürünlerin dünyadaki pazar payı giderek artmaktadır. 2021'de 281,14 milyar ABD doları olan pazar hacminin 2028 yılında %9,5'lik bir bileşik yıllık büyüme oranıyla 530 milyar ABD dolarına ulaşması beklenmektedir (Tsoupras vd., 2023). Probiyotik ürünler de bu pazar içinde ayrı bir öneme sahiptirler. Tüketicilerin probiyotik mikroorganizmalarca zenginleştirilmiş ürünleri giderek daha fazla talep etmesi nedeniyle fonksiyonel gıda sektörünün en hızlı büyüyen alanıdır. Probiyotik gıdaların toplam fonksiyonel gıda pazarının %60 ile %70'ini oluşturduğu tahmin edilmektedir (Dinkçi vd., 2019).

Özellikle probiyotikler ve prebiyotikler ile bunları bir arada bulunduran simbiyotikler bağırsak sağlığını olumlu etkileyen gıdalar arasında yer almaktadır.

Probiyotik ve prebiyotikleri içeren süt ürünleri de sektörde önemli yer tutmaktadır. Günümüzde özellikle fermente süt, yoğurt, dondurma, peynir gibi probiyotik süt ürünleri yoluyla probiyotik mikroorganizma tüketiminde önemli bir artış olmuştur (Dinkçi vd., 2019; Pandey vd., 2015).

Probiyotikler, yeterli ve düzenli olarak vücuda alındıklarında bağırsağa yerleşip bunları tüketen kişinin normal beslenmesine ek fayda sağlayan mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır (Seçkin & Baladura, 2011).

Probiyotiklerin temel olarak normal bağırsak mikrobiyotasının iyileştirilmesi ve dengesinin korunması, gastrointestinal sistemdeki patojenlere karşı koruma, bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi, serum kolesterol düzeyinin ve kan basıncının azaltılması, antikanserijen aktivite, gıdaların besin değerinin iyileştirilmesi ve besinlerden etkin bir şekilde faydalanmayı sağlama gibi sağlık üzerine yararları yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Tripathi & Giri, 2014).

Probiyotik bakteriler, fermente gıdalarda doğal olarak bulunmaktadır. Ayrıca başta yoğurt olmak üzere birçok gıdaya da katılmaktadırlar (Yıldırım, 2016).

Yoğurt, laktik asit fermantasyonu sonucu üretilen, laktik asit bakterilerini canlı olarak içeren fermente bir süt ürünüdür (Fisberg & Machado, 2015). Türk Gıda Kodeksi, Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde ise yoğurt; üretiminde *S. thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kültürlerinin birlikte kullanıldığı ve raf ömrü sonunda yeterli sayıda, canlı ve aktif starter bakteri içeren fermente bir süt ürünü olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2022). Protein, kalsiyum, potasyum, fosfor, B2 ve B12 vitaminleri de dahil olmak üzere birçok temel besin ögesinin kaynağı olan yoğurt, fonksiyonel gıda üretimi amacıyla ilave edilen probiyotikler, diyet lifleri, vitaminler, mineraller vb. için de uygun bir taşıyıcı ortamdır. Bu nedenle probiyotik gıda olarak daha çok yoğurt ve fermente süt içeceklerinin üretildiği görülmektedir (Fisberg & Machado, 2015).

Fermente süt ürünlerinin üretimi esnasında yoğurt starter kültürüne ek olarak *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 gibi probiyotik özelliği olan kültürler de kullanılmaktadır. Böylece ürünün besin değeri ve fizyolojik etkisi arttırılmaktadır (Fisberg & Machado, 2015; Gao vd., 2021).

Prebiyotikler, başta laktobasil ve bifidobakteriler olmak üzere kolondaki bazı mikroorganizma türlerinin gelişimini ve/veya aktivitesini seçici olarak teşvik ederek konakçının sağlığını olumlu yönde etkileyen, çoğunluğunu oligosakkaritlerin

oluşturduğu, sindirilemeyen gıda bileşenleri olarak tanımlanmaktadır (Davani-Davari vd., 2019; Pandey vd., 2015). İnulin, fruktooligosakkaritler (FOS) ve galaktooligosakkaritler (GOS) yaygın olarak bilinen ve kullanılan prebiyotiklerdir. Ancak son yıllarda yapılan araştırmalar, fenolik bileşiklerin de prebiyotik etki gösterdiğini kanıtlamıştır (Gibson vd., 2017; Alves-Santos vd., 2020).

Prebiyotikler, muz, şekerpancarı, kuşkonmaz, sarımsak, hindiba kökleri, soğan, yer elması, rafine edilmemiş buğday, rafine edilmemiş arpa, domates, çavdar, insan sütü, inek sütü, baklagiller (soya fasülyesi, bezelye vb.), deniz yosunları ve mikroalgler gibi gıdalarda doğal olarak bulunurlar (Davani-Davari vd., 2019; Pandey vd., 2015).

Prebiyotik olduğu bilinen muz, çözünür ve çözünmeyen diyet liflerini, kateşin, epikateşin, gallokateşin gibi birçok fenolik bileşiği ve B1, B2, C vitaminlerini yüksek miktarda içermektedir (Choo & Aziz, 2010; Singh vd., 2016). Ayrıca, muzun iyi bir potasyum (K), fosfor (P), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), bakır (Cu) ve manganez (Mn) kaynağı olduğu da tespit edilmiştir (Ranjha vd., 2020; Wall, 2006).

Muz dünyada yaygın olarak üretilen ve tüketilen bir meyvedir ve yüksek besin değeri nedeniyle insan sağlığı üzerinde birçok olumlu etkiye sahiptir. Muzun, farklı gıda ürünlerinin üretimi sırasında içeriğe dahil edilmesi, ürünü toplam diyet lifi, dirençli nişasta, toplam nişasta ve bazı temel mineraller yönünden zenginleştirmekte, insan sağlığına daha faydalı hale getirmektedir (Singh vd., 2016). Deneysel çalışmalar, muz ve bileşenlerinin potansiyel antimikrobiyal, antidiyareik, antiülserojenik, antitümoral, antihipertansif, antidiyabetik ve antiobezojenik etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Muz tüketiminin, bağırsaktaki bifidobakterilerin gelişimini arttırdığı da bildirilmiştir (Mitsou vd., 2011). Muz tozunun, insan bağırsak mikrobiyotasını iyileştirdiği, bifidobakterilerin gelişimini desteklediği ve kısa zincirli yağ asitlerinin üretimini teşvik ettiği belirlenmiştir (Tian vd., 2020).

Muz, yüksek şeker oranına sahip olan tropikal bir meyvedir. Yüksek sıcaklık ve uzun kurutma sürelerinin kullanıldığı konvansiyonel hava ile kurutma yöntemi, muz gibi şeker içeren meyvelere uygulandığında, kurutulmuş ürünün tadında ve renginde olumsuzluklara, besin içeriğinde kayıplara ve rehidrasyon kapasitesinde azalmaya neden olabilmektedir (Maskan, 2000).

Meyvelerin kurutulması esnasında kalite özelliklerinin muhafaza edilmesi için vakum altında, düşük sıcaklıklarda kurutulmasını sağlayan dondurarak kurutma (liyofilizasyon) yöntemi kullanılmaktadır (Moraga vd., 2011). Daha maliyetli bir yöntem olmasına rağmen, elde edilen ürün diğer yöntemler ile elde edilen ürüne göre

çok daha kaliteli olduğundan, özellikle ısıya duyarlı ürünlerin kurutulmasında tercih edilmektedir (Jiang vd., 2010; Marques vd., 2009). İşlemden kullanılan düşük sıcaklıklar, bazı önemli bileşenlerin kaybının azalmasına, orjinal tat ve aromanın korunmasına katkıda bulunmaktadır (Marques vd., 2009). Taze meyveye en yakın kalitede kuru ürünün, dondurarak kurutma yöntemi ile elde edilebildiği bildirilmiştir (Metiner & Ersus, 2023). Liyofilizasyon tekniğiyle elde edilen muzunun bileşimindeki fenolik asit, ısıya duyarlı vitamin ve mineral madde miktarının geleneksel kurutma yöntemleriyle elde edilen tozlarla karşılaştırıldığında, daha zengin olduğu tespit edilmiştir (Khoodzani vd., 2019).

Bu çalışmada, pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt üretiminde prebiyotik olarak muz tozunun kullanım olanaklarının araştırılması, liyofilize muz tozunun, pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtların fizikokimyasal, reolojik, mikrobiyolojik ve duyuşsal özelliklerini nasıl etkilediğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR

Gıdalara temel besin maddelerinin eklenmesi bir toplumdaki besin sorununu düzeltmeyi ve önlemeyi hedeflemektedir (Hashemi vd., 2015).

Günümüzde yoğurttan daha fazla yarar sağlamak için fonksiyonel özelliklere sahip olan yoğurt üretilmektedir. Fonksiyonel yoğurt üretmek için de probiyotik, prebiyotik ya da bitki özleri ilave edilmekte ve bunlar ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmaktadır (Fazilah vd., 2018).

2.1 Probiyotikler

Probiyotikler, yeterli miktarda alındıklarında konağa sağlık açısından fayda sağlayan canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır (Salminen vd., 2011).

Lactobacillus ve *Bifidobacterium* cinslerinin üyeleri en yaygın probiyotik mikroorganizmalar olarak bilinmektedirler. Bu mikroorganizmalara ilave olarak *Escherichia coli*, *Enterococcus*, *Bacillus* türleri ile bazı maya türleri gibi konakçı bağırsakta ya da dokularda bulunan ve patojen olmayan mikroorganizmalar da probiyotik mikroorganizma olarak kullanılabilir (Sanders vd., 2019).

Probiyotik olarak kullanılacak bir mikroorganizmanın “genellikle güvenli olarak bilinen” (Generally Regarded As Safe - GRAS) statüdeki, patojen olmayan mikroorganizmalardan seçilmiş olması gerekmektedir. Ayrıca, tercihen insan orijinli olması, mide asidine ve safra tuzlarına dayanıklı olması, bağırsak yüzeyine tutunabilmesi, kısa süreli de olsa gastrointestinal sistemde yaşamını devam ettirebilmesi, antimikrobiyal karakterde bileşikler üretebilmesi, transfer edilebilir antibiyotik direnç genleri taşımaması ve teknolojik işlemlere dayanıklı olması beklenmektedir. Yapılan *in vivo* çalışmalarla belgelenmiş, sağlık üzerine bir veya birden fazla faydasının bulunması da büyük önem taşımaktadır (EFSA, 2012; Salminen vd., 2011; Sanders vd., 2019).

Tablo 2.1’de probiyotik özelliği olan bazı mikroorganizmalara yer verilmiştir.

Probiyotik gıda üretiminde genellikle laktik asit bakterileri ve bifidobakteriler kullanılmaktadır. Bir ürünün probiyotik olabilmesi için bu bakterilerden birini ya da birkaçını tüketim sırasında canlı olarak ve yeterli sayıda içermesi gerekmektedir. Literatürde ve standartlarda bu sayı 10^6 - 10^7 kob/g olarak bildirilmektedir (Tripathi & Giri, 2014).

Tablo 2.1 Bazı probiyotik mikroorganizmalar ve kullanım alanları (Gao vd., 2021; He vd., 2023; Salminen vd., 2011; Średnicka vd., 2021; Zhang vd., 2022)

Probiyotikler ve Kullanım Alanları			
Geleneksel Probiyotikler			Yeni Nesil Probiyotikler
Laktik Asit Bakterileri	Bifidobakteriler	Diğeleri	
<i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>L. delbreuckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> <i>Lactobacillus helveticus</i> <i>Lactobacillus johnsonii</i> <i>Lactobacillus gasseri</i> <i>Lacticaseibacillus casei</i> <i>Lacticaseibacillus rhamnosus</i> <i>Lacticaseibacillus paracasei</i> <i>Limosilactobacillus reuteri</i> <i>Limosilactobacillus fermentum</i> <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> <i>Enterococcus faecium</i> <i>Enterococcus faecalis</i> <i>Lactococcus lactis</i> <i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>B. animalis</i> subsp. <i>lactis</i> <i>Bifidobacterium bifidum</i> <i>Bifidobacterium longum</i> <i>Bifidobacterium breve</i> <i>B. infantis</i> <i>B. adolescentis</i>	<i>Clostridium butyricum</i> <i>Bacillus spp.</i> <i>Escherichia coli</i> Strain Nissle 1917 <i>Propionibacterium freudenreichii</i> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> var. <i>boulardii</i>	<i>Akkermansia muciniphila</i> <i>Faecalibacterium prausnitzii</i> <i>Bacteroides fragilis</i> <i>Eubacterium hallii</i> <i>Roseburia spp.</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Probiyotik süt ürünlerinin üretiminde • Süt bazlı olmayan probiyotik gıdaların üretiminde • Probiyotik gıda takviyeleri; kapsül, saşe vb. 		<ul style="list-style-type: none"> • Probiyotik gıda takviyeleri; kapsül, saşe vb. 	<ul style="list-style-type: none"> • Probiyotik hayvan yemleri • Probiyotik katkıları • Oral yol harici probiyotik uygulamaları • Kanalizasyon, atık su arıtma

İnsan bağırsağında bulunan mikroorganizma çeşitliliğinin dengesinin korunması için probiyotik mikroorganizmalar oldukça önemlidir (Markowiak & Śliżewska, 2017). İnsülin direnci, obezite gibi hastalıkların tedavisinde de probiyotik mikroorganizmalar etkili olmaktadır (Zhu, 2018; Kumar vd., 2015; Million, 2012). Bütün bu olumlu özelliklerine ilave olarak, probiyotik bakterilerin irritabl bağırsak sendromu, bakteriyel enfeksiyonlar, ishal, enterit ve çeşitli gastrointestinal bozuklukların tedavisinde de yardımcı oldukları bildirilmiştir (Fijan, 2014; Markowiak & Śliżewska, 2017).

Probiyotik besinler faydalı mikroorganizmaların taşıyıcıları şeklinde, farklı ürün ve tiplerde geliştirilmiştir. Bu besinler arasında süt ürünleri özellikle de yoğurt, beslenmede çok önemlidir. Probiyotik mikroorganizmalar faydalı katkılarıdır ve kullanımları uzun bir geçmişe dayanmaktadır (Surono, 2011).

Gıda endüstrisinde *Lactobacillus delbreuckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium*, *Lactococcus lactis* türleri gibi farklı bakteriler kullanılmaktadır.

Yoğurt üretiminde probiyotik bakteriler genellikle yoğurt bakterileriyle birlikte kullanılmaktadır (Sağdıç vd., 2004).

Probiyotik yoğurdun mikrobiyotasında temel olarak iki tip bakteri vardır ve bu iki tip bakterinin de farklı görevleri bulunmaktadır. Fermantasyon kültürleri olan *Streptococcus thermophilus* ile *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sütün asitlenmesinde ve lezzetin oluşmasında etkilidir. Probiyotik bakteriler ise ürünün sağlığa olan etkisini arttırmaktadır (Surono, 2011).

Probiyotik bakterilerin bazıları fermantasyon kültürleri ile birlikte kullanılıp fermantasyona yardımcı olurken, çoğalma eğilimi olmayan probiyotik bakteriler ise bakteri konsantresi şeklinde fermente ürüne eklenmektedir (Kneifel & Domig, 2014).

2.2 Yoğurt Üretiminde Kullanılan Bazı Mikroorganizmalar

2.2.1 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*

Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus*'un özellikleri arasında gram pozitif, hareketsiz ve katalaz negatif olma özellikleri de vardır. Ayrıca görünüş olarak çubuk şeklinde olan bakteri homofermantatif ve anaerobtur. Bu bakterilerin hücreleri zincir halinde veya tekli olarak da bulunabilmektedir. Optimum gelişmeyi pH olarak 5,2-5,5; sıcaklık olarak ise 42-45°C arasında göstermektedirler. Bu bakterilerin proteolitik aktivitesi zayıf olmasına rağmen *Streptococcus thermophilus*'a göre fazladır. Fermantasyonda glikoz, galaktoz ve fruktozu kullanabilirler. Ayrıca laktozu fermente edebilme yetenekleri de mevcuttur (Wang vd., 2016; Ai vd., 2017; Han vd., 2018).

Laktoz fermantasyonu sonucunda laktik asit ile birlikte karbonil bileşikler, etil alkol, uçucu yağ asitleri de üretilmektedir. Bakterinin suşlarından bazıları ekzopolisakkarit sentezleme özelliğine sahiptir. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* glukozu parçalayabilirken galaktoz üzerindeki etkinliği azdır. Yoğurt oluşumu esnasında fermantasyondan sonraki asitlik gelişiminden sorumlu olan bakteri *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'tur (Uzunsoy, 2018).

2.2.2 *Streptococcus thermophilus*

S. thermophilus, başta yoğurt ve bazı peynir çeşitleri gibi fermente ürünlerin üretiminde kullanılan başlatıcı (starter) kültürlerde yer almaktadır. *S. thermophilus* gıda endüstrisinde kullanılan tek *Streptococcus* türüdür. Yüzyıllardır, insanlar tarafından güvenli bir şekilde tüketildiği, herhangi bir hastalığa yol açmadığı için ABD Gıda ve İlaç Dairesi (Food and Drug Administration- FDA) tarafından da GRAS (genellikle

güvenli olarak bilinen- Generally Recognized as Safe) statüsünde sayılan tek *Streptococcus* türüdür (Uriot vd., 2017).

Genellikle insan gastrointestinal sisteminde tutunmayan, geçici bir bakteri olarak bilinir ancak mide ve bağırsak sağlığı açısından faydası vardır (Uriot vd., 2017).

Streptococcus thermophilus da yoğurt bakterilerindedir. Bakteri, gram pozitif, homofermantatif ve katalaz negatiftir. Görünüş olarak küresel ya da oval olan bakteri hareketsizdir. Termofil özellikte olduğu için 45-52°C'de gelişebilmektedir. En iyi gelişim gösterdiği sıcaklık ise 42°C'dir. Fakültatif anaerobik ve aerobik olan bu bakterilerin spor oluşturma özelliği yoktur. 6,0-6,5 pH'da optimum gelişim gösterir ve proteolitik aktivitesi de oldukça zayıftır (Jans vd., 2012; Uriot vd., 2017).

Asit direnci nispeten düşük olan *Streptococcus thermophilus*'un pH 4,4'te koloni sayısı 7 log birime kadar düşmektedir. Bakteri homofermantatif özelliğe sahiptir ve sütte %0,5-1,0 oranında L (+) laktik asit oluşturmaktadır. Suşlarından bazıları polisakkarit sentezleyebilmektedir. Laktoz ve sakkarozu fermente edebilme özelliği olan bakterinin monosakkaritler üzerine etkisi zayıftır. Laktoz fermantasyonu sonucu laktik asit (L (+) laktat), asetaldehit, diasetil üretmektedir (Uzunsoy, 2018).

2.2.3 *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*

Bifidobakteriler gram pozitif, katalaz negatif (oksijenli ortamda gelişen *Bifidobacterium indicum* and *Bifidobacterium asteroides* hariç), hareketsiz, spor oluşturmayan, düzensiz-dallanan, Y ve V formunda, çubuk şeklinde bakterilerdir. Genel olarak zorunlu anaeroburlar ancak %5-21 oranında oksijene toleranslı suşları da bulunmaktadır (He vd., 2023; Russell vd., 2011). Bugüne kadar tanımlanmış tüm türleri glikoz, galaktoz ve fruktozu fermente etme yeteneğine sahiptirler. Glikozu fruktoz-6-fosfat yoluyla fermente ederek asetik ve laktik aside dönüştürürler ancak gaz oluşturmazlar. İnsanlardan izole edilen suşların optimum gelişme sıcaklıklarının 36-38 °C arasında olduğu, ancak hayvan kökenli bazı suşların optimum gelişme sıcaklığının 41-43 °C arasında olduğu bildirilmektedir. Gelişimleri için ihtiyaç duydukları optimum pH 6,5 ve 7,0 civarında olmasına rağmen Bifidobakteriler aside toleranslı bakteriler olarak da bilinirler. Bazı suşlar örneğin *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12® pH 2 - 3'te bile canlılığını koruyabilmektedir (Jungersen vd., 2014; Leahy vd., 2005).

Bifidobacterium türleri doğumdan sonra insan bağırsağını doğal olarak ilk kolonize eden mikroorganizmalar arasında yer almaktadır. Anne sütüyle beslenen bebeklerin bağırsağında bulunan mikroorganizmaların %80'inden fazlasını

oluşturmaktadırlar. Yaşamın sonraki evrelerinde de kolondaki mevcudiyeti ve sayısının konakçı sağlığıyla yakından ilişkili olduğu yapılan birçok çalışmada ortaya konmuştur (Abdul Kalam Saleena vd., 2023; He vd., 2023). Fermente süt ürünlerinin üretiminde uzun ve güvenli bir kullanım geçmişine sahiptirler ve hali hazırda birçok probiyotik gıdanın üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Russell vd., 2011).

Bifidobacterium animalis subsp. *lactis* BB-12[®] suşu, probiyotik gıdaların üretiminde yaygın olarak kullanılan, probiyotik ve teknolojik özellikleri detaylı bir şekilde araştırılmış ve ortaya konmuş bifidobakterilerdendir. Chr. Hansen firmasının starter kültür koleksiyonunun tescilli bir suşudur. BB-12[®], mide asidi ve safra tuzlarına oldukça dirençli, safra tuzu hidrolaz aktivitesine sahip, bağırsak mukus yapısına tutunma kapasitesi yüksek, birçok patojen mikroorganizma üzerinde antagonistik etki gösteren bir suştur. BB-12[®]'nin bağırsak fonksiyonlarını iyileştirdiği, ishale karşı koruyucu etkiye sahip olduğu, antibiyotik tedavisinin yan etkilerini azalttığı, solunum yolu enfeksiyonlarına karşı vücut direncini arttırdığı ve akut solunum yolu enfeksiyonlarının görülme sıklığını azalttığı bildirilmiştir (Jungersen vd., 2014).

BB-12[®] teknolojik açıdan da olumlu özelliklere sahiptir. Fermantasyon aktivitesi ve oksijen toleransı yüksektir. Raf ömrü süresince canlılığını korumaktadır ve ilave edildiği gıdanın görünüşü, tadı üzerinde de olumsuz bir etkisi yoktur (Jungersen vd., 2014).

2.3 Prebiyotikler

Prebiyotikler, ilk olarak kolondaki bir veya birkaç bakteri türünün veya bakteri cinsinin büyümesini olumlu yönde etkileyen ve böylece konakçı sağlığına da yararı olan bileşenler olarak tanımlanmıştır (Glenn & Roberfroid, 1995).

Prebiyotik bileşiklerin etki gösterebilmesi için probiyotik bakteriler tarafından fermente edilmesi gerekmektedir (Rosemary & Walzem, 1998).

Araştırmacılara göre prebiyotik bileşikler ilk olarak anne sütünde bulunmuştur ve bulunan bileşik de oligosakkarittir. Oligosakkaritler, bifidobakterilerin gelişmesine yardımcı olurken aynı zamanda hareketliliğini de arttırmaktadır (Coppa vd., 2004).

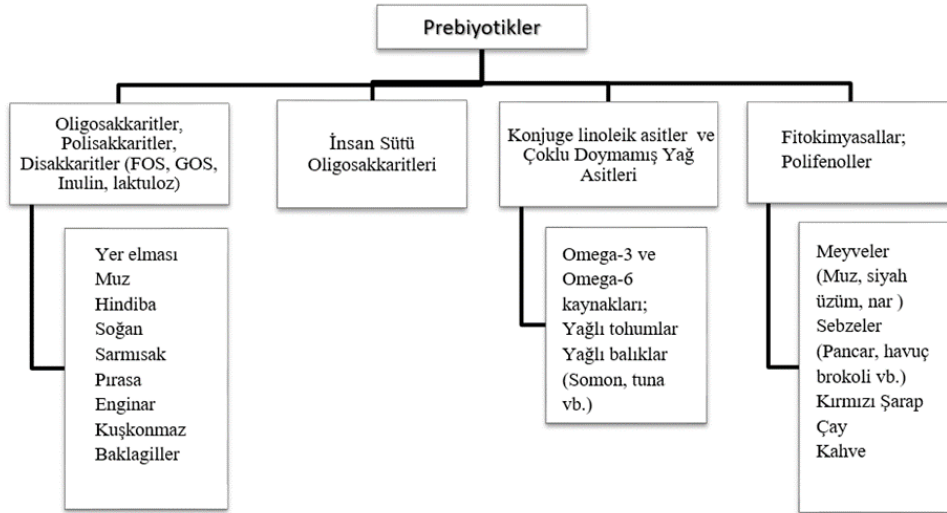
Sağlık ve diyet uzmanlarına göre prebiyotikler gün içerisinde tüketilmesi gereken temel bileşenlerdendir. Obezite ve kardiyovasküler hastalık riskini azaltma, bağışıklık sistemini güçlendirme ve kemik mineral yoğunluğunu artırma yetenekleri nedeniyle değerlidirler. Prebiyotiklerin ayrıca olumlu teknolojik özellikleri de vardır. Özellikle de düşük kalorili, yağsız ürünlerin üretiminde kullanıldıklarında duyuusal ve

yapısal özelliklerini iyileştirmektedirler. Diyet liflerinin süt ürünlerine ilave edilmesinin ağızda dolgunluk, doku, yapı gibi bazı özellikleri iyileştirdiği ve mikroorganizmaların gelişimini olumlu yönde etkilediği ile ilgili çalışmalar da mevcuttur (Dominguez & Barbagallo, 2020; Florowska vd., 2022).

Prebiyotikler, ek destek olarak kullanılabilirler. Farklı bağırsak bakterilerinin büyümesini farklı prebiyotikler teşvik etmektedir. Aynı zamanda prebiyotik olarak kullanılan bileşikler bağırsak mikrobiyotasını değiştirmek için çok iyi etki göstermektedirler. Dolayısıyla prebiyotiklerin sağlık açısından olumlu etkileri hakkında birçok araştırma vardır (Markowiak & Śliżewska, 2017).

Bağırsak mikrobiyotası için faydalı olan ve probiyotiklerin gelişimini teşvik eden bileşenler olan prebiyotikleri içeren gıdaları geliştirmeye yönelik çalışmalar artmaktadır. Yoğurt gibi süt ürünleri iyi bir lif kaynağı değildir ancak zengin lif kaynaklı gıdalar ilave edilerek bu anlamda içerik olarak geliştirilebilmektedir (Pop vd., 2019).

Meyve, sebze ve tahılların uygun ölçülerde vücuda alınması koşulu ile prebiyotikler insan diyetinin önemli bileşenleridir. Muz, sarımsak, pırasa, kuşkonmaz, enginar, domates, soğan ile buğday gibi birçok gıdada prebiyotikler bulunmaktadır (Florowska vd., 2016). Şekil 2.1’de prebiyotikler ve bazı doğal prebiyotik kaynakları verilmiştir.



Şekil 2.1 Prebiyotikler ve Bazı Doğal Prebiyotik Kaynakları (Plamada & Vodnar, 2022; Vaghef-Mehrabany vd., 2021).

2.4 Yoğurt

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre yoğurt, özel olarak *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* suşlarının

birlikte kullanılarak elde edildiği fermente süt ürünü olarak tanımlanmaktadır. Bu bakterilere ilave olarak *Lactobacillus* ve/veya *Bifidobacterium* türlerinin ilave edilmesi sonucunda elde edilen yoğurt, probiyotik olarak isimlendirilmektedir (Özer, 2006).

Probiyotik yoğurt üretiminin, fermente süt ürünleri içerisinde en hızlı gelişen sektörlerden olduğu da bilinmektedir (Dave & Shah, 1997).

Yoğurt, set tipi (pıhtısı kırılmamış) ve stirred (pıhtısı kırılmış) tip olmak üzere iki şekilde üretilmektedir (Oraç & Akın, 2019).

Ülkemizde daha çok set tipi yoğurt üretilmekte ve tercih edilmektedir. Set tipi şeklinde üretilen yoğurtlar kültür ilavesinden sonra kaplara doldurulur ve bu şekilde inkübasyona bırakılır. Stirred tip yoğurt üretiminde ise kültür ilavesi ve inkübasyon büyük fermantasyon tanklarında gerçekleştirilmekte ve soğuma aşamasından sonra kaplara dolum yapılmaktadır (Tekinşen, 1997; Köse, 2009).

Tat ve aroma yoğurtta tüketici tercihini etkileyen önemli özelliklerdendir. Yoğurt aromasının oluşumunda laktik asitle birlikte diasetil, asetoin, asetaldehit, aseton yer almaktadır. Bunların yanında uçucu olan ve olmayan asitler de aroma oluşumunda rol oynayan diğer bileşenlerdendir (Cheng, 2010; Köse & Ocak, 2014).

2.5 Muz

Dünyada en çok tüketilen meyvelerden biri de muzdur (*Musa* spp.) (Adao vd., 2005; Rebello vd., 2014). Dünyanın önde gelen bitkileri arasında, pirinç, buğday ve mısırdan sonra muz gelmektedir. Türkiye’de muz, Anamur başta olmak üzere Alanya, Gazipaşa, Bozyazı olmak üzere yoğun olarak Akdeniz Bölgesi’nde yetiştirilmektedir (Türker, 2016).

Muz kateşin, gallokateşin, epikateşin gibi antioksidanları, provitamin A, potasyum, karatonoidler, B1, C, B2 vitaminleri içermektedir. Ayrıca bakır, magnezyum, manganez açısından da önemli bir kaynak olduğu bilinmektedir (Türker, 2016).

Muz çeşitlerinin bazısında A vitamininin ön maddesi olarak bilinen karotenoid vardır, bu ön madde kişilerin günlük A vitamini ihtiyacının yarısını karşılamaktadır. Bazı araştırmacılar A vitamini eksikliğinden ileri gelen hastalıklarda muzlu ürünlerin tüketilmesini tavsiye etmektedirler (Gouveia & Zandonadi, 2013).

Yeşil (olgunlaşmamış) muz, sindirilmeyen karbonhidratlardan olan selüloz, lignin diyet lifi, hemiselüloz, dirençli nişastayı (DN₂: Granül form halinde iken jelatinize olmayan nişasta) bol miktarda (%60-80 KM) ihtiva etmektedir. Yeşil muz, nişastayı yüksek miktarda ve DN formunda içermektedir (Türker, 2016). Besinsel

olarak nişasta sindirimi, yavaş sindirilebilir, hızlı sindirilebilir ve dirençli nişasta olmak üzere 3'e ayrılmaktadır. Olgunlaşmamış muz ununun %75'i nişastadır, bu oranın da %57'si dirençli nişastadır (Zhang, 2012). DN, nişasta olmayan polisakkaritler gibi kalın bağırsakta fermente edilmektedir ve sağlıklı bireylerin ince bağırsaklarında sindirilmeyen nişasta parçalanma ürünleri olarak bilinmektedir. Bu nedenle diyet lifi olarak sınıflandırılırlar. DN, diyet lifleri gibi insan sağlığı üzerine olumlu fizyolojik etki göstermektedir. Bunlardan bazıları glisemik indeksi, karaciğer kolesterolünü azaltma, obezite ve kolon kanseri riskini önlemedir (Türker, 2016).

Yeşil muz unu, dirençli nişasta, mineraller ve fitokimyasallar açısından zengin bir kaynak olduğundan gıda ürünü geliştirmede fonksiyonel bir bileşen olarak kullanım potansiyeline sahiptir (Ahmed vd., 2020; Dibakoane vd., 2022).

Olgunlaşmamış muz ununun kimyasal bileşimi Tablo 2.2'de gösterilmiştir (Türker, 2016).

Tablo 2.2 Olgunlaşmamış muz ununun kimyasal bileşimi (g/100 g KM) (Türker, 2016)

Dirençli Nişasta	Fruktan	DN ve Fruktanı İçermeyen Diyet Lifi	Toplam Diyet Lifi	Toplam Çözünür Şekeri (Glukoz, Fruktoz ve Sukroz)	Yağ	Kül
48,99	0,05	7,2	56,24	1,81	0,89	3,14

Ayrıca, 5,65 mg GAE/ 100 g KM polifenol içerdiği de bildirilmiştir (Türker, 2016).

Türker (2016), dondurarak kurutma (liyofilizasyon) yöntemiyle kurutulup un haline getirilmiş liyofilize glutensiz yeşil muz ununun özelliklerini Tablo 2.3'te görüldüğü gibi bildirmiştir.

Tablo 2.3 Liyofilize glutensiz yeşil muz ununun özellikleri (Türker, 2016)

pH	Titrasyon Asitliği (g malik asit/100 g)	Su Aktivitesi (a_w)	Karbonhidrat*	Protein*	Yağ*	Kül*	Nem (%)
5,05	1,05	0,112	93,88	5,49	0,43	1,92	2,08

* Kuru maddede %

Muz ununun nem içeriği kurutmada kullanılan farklı yöntem ve kurutma sürelerine bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.

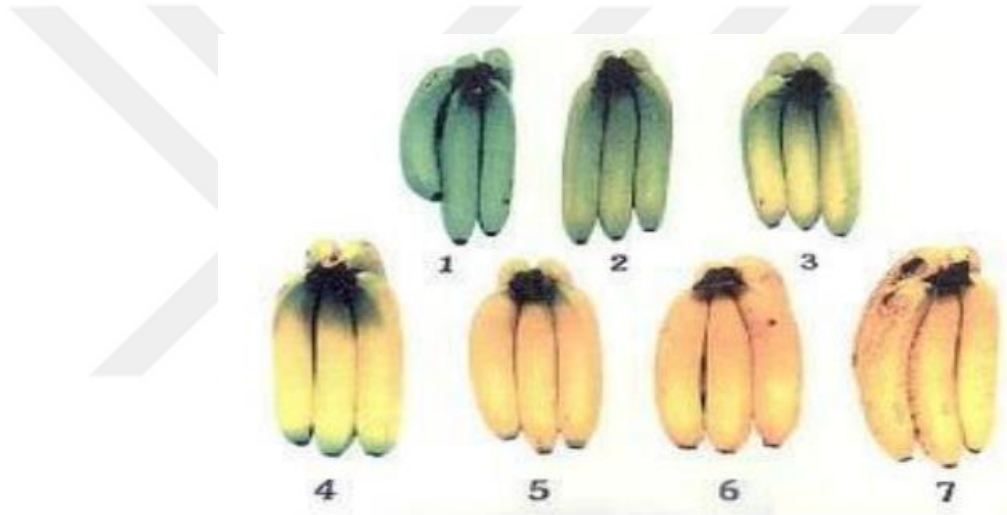
Glutensiz yeşil muz ununun renk değerleri,

- L^* : $85,87 \pm 0,05$,
- a^* : $1,47 \pm 0,01$
- b^* : $12,26 \pm 0,07$ olarak ölçülmüştür (Türker, 2016).

Muz, bahçeden yeşil iken hasat edilmektedir. Yeşil renkte iken sert olan muz olgunlaşma esnasında yumuşamaktadır. Muz, olgunluk açısından 7 sınıfa ayrılmaktadır (Şekil 2.2).

Bunlar;

- Koyu yeşil muz : 1. Sınıf
- Açık yeşil muz : 2. Sınıf
- Sarımsı yeşil muz : 3. Sınıf
- Yeşilimsi sarı muz : 4. Sınıf
- Yeşil uçlu sarı muz : 5. Sınıf
- Tam sarı muz : 6. Sınıf
- Kahverengi benekli sarı muz: 7. Sınıf (Boudhrioua vd., 2003).



Şekil 2.2 Muz ticari renk skalası (Boudhrioua vd., 2003)

2.6 Probiyotik ve Prebiyotik İlavesi ile Yoğurt Üretimi Üzerine Yapılan Bazı Çalışmalar

Yapılan bir araştırmada, %0, %0,5, %1 ve %1,5 gibi 4 farklı oranda ayva tozu ve *Bifidobacterium lactis* BB12 ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurtlarda, 28 günlük depolama süresince yoğurt bakterileri ve *Bifidobacterium lactis* sayılarının arttığı tespit edilmiştir. Ayva tozunun, yoğurtların viskozitesini ve su tutma kapasitesini arttırdığı, ancak sertliğini azalttığı belirlenmiştir. Yoğurtların kıvam, lezzet ve koku gibi duyuşal özelliklerde ise depolamanın ilk haftasından sonra önemli bir farklılık görülmediği bildirilmiştir (Burak Çınar, 2016).

Çayır (2007), %0, %6, %9, %12 oranlarında kayısı pulpu ilave ederek probiyotik yoğurtların fizikokimyasal, organoleptik özelliklerini incelemiştir. Kayısı pulpunun etkisi probiyotik yoğurtların rengini, toplam kuru maddesini ve viskozite değerini

önemli ölçüde etkilemiştir. Ayrıca raf ömrü boyunca titrasyon asitliği de önemli ölçüde değişmiştir.

Başka bir araştırmada da çam balının probiyotik yoğurt özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Bu araştırmada %2, %4 ve %6 çam balı eklenen yoğurtlar 21 gün boyunca depolanmıştır. Raf ömrü boyunca pH değeri düşmüş, su tutma kapasitesi azalmış, titrasyon asitliği ise artmıştır. Yoğurt bakterilerinin ve *Lactobacillus acidophilus* bakterisinin sayıları depolamanın ortalarına doğru azalmış, sonrasında ise artmıştır. %2 oranında çam balı içeren probiyotik yoğurt ise duyusal analiz sonucunda daha yüksek puan almıştır (Karabulut Dirican, 2017).

Diğer bir çalışmada özellikle çocuklarda yoğurt tüketimini arttırmak amacıyla probiyotikli muzlu yoğurdun üretimi araştırılmıştır. Kontrol yoğurdu ve %15 muz marmelatı ilaveli probiyotik yoğurtlar (yoğurt kültürleri ile birlikte 1/1 oranında *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* suşları karışımı ve yoğurt kültürleri ile bu suşlar ayrı ayrı) üretilmiştir. Üretilen örnekler depolama boyunca takip edilmiş, depolamanın 7. gününden itibaren duyusal kalite ve probiyotik özelliklerinin azaldığı tespit edilmiştir ($<10^6$ kob/g). Bu yüzden bu ürünlerde raf ömrünün 7 gün olması gerektiği bildirilmiştir (Çakmakçı vd., 2012).

Glusac vd. (2015)'nin yapmış oldukları çalışmada %2 ve %4 oranında akasya balı ile %1 oranında peynir altı suyu ilave edilerek probiyotik yoğurt üretilmiştir ve bu ürünlerin bazı özellikleri incelenmiş olup probiyotik yoğurtlarda 21 gün raf ömrü boyunca yoğurt bakterilerinin sayısının arttığı tespit edilmiştir.

Kurt üzümü meyvesi toz formda %2, %3, %4 oranlarında yoğurda ilave edilmiş olup 21 gün boyunca fizikokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Raf ömrü sürecinde pH azalmış, viskozite ise artmıştır. Duyusal analiz sonucunda ise sırasıyla kontrol yoğurdu, %2 kurt üzümü tozu ilave edilen yoğurt ve %3 kurt üzümü tozu ilave edilen yoğurt beğenilmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda kurt üzümü meyvesinin fonksiyonel gıda olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir (Tarakçı & Demirkol, 2016).

Badem sütünün probiyotik yoğurt üretiminde kullanımının araştırıldığı bir diğer çalışmada, badem sütü ile rekonstitüe süt farklı oranlarda karıştırılmıştır (%25, %50, %75, %100). Bu karışımdan üretilen probiyotik yoğurtlar 21 gün boyunca depolanmıştır. Badem sütünün probiyotik yoğurtların antioksidan özelliğini, yağını, serum ayrılmasını, mineral madde miktarını ve probiyotik mikroorganizma sayısını arttırdığı belirlenmiştir. Ancak protein miktarı, tekstürel özellikleri ve toplam kuru madde miktarının da azaldığı tespit edilmiştir (Topçuoğlu, 2019).

%2,5, %5, %7,5 dut pekmezi ilave edilen yoğurtlar 28 gün süresince depolanmıştır. Çalışmada dut pekmezinin yoğurdun pH, serum ayrılması, viskozite gibi kalite özelliklerini nasıl etkilediği araştırılmıştır. Yoğurtlarda viskozitenin azaldığı, serum ayrılmasının arttığı ve fermantasyon süresinin uzadığı tespit edilmiştir (Çelik & Bakırcı, 2003).

Costa vd. (2017), yeşil muzun prebiyotik olarak kullanım potansiyelini incelemek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada, *L. acidophilus*, *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* ve *B. bifidum* bakterilerinden oluşan bir kültür kullanarak % 0 (kontrol), %3, %5 ve %10 oranında muz posası ilaveli probiyotik yoğurt üretmişlerdir. Araştırmacılar, yeşil muz posasının, *B. bifidum* ve *L. acidophilus* bakterilerinin gelişimini teşvik ettiğini, 7 günlük depolama süresince, kontrol örneğine kıyasla bakteri sayısının arttığını, ancak farklı oranlarda muz ilavesinin örneklerin bakteri sayısında önemli bir farka neden olmadığını tespit etmişlerdir. Yeşil muz posasının, ürünün fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerinde herhangi bir olumsuzluğa neden olmadan prebiyotik olarak kullanılabilceğini bildirmişlerdir (Costa vd., 2017).

Farklı oranlarda (%0, %0,2, %0,5 ve %1) muz lifi ve muz kabuğu lifi ilavesinin, deve sütünden üretilen sinbiyotik yoğurtların kimyasal ve reolojik özelliklerine etkisini inceleyen Safdari vd. (2021), yoğurt örneklerine ilave edilen muz lifi ve muz kabuğu lifi oranı arttıkça, örneklerin pH, renk, genel beğeni, tat ve aroma değerlerinin önemli düzeyde azaldığını fakat görünür vizkozite değerlerinin, yapısal özelliklerinin ve canlı probiyotik bakteri (*Lactocaseibacillus casei* and *Lactobacillus gasserii*) sayılarının arttığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bu liflerin, yoğurtlarda önemli bir kusur sayılan su salmayı (serum ayrılması) azaltabildiğini, ayrıca daha sağlıklı bir yoğurt üretimine yardımcı olduğunu bildirmişlerdir.

Üzüm özütünün etkisinin araştırıldığı bir çalışmada *L. acidophilus*, *L. bulgaricus*, *S. themophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* bakterileri ve üzüm özütü ile yoğurt üretimi yapılmıştır. Bu yoğurtlarda mikrobiyal gelişim, asit üretimi, sinerez ve jel durumu özellikleri araştırılmıştır. Sonuçlara göre üzüm özütü konsantrasyonundaki artış fermantasyon süresini de uzatmıştır. Bakteri sayısı ise en az 10^9 kob/g olarak tespit edilmiştir. Ayrıca üzüm özütü konsantrasyonundaki artış sinerezin artmasına, jel gücünün ise azalmasına sebep olmuştur (Felix da Silva vd., 2017).

Farklı bir çalışmada havuç suyu ilave ederek farklı bir yoğurt türü elde edilmek istenmiştir. Bunun için %0, %8, %16 ve %24 gibi oranlarda havuç suyu ile probiyotik yoğurt üretilmiş ve bu yoğurtların buzdolabında, 21 gün boyunca duyuşal özellikleri ve

probiyotik bakterilerin canlılığı üzerine değerlendirme yapılmıştır. %24 havuç suyu içeren yoğurt örneklerinin 21 gün sonunda 10^7 kob/g probiyotik bakteri içerdiği belirlenmiştir. Ayrıca havuç suyu yoğurdun duyuşal özelliklerini de etkilemiştir (Pop vd., 2015).

Bezelye lifinin yoğurtların reolojik özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, bezelye lifi içeren yoğurdun viskozitesinin, bezelye lifi içermeyen yoğurda göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca, bezelye lifinin yoğurdun su salmasını önemli ölçüde azalttığı belirlenmiş, prosesin ticari ürün için uygulanabilir olduğu bildirilmiştir (Damian & Olteanu, 2014).

%0,2, %0,4, %0,6 konsantrasyonlarında inülin ilavesinin *Bifidobacterium bifidum* bakterisinin canlılığını ve probiyotik yoğurdun duyuşal özelliklerini nasıl etkilediğini araştıran Kamel vd. (2021), inülin ilavesi ve depolama süresinin yoğurdun asitliği (% laktik asit) üzerine etkisinin önemli olduğunu bulgulamışlardır. İnülinin raf ömrü sürecinde küflere karşı antimikrobiyal etki gösterdiğini, *Bifidobacterium bifidum* sayısını arttırdığını, probiyotik bakteriler için prebiyotik etki gösterdiğini bildirmişlerdir (Kamel vd., 2021).

Diğer bir çalışmada, %0, %1, %2,5 ve %5 oranında nohut unu ilave edilerek probiyotik yoğurt üretilmiştir. Yoğurtlarda probiyotik kültür olarak *L. acidophilus* LA5 ve *Bifidobacterium* BB-12 suşlarını içeren kültür kullanılmıştır. Çalışmada, nohut unu ilavesinin, 5 haftalık depolama süresince yoğurdun fizikokimyasal özelliklerini, mikrobiyal canlılığı ve probiyotik bakterilerin *in vitro* gastrointestinal geçiş toleransını nasıl etkilediği incelenmiştir. Nohut ununun, depolama süresince tüm yoğurtlarda probiyotik bakterilerin canlılığını koruduğu, su salmayı azalttığı ve su tutma kapasitesini iyileştirdiği tespit edilmiştir. Ayrıca %1, %2,5 nohut unu eklenmesi %0,3 safra tuzu içeren simüle edilmiş gastrik sindirim testi esnasında *Bifidobacterium* BB-12'nin canlılığını olumlu yönde etkilemiştir (Kaur vd., 2020).

Farklı dahi (geleneksel Hint yoğurdu) tiplerinin oda ve buzdolabı sıcaklığında raf ömrünün incelendiği bir çalışmada, tam yağlı süttten sade, %10, %20 ve %30 oranında muz ihtiva eden dahi üretilmiştir. Ürünler oda sıcaklığında ve 4-6 °C'de muhafaza edilmiştir. Depolama süresince yoğurtların asitlik (% laktik asit) ve pH değerlerindeki değişim ile duyuşal kalite özellikleri (Koku, Tat, Yapı, Kıvam, Renk ve Doku), incelenmiştir. Her iki depolama koşulunda da ürünlerin pH değerlerinin ve duyuşal kaltesinin düştüğü, asitlik değerlerinin ise yükseldiği tespit edilmiştir.

Buzdolabı koşullarında, muzlu dahi örneklerinin dayanma süresinin (8 gün) sade olana göre daha kısa olduğu bildirilmiştir (Kamruzzaman vd., 2002).

Muz, elma, çarkıfelek meyvesi lifleri kullanılarak yağsız süttten probiyotik yoğurt üretilmiştir. Elma ve muz lifi ilave edilmiş örneklerde raf ömrü boyunca canlı probiyotik bakteri sayısının arttığı bildirilmiştir. Kullanılan meyve liflerinin yoğurtların yağ asiti kompozisyonunu iyileştirdiği, muz lifi ilaveli yoğurtlarda α -linolenik asit miktarının arttığı belirlenmiştir. Meyve lifi ilavesinin yoğurda işlenecek yağsız sütlerdeki başlangıç pH'ını kontrole kıyasla önemli düzeyde düşürdüğü ancak 28 günlük depolama sonunda yoğurt örneklerinin pH'ında (post asidifikasyon) önemli bir düşüşe neden olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$) (Espírito-Santo vd., 2012a).

Abdalla & Ahmed (2019), yeşil muzunun yoğurdun fizikokimyasal, duysal ve besinsel özelliklerine etkisini incelemek amacıyla farklı oranlarda (%0, %3, %5 ve %7) muzunu katkılı yoğurt üretmişlerdir. Muzunu ilaveli yoğurtların pH, asitlik, viskozite ve su salma özelliklerinde önemli farklılıklar tespit etmişlerdir. Yoğurt örneklerinin duysal özellikleri arasında da önemli farklılıklar belirlemişlerdir. Ancak, toplam kuru madde, demir ve lif içeriği hariç yoğurtların ana bileşiminde büyük bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, %3 ve %5 oranında yeşil muzunun, yoğurdun fizikokimyasal ve duysal özelliklerinde herhangi bir olumsuzluğa neden olmadan yoğurt üretiminde kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca yoğurda yeşil muzunu ilavesi ile, yüksek demir ve lif içeriğine sahip fonksiyonel yoğurt elde edilebileceğini de ifade etmişlerdir (Abdalla & Ahmed, 2019).

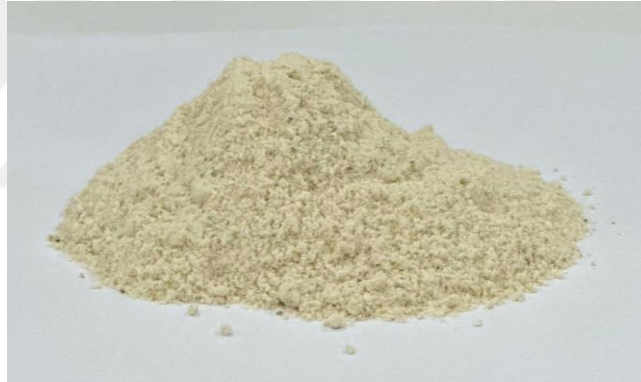
3. YÖNTEM

3.1 Materyal

Araştırmada kullanılan inek sütü Yörükoğlu Süt ve Ürünleri A.Ş (Antalya, Türkiye) firmasından temin edilmiştir. Yoğurt üretimi esnasında ortalama yağsız kuru madde oranı %8,30, protein oranı %3,0, pH değeri 6,65 olan yağsız (yağ < %0,10) inek sütü kullanılmıştır.

Yoğurtların üretiminde starter kültür olarak, Chr. Hansen (Hørsholm, Danimarka) firmasından temin edilen, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* bakterilerini içeren YoFlex® M780 yoğurt kültürü ile *Bifidiobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 bakterisini içeren nu-trish® BB-12® (Chr. Hansen, Hørsholm, Danimarka) probiyotik kültür kullanılmıştır.

Çalışmada, dondurularak kurutma yöntemi ile üretilmiş muz tozu kullanılmıştır. Muz tozu Önder Bitkisel Ürünler San. Tic. Ltd. Şti. (İstanbul, Türkiye)'den temin edilmiştir (Şekil 2.2'deki muz ticari renk skalasındaki 3. Sınıf).



Şekil 3.1 Çalışmada kullanılan muz tozunun görünüşü

Kuru madde standardizasyonu için kullanılan yağsız süttozu İzi Süt (Konya, Türkiye) firmasından temin edilmiştir.

3.2 Metot

3.2.1 Probiyotik yoğurt üretimi

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurtlar Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı'nda üretilmiştir.

Yağsız sütün toplam kuru madde miktarı muz tozu ve yağsız süt tozu eklenerek yaklaşık %12 olacak şekilde standardize edilmiştir. Standardize edilen sütler 90 °C'de 10 dakika pastörize edilip, 42 °C'ye soğutulmuştur. Soğutulan sütlere 0,04 g/kg olacak şekilde yoğurt starter kültürü ve 0,10 g/kg olacak şekilde probiyotik kültür ilave

edilmiştir. Kültür ilave edilen sütler 42 °C’de pH’sı yaklaşık 4,60’a ulaşıncaya kadar inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda yoğurtlar 10 °C’ye soğutulup karıştırıcı yardımıyla 30 s karıştırılmıştır. Soğutulup karıştırılan yoğurtlar 200 g’lık kapaklı polipropilen (PP) plastik ambalajlara doldurulmuş ve 28 gün boyunca 4 °C’de depolanmıştır. Depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt örneklerinde fizikokimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel, reolojik ve duyu analizler yapılmıştır.

Çalışmada, standardize edilmiş sütlere pastörizasyon işlemi uygulanırken, 5 lt süt kazanı kapasiteli, plakalı ve borulu ısı değiştiricisi olan ısıl işlem ünitesi (LSP, Maksüt Endüstriyel Gıda Makinaları San. Tic. Ltd. Şti., Antalya, Türkiye) kullanılmıştır (Şekil 3.2).

Isıl işlem ünitesinde uygun sıcaklıkta ve istenilen sürede ısıl işlem uygulanabilmekte ve sütler üniteden istenilen sıcaklıkta çıkabilmektedir.



Şekil 3.2 Sütün pastörizasyonu için kullanılan ısıl işlem ünitesi

Çalışmada örnek isimleri aşağıdaki şekilde kodlanmıştır.

KS (Kontrol): Toplam kuru madde standardizasyonu sadece süt tozu ile yapılmış, muz tozu içermeyen yoğurt sütü.

%0,5 MTS: %0,5 muz tozu + toplam kuru maddesi %12 olacak şekilde süt tozu ilave edilerek elde edilen yoğurt sütü

%1 MTS: %1 muz tozu + toplam kuru maddesi %12 olacak şekilde süt tozu ilave edilerek elde edilen yoğurt sütü

%2 MTS: %2 muz tozu + toplam kuru maddesi %12 olacak şekilde süt tozu ilave edilerek elde edilen yoğurt sütü

K (Kontrol): Toplam kuru madde standardizasyonu sadece süt tozu ile yaplm sütten üretilen, muz tozu içermeyen, phts krlm probiyotik yoğurt

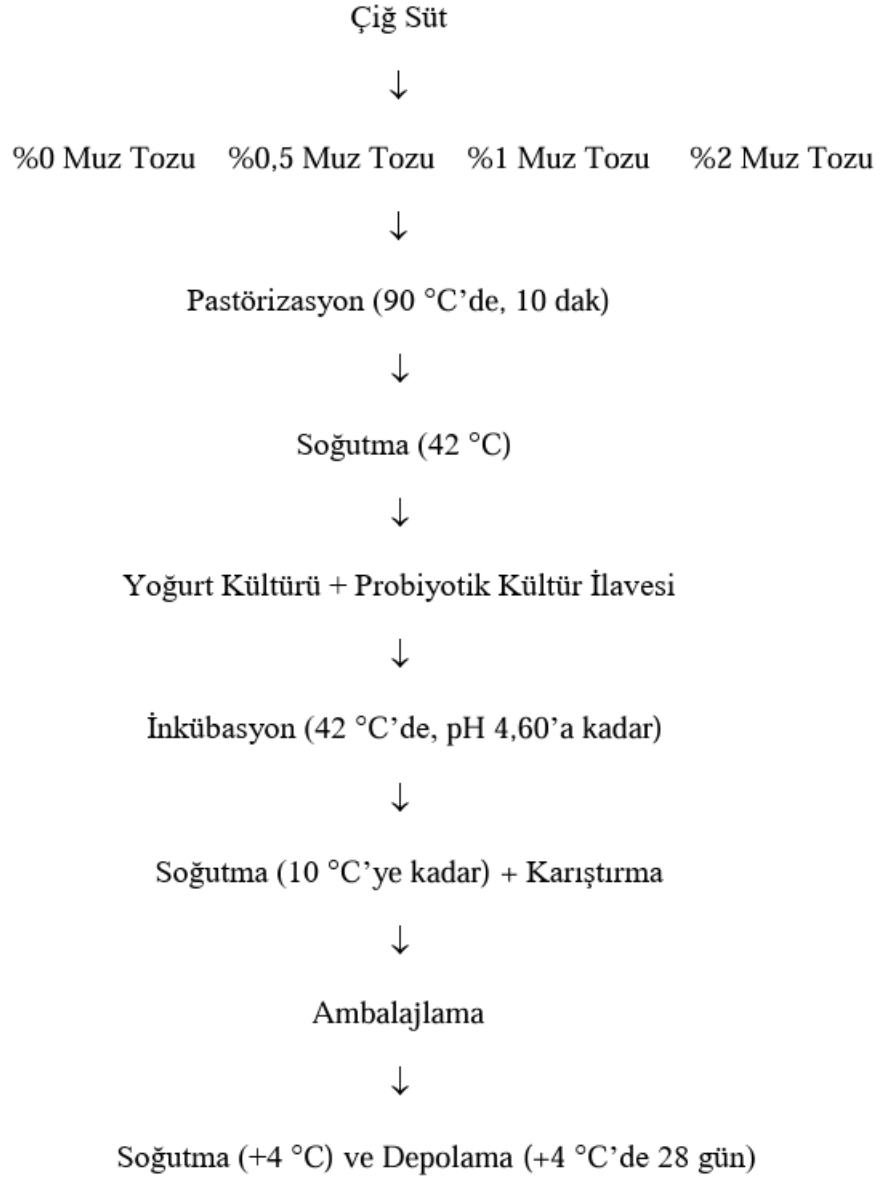
%0,5 MT : %0,5 muz tozu + toplam kuru maddesi %12 olacak şekilde süt tozu ilave edilerek elde edilen sütten üretilen phts krlm probiyotik yoğurt

%1 MT: %1 muz tozu + toplam kuru maddesi %12 olacak şekilde süt tozu ilave edilerek elde edilen sütten üretilen phts krlm probiyotik yoğurt

%2 MT: %2 muz tozu + toplam kuru maddesi %12 olacak şekilde süt tozu ilave edilerek elde edilen sütten üretilen phts krlm probiyotik yoğurt



ÜRETİM AKIŞ ŞEMASI



Şekil 3.3 Muz tozu ilaveli probiyotik yoğurt üretim akış şeması

3.2.2 Fizikokimyasal analizler

3.2.2.1 Sütte yapılan fizikokimyasal analizler

3.2.2.1.1 Kuru madde tayini

Standardize edilen sütlerde toplam kuru madde miktarı, AOAC uluslararası resmi analiz metodları AOAC 925.23'te bildirilen gravimetrik yöntem kullanılarak tespit edilmiştir (Bradley & Robert, 2023).

3.2.2.1.2 Yağ tayini

Standardize edilen sütlerin yağ miktarı, AOAC uluslararası resmi analiz metodları, AOAC 2000.18 no'lu yöntemde belirtildiği şekilde Gerber yöntemi ile saptanmıştır (Bradley & Robert, 2023).

3.2.2.1.3 Protein tayini

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan, standardize edilmiş sütlerin azot miktarı, Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar 6,38 ile çarpılarak protein miktarı hesaplanmıştır (Metin, 2009).

3.2.2.1.4 Kül tayini

Üretimde kullanılan sütlerin kül miktarı, AOAC 945.46'ya göre, gravimetrik yöntem kullanılarak belirlenmiştir (Bradley & Robert, 2023).

3.2.2.2 Probiyotik yoğurtlarda yapılan fizikokimyasal analizler

Yoğurt örneklerinin kuru madde, yağ, protein ve kül miktarları depolamanın 1. gününde, pH, titrasyon asitliği ve su tutma kapasitesi ile reolojik ve tekstürel özellikleri ise depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde belirlenmiştir.

3.2.2.2.1 Kuru madde tayini

Probiyotik yoğurt örneklerinin toplam kuru madde miktarı, gravimetrik yöntem kullanılarak tespit edilmiştir (Metin, 2009).

3.2.2.2.2 Yağ tayini

Probiyotik yoğurt örneklerinin yağ miktarı, TS 1330/ TS 1330 T1 Yoğurt Standardında belirtilen Gerber yöntemi ile belirlenmiştir (Anonim, 2021).

3.2.2.2.3 Protein tayini

Probiyotik yoğurt örneklerinin azot miktarı, Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiş olup elde edilen sonuçlar 6,38 ile çarpılarak protein miktarı hesaplanmıştır (Anonim, 2021; Metin, 2009).

3.2.2.2.4 Kül tayini

Probiyotik yoğurt örneklerinin kül miktarı AOAC 945.46'ya göre gravimetrik yöntem kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.2.2.5 pH tayini

Probiyotik yoğurt örneklerinin pH değeri, Thermo Scientific Orion 2 Star model masaüstü pH metre (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, ABD) kullanılarak tespit edilmiştir.

3.2.2.2.6 Titrasyon asitliği tayini

Probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği TS 1330 yoğurt standardına göre belirlenmiştir (Anonim, 2021).

3.2.3 Probiyotik yoğurtlarda yapılan mikrobiyolojik analizler

Yoğurt örneklerinin her birinden steril bir stomacher torbasına 5'er gram tartılarak üzerlerine 45'er ml MRD (Maximum Recovery Diluent) (Oxoid, Basingstoke, Birleşik Krallık) seyreltme sıvısı ilave edilmiştir. CLS CLPM-400D model Stomacher (CLS Scientific Co. Ltd, Ankara, Türkiye) karıştırıcıda homojen hale getirildikten sonra 10^{-7} 'ye kadar seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Dökme plak yöntemi kullanılarak uygun dilüsyonlardan besiyerlerine üçer paralel olacak şekilde ekimler yapılmıştır.

Streptococcus thermophilus sayımı için M17-laktoz Agara (Merck, Darmstadt, Almanya) (Terzaghi & Sandine, 1975) ekim yapılmıştır. Petriler 37 °C'de 48 saat aerobik koşullarda inkübe edilmiştir.

L. delbrueckii subsp. *bulgaricus* sayımı için pH'ı 5,20'ye ayarlanmış MRS Agar (Merck, Darmstadt, Germany) kullanılmıştır. Petriler 42 °C'de 72 saat anaerobik koşullarda inkübe edilmiştir (Tharmaraj & Shah, 2003).

Bifidobacterium animalis subsp. *lactis* sayımı için TOS Propionate Agar (Base) (Merck, Darmstadt, Germany), besiyerine ekim yapılmıştır. 115 °C'de 15 dakika sterilize edilip 48 ± 1 °C'ye soğutulan besiyerine, seçiciliği sağlamak adına, son konsantrasyonu 50 mg/lt olacak şekilde MUP (Lithium mupirocin) katkısı (Merck, Darmstadt, Germany) ilave edilmiştir. Petriler 37 °C'de 72 saat anaerobik koşullarda inkübe edilmiştir (Kolakowski vd., 2010).

3.2.4 Probiyotik yoğurtlarda yapılan tekstür analizi (sertlik)

Yoğurt örneklerinin sertlik değeri, 5 kg'lık yük hücresi ve 25 mm çapında silindirik prob ile donanımlı TA-XT2 model tekstür analiz cihazı (Stable Micro Systems

Ltd., Surrey, Birleşik Krallık) kullanılarak, depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde tespit edilmiştir (Aktar, 2022). Test hızı 1 mm/s ve penetrasyon mesafesi 30 mm'ye ayarlandıktan sonra ölçümler yapılmıştır. Analizler, yoğurt örneğinin (+4 °C) kendi ambalajı içerisinde, her örnekte 3 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.5 Probiyotik yoğurtların reolojik özellikleri

Pıhtısı kırılmış probiyotik yoğurt örneklerinin reolojik özellikleri Koksoy ve Kılıc (2004)'ın bildirdiği yöntemle göre belirlenmiştir. Yoğurt örneklerinin reolojik ölçümleri Brookfield R/S plus reometreden faydalanılarak (Ametek Brookfield Engineering, Middleboro, MA, ABD) yapılmıştır. Ölçümler esnasında çift boşluklu eş merkezli silindir geometrisi (DG 3) kullanılmıştır. Ayrıca soğutucu su banyosu (Brookfield TC-502) kullanılmış olup numunelerin sıcaklığı 10 °C'ye sabitlenmiştir. Numunelerin, kontrollü artan ve kontrollü azalan kayma hızında kayma gerilimleri ölçülmüştür. Kayma hızı saniyede 0,1'den 300'e doğrusal olarak 5 dakikada arttırılarak ve daha sonra saniyede 300'den 0,1'e 5 dakikada azaltılarak reogramlar elde edilmiştir. Numunelerin reolojik özellikleri elde edilen bu reogram verileri kullanılarak, üslü yasa modeline göre Rheo3000 (Rheotec Messtechnik GmbH, Berlin, Almanya) bilgisayar programı ile belirlenmiştir. 50 s⁻¹ kayma hızında tespit edilen görünür viskozite değerleri, yoğurt örneklerinin görünür viskozite değeri olarak kaydedilmiştir (Ergin & Küçükçetin, 2022).

3.2.6 Probiyotik yoğurtların serum ayrılması

Probiyotik yoğurt örneklerinin serum ayrılması analizi Keogh ve O'Kennedy (1998)'in belirlediği yöntemle göre yapılmıştır.

3.2.7 Probiyotik yoğurtların su tutma kapasitesi (STK)

Yoğurt örneklerinde su tutma kapasitesi Remeuf vd. (2003)'e göre belirlenmiştir. 50 ml'lik santrifüj tüpü içerisine tartılan 20 g yoğurt örneği 480 xg devirde, 20 °C'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Yüzeyde biriken serum bir beher içerisine aktarılarak tartılmıştır. Örneklerin su tutma kapasitesi aşağıdaki formül kullanılarak % STK olarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ STK} = \frac{\text{YM (g)} - \text{SM (g)}}{\text{YM (g)}} \times 100 \quad (3.1)$$

YM: Tartılan yoğurt örneği miktarı (g)

SM: Santrifüj sonrasında ayrılan serum miktarı (g)

3.2.8 Probiyotik yoğurtlarda yapılan renk analizi

Depolama süresince yoğurt örneklerinin renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) CR-A33a ışık koruma başlığı takılı CR-400 Konica Minolta renk ölçüm cihazı (kromametre) (Konica Minolta Inc. Tokyo, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. 4 °C sıcaklıktaki örneklerin renk ölçümü, örneğin içinde bulunduğu 200 g'lık yoğurt ambalaj kabı içerisinde gerçekleştirilmiştir. Cihazın koruma başlığı (CR-A33a) takılı optik ucu örneklerin yüzeyine boşluk kalmayacak şekilde temas ettirilerek ölçüm yapılmıştır. Ölçümden önce, standart beyaz seramik kalibrasyon plakası ile cihaz kalibre edilmiştir ($Y= 84,3$, $x= 0,3176$ ve $y= 0,3246$). L^* değeri siyahtan (0) beyaza (100) kadar olan açıklık-koyuluğu, a^* değeri kırmızıdan (+) yeşile (-) ve b^* değeri ise sarıdan (+) maviye (-) kadar olan rengi temsil etmektedir. Her örnekten 3 kez ölçüm alınmıştır (Naibaho vd., 2022).

3.2.9 Probiyotik yoğurtlarda yapılan duyu analizler

Yoğurt numunelerinin duyu analizi, Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü ve Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri ve lisansüstü öğrencilerinden oluşan, 6 kişilik panelist grup tarafından gerçekleştirilmiştir. 5 puanlık hedonik ölçeğe sahip test kullanılmıştır (1: Çok Kötü; 5: Çok İyi). Panelistlerin yoğurtları görünüş, renk, kıvam (kaşıkla, ağızda), koku, tat ve genel beğeni gibi özellikleri açısından değerlendirmeleri istenmiştir (Altuğ, 1993; Akalın vd., 2012).

Değerlendirmeler;

- Görünüş: Serum ayrılması hiç olmayan (5 puan) - serum ayrılması çok olan (1 puan) arasında
- Renk: Parlak ve süt renginde olan (5 puan) - mat ve beklenmeyen renk meydana gelmesi (1 puan) arasında
- Kaşıkla Kıvam: Düzgün yapıda ve dolgun kıvamda olan (5 puan) - pütürlü olan ve homojen yapıda olmayan (1 puan) arasında
- Ağızda Kıvam: Dolgun yapıda, homojen olan ve damak ile dil arasında hemen dağılmayan (5 puan) - akışkan, pütürlü yapıda olan ve damak ile dil arasında çabuk dağılan (1 puan) arasında
- Koku: Kendine has kokuda olan (5 puan) - Kendine has olmayan ve yabancı, yanık koku ihtiva eden (1 puan) arasında

- Tat: Kendine has tatta olan (5 puan) - acı, çok ekşi, yanıksı tatta olan (1 puan) arasında yapılmıştır.

Numuneler, ayrı ayrı plastik ambalajlarda (numaralandırılarak) depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde panelistlere değerlendirmeleri için sunulmuştur.

Değerlendirme esnasında aşağıdaki form kullanılmıştır.

Ad-Soyad:

Tarih:

Kalite Kriterleri	1. Örnek ^a	2. Örnek	3. Örnek	4. Örnek
Görünüş				
Renk				
Kaşıkla Kıvam				
Ağızda Kıvam				
Koku				
Tat				
Genel Beğeni				

^a Örnekleri 1 (çok kötü), 2 (kötü), 3 (orta), 4 (iyi), 5 (çok iyi) skalası kullanarak değerlendiriniz.

3.2.10 Muz tozunda yapılan analizler

Temin edilen muz tozunda kurumadde, kül ve toplam azot/protein ve renk analizleri yapılmıştır. Muz tozunun toplam kurumadde miktarı AOAC metodu 920.151'e göre, protein içeriği AOAC metodu 920.152'ye göre (Kjedahl yöntemi ile azot miktarının belirlenmesi ve 6,25 faktörü ile çarpılarak hesaplanması), kül miktarı ise AOAC metodu 940.26'ya göre 550 °C'de yakılarak belirlenmiştir (Clark, 2023). Muz tozunun renk ölçümü 3.2.8'de anlatıldığı gibi yoğurt örneklerindeki benzer şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.2.11 İstatistiksel analizler

Araştırmada muz tozlu probiyotik yoğurt üretimi 2 tekerrür olarak, tüm analizler ise 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerde elde edilen verilerin istatistiksel analizleri IBM SPSS istatistik paket programı (Windows için SPSS, Sürüm 29, IBM Corp., Armonk, NY, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Probiyotik yoğurtların fizikokimyasal, reolojik, tekstürel, mikrobiyolojik ve duyuşsal özelliklerine muz tozu miktarının ve depolama süresinin etkisini test etmek için varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunda, arasındaki fark önemli olan ortalama değerler Duncan çoklu karşılaştırma testi ile %95 güven aralığında ($p < 0,05$) değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1 Probiyotik Yoğurt Üretimi Esnasında Kullanılan Sütlerin Özellikleri

Sütler, muz tozu (protein: %0,82, kül: %3,53, kuru madde: %95,0, L^* değeri: 84,95, a^* değeri: -0,05, b^* değeri: 16,42) ve yağsız süttozu (protein: %35,0, kuru madde: %96,0) ile standardize edilmiştir. Standardize edilen sütlerin analiz sonuçları Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1 Standardize edilen sütlerin analiz sonuçları (n=2)

Süt Örnekleri	Kuru Madde (%)	Kül (%)	Protein (%)	pH
KS	11,79±0,07 ^A	1,07±0,03 ^A	4,14±0,16 ^A	6,39±0,00 ^A
%0,5 MTS	11,79±0,07 ^A	1,02±0,01 ^A	4,08±0,01 ^A	6,27±0,01 ^B
%1 MTS	11,77±0,10 ^A	0,98±0,06 ^A	4,03±0,03 ^A	6,27±0,01 ^B
%2 MTS	11,70±0,14 ^A	0,92±0,05 ^A	3,75±0,01 ^B	6,30±0,02 ^B

(A, B): Sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p < 0,05$).

Tablo 4.1’de görüldüğü üzere, farklı oranlarda muz tozu ilavesinin standardize edilen sütlerin protein ve pH değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Farklı oranlarda muz tozu ilaveli sütlerin pH değerleri arasında önemli bir fark tespit edilmezken, bu sütlerin pH’ı ile kontrol örneği sütünün pH’ı arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmuştur. Bulgularımıza benzer şekilde Espírito-Santo vd. (2012a), elma, muz ve çarkıfelek lifi ilavesinin, yoğurda işlenecek ısıl işlem görmüş yağsız sütlerin başlangıç pH’ında istatistiksel olarak anlamlı bir azalmaya neden olduğunu, muz lifi ilavesinin sütün pH’ını 6,53’ten 6,42’ye düşürdüğünü bildirmişlerdir. Çeşitli kaynaklarda, muz tozunun/ununun pH değeri 5,06 ile 5,94 arasında bildirilmektedir (Alkarkhi vd., 2011; Rayo vd., 2015; Savlak vd., 2016). Kabeer vd. (2023) liyofilize muz tozunun pH’ını 4,52 olarak ölçtüklerini bildirmişlerdir. Çalışmamızda kullandığımız liyofilize muz tozunun %0,5, %1 ve %2’lik çözeltilerinin pH’ı sırasıyla 5,17, 5,11 ve 5,09 olarak ölçülmüştür. Muz tozunun pH değeri, sütün pH değerindeki bu düşüşü izah etmektedir.

Çalışmamızda, probiyotik yoğurtların inkübasyon süreleri kontrol yoğurdu için ortalama 4 saat 40 dakika, %0,5 oranında muz tozu içeren yoğurt için 4 saat 25 dakika, %1 oranında muz tozu içeren yoğurt için 4 saat 10 dakika, %2 oranında muz tozu içeren yoğurt için ise 3 saat 45 dakika olarak tespit edilmiştir. Tüm yoğurtlarda, pH değeri

yaklaşık 4,60'a ulaştığında inkübasyon sonlandırılmıştır. Starter kültür bakterilerinin ve probiyotik bakterilerin gelişimine ve aralarındaki dengeye etki eden, sütün başlangıç pH'ı, kuru madde konsantrasyonu, inkübasyon sıcaklığı, kuru madde arttırım yöntemi vb. faktörler fermentasyon hızı üzerinde dolayısıyla inkübasyon süresi üzerinde etkilidir (Özer, 2006). Vogado vd. (2018), fermente süt üretimi sırasında, sütteki yeşil muz posası oranı arttıkça pH'daki düşüşün daha hızlı olduğunu gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar, bunun muzun bileşiminde bulunan ve mikroorganizmaların gelişimini teşvik eden dirençli nişasta, fenolik asitler, mineraller ve vitaminlerden kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

4.2 Probiyotik Yoğurtların Fizikokimyasal Özellikleri

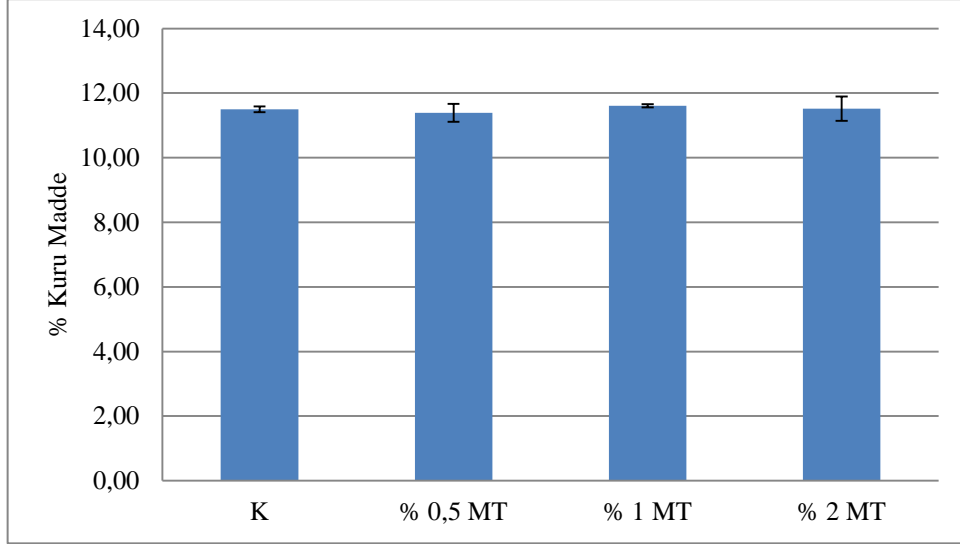
4.2.1 Kuru madde

Yoğurdun kalitesine içermiş olduğu toplam kuru madde miktarı oldukça önemli düzeyde etki etmektedir (Özer, 2006). Probiyotik yoğurt örnekleri için depolamanın birinci günü belirlenen toplam kuru madde miktarları Tablo 4.2'de, grafiği de Şekil 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.2 Probiyotik yoğurt örneklerinin toplam kuru madde miktarları (n=2)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Kuru madde (%)
K	11,50±0,09 ^A
%0,5 MT	11,39±0,28 ^A
%1 MT	11,61±0,05 ^A
%2 MT	11,52±0,38 ^A

(A): Sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir (p>0,05).



Şekil 4.1 Probiyotik yoğurt örneklerinin % kuru madde miktarları

Tablo 4.2’den de görüleceği üzere probiyotik yoğurtların toplam kuru maddeleri ortalama en düşük %11,39 ile en yüksek %11,61 olarak tespit edilmiştir. Toplam kuru maddeler arasındaki fark, istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Bulgularımızdan farklı olarak, Costa vd. (2017), %3, %5 ve %10 yeşil muz posası ilave ederek ürettikleri probiyotik yoğurtlarda, ilave edilen muz oranı arttıkça ürünün nem değerinin azaldığını dolayısıyla kurumadde oranının arttığını ve %10 muz ilaveli örneklerdeki bu artışın istatistiksel açıdan önemli olduğunu bildirmişlerdir. Yine başka bir çalışmada, yoğurdun toplam kuru maddesinin, eklenen muz unu miktarıyla doğru orantılı olarak önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir (Abdalla & Ahmed, 2019). Bu durumun, çalışmamızda, probiyotik yoğurt (kontrol ve muz tozlu) üretimi sırasında tüm sütlerin kuru madde değerlerinin yağsız süttozu da kullanılarak yaklaşık %12’ye standardize edilmiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer çalışmalarda böyle bir standardizasyondan bahsedilmemiştir.

4.2.2 Protein

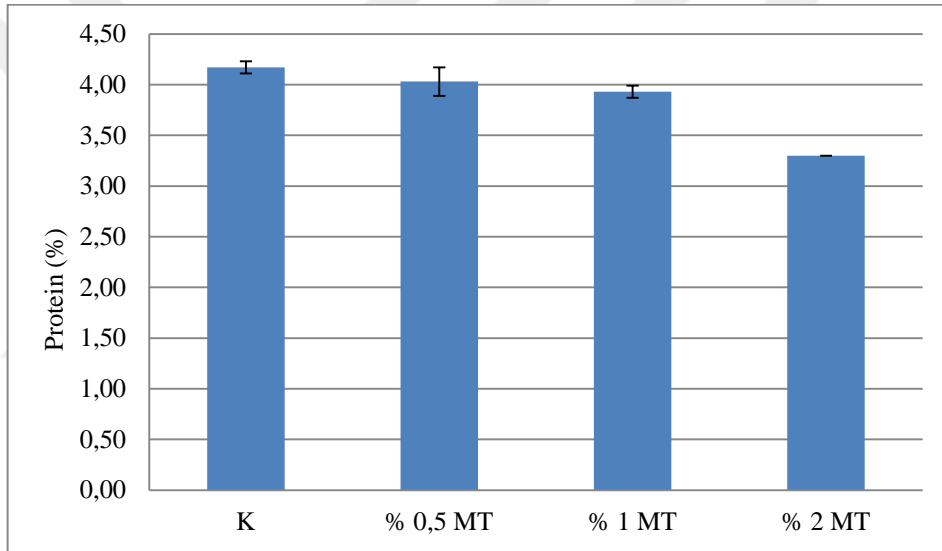
Probiyotik yoğurt örnekleri için depolamanın birinci günü tespit edilen protein miktarları Tablo 4.3’te, grafiği de Şekil 4.2’de verilmiştir. Tablo 4.3’ten de görüleceği üzere probiyotik yoğurtların protein miktarı ortalama en düşük %3,60 ile en yüksek %4,18 olarak belirlenmiştir. Protein miktarları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Probiyotik yoğurtlardaki % muz tozu miktarı arttıkça % protein miktarı azalmıştır, bu da muzdaki protein oranının az olmasından kaynaklanmaktadır. Ancak probiyotik yoğurtların protein oranı Türk Gıda Kodeski Fermente Süt Ürünleri

Tebliğinde geçen protein oranının en az %3,0 olması şartına uymaktadır (Anonim, 2022).

Tablo 4.3 Probiyotik yoğurt örneklerinin protein miktarları (n=2)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Protein (%)
K	4,18±0,04 ^A
%0,5 MT	4,05±0,14 ^{AB}
%1 MT	3,94±0,07 ^B
%2 MT	3,60±0,00 ^C

(A, B, C): Sütunda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.2 Probiyotik yoğurt örneklerinin % protein miktarları

Elde ettiğimiz sonuçlarla uyumlu olarak, meyveli yoğurtlarda yapılan bir çalışmada meyve oranı artan yoğurtların protein içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir (Rahman vd., 2001). Benzer şekilde, farklı oranlarda muz posası ilave edilen probiyotik yoğurtlarda muz oranı arttıkça protein içeriğinin düştüğü belirlenmiştir (Costa vd., 2017). Diğer taraftan, Vogado vd., (2018), %3 ile %9 arasında farklı konsantrasyonlarda yeşil muz posası ilave ederek ürettikleri probiyotik fermente sütlerin protein içerikleri arasında istatistiki olarak önemli bir fark tespit etmediklerini bildirmişlerdir.

Havuç, kara hurma, Trabzon hurması, muşmula, kızılcık ve kuşburnu ilavesiyle üretilen meyveli yoğurtlarda, kuşburnu hariç diğer meyveleri içeren yoğurtların protein

oranlarının kontrol grubuna göre düşük çıktığı belirlenmiştir. Bu durumun, kuşburnu meyvesinin protein oranının yüksek olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Ayar vd., 2005).

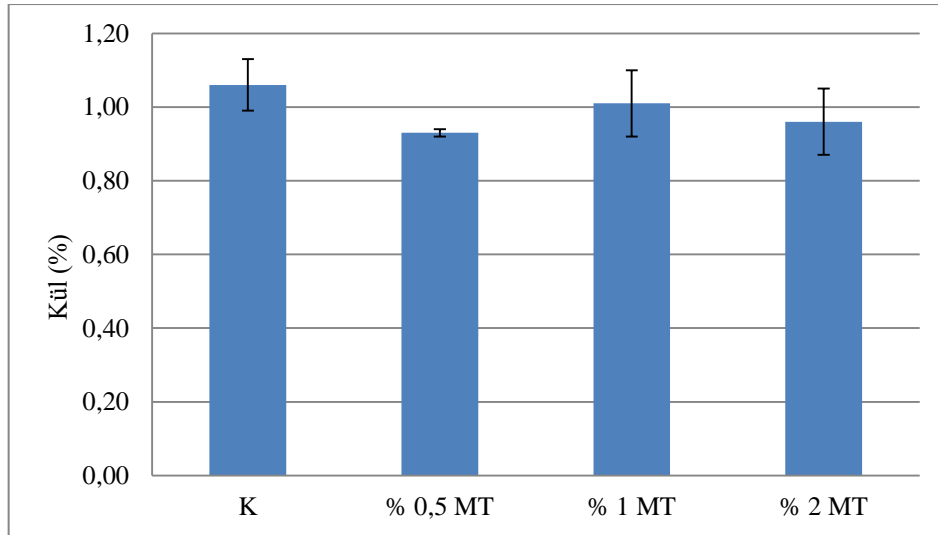
4.2.3 Kül

Probiyotik yoğurt örneklerinde depolamanın birinci günü belirlenen kül miktarları Tablo 4.4'te ve grafiği de Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Tablo 4.4'ten de görüleceği üzere probiyotik yoğurtların kül miktarı ortalama en az %0,93 ile en fazla %1,06 olarak tespit edilmiştir. Kül miktarları arasındaki fark, istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Tablo 4.4 Probiyotik yoğurt örneklerinin kül miktarları (n=2)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Kül (%)
K	1,06±0,07 ^A
%0,5 MT	0,93±0,01 ^A
%1 MT	1,01±0,09 ^A
%2 MT	0,96±0,09 ^A

(A): Sütunda aynı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ($p>0,05$).



Şekil 4.3 Probiyotik yoğurt örneklerinin % kül miktarları

Olika (2022), Aronya meyve konsantresini yoğurtlara ilave ederek yaptığı çalışmada meyve konsantresinin kül miktarını önemli ölçüde etkilemediğini belirlemiştir ($p>0,05$).

Abdalla & Ahmed (2019), farklı oranlarda muz unu ilavesinin, yoğurdun kül içeriğinde istatistiki açıdan anlamlı olmayan ($p>0,05$) bir artışa neden olduğunu bildirmişlerdir.

Farklı oranda muz posası ilave edilen probiyotik yoğurtlarda (Costa vd., 2017), ve probiyotikli fermente sütlerde (Vogado vd., 2018) muz oranındaki artışın örneklerin kül içeriğini önemli düzeyde etkilemediği tespit edilmiştir. Bulgularımızdan farklı olarak, bu çalışmalarda ürünlerdeki kül miktarları %0,70 ile %0,88 arasında belirlenmiştir. Çalışmamızda kül miktarlarının diğer çalışmalara göre yüksek olması, muhtemelen yağsız süt tozu ile yapılmış olan kuru madde standardizasyonundan kaynaklanmaktadır.

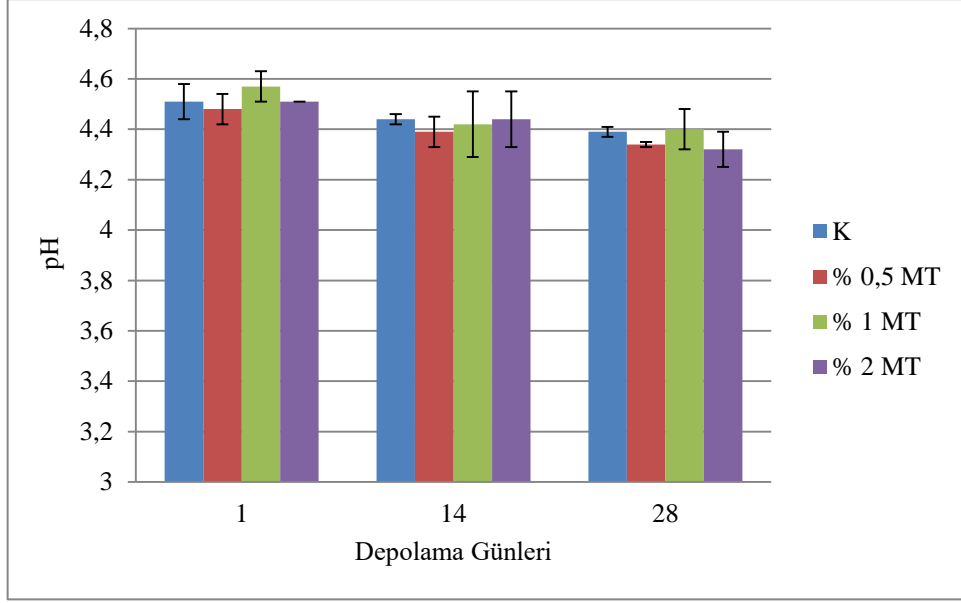
4.2.4 pH

Çalışmamızda üretimi yapılan probiyotik yoğurtların pH değerleri depolamanın 1., 14. ve 28. gününde takip edilmiş olup ölçüm sonuçları Tablo 4.5'te, yoğurt örneklerinin pH değerlerinin depolama süresince değişimleri Şekil 4.4'te gösterilmiştir. Tablo 4.5'te görüleceği üzere probiyotik yoğurtların pH'ı en düşük 4,32 ile en yüksek 4,57 arasında ölçülmüştür. Tüm örneklerde depolama süresince pH değerleri azalmıştır.

Tablo 4.5 Probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerleri (n=2)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Depolama Günleri		
	1. gün	14. gün	28. gün
K	4,51±0,07 ^{Aa}	4,44±0,02 ^{Aa}	4,39±0,02 ^{Aa}
%0,5 MT	4,48±0,06 ^{Aa}	4,39±0,06 ^{Aa}	4,34±0,01 ^{Aa}
%1 MT	4,57±0,06 ^{Aa}	4,42±0,13 ^{Aa}	4,40±0,08 ^{Aa}
%2 MT	4,51±0,00 ^{Aa}	4,44±0,11 ^{Aa}	4,32±0,07 ^{Aa}

Her bir satırın kendi içinde farklı küçük harflerle (a, b) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$). Her bir sütünün kendi içinde farklı büyük harflerle (A, B, C, D) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).



Şekil 4.4 Probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerlerinin depolama süresince değişimleri

Çalışmamızda depolama süresince tüm probiyotik yoğurtların pH değerleri azalmıştır. Bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Depolamanın 28. gününde en düşük pH değeri %2 muz tozu içeren örnekte ölçülmüştür. Ancak, örneklerin (farklı oranlarda muz tozu içeren ve kontrol) ortalama pH değerleri arasındaki fark depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde de istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Benzer şekilde, elma, buğday, bambu lifleri veya inülin ilave ederek ürettikleri yoğurtları inceleyen Staffolo vd. (2004), 21 günlük depolama süresince yoğurt örneklerinin pH değerlerinin 4,20 civarına düştüğünü fakat farklı lif içeren örneklerin pH değerleri arasında anlamlı bir fark gözlenmediğini ($p>0,05$) bildirmişlerdir.

Espírito-Santo vd. (2012a), elma, muz ve çarkıfelek lifleri ile dört farklı probiyotik bakteri suşunu (*Lactobacillus acidophilus* L10 and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BL04, HN019 ve B94 suşları) ayrı ayrı bir araya getirerek ürettikleri yoğurtların 14 günlük depolama süresince pH değerlerinin düştüğünü ancak 28 günlük depolama sonunda yoğurt örneklerinin pH'ında (post asidifikasyon) 14. güne kıyasla önemli bir azalma olmadığını tespit etmişlerdir ($p>0,05$).

Diğer taraftan, Vogado vd. (2018) farklı oranlarda yeşil muz posası ilave ederek ürettikleri probiyotik fermente sütlerde depolama süresince pH değerlerinin düştüğünü, ürünlerdeki muz posası miktarı arttıkça pH'daki bu azalmanın daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Başka bir araştırmada, kontrol (%0), %3, %5 ve %7 oranında muz unu ile üretilen yoğurtların pH değerleri üretimin ilk gününde sırasıyla 4,70, 4,58, 4,52 ve 4,53 olarak ölçülmüştür. Buzdolabında muhafaza süresi boyunca yoğurtların pH değerlerinin düştüğü ve depolama süresi sonunda %0, %3, %5 ve %7 muz ilaveli yoğurtlar için sırasıyla 4,51, 4,42, 4,42 ve 4,40 olarak ölçüldüğü bildirilmiştir (Abdalla & Ahmed, 2019).

4.2.5 Titrasyon asitliği (Laktik asit olarak kütlece %)

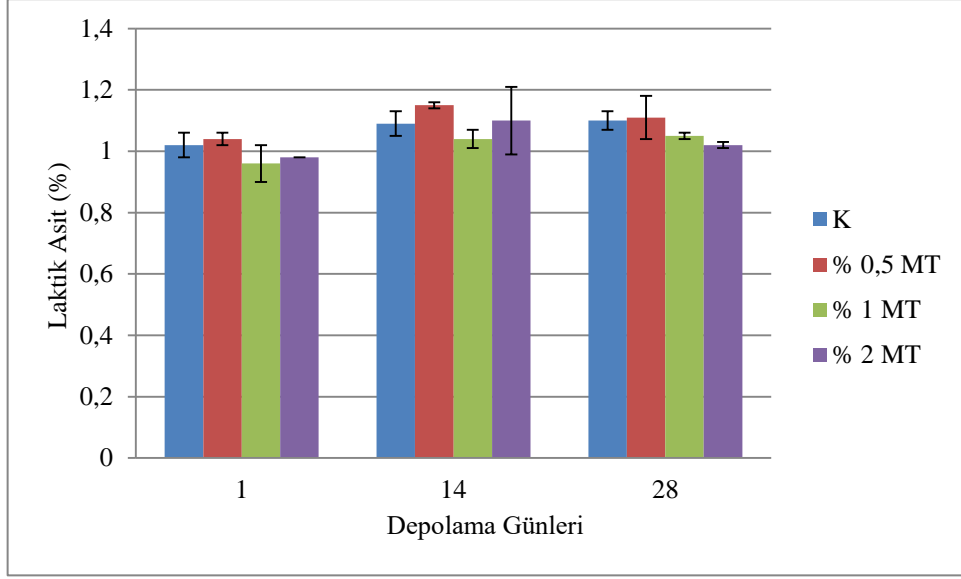
Çalışmamızda üretilen probiyotik yoğurtların titrasyon asitlik (% laktik asit) değerleri depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde takip edilmiş olup ölçüm sonuçları Tablo 4.6'da, probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitlik değerlerinin depolama süresince değişimleri Şekil 4.5'te bildirilmiştir. Tablo 4.6'da görüleceği üzere titrasyon asitlik değerleri en düşük 0,96 ile en yüksek 1,15 arasındadır. Elde edilen sonuçlara göre, farklı oranlarda muz tozu kullanımının ve depolama süresinin ortalama titrasyon asitliği değerlerine etkisi istatistiksel olarak önemsizdir ($p>0,05$).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre yoğurtlarda titrasyon asitliği en az %0,6, en fazla %1,5 olmalıdır (Anonim, 2022). Bu çalışmada üretilen tüm probiyotik yoğurtların asitlik değerleri, 28 günlük depolama süresince bu sınırlar içinde kalmıştır.

Tablo 4.6 Probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitlik (Laktik asit olarak kütlece %) değerleri (n=2)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Depolama Günleri		
	1. gün	14. gün	28. gün
K	1,02±0,04 ^{Aa}	1,09±0,04 ^{Aa}	1,10±0,03 ^{Aa}
% 0,5 MT	1,04±0,02 ^{Aa}	1,15±0,01 ^{Aa}	1,11±0,07 ^{Aa}
% 1 MT	0,96±0,06 ^{Aa}	1,04±0,03 ^{Aa}	1,05±0,01 ^{Aa}
% 2 MT	0,98±0,00 ^{Aa}	1,10±0,11 ^{Aa}	1,02±0,01 ^{Aa}

Her bir satırın kendi içinde farklı küçük harflerle (a, b) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$). Her bir sütünün kendi içinde farklı büyük harflerle (A, B, C, D) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).



Şekil 4.5 Probiyotik yoğurt örneklerinin titrasyon asitlik değerlerinin depolama süresince değişimleri

Bir çalışmada elma lifi ilave edilerek üretilen yoğurtlarda laktik asit değerinin ilave edilen elma lifi ile doğru orantılı olarak arttığı tespit edilmiştir. Raf ömrü süresinde bu yoğurtların pH değerlerinde düşme, laktik asit değerlerinde ise sürekli yükselme olmuştur (Akın & Akın, 2016).

%15 muz marmelatı ilaveli, farklı probiyotik kültür bakterileri ile üretilen yoğurtların titrasyon asitliğinin 14 gün depolama süresince önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir (Çakmakçı vd., 2012).

Yoğurt bakterileri fermantasyon esnasında laktozu laktik aside parçalayarak yoğurdun asitliğine etki etmektedirler (Tamime & Robinson, 1999). Oluşturulan laktik asit miktarı kuru madde, pH, depolama sıcaklığı, inkübasyon gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Akın, 1996). Ayrıca sütün protein ve mineral içeriği, serum proteinlerinin parçalanması da asitliğin üzerinde etkilidir (Koçak & Aydemir, 1994). Laktik asit, yoğurttaki asidik tadın gelişmesine neden olarak tat ve aroma dengesinin kurulmasına ve ürünün kalitesine etki etmektedir (Ünal, 2008).

Yoğurttaki bakteriler depolama sıcaklığında da düşük hızda faaliyet gösterip asitliğin artmasına, pH değerinin düşmesine sebep olmaktadır (Lucey & Singh, 1998). Yoğurdun depolama sürecinde asitlik gelişimi (post-asidifikasyon) ürünün kalite özelliklerini (duyusal, fiziksel, reolojik ve mikrobiyolojik) olumsuz yönde etkilemekte ve raf ömrünün kısılmasına neden olmaktadır (Deshwal vd., 2021). Asitliği yüksek olan yoğurtların tüketiciler tarafından kabul edilirliliği azalmaktadır. Ayrıca, probiyotik suşların canlılığı da olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Bu nedenle yoğurt ve fermente süt ürünlerinin depolama süresince pH ve asitliğinin stabil olması ürünün kabul

edilebilirliği ve probiyotik kültürün canlılığı açısından arzu edilmektedir (Vogado vd., 2018; Deshwal vd., 2021). Starter kültürde kullanılan bakterinin suşu ve özellikleri, sütün bileşimi, sıcaklık ve başlangıç pH'ı, süte uygulanan ön işlemler gibi birçok faktörün depolama sırasında asitlik gelişimi (post-asidifikasyon) üzerine etkisi bulunmaktadır (Deshwal vd., 2021). Farklı çalışmalarda, pH ve asitlik gelişimi ile ilgili farklı sonuçların bildirilmesi bununla açıklanabilir. Çalışmamızda 28 gün sonunda tüm örneklerde ölçtüğümüz pH değerleri diğer bazı çalışmalarda (Espírito-Santo vd., 2012a; Çakmakçı vd., 2012) elde edilen değerlerden yüksek, titrasyon asitliği değerleri de düşük veya eşit bulunmuştur.

4.3 Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik Özellikleri

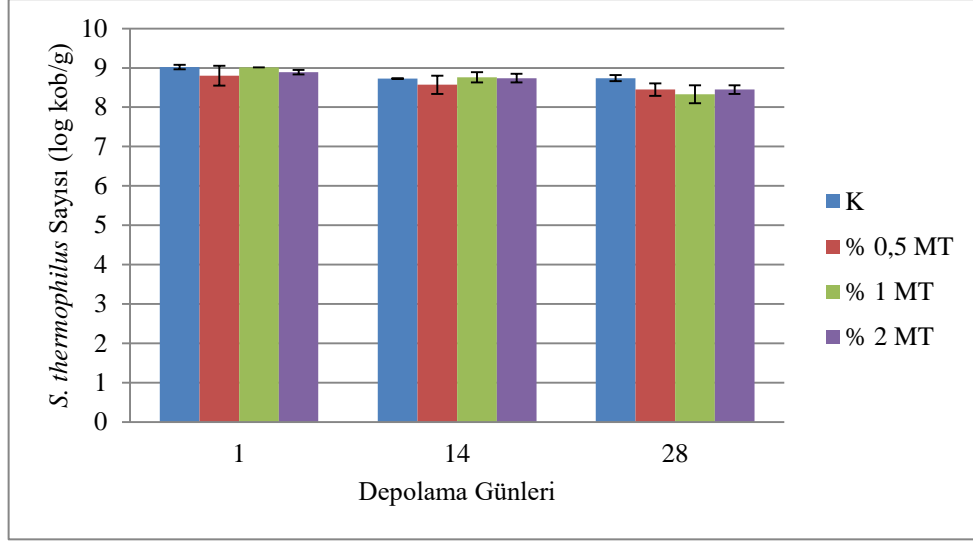
4.3.1 *Streptococcus thermophilus* sayısı (log kob/g)

Probiyotik yoğurtların depolama süresindeki *Streptococcus thermophilus* sayıları (log kob/g) Tablo 4.7’de, probiyotik yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* sayılarının (log kob/g) depolama boyunca değişimleri Şekil 4.6’da verilmiştir. Sayılar 8,33 ile 9,02 log kob/g arasında değişmiştir.

Tablo 4.7 Probiyotik yoğurtların depolama süresince *S. thermophilus* sayıları (log kob/g) (n=2)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Depolama Günleri		
	1. gün	14. gün	28. gün
K	9,02±0,06 ^{Aa}	8,73±0,01 ^{Ab}	8,74±0,08 ^{Ab}
%0,5 MT	8,80±0,25 ^{Aa}	8,57±0,23 ^{Aa}	8,45±0,16 ^{Aa}
%1 MT	9,01±0,00 ^{Aa}	8,76±0,13 ^{Ab}	8,33±0,23 ^{Ab}
%2 MT	8,89±0,06 ^{Aa}	8,74±0,11 ^{Aa}	8,45±0,11 ^{Ab}

(a, b): Her bir satırın kendi içinde farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Her bir sütünün kendi içinde farklı büyük harflerle (A, B, C) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).



Şekil 4.6 Probiyotik yoğurt örneklerinin *S. thermophilus* sayılarının (log kob/g) depolama süresince değişimleri

Duncan testi ve varyans analizi sonucuna göre *Streptococcus thermophilus* sayısına depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). %0,5 oranında muz tozu içeren örnekte de depolama süresi sonuna doğru bakteri sayısı azalmıştır ancak bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Başlangıçta 9,02 log kob/g sayı ile en yüksek kontrol örneğinde bulunan *S. thermophilus*, depolama süresi sonunda da 8,74 log kob/g sayı ile yine en yüksek kontrol örneğinde bulunmuştur.

Depolama süresince pH değerinde azalma olup asitlik artmaktadır. Bu durum da depolama sırasında yoğurt örneklerindeki *S. thermophilus* sayısının azalmasına neden olmaktadır (Karagözlü, 1997).

Yağlı yoğurtlara tutku meyvesi (çarkıfelek) kabuğu tozu ilave edilerek yapılan bir araştırmada, *Streptococcus thermophilus* sayısının raf ömrü boyunca sabit kaldığı ve 8,6-10,9 log kob/ml civarında olduğu bildirilmiştir (Espírito-Santo vd., 2012b).

Çakmakçı vd. (2012) %15 muz marmelatı ilavesi ile ürettikleri probiyotik yoğurtlarda *Streptococcus thermophilus* sayılarının 14 gün depolama süresince genel olarak azaldığını tespit etmişlerdir.

Açai meyvesi katkılı probiyotik yoğurtlarda *Streptococcus thermophilus* sayısının kontrol örneğine göre daha yüksek sayıda olduğu belirtilmiştir (Santo vd., 2010).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre yoğurtta toplam spesifik mikroorganizma sayısı raf ömrü sonunda en az 10^7 kob/g olmalıdır (Anonim, 2022). Çalışmamızda, depolama boyunca her ne kadar örneklerdeki *S. thermophilus*

sayısında azalma kaydedilmiş olsa da, tablodan da görüldüğü üzere, depolama sonunda sayı tebliğde belirtilen minimum spesifik bakteri sayısının altına düşmemiştir.

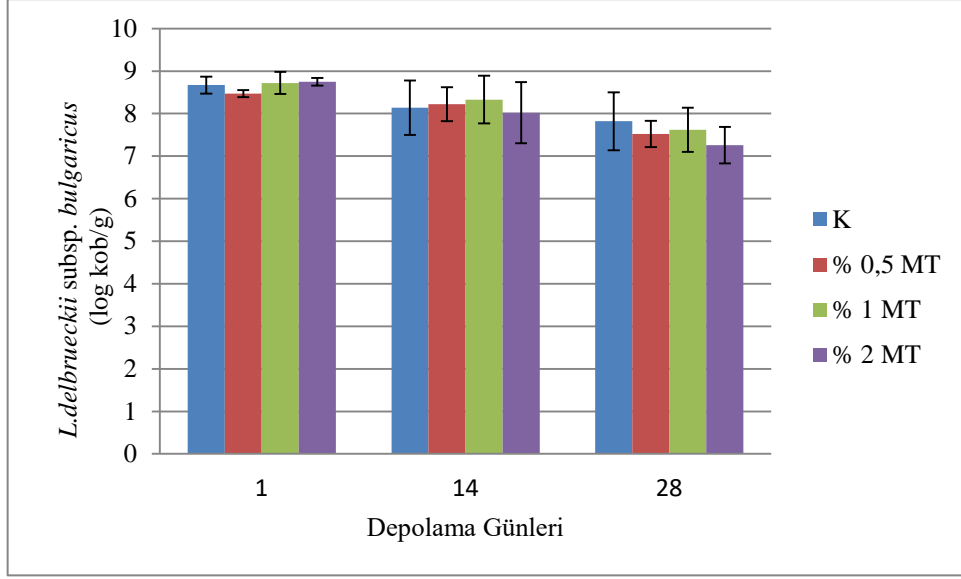
4.3.2 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı (log kob/g)

Probiyotik yoğurtların depolama sırasındaki *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları (log kob/g) Tablo 4.8’de, probiyotik yoğurt örneklerinin *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarındaki (log kob/g) değişim ise Şekil 4.7’de verilmiştir. Sayılar 7,26 ile 8,75 (log kob/g) arasında değişmiştir. Tüm örneklerde depolama süresince *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı azalmıştır. Ancak, depolama süresince kaydedilen bu azalmanın ve örneklerin ortalama *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Tablo 4.8 Probiyotik yoğurtların depolama süresince *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları (log kob/g) (n=2)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Depolama Günleri		
	1. gün	14. gün	28. gün
K	8,67±0,20 ^{Aa}	8,14±0,64 ^{Aa}	7,82±0,68 ^{Aa}
%0,5 MT	8,47±0,08 ^{Aa}	8,22±0,40 ^{Aa}	7,52±0,31 ^{Aa}
%1 MT	8,72±0,26 ^{Aa}	8,33±0,56 ^{Aa}	7,62±0,52 ^{Aa}
%2 MT	8,75±0,09 ^{Aa}	8,02±0,72 ^{Aa}	7,26±0,43 ^{Aa}

(a, b): Her bir satırın kendi içinde farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Her bir sütünün kendi içinde farklı büyük harflerle (A, B, C) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).



Şekil 4.7 Probiyotik yoğurt örneklerinin *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının (log kob/g) depolama süresince değişimleri

Genel olarak probiyotik yoğurtlara meyve tozu gibi lif ilave edilmesinin etkisinin laktik asit bakterilerinin gelişimini, sayısını artırma yönünde olduğu ifade edilmiştir (Dias vd., 2020). Probiyotik yoğurtlara ilave edilen meyve tozunun *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un sayısının artmasına sebep olduğu bildirilmiştir. (Dias vd., 2020). Ancak çalışmamızda muz tozunun aynı etkiyi göstermediği, depolama boyunca asitliğin artması nedeniyle özellikle *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısında azalma olduğu düşünülmektedir. Bulgularımızla uyumlu olarak Çakmakçı vd. (2012), %15 muz marmelatı ilavesi ile üretilen probiyotik yoğurtlarda 14 gün depolama süresince *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının azaldığını bildirmişlerdir.

Başka bir çalışmada, keçiyoynuzu pekmezi ilave edilen yoğurtlarda *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının azaldığı belirtilmiştir (Çelik vd., 2018).

4.3.3 *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayısı (log kob/g)

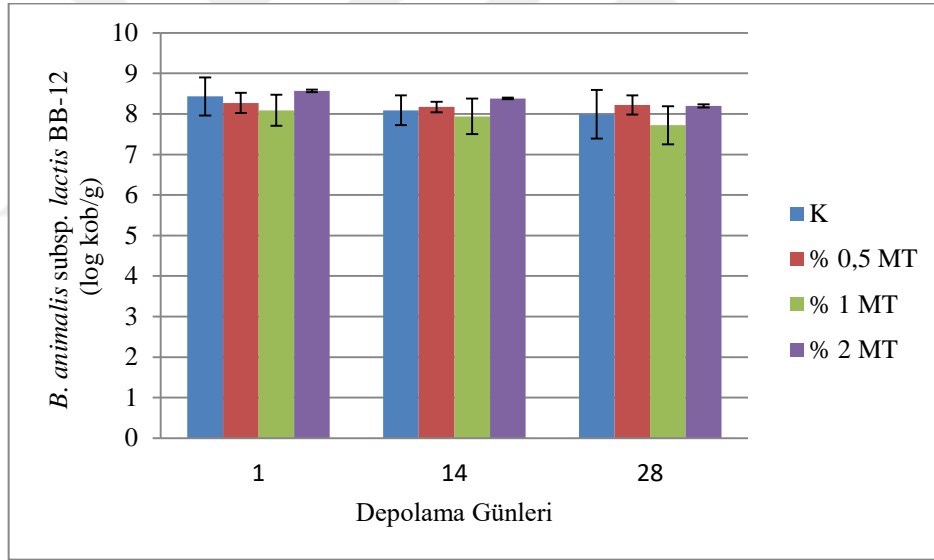
Probiyotik kültür ihtiva eden yoğurtların, istenilen fonksiyonel özelliklere sahip olabilmeleri için yeterli sayıda probiyotik bakteri içermeleri ve bu sayıyı raf ömrü boyunca muhafaza etmeleri gerekmektedir (Çevik, 2013). Depolama boyunca içermeleri gereken probiyotik bakteri sayısı da 10^7 kob/g'dır (Seçkin & Baladura, 2011).

Probiyotik yoğurtların depolama sırasındaki *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayıları (log kob/g) Tablo 4.9'da, probiyotik yoğurt örneklerinin *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayılarının (log kob/g) depolama süresince değişimleri Şekil 4.8'de verilmiştir. Sayılar 7,72 ile 8,57 log kob/g arasında değişmiştir.

Tablo 4.9 Probiyotik yoğurtların depolama süresince *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayıları (log kob/g) (n=2)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Depolama Günleri		
	1. gün	14. gün	28. gün
K	8,43±0,47 ^{Aa}	8,09±0,37 ^{Aa}	7,99±0,60 ^{Aa}
%0,5 MT	8,27±0,25 ^{Aa}	8,17±0,13 ^{Aa}	8,22±0,24 ^{Aa}
%1 MT	8,09±0,38 ^{Aa}	7,94±0,44 ^{Aa}	7,72±0,47 ^{Aa}
%2 MT	8,57±0,03 ^{Aa}	8,38±0,02 ^{Ab}	8,20±0,04 ^{Ac}

(a, b, c): Her bir satırın kendi içinde farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05). Her bir sütünün kendi içinde farklı büyük harflerle (A, B, C, D) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.8 Probiyotik yoğurt örneklerinin *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayılarının (log kob/g) depolama süresi boyunca değişimleri

B. animalis subsp. *lactis* BB-12 sayısı %2 oranında muz tozu içeren örnekte depolama süresinin sonuna doğru azalmıştır. Duncan testi ve varyans analizi sonucuna göre %2 muz tozu içeren probiyotik yoğurt örneğinde bulunan *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayısına depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). %2 oranında muz tozu içeren örnekte *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayısı 1. günde 8,57 log kob/g, 14. günde 8,38 log kob/g, 28. günde ise 8,20 log kob/g olarak belirlenmiştir.

Kontrol ve %1 oranında muz tozu içeren örneklerde de *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayısı depolama boyunca azalma göstermiştir. Ancak bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çalışmamızda %2 oranında muz tozu içeren örnekte *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayısına depolama süresinin etkisi önemli bulursa da sonuçlar arasındaki fark 0,5 log kob/g'dan yüksek değildir.

Probiyotik bakteriler, yoğurt bakterileri ile birlikte kullanıldıklarında asitlik gelişimi fazla olan yoğurt bakterilerinin probiyotik bakterilerin gelişimini azalttığı ve genel olarak bakteri sayılarının düşük olduğu tespit edilmiştir (Korbekandi vd., 2011). Bakteri sayılarının ürünlerin soğuk havada depolanması sırasında azaldığı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Shah vd., 2010; Sharma & Mishra, 2013).

Probiyotik yoğurda üzüm özütü ilave edilerek yapılan çalışmada yoğurtlarda *B. lactis* sayıları 9,10 log kob/g – 10,31 log kob/g arasında tespit edilmiş olup raf ömrü boyunca azalma göstermiştir (Felix da Silva vd., 2017).

Prebiyotik olarak mısır lifi, dekstroz, hindiba, inülinin ve probiyotik olarak da *Lactobacillus acidophilus* LA-5 ve *B. lactis* BB-12'nin kullanıldığı yoğurt içeceğinde 30 günlük raf ömrü boyunca bakteri canlılığının 2-3 log kob/g azaldığı ancak değerlerin sağlık etkileri açısından kabul edilebilir sınırlarda kaldığı belirlenmiştir (Allgeyer vd., 2010). Bu çalışmada da diğer çalışmalarda olduğu gibi *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayılarında depolama süresince azalma gözlenmiştir. Ancak, hem sağlık etkileri açısından hem de yasalar gereği probiyotik gıdalarda bulunması gereken değerlerin (10^6 – 10^7 kob/g) altına düşmemiştir.

4.4 Probiyotik Yoğurtların Tekstürel Özellikleri (Sertlik)

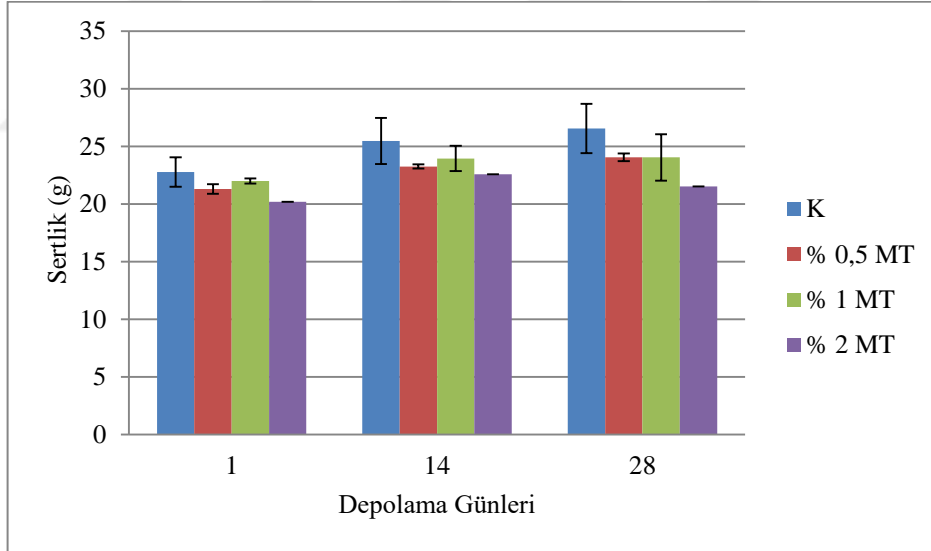
Yoğurdun toplam kuru maddesi, asitlenme oranı, süt proteinlerinin ağ yapısı gibi etkenlere bağlı olan yoğurt jelinin sertliği yoğurt tekstürü için çok önemlidir (Sah vd., 2016).

Çalışmamızda üretimi yapılan probiyotik yoğurtların sertlik değerleri depolamanın 1., 14. ve 28. gününde takip edilmiş olup ölçüm sonuçları Tablo 4.10'da, örneklerin depolama süresince sertlik değerlerindeki değişim Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Tablo 4.10'da görüleceği üzere sertlik değerleri en düşük 20,18 g ile en yüksek 26,56 g arasındadır.

Tablo 4.10 Probiyotik yoğurtların depolama sırasındaki sertlik (g) değerleri (n=2)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Depolama Günleri		
	1. gün	14. gün	28. gün
K	22,78±1,27 ^{Aa}	25,46±2,00 ^{Aa}	26,56±2,14 ^{Aa}
%0,5 MT	21,31±0,41 ^{Aa}	23,26±0,17 ^{Ab}	24,05±0,34 ^{Ab}
%1 MT	22,00±0,23 ^{Aa}	23,95±1,10 ^{Aa}	24,04±2,01 ^{Aa}
%2 MT	20,18±0,00 ^{Aa}	22,58±0,00 ^{Ab}	21,52±0,00 ^{Ac}

(a, b, c): Her bir satırın kendi içinde farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$). Her bir sütünün kendi içinde aynı büyük harflerle (A) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemsizdir ($p>0,05$).



Şekil 4.9 Probiyotik yoğurt örneklerinin zamanla sertlik (g) değerleri değişimi

Duncan testi ve varyans analizi sonucuna göre %0,5 ve %2 muz tozu içeren probiyotik yoğurt örneklerinde sertlik değerlerine depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Depolama boyunca kontrol ve %1 muz tozu içeren örneklerin sertlik değerleri artmıştır ancak bu örneklerin değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Probiyotik yoğurtların sertlik değerleri genel olarak depolama süresi boyunca artmış olup %2 oranında muz tozu içeren örneğin sertlik değeri 28. gününde 14. gününe göre azalmıştır.

Depolama süresince en düşük sertlik değeri %2 muz tozu içeren probiyotik yoğurt örneğinde kaydedilmiştir.

Meyve ilavesi ile birlikte yoğurttaki protein - protein bağlarının, daha zayıf olan polisakkarit – protein bağlarının oluşmasına neden olduğu belirlenmiştir (Albayatı, 2019). Bu durumun probiyotik yoğurtların sertlik değerinin düşmesinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Doğal nişasta gıda sanayisinde kullanılmaktadır. Ancak pH ve parçalanmaya karşı hassas olup ısıya karşı da oldukça hassastır. Bu özellikleri de gıda üretiminde kullanımını sınırlandırmaktadır. Bunlara ilaveten nişastanın tekstürü, viskoziteyi, raf ömrünü iyileştirme, emülsifikasyon stabilitesini geliştirme gibi olumlu özellikleri de vardır. Ancak bu olumlu özelliklerinden faydalanmak için doğal nişasta yerine modifiye nişasta kullanılmaktadır. Bir çalışmada doğal nişasta ve modifiye nişasta ile pıhtısı kırılmış yoğurt üretimi yapılmıştır. Modifiye edilerek kullanılan nişastanın çapraz bağlanması sayesinde asitliğe olan direncinin ve pıhtının parçalanmaya karşı olan aktivitesinin doğal nişastadan daha iyi olduğu belirlenmiştir (Göncü vd., 2018).

Ananas kabuğu tozunun ilave edilmesiyle üretilen probiyotik yoğurtlarda ananas kabuğu ilave edilen yoğurtların sertlik değerlerinin sade yoğurtlara göre daha az olduğu tespit edilmiştir (Sah vd., 2016). Araştırmacılar bu durumun, ilave edilen meyvenin probiyotik bakteri suşlarının proteolitik aktivitesini artırması, ayrıca süt proteinleri ile meyvenin polisakkaritleri arasında meydana gelen uyumsuzluk sonucunda oluşan zayıf jel yapıdan kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir (Sah vd., 2016).

Ayva tozu katkılı probiyotik yoğurtların sertlik değerlerini, ayva tozunun önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Depolama süresince en yüksek sertlik değerinin kontrol grubuna ait olduğu tespit edilmiştir (Burak Çınar, 2016).

4.5 Probiyotik Yoğurtların Reolojik Özellikleri

4.5.1 Görünür viskozite

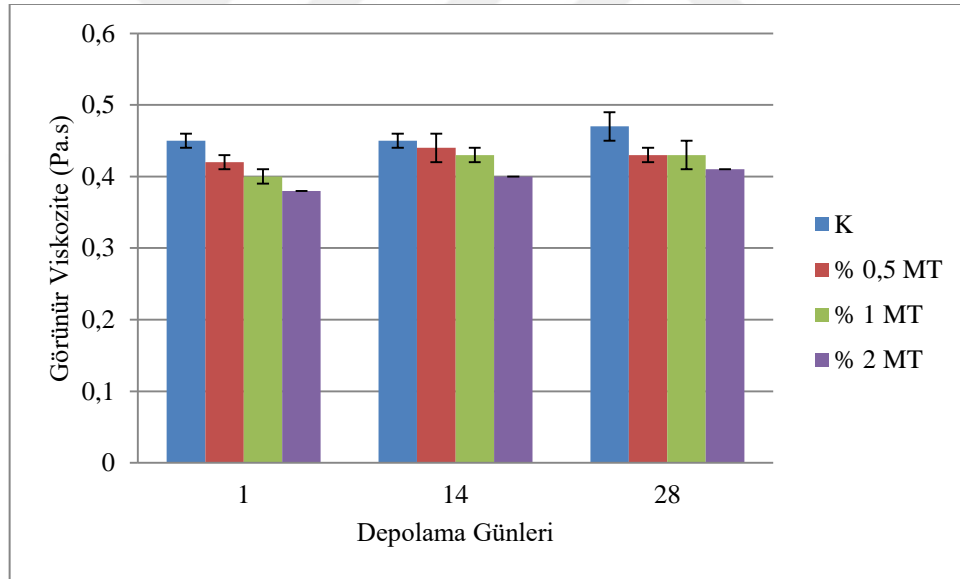
Çalışmamızda üretimi yapılan probiyotik yoğurtların görünür viskozite değerleri depolamanın 1., 14. ve 28. gününde takip edilmiş olup ölçüm sonuçları Tablo 4.11’de probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince görünür viskozite değerleri değişimi

Şekil 4.10’da verilmiştir. Tablo 4.11’de görüleceği üzere görünür viskozite değerleri en düşük 0,38 ile en yüksek 0,47 Pa.s arasında belirlenmiştir.

Tablo 4.11 Probiyotik yoğurtların depolama süresince görünür viskozite (Pa.s) değerleri (n=2)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Depolama Günleri		
	1. gün	14. gün	28. gün
K	0,45±0,01 ^{Aa}	0,45±0,01 ^{Aa}	0,47±0,02 ^{Aa}
%0,5 MT	0,42±0,01 ^{Ba}	0,44±0,02 ^{Aa}	0,43±0,01 ^{Aa}
%1 MT	0,40±0,01 ^{Ca}	0,43±0,01 ^{Aa}	0,43±0,02 ^{Aa}
%2 MT	0,38±0,00 ^{Da}	0,40±0,00 ^{Ab}	0,41±0,00 ^{Ab}

(a, b): Her bir satırın kendi içinde farklı küçük harflerle gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$). Her bir sütünün kendi içinde farklı büyük harflerle (A, B, C, D) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).



Şekil 4.10 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince görünür viskozite değerleri

Duncan testi ve varyans analizi sonucuna göre, görünür viskozite değerlerine depolama süresinin etkisi, %2 muz tozu içeren örneklerde hariç, istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Depolamanın 1. gününde probiyotik yoğurt örneklerinin görünür viskozite değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 1. gününde en yüksek görünür viskozite, kontrol örneğine ait olmakla birlikte en düşük viskozite de %2 muz tozu içeren örneklerde tespit edilmiştir.

Elde ettiğimiz sonuçlardan farklı olarak, çeşitli çalışmalarda yeşil muz lifi veya yeşil muz unu ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurtlarda lif veya un oranı arttıkça görünür viskozitenin arttığı bildirilmiştir (Abdalla & Ahmed, 2019; Safdari vd., 2021).

Yoğurdun reolojik ve tekstürel özellikleri, üretimde kullanılan sütün bileşimine-kurumadde miktarına, protein oranına, süte ilave edilen farklı bileşenlere, kültür bakterilerinin özelliklerine (depolama sırasında asitlik oluşturma, eksopolisakkarit oluşturma vb.), proses parametrelerine, ambalaj ve depolama gibi birçok faktöre bağlıdır (Espírito-Santo vd., 2013; Prajapati vd., 2016; Deshwal, 2021).

Ananas kabuğu tozu ilavesinin probiyotik yoğurtların sertliğini azalttığı tespit edilmiştir. Meyve ilavesi ile probiyotik suşların proteolitik aktivitesi artmakta ve süt proteinleri ile meyve polisakkaritleri arasındaki uyumsuzluk nedeniyle zayıf jel bağı oluşmaktadır bu da sertliğin azalmasına neden olmaktadır (Sah vd., 2016). Bu duruma benzer olarak ilave edilen muz tozu oranı arttıkça sertliğin ve görünür viskozitenin azaldığı düşünülmektedir. Buna bağlı olarak da akış davranış indeksinin arttığı, kıvam katsayısının ise azaldığı yorumlanabilir.

Kızılıçık püresi ve şeker katkılı meyveli yoğurtlarda meyve ve şeker ilavesinin viskoziteyi azalttığı bildirilmiştir (Çelik vd., 2006).

Ayva tozu katkılı probiyotik yoğurtların viskozite değerlerini, ayva tozunun önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Depolama süresince en yüksek viskozite değerinin %1 oranında ayva tozu içeren yoğurt grubuna ait olduğu tespit edilmiştir (Burak Çınar, 2016).

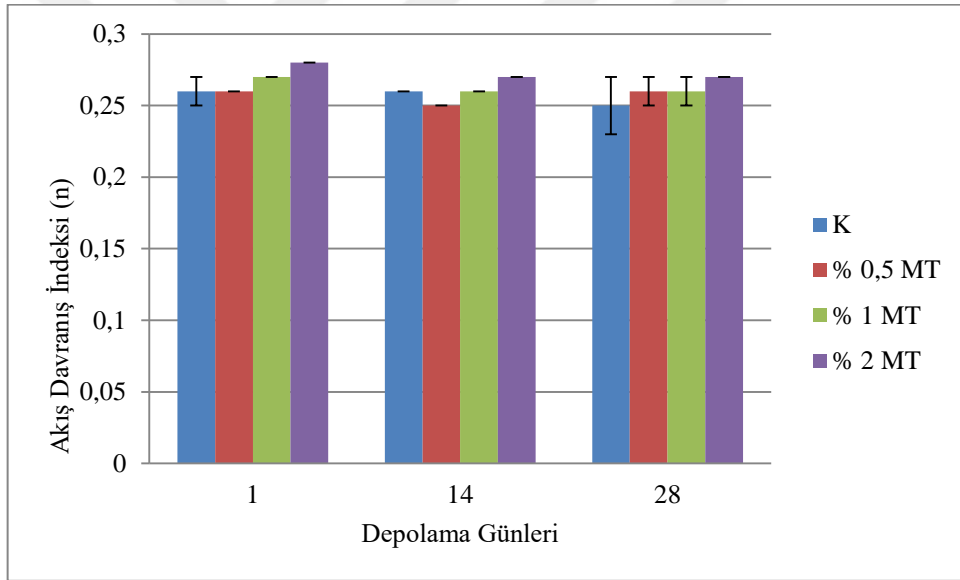
4.5.2 Akış davranış indeksi

Çalışmamızda üretimi yapılan probiyotik yoğurtların akış davranış indeksi değerleri depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde takip edilmiş olup ölçüm sonuçları Tablo 4.12’de probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca akış davranış indeksi değerleri Şekil 4.11’de verilmiştir. Tablo 4.12’de görüleceği üzere akış davranış indeksi değerleri en düşük 0,25 ile en yüksek 0,28 arasındadır.

Tablo 4.12 Probiyotik yoğurtların depolama süresince akış davranış indeksi (n) değerleri (n=2)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Depolama Günleri		
	1. gün	14. gün	28. gün
K	0,26±0,01 ^{Aa}	0,26±0,00 ^{Aa}	0,25±0,02 ^{Aa}
%0,5 MT	0,26±0,00 ^{Aa}	0,25±0,00 ^{Aa}	0,26±0,01 ^{Aa}
%1 MT	0,27±0,00 ^{ABa}	0,26±0,00 ^{Ba}	0,26±0,01 ^{Aa}
%2MT	0,28±0,00 ^{Ba}	0,27±0,00 ^{Cb}	0,27±0,00 ^{Ab}

Her bir satırın kendi içinde farklı küçük harflerle (a, b) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05). Her bir sütünün kendi içinde farklı büyük harflerle (A, B, C) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.11 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince akış davranış indeksi değerleri

Duncan testi ve varyans analizi sonucuna göre akış davranış indeksi değerlerine depolama süresinin etkisi %2 muz tozu içeren örnekte istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Depolama süresi boyunca en yüksek akış davranış indeksi değeri %2 muz tozu içeren örnekte kaydedilmiştir. Depolamanın 1. ve 14. günlerinde probiyotik yoğurt örneklerinin akış davranış indeksi değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğu belirlenmiştir (p<0,05).

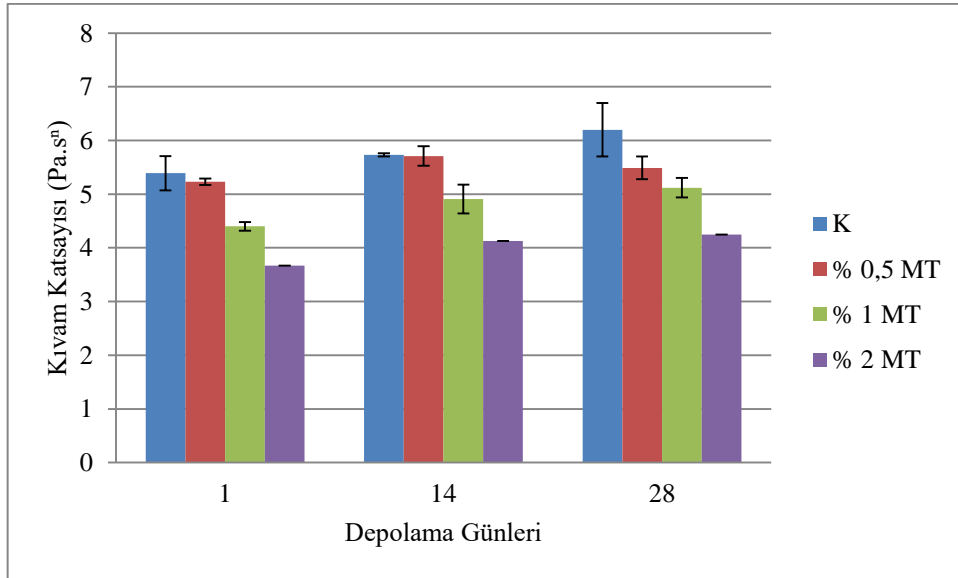
4.5.3 Kıvam katsayısı

Çalışmamızda üretimi yapılan probiyotik yoğurtların kıvam katsayısı değerleri depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde takip edilmiş olup ölçüm sonuçları Tablo 4.13'te, probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca kıvam katsayısı değerlerindeki değişim de Şekil 4.12'de gösterilmiştir. Tablo 4.13'te de görüleceği üzere kıvam katsayısı değerleri en düşük 3,67 ile en yüksek 6,20 Pa.sⁿ arasındadır.

Tablo 4.13 Probiyotik yoğurtların depolama süresince kıvam katsayısı (Pa.sⁿ) değerleri (n=2)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Depolama Günleri		
	1. gün	14. gün	28. gün
K	5,39±0,32 ^{Aa}	5,73±0,03 ^{Aa}	6,20±0,50 ^{Aa}
%0,5 MT	5,23±0,06 ^{Aa}	5,71±0,18 ^{Aa}	5,49±0,21 ^{ABa}
%1 MT	4,40±0,08 ^{Ba}	4,91±0,27 ^{Ba}	5,12±0,18 ^{Ba}
%2 MT	3,67±0,00 ^{Ca}	4,13±0,00 ^{Cb}	4,25±0,00 ^{Cc}

Her bir satırın kendi içinde farklı küçük harflerle (a, b, c) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05). Her bir sütünün kendi içinde farklı büyük harflerle (A, B, C) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.12 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince kıvam katsayısı değerleri değişimi

Farklı oranda muz tozu kullanımının, depolama süresince, probiyotik yoğurtların kıvam katsayısı değerlerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Depolama boyunca en düşük kıvam katsayısı değerine %2 muz tozu içeren örneğin sahip olduğu belirlenmiştir.

4.6 Probiyotik Yoğurtların Serum Ayrılması

Probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresince gözle görülür ve ölçülebilir bir serum ayrılması olmamıştır.

Safdari vd. (2021), ilave edilen muz lifi oranı arttıkça, simbiyotik yoğurtlarda serum ayrılmasının istatistiksel açıdan önemli ($p<0,001$) düzeyde azaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar en az serum ayrılmasının %1 muz lifi içeren örneklerde olduğunu belirlemişlerdir.

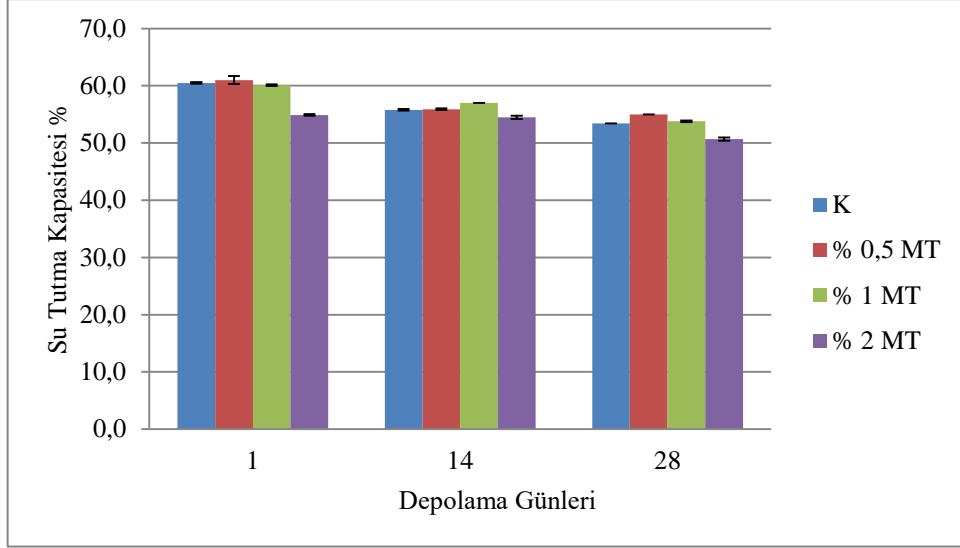
4.7 Probiyotik Yoğurtların Su Tutma Kapasitesi (STK)

Çalışmamızda üretimi yapılan probiyotik yoğurtların su tutma kapasitesi değerleri depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde takip edilmiş olup ölçüm sonuçları Tablo 4.14'te, probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince su tutma kapasitesi (STK) değerleri değişimi Şekil 4.13'te verilmiştir. Tablo 4.14'te görüleceği üzere su tutma kapasite değerleri en düşük %50,70 ile en yüksek %61,00 arasındadır.

Tablo 4.14 Probiyotik yoğurtların depolama süresince su tutma kapasiteleri (%) (n=2)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Depolama Günleri		
	1.gün	14.gün	28.gün
K	60,50±0,14 ^{Ba}	55,80±0,14 ^{Bb}	53,40±0,00 ^{Bc}
%0,5 MT	61,00±0,71 ^{Ba}	55,90±0,14 ^{Bb}	55,00±0,00 ^{Cb}
%1 MT	60,10±0,14 ^{Ba}	57,00±0,00 ^{Cb}	53,80±0,14 ^{Bc}
%2 MT	54,90±0,14 ^{Aa}	54,50±0,28 ^{Aa}	50,70±0,28 ^{Ab}

Her bir satırın kendi içinde farklı küçük harflerle (a, b, c) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$). Her bir sütünün kendi içinde farklı büyük harflerle (A, B, C) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).



Şekil 4.13 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince su tutma kapasite (STK) değerleri

Duncan testi ve varyans analizi sonucuna göre su tutma kapasitesi değerlerine depolama süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Depolama süresince probiyotik yoğurt örneklerinin su tutma kapasiteleri azalmıştır. Depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde probiyotik yoğurt örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). 1., 14. ve 28. günlerde, probiyotik yoğurt örnekleri arasında su tutma kapasitesi en az olan %2 muz tozu içeren örnekler olmuştur. En yüksek su tutma kapasitesine de genel olarak %0,5 muz tozu ilave edilmiş probiyotik yoğurt örneklerinin sahip olduğu tespit edilmiştir.

Dirençli nişasta kullanımının geleneksel lifli ürünlerde daha az su tutma kapasitesi sağlama gibi bir özelliği olduğu bildirilmiştir (Göncü vd., 2018). Çalışmada %2 muz tozu oranı içeren örneğin su tutma kapasitesinin azalmasında bu durumun etkili olabileceği düşünülmektedir.

Bazı meyveler, yoğurtların hem toplam kuru maddesini hem de pektin oranını arttırmaktadır (Ayar vd., 2005). Bir çalışmada probiyotik yoğurda turuncu ilave edilmiş olup çalışmanın sonucunda su tutma kapasitesinin kontrol örneğine göre yüksek olduğu belirlenmiştir (Çevik, 2013).

Probiyotik yoğurtlara kayısı püresi ilave edilerek yapılan bir çalışmada ise püre oranı arttıkça serum ayrılması miktarının azaldığı belirlenmiştir. Ancak değerler arasındaki fark, istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çayır, 2007).

Çalışmamızda serum ayrılması ve su tutma kapasitesi analizleri sonucunda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Depolama süresince örneklerin su tutma kapasitelerinde düşüş tespit edilmesine rağmen, depolamanın 28. gününde bile hiçbir örnekte serum ayrılması

gözlenmemiştir. Bu durum, iki yöntemin uygulanma şekline kaynaklanmaktadır. Serum ayrılması normal depolama koşullarında ölçülürken, su tutma kapasitesi merkezkaç kuvvetinin etkili olduğu santrifüjleme işlemi ile belirlenmektedir (Sodini vd., 2004).

4.8 Probiyotik Yoğurtların Renk Özellikleri

Tüketiciler tarafından ürünün kabul edilebilirliğini etkileyen, yoğurt kalitesini belirleyen önemli parametrelerden birisi de renktir (Scibisz vd., 2019).

L^* değeri aydınlığı (0: siyah ve 100: beyaz), a^* değeri yeşil ve kırmızıyı (pozitif: kırmızı, negatif: yeşil), b^* değeri ise mavi ve sarıyı (pozitif: sarı, negatif: mavi) göstermektedir (Wrolstad & Smith, 2017).

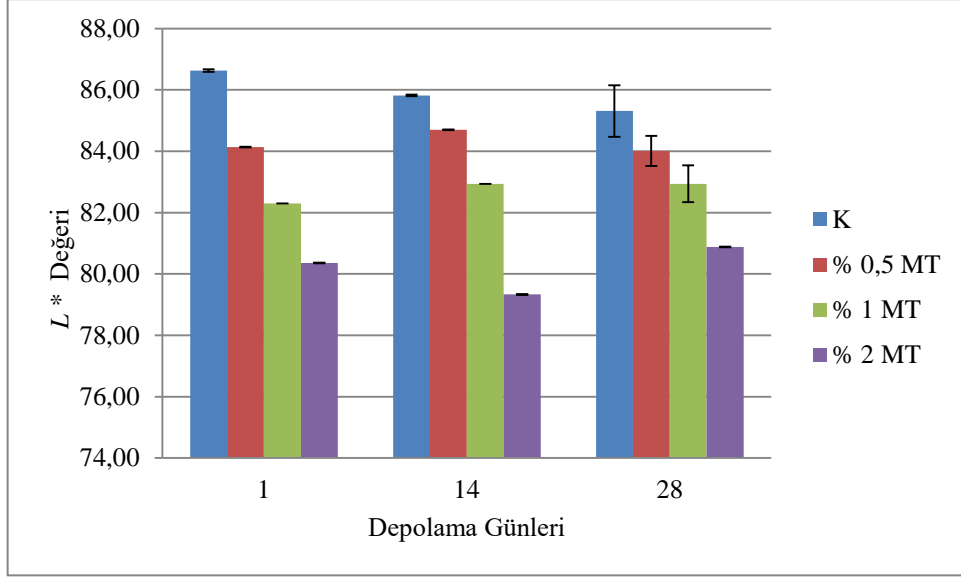
4.8.1 L^* değeri

Depolama sırasında muz tozu ilave edilmeyen (kontrol) ve muz tozu ilave edilen probiyotik yoğurtların L^* değerleri için ortalamalar Tablo 4.15'te gösterilmiştir. Yoğurtların depolama süresince L^* değerlerindeki değişimler ise Şekil 4.14'te grafikte gösterilmiştir.

Tablo 4.15 Probiyotik yoğurtların depolama süresince L^* değerleri (n=2)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Depolama Günleri		
	1. gün	14. gün	28. gün
K	86,63±0,04 ^{Aa}	85,82±0,03 ^{Aa}	85,31±0,84 ^{Aa}
%0,5 MT	84,14±0,01 ^{Ba}	84,70±0,01 ^{Ba}	84,01±0,49 ^{ABa}
%1 MT	82,30±0,00 ^{Ca}	82,94±0,00 ^{Ca}	82,94±0,60 ^{Ba}
%2 MT	80,36±0,01 ^{Da}	79,33±0,01 ^{Db}	80,88±0,01 ^{Cc}

Her bir satırın kendi içinde farklı küçük harflerle (a, b, c) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir ($p < 0,05$). Her bir sütünün kendi içinde farklı büyük harflerle (A, B, C, D) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir ($p < 0,05$).



Şekil 4.14 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince L^* değerleri

Depolama süresince belirlenen en düşük değer depolamanın 14. gününde %2 oranında muz tozu içeren probiyotik yoğurtta (79,33), en yüksek değer ise depolamanın 1. gününde muz tozu ilave edilmeyen probiyotik yoğurtta (86,63) tespit edilmiştir.

İstatistik analizler sonucunda depolama süresinin L^* değerleri değişimine etkisi %2 muz tozu içeren probiyotik yoğurtta önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde probiyotik yoğurt örnekleri arasındaki L^* değerleri farkı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Probiyotik yoğurtlarda muz tozu oranı arttıkça L^* değeri azalmıştır.

4.8.2 a^* değeri

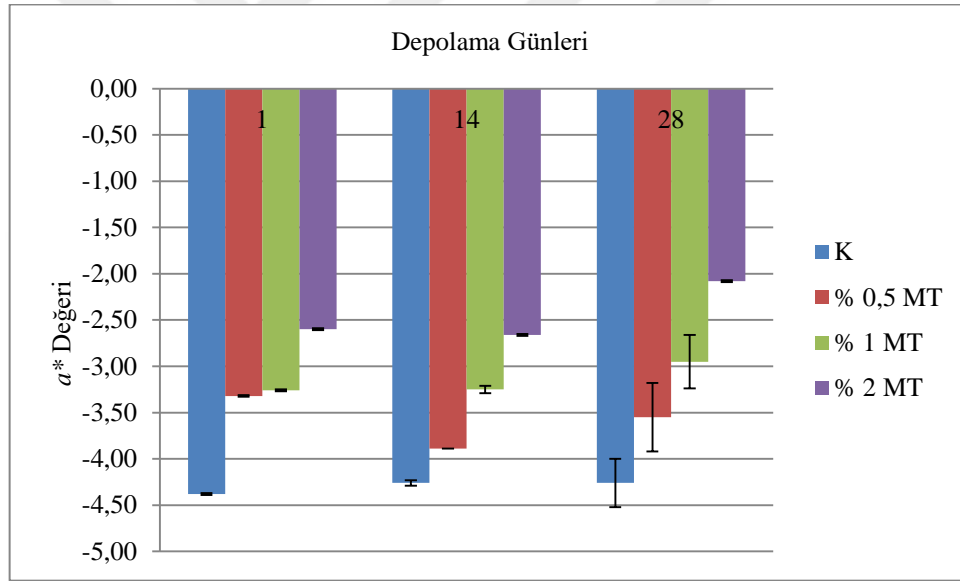
Muz tozu ilave edilmeyen (kontrol) ve muz tozu ilave edilen probiyotik yoğurtlarda depolama süresi boyunca ölçülen ortalama a^* değerleri Tablo 4.16'da gösterilmiştir. Probiyotik yoğurtların depolama boyunca a^* değerlerindeki değişimler ise Şekil 4.15'te grafikte gösterilmiştir. Depolama süresince, farklı oranlarda muz tozu içeren probiyotik yoğurtların a^* değerleri -4,38 ile -2,08 arasında tespit edilmiştir. Depolama süresinin a^* değerleri değişimine etkisi %2 muz tozu içeren probiyotik yoğurtta önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde farklı oranlarda muz tozu içeren probiyotik yoğurt örneklerinin a^* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Muz tozu oranı arttıkça probiyotik yoğurt örneklerinin a^* değerleri artmıştır.

Tablo 4.16 Probiyotik yoğurtların depolama süresince a^* değerleri (n=2)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Depolama Günleri		
	1.gün	14.gün	28.gün
K	-4,38±0,01 ^{Aa}	-4,26±0,03 ^{Aa}	-4,26±0,26 ^{Aa}
%0,5 MT	-3,32±0,01 ^{Ba}	-3,89±0,00 ^{Ba}	-3,55±0,37 ^{ABa}
%1 MT	-3,26±0,01 ^{Ca}	-3,25±0,04 ^{Ca}	-2,95±0,29 ^{Ba}
%2 MT	-2,60±0,01 ^{Da}	-2,66±0,01 ^{Db}	-2,08±0,01 ^{Cc}

Her bir satırın kendi içinde farklı küçük harflerle (a, b, c) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$). Her bir sütünün kendi içinde farklı büyük harflerle (A, B, C, D) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).



Şekil 4.15 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince a^* değerleri

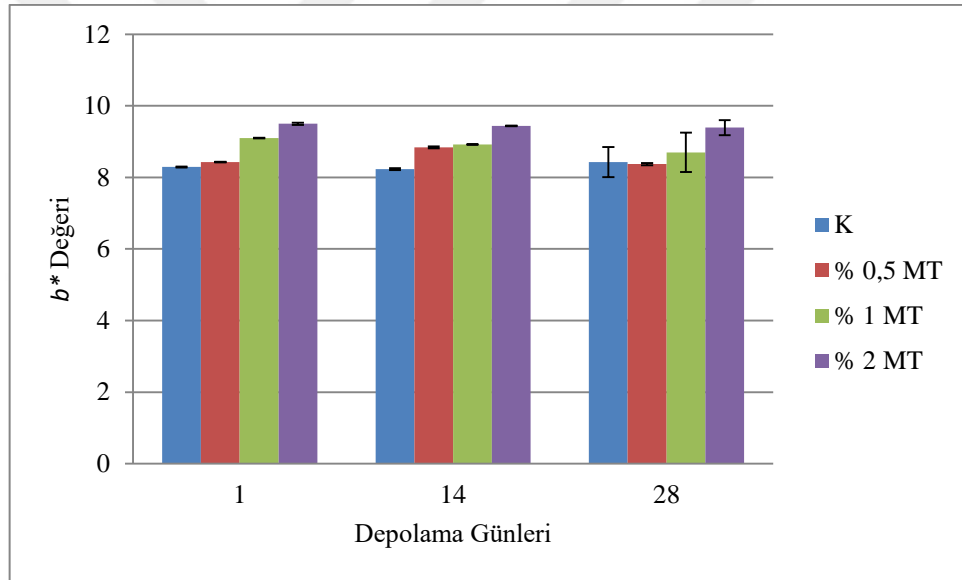
4.8.3 b^* değeri

Depolama süresince muz tozu ilave edilmeyen (kontrol) ve muz tozu ilave edilen probiyotik yoğurtlarda ölçülmüş olan ortalama b^* değerleri Tablo 4.17’de gösterilmiştir. Probiyotik yoğurtların depolama boyunca b^* değerlerindeki değişimler ise Şekil 4.16’da grafikte gösterilmiştir.

Tablo 4.17 Probiyotik yoğurtların depolama süresince b^* değerleri (n=2)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Depolama Günleri		
	1.gün	14.gün	28.gün
K	8,29±0,01 ^{Aa}	8,23±0,03 ^{Aa}	8,43±0,42 ^{Aa}
%0,5 MT	8,43±0,01 ^{Ba}	8,84±0,03 ^{Bb}	8,37±0,03 ^{Aa}
%1 MT	9,10±0,01 ^{Ca}	8,92±0,01 ^{Ca}	8,70±0,55 ^{Aa}
%2 MT	9,50±0,03 ^{Da}	9,44±0,01 ^{Da}	9,39±0,21 ^{Aa}

Her bir satırın kendi içinde farklı küçük harflerle (a, b) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$). Her bir sütünün kendi içinde farklı büyük harflerle (A, B, C, D) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).



Şekil 4.16 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince b^* değerleri

Depolama süresince belirlenen en düşük değer depolamanın 14. gününde muz tozu içermeyen probiyotik yoğurtta (8,23), en yüksek değer ise depolamanın 1. gününde %2 oranında muz tozu içeren probiyotik yoğurtta (9,50) tespit edilmiştir.

İstatistik analizlere göre depolama süresinin b^* değerleri değişimine etkisi %0,5 muz tozu içeren probiyotik yoğurtta önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Depolamanın 1. ve 14. günlerinde probiyotik yoğurt örneklerinin b^* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Her iki günde de muz tozu oranı arttıkça b^* değeri artmıştır.

Çalışmamızda muz tozu oranı arttıkça L^* değeri azalmış, a^* ve b^* değerleri ise artmıştır. Bu durumun kullanılan muz tozu (L^* değeri: 84,95, a^* değeri: -0,05, b^* değeri: 16,42) renginden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Pıhtısı parçalanmış yoğurda, %1, %2, %3 oranında elma posası ilave edilmiştir. Elma posasının ilave edilmesi yoğurt örneklerinde L^* değerinde düşmeye, a^* , b^* değerlerinde ise artmaya ($p < 0,05$) sebep olmuştur (Wang vd., 2020).

Kayısı püresi ilave edilen yoğurtlarda, püre oranının artması yoğurtlarda L^* değerinin azalmasına a^* ve b^* değerinin ise artmasına neden olmuştur. Kayısı püresinin yoğurtların L^* , b^* ve a^* değerlerine etkisinin istatistiksel açıdan önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0,01$) (Çayır, 2007).

Yine çalışmamızın bulgularıyla uyumlu olarak, %0,1, %0,3 ve %0,5 oranında yenilebilir gül (*Rosa rugosa* cv. Plena) özütü ilavesi ile üretilen set tipi yoğurtlarda, ilave edilen gül özütü oranı arttıkça L^* değerinde düşüş, a^* ve b^* değerlerinde artış meydana geldiği bildirilmiştir. a^* değeri kontrol yoğurt örneğinde depolamanın 1. gününde ortalama -4,46 olarak ölçülürken, %0,1, %0,3 ve %0,5 oranında yenilebilir gül özütü içeren yoğurt örneklerinde sırasıyla ortalama -2,22, -0,53 ve 0,97 olarak ölçülmüştür (Qiu vd., 2021).

4.9 Probiyotik Yoğurtların Duyusal Özellikleri

Muz tozu kullanılarak üretilen probiyotik yoğurt örneklerinde, duyu analizler depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde gerçekleştirilmiştir. Panelistler örnekleri 1 (çok kötü) ve 5 (çok iyi) arasında puanlamışlardır. Değerlendirme esnasında örneklerin görünüş, tat, renk, ağızda kıvam, kaşıkla kıvam ve genel beğeni kriterleri esas alınmıştır.

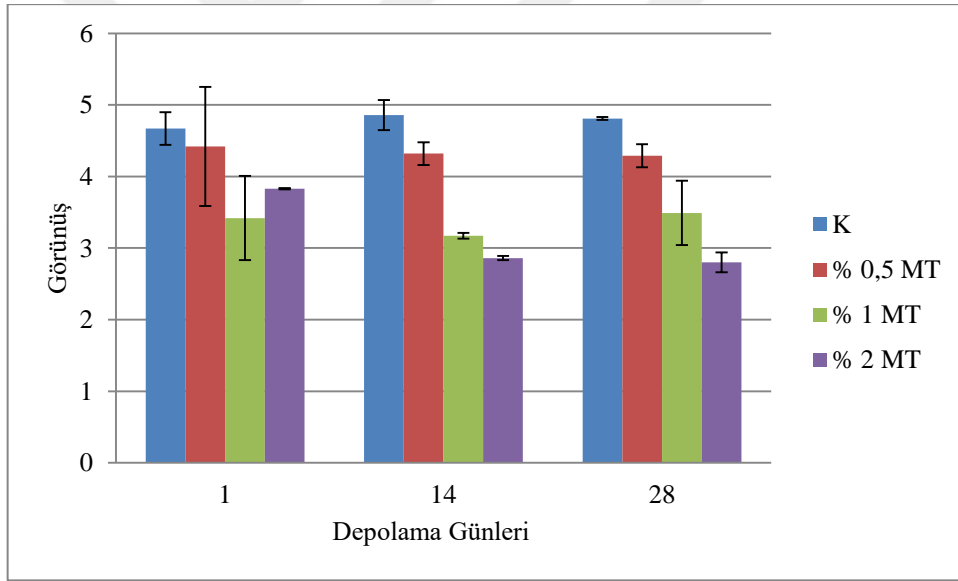
4.9.1 Görünüş

Tablo 4.18’de probiyotik yoğurt örnekleri için panelistlerin verdiği ortalama görünüş puanları görülmektedir. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince görünüş puan değerleri değişim grafiği de Şekil 4.17’de verilmiştir.

Tablo 4.18 Probiyotik yoğurtların depolama süresince ortalama görünüş puanları (n=2, Kişi sayısı: 6)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Depolama Günleri		
	1.gün	14.gün	28.gün
K	4,67±0,23 ^{Aa}	4,86±0,21 ^{Aa}	4,81±0,02 ^{Aa}
%0,5 MT	4,42±0,83 ^{Aa}	4,32±0,16 ^{Ba}	4,29±0,16 ^{Aa}
%1 MT	3,42±0,59 ^{Aa}	3,17±0,04 ^{Ca}	3,49±0,45 ^{Ba}
%2 MT	3,83±0,01 ^{Aa}	2,86±0,03 ^{Cb}	2,80±0,14 ^{Bb}

Her bir satırın kendi içinde farklı küçük harflerle (a, b) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05). Her bir sütünün kendi içinde farklı büyük harflerle (A, B, C) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.17 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince görünüş puan değerleri

Yapılan istatistik analizler sonucunda depolama süresinin görünüş üzerine etkisi sadece %2 oranında muz tozu içeren örnekte önemli bulunmuştur (p<0,05). Bu örnekte depolama süresince ortalama görünüş puanında azalma tespit edilmiştir.

Depolamanın 14. ve 28. günlerinde örneklerin görünüş puanları arasındaki fark da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Muz tozu oranı arttıkça ortalama görünüş puanları azalmıştır. İlave edilen muz tozu oranındaki artış ürünlerin görünüşünü olumsuz yönde etkilemiştir.

Probiyotik yoğurtlara %2 ve %4 oranında çam balı ilave edilerek bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada çam balının yoğurtlardaki görünüşü olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir (Karabulut Dirican, 2017).

Tutku meyvesi (Çarkıfelek) ile yapılan çalışmada ilave edilen meyvenin yoğurtların görünüş puanlarını değiştirmedeği tespit edilmiştir (Espírito-Santo vd., 2013).

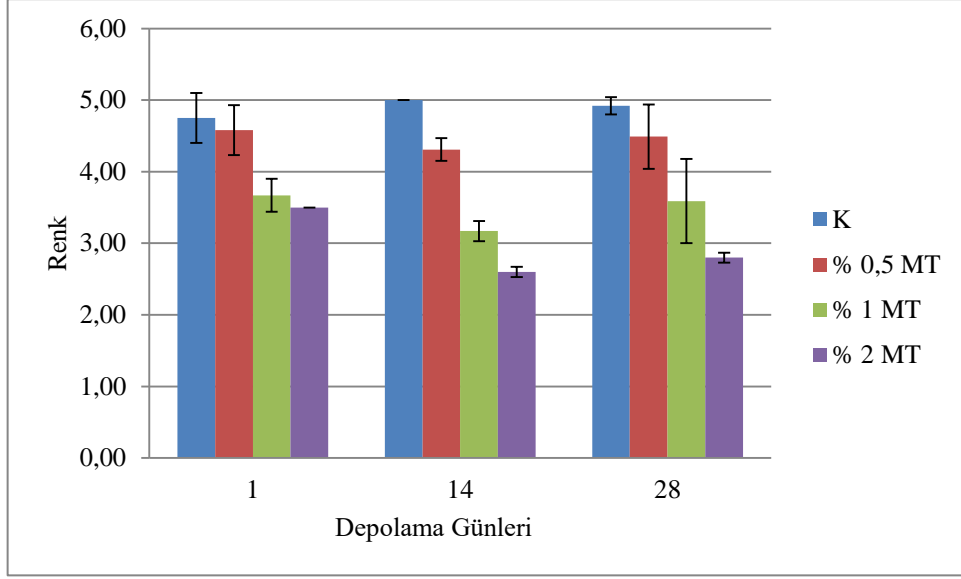
4.9.2 Renk

Probiyotik yoğurt örnekleri için panelistlerin verdiği ortalama renk puanları Tablo 4.19’da, probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince ortalama renk puan değerleri değişim grafiği de Şekil 4.18’de gösterilmiştir.

Tablo 4.19 Probiyotik yoğurtların depolama süresince ortalama renk puanları (n=2; Kişi sayısı: 6)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Depolama Günleri		
	1. gün	14. gün	28. gün
K	4,75±0,35 ^{Aa}	5,00±0,00 ^{Aa}	4,92±0,12 ^{Aa}
%0,5 MT	4,58±0,35 ^{Aa}	4,31±0,16 ^{Ba}	4,49±0,45 ^{Aba}
%1 MT	3,67±0,23 ^{Ba}	3,17±0,04 ^{Ca}	3,59±0,59 ^{BCa}
%2 MT	3,50±0,00 ^{Ba}	2,60±0,07 ^{Db}	2,80±0,07 ^{Cc}

Her bir satırın kendi içinde farklı küçük harflerle (a, b, c) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05). Her bir sütünün kendi içinde farklı büyük harflerle (A, B, C, D) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.18 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince renk puan değerleri değişimi

Yapılan istatistik analiz sonucunda, depolama süresinin renk üzerine etkisi sadece %2 oranında muz tozu içeren örnekte önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde örneklerin renk puanları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Örneklerde muz tozu oranı arttıkça ortalama renk puanı azalmıştır. Bu duruma yoğurt tüketicilerinin alışmış olduğu beyaz, opak rengin muz tozu ilavesiyle sarımsı-yeşilimsi olmasının neden olduğu düşünülmektedir.

Safdari vd. (2021), %0, %0,2, %0,5, %1 oranında muz lifi veya muz kabuğu lifi içeren simbiyotik yoğurtlarda, ilave edilen muz lifi oranı arttıkça renk puanlarının kontrol örneğine kıyasla önemli düzeyde düştüğünü tespit etmişlerdir. Araştırmacılar en yüksek renk puanını kontrol örneğinin, en düşük puanı ise %1 muz lifi (çalışmadaki en yüksek konsantrasyon) içeren örneklerin aldığını bildirmişlerdir. Ayrıca kontrol örneği ile %0,2 muz lifi içeren yoğurtlar arasında önemli bir fark olmadığını ifade etmişlerdir. Benzer şekilde, çalışmamızda da kontrol örneği ile %0,5 oranında muz tozu içeren örneklerin 1. gündeki renk puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p > 0,05$).

%1, %3, %5 oranında kinoa unu ilave edilerek yapılan yoğurtlarda renk ve görünüş olarak en yüksek puanı %1 oranında kinoa unu içeren yoğurt örneklerinin aldığı tespit edilmiştir. Kinoa unu oranı arttıkça görünüş ve renk puanlarının azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel olarak önemli bulunduğu bildirilmiştir (Curti vd., 2017).

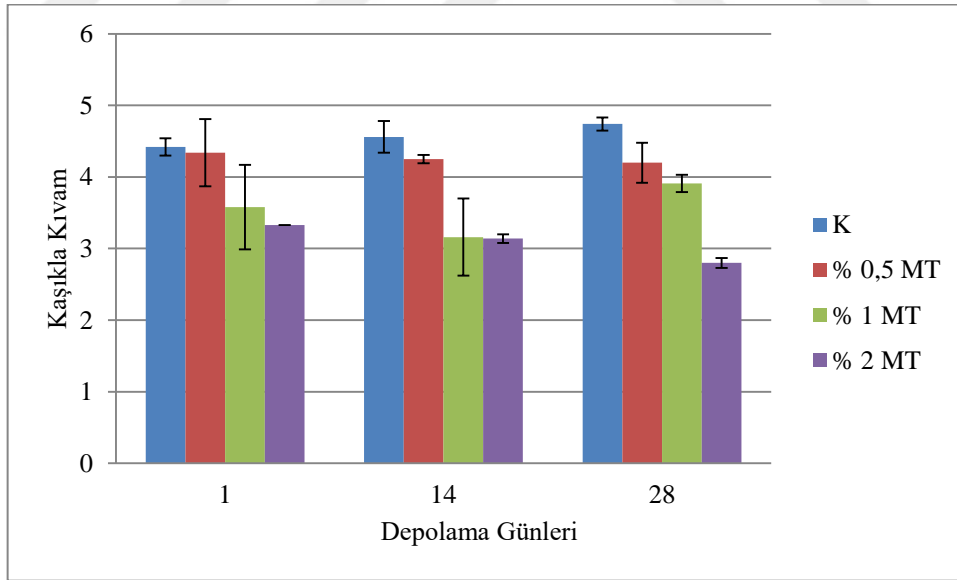
4.9.3 Kaşıkla kıvam

Tablo 4.20’de probiyotik yoğurt örnekleri için panelistlerin verdiği ortalama kaşıkla kıvam puanları gösterilmiştir. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca kaşıkla kıvam puanları değişim grafiği de Şekil 4.19’da verilmiştir.

Tablo 4.20 Probiyotik yoğurtların depolama sırasında ortalama kaşıkla kıvam puanları (n=2, Kişi: 6)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Depolama Günleri		
	1.gün	14.gün	28.gün
K	4,42±0,12 ^{Aa}	4,56±0,22 ^{Aa}	4,74±0,09 ^{Aa}
%0,5 MT	4,34±0,47 ^{Aa}	4,25±0,06 ^{Aa}	4,20±0,28 ^{Ba}
%1 MT	3,58±0,59 ^{Aa}	3,16±0,54 ^{Ba}	3,91±0,12 ^{Ba}
%2 MT	3,33±0,00 ^{Aa}	3,14±0,06 ^{Bb}	2,80±0,07 ^{Cc}

Her bir satırın kendi içinde farklı küçük harflerle (a, b, c) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05). Her bir sütünün kendi içinde farklı büyük harflerle (A, B, C) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.19 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince kaşıkla kıvam puan değerleri değişimi

Depolama süresinin kaşıkla kıvam üzerine etkisi sadece %2 oranında muz tozu içeren örneklerde önemli bulunmuştur (p<0,05). Bu örneklerde depolama süresince kaşıkla kıvam puan ortalamalarında azalma tespit edilmiştir. %0,5 oranında muz tozu içeren örneklerde de depolama süresince ortalama kaşıkla kıvam puan değerlerinde azalma görülmüştür ancak bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Depolamanın 14. ve 28. gününde örneklerin kaşıkla kıvam puanları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Bu örneklerde muz tozu oranı arttıkça ortalama kaşıkla kıvam puanları azalmıştır.

4.9.4 Ağızda kıvam

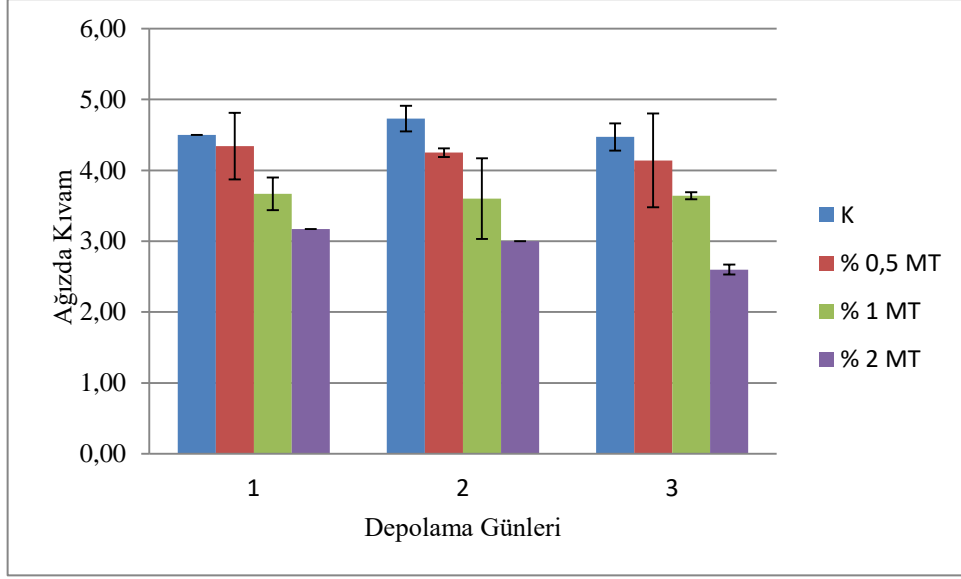
Tablo 4.21’de probiyotik yoğurt örnekleri için panelistlerin verdiği ortalama ağızda kıvam puanları verilmiştir. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca ağızda kıvam puanları değişim grafiği de Şekil 4.20’de gösterilmiştir.

Yapılan istatistik analizler sonucunda depolama süresinin ağızda kıvam üzerine etkisi sadece %2 oranında muz tozu içeren örneklerde önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Bu örneklerde depolama süresince ortalama ağızda kıvam puanlarında azalma tespit edilmiştir. %0,5 oranında muz tozu içeren örneklerde de depolama süresince ağızda kıvam ortalama puan değerlerinde azalma görülmüştür ancak bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 4.21 Probiyotik yoğurtların depolama süresince ortalama ağızda kıvam puanları (n=2; Kişi: 6)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Depolama Günleri		
	1.gün	14.gün	28.gün
K	4,50±0,00 ^A	4,73±0,18 ^A	4,47±0,19 ^A
%0,5 MT	4,34±0,47 ^{AB}	4,25±0,06 ^{AB}	4,14±0,66 ^A
%1 MT	3,67±0,23 ^{BC}	3,60±0,57 ^{BC}	3,64±0,05 ^A
%2 MT	3,17±0,00 ^{Ca}	3,00±0,00 ^{Cb}	2,60±0,07 ^{Bc}

Her bir satırın kendi içinde farklı küçük harflerle (a, b, c) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$). Her bir sütünün kendi içinde farklı büyük harflerle (A, B, C) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).



Şekil 4.20 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince ağızda kıvam puan değerleri

Depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde örneklerin ağızda kıvam puanları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Bu örneklerde muz tozu oranı arttıkça ortalama ağızda kıvam puanları azalmıştır.

Muz tozu oranı arttıkça yoğurtların jel yapısı zayıflamakta ve sertlik değeri azalmaktadır, bu durum da kaşıkla kıvam ve ağızda kıvam parametrelerini olumsuz yönde etkilemektedir.

Bulgularımızdan farklı olarak, Safdari vd. (2021), muz lifi oranı arttıkça yoğurtların kıvam puanının arttığını bildirmişlerdir.

Tutku meyvesi kabuğu tozu ilave edilen yoğurtlarda kıvam özelliğinin arttığı bildirilmiştir (Espírito-Santo vd., 2012b).

Bir araştırmada turunç ekstresi ile peynir altı suyu tozu ilavesinin yoğurtların kıvamını önemli ölçüde etkilediği bildirilmiştir ($p < 0,01$) (Çevik, 2013).

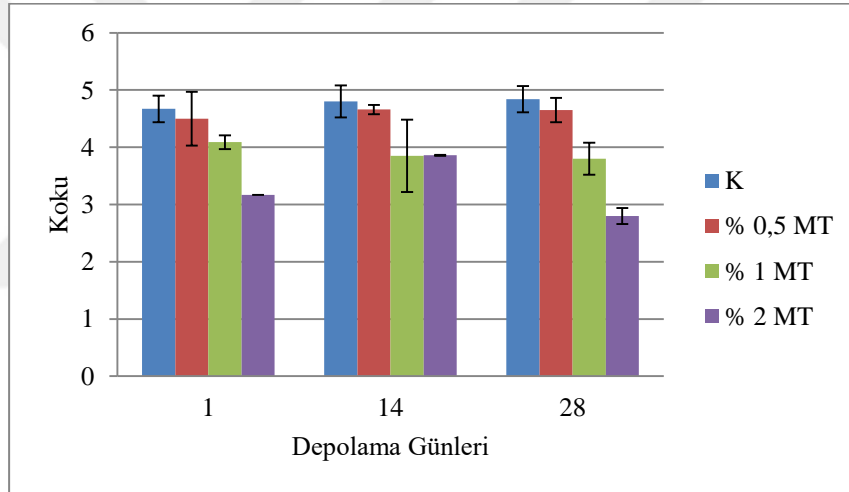
4.9.5 Koku

Probiyotik yoğurt örnekleri için panelistlerin verdiği ortalama koku puanları Tablo 4.22’de, depolama süresince ortalama koku puan değerleri değişim grafiği de Şekil 4.21’de verilmiştir.

Tablo 4.22 Probiyotik yoğurtların depolama sırasında ortalama koku puanları (n=2, Kişi sayısı: 6)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Depolama Günleri		
	1. gün	14. gün	28. gün
K	4,67±0,23 ^{Aa}	4,80±0,28 ^{Aa}	4,84±0,23 ^{Aa}
%0,5 MT	4,50±0,47 ^{Aa}	4,66±0,08 ^{Aa}	4,65±0,21 ^{Aa}
%1 MT	4,09±0,12 ^{Aa}	3,85±0,63 ^{Aa}	3,80±0,28 ^{Ba}
%2 MT	3,17±0,00 ^{Ba}	3,86±0,00 ^{Ab}	2,80±0,14 ^{Cc}

Her bir satırın kendi içinde farklı küçük harflerle (a, b, c) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05). Her bir sütünün kendi içinde farklı büyük harflerle (A, B, C) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.21 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince koku puan değerleri

Yapılan istatistik analizler sonucunda, depolama süresinin koku üzerine etkisi sadece %2 oranında muz tozu içeren örnekte önemli bulunmuştur (p<0,05). Kontrol ve %0,5 oranında muz tozu içeren örnekte depolama süresinde ortalama koku puanlarında artış görülmüştür ancak bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. %1 oranında muz tozu içeren örnekte depolama süresinde ortalama koku puan değerinde azalma görülmüştür ancak bu fark da istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Depolamanın 1. ve 28. gününde örneklerin koku değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Bu örneklerde muz tozu oranı arttıkça koku puan ortalamaları azalmaktadır.

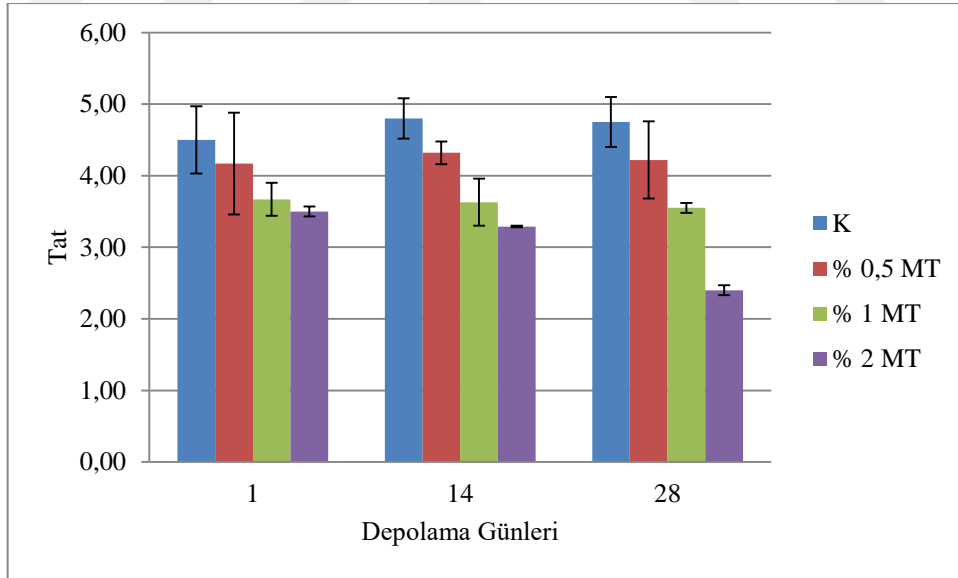
4.9.6 Tat

Tablo 4.23'te probiyotik yoğurt örnekleri için panelistlerin verdiği ortalama tat puanları görülmektedir. Probiyotik yoğurt örneklerinin zamanla tat puan değerleri değişim grafiği de Şekil 4.22'de verilmiştir.

Tablo 4.23 Probiyotik yoğurtların depolama süresince ortalama tat puanları (n=2, Kişi sayısı: 6)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Depolama Günleri		
	1. gün	14. gün	28. gün
K	4,50±0,47 ^{Aa}	4,80±0,28 ^{Aa}	4,75±0,35 ^{Aa}
%0,5 MT	4,17±0,71 ^{Aa}	4,32±0,16 ^{Aa}	4,22±0,54 ^{ABa}
%1 MT	3,67±0,23 ^{Aa}	3,63±0,33 ^{Ba}	3,55±0,07 ^{Ba}
%2 MT	3,50±0,07 ^{Aa}	3,29±0,01 ^{Bb}	2,40±0,07 ^{Cc}

Her bir satırın kendi içinde farklı küçük harflerle (a, b, c) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05). Her bir sütünün kendi içinde farklı büyük harflerle (A, B, C) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.22 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince tat puan değerleri

Yapılan istatistik analizler sonucunda depolama süresinin tat üzerine etkisi sadece %2 oranında muz tozu içeren örnekte önemli bulunmuştur (p<0,05). Bu örnekte depolama süresinde ortalama tat puanlarında azalma tespit edilmiştir. %1 oranında muz

tozu içeren örnekte depolama süresinde ortalama tat puan değerinde azalma görülmüştür ancak bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Depolamanın 14. ve 28. gününde örneklerin tat değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Bu örneklerde muz tozu oranı arttıkça ortalama tat puanları azalmıştır.

Muz tozu oranı arttıkça tat ve koku puanlarındaki azalmanın muz tozunun elde edildiği muz meyvesinin olgunlaşma derecesi ile açıklanabileceği düşünülmektedir. Muz tozunun buruk tadı olgunlaşma durumuna göre değişmektedir.

Kinoa unu ilave edilen yoğurtlarda tat ve aroma özellikleri için %1 oranında kinoa unu içeren yoğurt en yüksek puanı almıştır (Curti vd., 2017).

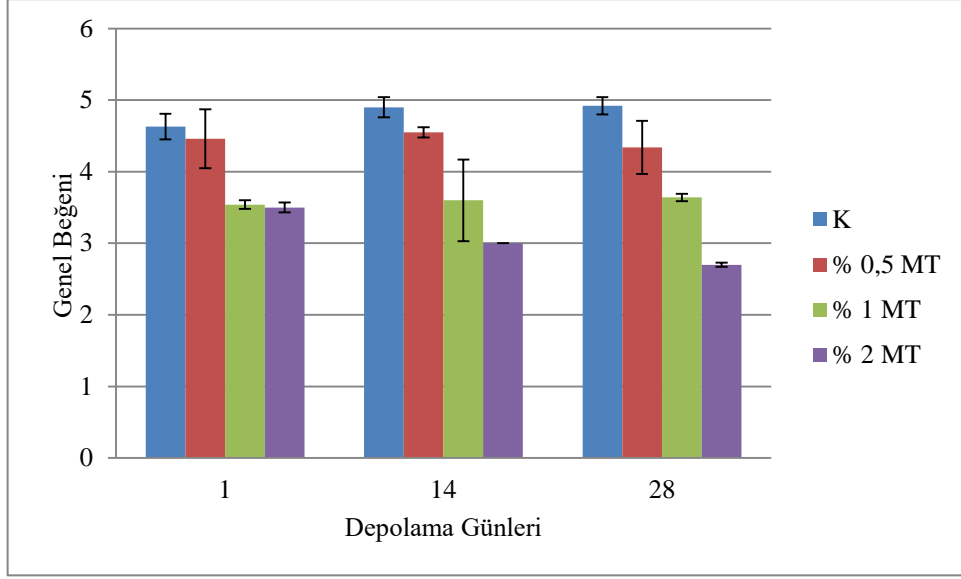
4.9.7 Genel beğeni

Tablo 4.24'te probiyotik yoğurt örnekleri için panelistlerin verdiği ortalama genel beğeni puanları görülmektedir. Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince genel beğeni puan değerleri değişim grafiği de Şekil 4.23'te verilmiştir.

Tablo 4.24 Probiyotik yoğurtların depolama süresince ortalama genel beğeni puanları (n=2; Kişi: 6)

Probiyotik Yoğurt Örnekleri	Depolama Günleri		
	1.gün	14.gün	28.gün
K	4,63±0,18 ^{Aa}	4,90±0,14 ^{Aa}	4,92±0,12 ^{Aa}
%0,5 MT	4,46±0,41 ^{Aa}	4,55±0,07 ^{Aa}	4,34±0,37 ^{Ba}
%1 MT	3,54±0,06 ^{Ba}	3,60±0,57 ^{Ba}	3,64±0,05 ^{Ca}
%2 MT	3,50±0,07 ^{Ba}	3,00±0,00 ^{Bb}	2,70±0,03 ^{Dc}

Her bir satırın kendi içinde farklı küçük harflerle (a, b, c) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$). Her bir sütünün kendi içinde farklı büyük harflerle (A, B, C, D) gösterilen ortalama değerler arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).



Şekil 4.23 Probiyotik yoğurt örneklerinin depolama süresince genel beğeni puan değerleri

Yapılan istatistik analizler sonucunda depolama süresinin genel beğeni üzerine etkisi sadece %2 oranında muz tozu içeren örnekte önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Bu örnekte depolama boyunca ortalama genel beğeni puanlarında azalma tespit edilmiştir. Kontrol ve %1 oranında muz tozu içeren örneklerde depolama süresince ortalama genel beğeni puan değerinde artış görülmüştür ancak bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde örneklerin ortalama genel beğeni puanları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Örneklerde muz tozu oranı arttıkça genel beğeni puanları azalmıştır.

Elde ettiğimiz sonuçlarla uyumlu olarak, yoğurtlardaki muz lifi oranı arttıkça genel beğeni puanlarının önemli düzeyde düştüğü ($p<0,001$) Safdari vd. (2021) tarafından da bildirilmiştir.

Genel olarak muz tozu oranı arttıkça probiyotik yoğurt örneklerinin görünüş, kaşıkla kıvam, ağızda kıvam gibi duyuşal özellikleri azalmaktadır. Bu duruma süt proteinleri ile muz tozu arasındaki polisakkaritlerin uyumsuzluğu sonucunda oluşan zayıf jel yapının neden olduğu düşünülmektedir. Görünür viskozite, kıvam katsayısı gibi değerlerin ilave edilen muz tozu oranı arttıkça azalması duyuşal analiz sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Çakmakçı vd. (2012), %15 muz marmelatı ilave edilerek üretilen yoğurtların depolamanın ilk gününde (yoğun aroması ve kıvamı nedeniyle) yüksek puanlar aldığını, fakat 7 gün depolamadan sonra örneklerin asitliğinin arttığını ve puanlarının düştüğünü bildirmişlerdir. Yoğurtların genel beğeni puanlarının 7 gün depolama süresince arttığını,

7. günden sonra düştüğünü, en yüksek puanı kontrol örneği ile probiyotik olarak *Bifidobacterium bifidum* içeren yoğurdun aldığını belirtmişlerdir.

%0, %0,5, %1 oranlarında siyah üzüm çekirdeği içeren probiyotik yoğurtlarda, kontrol yoğurdu diğer yoğurtlara göre renk, yapı, lezzet, koku, görünüş, tat olarak daha fazla puan almıştır (Kalyas & Ürkek, 2020).

Başka bir araştırmada goji berry meyvesinin kurutulmuş toz hali yoğurt üretiminde kullanılmıştır. Meyve tozu %0, %2, %3, %4 oranlarında ilave edilmiştir. Bu araştırmanın duyuşal analiz sonuçlarında en yüksek puanı kontrol yoğurdu almıştır (Tarakçı & Demirkol, 2016).



5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 bakterisi içeren, %0,5, %1 ve %2 oranında muz tozu ihtiva eden probiyotik yoğurt üretilmiştir. Probiyotik yoğurtlar 28 gün depolama süresince incelenmiş olup sonuçlar muz tozu içermeyen kontrol yoğurdu ile karşılaştırılmıştır.

Probiyotik yoğurtların toplam kuru maddeleri ortalama en düşük %11,39 ile en yüksek %11,61 olarak tespit edilmiştir. Yoğurtların toplam kuru maddeleri arasındaki fark, istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Diğer benzer çalışmalarda elde edilen sonuçlardan farklı olarak belirlenen bu sonuç, çalışmamızda, yoğurtların (kontrol ve muz tozlu) üretimi sırasında tüm sütlerin kuru madde değerlerinin yağsız sütte de kullanılarak yaklaşık %12'ye standardize edilmiş olmasından kaynaklanmıştır. Diğer çalışmalarda böyle bir standardizasyondan bahsedilmemiştir.

Probiyotik yoğurtlardaki % muz tozu miktarı arttıkça % protein miktarı azalmıştır. Bu durumun muzun protein oranının az olmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Ancak probiyotik yoğurtların protein oranının, Türk Gıda Kodeski Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde belirtilen en az %3,0 oranının altına düşmediği gözlenmiştir (Anonim, 2022). Probiyotik yoğurtlara ilave edilen muz oranı arttıkça protein içeriğinin düştüğü diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Costa vd., 2017).

Çalışmamızda, probiyotik yoğurtların inkübasyon süreleri ilave edilen muz tozu oranı arttıkça kısalmıştır. Benzer durum farklı oranlarda muz ilavesi ile fermente süt üretiminin gerçekleştirildiği başka bir çalışmada da gözlemlenmiştir (Vogado vd., 2018). Bunun, muzun bileşiminde bulunan ve mikroorganizmaların gelişimini teşvik eden, yani prebiyotik etkiye sahip dirençli nişasta, fenolik maddeler vb bileşiklerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Vogado vd., 2018).

Tüm probiyotik yoğurt örneklerinde depolama süresi sonuna doğru pH değerleri azalırken, asitlik (% laktik asit) değerlerinde önemli bir fark meydana gelmediği belirlenmiştir. Depolama süresince örneklerin pH değerlerinde meydana gelen azalma istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Depolamanın 28. gününde en düşük pH değeri %2 muz tozu içeren örneklerde ölçülmüştür. Ancak farklı oranlarda muz tozu ilavesinin örneklerin pH değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre yoğurtlarda titrasyon asitliği laktik asit cinsinden kütlice en az %0,6, en fazla %1,5 olmalıdır (Anonim, 2022). Çalışmamızda üretilen tüm probiyotik yoğurtların asitlik değerleri

depolama süresince bu sınırlar içinde kalmıştır. 28 gün sonunda tüm örneklerde ölçtüğümüz pH değerleri diğer bazı çalışmalarda (Espírito-Santo vd., 2012a; Çakmakçı vd., 2012) elde edilen değerlerden yüksek, titrasyon asitliği değerleri de düşük veya eşit bulunmuştur. Yoğurt ve fermente süt ürünlerinin depolama süresince pH ve asitliğinin stabil olması ürünün tüketiciler tarafından kabul edilebilirliği, ayrıca bünyesinde bulunan probiyotik bakterilerin canlılığı açısından önemlidir (Deshwal vd., 2021).

Başlangıçta en yüksek sayıda kontrol örneğinde bulunan *S. thermophilus*, 28 günlük depolama sonunda yine en yüksek sayıda kontrol örneğinde bulunmuştur. Diğer taraftan, tüm örneklerde depolama süresi sonuna doğru *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* sayıları azalmıştır. *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12 sayısı %2 oranında muz tozu içeren örnekte depolama süresi sonuna doğru azalmıştır ($p < 0,05$). Kontrol ve %1 oranında muz tozu içeren örneklerde de *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12 sayıları depolama süresince azalmıştır ancak bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$). 28 günlük depolama süresince yoğurt bakterileri ve *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12 sayılarında azalmalar genel olarak (*L. delbrueckii subsp. bulgaricus* hariç) 1 log kob/g'dan az gerçekleşmiş, depolama süresi sonunda probiyotik yoğurt örneklerinin hiçbirinde *S. thermophilus*, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12 sayıları 10^7 kob/g altına düşmemiştir.

%0,5 ve %2 muz tozu içeren probiyotik yoğurt örneklerinde sertlik değerlerine depolama süresinin etkisinin önemli ($p < 0,05$) olduğu bulunmuştur. Depolama boyunca kontrol ve %1 muz tozu içeren örneklerin sertlik değerleri artmıştır ancak bu örneklerin değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$). Probiyotik yoğurtların sertlik değerleri genellikle depolama boyunca artmış olup %2 oranında muz tozu içeren örneğin sertlik değeri depolamanın 28. gününde 14. güne göre azalmıştır. Depolama süresince en düşük sertlik değerine %2 muz tozu içeren probiyotik yoğurt örneğinin sahip olduğu belirlenmiştir.

Depolamanın 1. gününde probiyotik yoğurt örneklerinin görünür viskozite değerleri arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$). Depolamanın 1. gününde en yüksek görünür viskozite, kontrol örneğinde, en düşük viskozite de %2 muz tozu içeren örneklerde tespit edilmiştir. Bulgularımızdan farklı olarak, çeşitli çalışmalarda yeşil muz lifi veya yeşil muz unu ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurtlarda lif veya un oranı arttıkça görünür viskozitenin arttığı bildirilmiştir (Abdalla & Ahmed, 2019; Safdari vd., 2021).

Depolamanın 1., 14., 28. günlerinde, farklı oranlarda muz tozu kullanımının probiyotik yoğurt örneklerinin L^* ve a^* değerlerine etkisi istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Her üç günde de muz tozu oranı arttıkça L^* değerleri azalmış, a^* değerleri artmıştır. Ancak depolamanın sadece 1. ve 14. günlerinde probiyotik yoğurtların b^* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Her iki depolama gününde de muz tozu oranı arttıkça b^* değeri artmıştır (renk sarıya doğru değişmiştir).

Duyusal analizler dikkate alındığında, depolama süresinin görünüş ve renk üzerine etkisi sadece %2 oranında muz tozu içeren örnekte önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Bu örnekte depolama boyunca görünüş ve renk puan ortalamalarında azalma tespit edilmiştir. Depolamanın 14. ve 28. gününde örneklerin görünüşleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli ($p<0,05$) bulunurken, depolamanın 1., 14., 28. günlerinde örneklerin renkleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu örneklerde muz tozu oranı arttıkça ortalama görünüş ve renk puanları azalmıştır. İlave edilen muz tozu oranındaki artış ürünlerin görünüşünü olumsuz yönde etkilemiştir.

Depolama süresinin kaşıkla kıvam ve ağızda kıvam üzerine etkisi sadece %2 oranında muz tozu içeren örneklerde önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Bu örneklerde depolama süresince kaşıkla kıvam ve ağızda kıvam ortalama puanlarında azalma tespit edilmiştir. %0,5 oranında muz tozu içeren örneklerde de depolama boyunca kaşıkla kıvam ve ağızda kıvam ortalama puan değerlerinde azalma görülmüştür ancak bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Muz tozu oranı arttıkça yoğurtların jel yapısının zayıfladığı ve sertlik değerinin azaldığı, bu durumun da kaşıkla kıvam ve ağızda kıvam parametrelerini olumsuz yönde etkilediği sonucuna varılmıştır. Bulgularımızdan farklı olarak, muz lifi ilave edilmiş yoğurtlarda muz lifi oranı arttıkça yoğurtların kıvam puanının arttığı bildirilmiştir (Safdari vd., 2021).

Depolamanın 14. ve 28. gününde örneklerin kaşıkla kıvam puanları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli ($p<0,05$) bulunurken, depolamanın 1., 14., 28. günlerinde örneklerin ağızda kıvam puanları arasındaki farkın da istatistiksel açıdan önemli ($p<0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Bu örneklerde muz tozu oranı arttıkça ortalama kaşıkla kıvam ve ağızda kıvam puanları azalmıştır.

Depolama süresinin koku ve tat üzerine etkisi sadece %2 oranında muz tozu içeren örnekte önemli bulunmuştur ($p<0,05$). %1 oranında muz tozu içeren örnekte

depolama süresinde koku ve tat ortalama puan değerlerinde azalma görülmüştür ancak bu fark da istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Depolamanın 1. ve 28. günlerinde örneklerin koku değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli ($p<0,05$) bulunurken, depolamanın 14. ve 28. günlerinde örneklerin tat değerleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli ($p<0,05$) olduğu belirlenmiştir. Bu örneklerde muz tozu oranı arttıkça koku ve tat puan ortalamaları düşmüştür.

Depolama süresinin genel beğeni üzerine etkisi sadece %2 oranında muz tozu içeren örnekte önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Bu örnekte depolama süresince ortalama genel beğeni puanlarında azalma tespit edilmiştir. Kontrol ve %1 oranında muz tozu içeren örneklerde depolama süresinde ortalama genel beğeni puan değerlerinde artış görülmüştür ancak bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Depolamanın 1., 14. ve 28. günlerinde örneklerin ortalama genel beğeni puanları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli ($p<0,05$) olduğu bulunmuştur. Bu örneklerde muz tozu oranı arttıkça ortalama genel beğeni puanları azalmıştır. Elde ettiğimiz sonuçlarla uyumlu olarak, yoğurtlardaki muz lifi oranı arttıkça genel beğeni puanlarının önemli düzeyde düştüğü Safdari vd. (2021) tarafından da bildirilmiştir.

Elde ettiğimiz sonuçlar, %0,5 ve %1 oranında muz tozu içeren probiyotik yoğurt örneklerinin daha başarılı olduğunu, probiyotik/simbiyotik yoğurt çeşitliliğinin artırılabilmesi amacıyla %2'den az oranlarda muz tozunun üretimde kullanılabileceğini ortaya koymuştur. %2'den az farklı oranlarda muz tozu (ör: %0,75, %1, %1,5 vb.), farklı probiyotik bakteri suşları ile bir araya getirilerek en uygun kombinasyonu bulmak adına çeşitli çalışmalar yapılabilir. Pıhtısı kırılmış yoğurtların yanı sıra set tipi yoğurtlarda da farklı oranlarda muz tozu ilavesinin ürünün fizikokimyasal, mikrobiyolojik, reolojik ve duyuşsal özelliklerini nasıl etkilediği üzerine de ileri araştırmalar yapılabilir.

Bu çalışma, probiyotik yoğurt çeşitliliğini arttırmak, önemli bir meyve olan muzun kullanım alanını genişletmek ve gıda endüstrisine yeni, sağlıklı, fonksiyonel bir ürün daha kazandırmak açısından önemlidir.

6. KAYNAKLAR

- Abdalla, A. K. and Ahmed, Z. F. R. (2019). Physicochemical and sensory properties of yoghurt supplemented with green banana flour. *Egyptian Journal of Dairy Science* 47 (1): 1-9.
- Abdul Kalam Saleena, L., Chang, S. K., Simarani, K., Arunachalam, K. D., Thammakulkrajang, R., How Y.H. and Pui, L.P. (2023). A comprehensive review of *Bifidobacterium spp*: as a probiotic, application in the food and therapeutic, and forthcoming trends. *Critical Reviews in Microbiology* 8: 1-17.
- Adao, R. C., Beatriz, M. and Glória, A. (2005). Bioactive amines and carbohydrate changes during ripening of 'Prata' banana (*Musa acuminata* × *M. balbisiana*). *Food Chemistry*, 90 (4): 705–711.
- Ahmed J., Thomas, L. and Khashawi, R. (2020). Influence of hot-air drying and freeze-drying on functional, rheological, structural and dielectric properties of green banana flour and dispersions, *Food Hydrocolloids*: 99: 105331.
- Ai, Z., Lv, X., Huang, S., Liu, G., Sun, X., Chen, H. and Feng, Z. (2017). The effect of controlled and uncontrolled pH cultures on the growth of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. *LWT-Food Science and Technology*, 77: 269-275.
- Akalın, A. S., Unal, G., Dinkci, N. and Hayaloglu, A. A. (2012). Microstructural, textural and sensory characteristics of probiotic yoghurts fortified with sodium calcium caseinate or whey protein concentrate, *Journal of Dairy Science*, 95: 3617-3628.
- Akın, M. S. (1996). *İnek ve Keçi Sütlerinden Üretilen ve 15 Gün Süre ile Depolanan Meyveli-Aromalı ve Sade Yoğurtların Nitelikleri Üzerinde Karşılaştırmalı Bir Araştırma*. (Doktora tezi). Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Akin, M. S. and Akin, M. B. (2016). Elma lifi ile zenginleştirmenin set tipi yoğurtların bazı özelliklerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(2): 94-104.
- Aktar, T. (2022). Physicochemical and sensory characterisation of different yoghurt production methods. *International Dairy Journal* 125: 105245.
- Albayatı, A. A. K. (2019). *Farklı Oranlarda Hint İnciri (Opuntia Ficus- Indica) İlavesinin Probiyotik Meyveli Yoğurtların Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Alkarkhi, A. F. M., Bin Ramli, S., Yong, Y. S. and Easa, A. M. (2011). Comparing physicochemical properties of banana pulp and peel flours prepared from green and ripe fruits. *Food Chemistry*, 129: 312–318.
- Allgeyer, L. C., Miller, M. J. and Lee, S. -Y. (2010). Sensory and microbiological quality of yogurt drinks with prebiotics and probiotics, *Journal of Dairy Science*, 93(10): 4471–4479.
- Altuğ, T. (1993), *Duyusal Test Teknikleri*, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları, Yayın No:28, İzmir.
- Alves-Santos, A. M., Sugizaki, C. S. A., Lima, G. C. and Naves, M. M. V. (2020). Prebiotic effect of dietary polyphenols: A systematic review. *Journal of Functional Foods*, 74: 104169.
- Anonim (2021). TS 1330 Yoğurt Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 11 s.

- Anonim (2022). Türk Gıda Kodeksi-Fermente Süt Ürünleri Tebliği. Tebliğ No: 2022/44. T. C. Resmi Gazete 30.11.2022 tarih ve 32029 sayı.
- Ayar, A., Sert, D. and Kalyoncu, G. H. (2005). Farklı meyveler kullanılarak üretilen yoğurtların kimyasal, reolojik ve duyuşal özellikleri. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi*, (2): 11–19.
- Birch, C. S. and Bonwick, G. A. (2018). Ensuring the future of functional foods. *International Journal of Food Science & Technology*, 54: 1467-1485.
- Boudhrioua, N., Giampaoli, P. and Bonazzi, C. (2003). Changes in aromatic components of banana during ripening and air-drying, *Food Science and Technology*, 36 (6): 633–642.
- Bradley, Jr. and Robert, L. (2023). 'Milk', in George W Latimer, Jr. (ed.), *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL*, 22 (New York, 2023; online edn, Oxford Academic, 4 Jan. 2023).
- Burak Çınar, Ş. (2016). *Probiyotik Yoğurt Üretiminde Ayva Tozu Kullanımının Ürünün Mikrobiyolojik ve Tekstürel Özelliklerine Etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Cheng, H. (2010). Volatile flavor compounds in yogurt: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50:10: 938-950.
- Choo, C. L. and Aziz, N. A. A. (2010). 'Effects of banana flour and β -glucan on the nutritional and sensory evaluation of noodles', *Food Chemistry*, 119: 34–40.
- Clark, D. H. (2023). 'Fruits and Fruit Products', in Dr. George W Latimer, Jr. (ed.), *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL*, 22 (New York, 2023; online edn, Oxford Academic, 4 Jan. 2023).
- Coppa, G. V., Bruni, S., Morelli, L., Soldi, S. and Gabrielli, O. (2004). The First Prebiotics in Humans: Human Milk Oligosaccharides. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 38: 80-83.
- Costa, E. L. da, Alencar, N. M. M., Rullo, B. G. dos S. and Taralo, R. L. (2017). Effect of green banana pulp on physicochemical and sensory properties of probiotic yoghurt. *Food Science and Technology*, 37(3): 363–368.
- Curti, C. A., Vidal, P. M., Curti, R. N. and Ramon, A. N. (2017). Chemical characterization, texture and consumer acceptability of yogurts supplemented with quinoa flour. *Food Science and Technology*, 37(4): 627-631.
- Çakmakçı, S., Çetin, B., Turgut, T., Gürses, M. and Erdoğan, A. (2012). "Probiotic properties, sensory qualities, and storage stability of probiotic banana yogurts," *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences* 36 (3), Article 3.
- Çayır, M. S. (2007). *Probiyotik Kültür Kullanılarak Üretilen Kayısı Katkılı Yoğurtların Bazı Özellikleri*. (Yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Çelik, S. and Bakırcı, İ. (2003). Some properties of yoghurt produced by adding mulberry pekmez (concentrated juice). *International Journal of Dairy Technology*, 56(1): 26-29.
- Çelik, S., Bakırcı, I. and Şat, I. G. (2006). Physicochemical and organoleptic properties of yogurt with cornelian cherry paste, *International Journal of Food Properties*, (9): 401–408.

- Çelik, Ş., Ünver, N., Güç, B. and Ceylan, P. (2018). Keçiboynuzu pekmezi ilave edilerek üretilen meyveli yoğurdun bazı özellikleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(2): 215- 224.
- Çevik, G.B. (2013). *Peynir Altı Suyu Tozu Ve Turunç Ekstresi İlavesinin Probiyotik Yoğurtların Bazı Özelliklerine Etkilerinin Araştırılması*. (Yüksek lisans tezi). Harran Üniversitesi, Gıda Müh. Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Damian, C. and Olteanu, A. (2014). Influence of dietary fiber from pea on some quality characteristics of yoghurts. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 20(2): 156-160.
- Davani-Davari, D., Negahdaripour, M., Karimzadeh, I., Seifan, M., Mohkam, M., Masoumi, S. J., Berenjian, A. and Ghasemi, Y. (2019). Prebiotics: Definition, types, sources, mechanisms, and clinical applications. *Foods*, 8(3): 92.
- Dave, R. I. and Shah, N. P. (1997). Viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starter cultures. *International Dairy Journal*, 7: 31-41.
- Deshwal, G. K., Tiwari, S., Kumar, A., Raman, R. K. and Kadyan, S. (2021). Review on factors affecting and control of post-acidification in yoghurt and related products. *Trends in Food Science & Technology*, 109: 499–512.
- Dias, P. G. I., Sajiwanie, J. W. A. and Rathnayaka, R. M. U. S. K. (2020). Formulation and development of composite fruit peel powder incorporated fat and sugar-free probiotic set yogurt. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 11(01): 093–099.
- Dibakoane, S. R., Du Plessis, B., Da Silva, L. S., Anyasi, T. A., Emmambux, M. N., Mlambo, V. and Wokadala, O. C. (2022). Nutraceutical Properties of Unripe Banana Flour Resistant Starch: A Review. *Starch.*, 75: 2200041.
- Dinkçi, N., Akdeniz, V. and Akalin, A. S. (2019). Survival of probiotics in functional foods during shelf life. *Food Quality and Shelf Life*: 201–233.
- Dominguez, L. J. and Barbagallo, M. (2020). Dietary fiber intake and the Mediterranean population. *The Mediterranean Diet*: 257–265.
- EFSA (2012). EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP); Guidance on the assessment of bacterial susceptibility to antimicrobials of human and veterinary importance. *EFSA Journal*, 10: 2740.
- Ergin, F. and Küçükçetin, A. (2022). Effects of changes in homogenization sequence and temperature for milk on physicochemical properties of stirred yoghurt. *Food Science and Technology International*, 30(1): 73-84.
- Espírito-Santo, A. P., Lagazzo, A., Sousa, A. L. O. P., Perego, P., Converti, A. and Oliveira, M. N. (2013). Rheology, spontaneous whey separation, microstructure and sensorial characteristics of probiotic yoghurts enriched with passion fruit fiber. *Food Research International*, 50(1): 224-231.
- Espírito-Santo, A. P., Cartolano, N. S., Silva, T. F., Soares, F. A. S. M., Gioielli, L. A. and Perego, P., vd. (2012a). Fibers from fruit by-products enhance probiotic viability and fatty acids profile and increase CLA content in yogurts. *International Journal of Food Microbiology*, 154: 135–144.
- Espírito-Santo, A. P., Perego, P., Converti, A. and Oliveira, M. N. (2012b). Influence of Milk Type and Addition of Passion Fruit Peel Powder on Fermentation Kinetics,

- Texture Profile and Bacterial Viability in Probiotic Yoghurts. *LWT-Food Science and Technology*, 47: 393-399.
- Fazilah, N. F., Ariff, A. B., Khayat, M. E., Rios-Solis, L. and Halim, M. (2018). Influence of probiotics, prebiotics, synbiotics and bioactive phytochemicals on the formulation of functional yogurt. *Journal of Functional Foods*, 48: 387–399.
- Felix da Silva, D., Junior, N. N. T., Gomes, R. G., dos Santos Pozza, M. S., Britten, M. and Matumoto-Pintro, P. T. (2017). Physical, microbiological and rheological properties of probiotic yogurt supplemented with grape extract. *Journal of Food Science and Technology*, 54(6): 1608–1615.
- Fijan, S. (2014). Microorganisms with claimed probiotic properties: an overview of recent literature, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11: 4745-4767.
- Fisberg, M. and Machado, R. (2015). History of yogurt and current patterns of consumption. *Nutrition Reviews*, 73(suppl 1): 4–7.
- Florowska, A., Hilal, A. and Florowski, T. (2022). Prebiotics and Synbiotics. In *Probiotics*, A. Brandelli (Ed.); Elsevier: Amsterdam, The Netherlands; pp. 19–37. ISBN 978-0-323-85170-1
- Florowska, A., Krygier, K., Florowski, T. and Dłużewska, E. (2016). Prebiotics as functional food ingredients preventing diet-related diseases, *Food & function*, 7(5): 2147- 2155.
- Frewer, L., Scholderer, J. and Lambert, N. (2003). Consumer acceptance of functional foods: Issues for the future. *British Food Journal* 105(10): 714-31.
- Gao, Jie., Li, X., Zhang, G., Sadiq, FA., Gandara-Simal, J., Xiao, J. and Sang, Y. (2021). Probiotics in the dairy industry—Advances and opportunities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20: 3937–3982.
- 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. and Reid, G. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*, 14: 491–502.
- Glenn, G. and Roberfroid, M. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *The Journal of Nutrition*, 125: 1401–1412.
- Glusac, J., Stijepic, M., Durdevic-Mlosevic, D., Milaovic, S., Kanuric, K. and Vukic, V. (2015). Growth and Viability of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* in Traditional Yoghurt Enriched by Honey and Whey Protein Concentrate, *Iranian Journal of Veterinary Research, Shiraz University*.
- Gouveia, P. F. D. and Zandonadi, R. P. (2013). Green banana: New alternative for gluten free products’, *Agro Food Industry Hi Tech*, 24 (3): 49 – 52.
- Göncü B., Palabıçak M. A., Akın M. B. and Akın M. S. (2018). “Modifiye nişasta ve selüloz lifli sütlerde inkübasyon süresi boyunca pH değişimlerinin belirlenmesi”, *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 3(3): 133-141.

- Han, X., Wu, H., Yu, P., Zhang, L., Zhao, S. and Zhang, L. (2018). Glycine betaine transport conditions of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* in salt induced hyperosmotic stress. *International Dairy Journal*, 86: 21-26.
- Hashemi Gahrue, H., Eskandari, M. H., Mesbahi, G. and Hanifpour, M. A. (2015). Scientific and technical aspects of yogurt fortification: A review. *Food Science and Human Wellness*, 4(1): 1–8.
- He, B-L., Xiong, Y., Hu, T-G., Zong, M-H. and Wu, H. (2023). *Bifidobacterium* spp. as functional foods: A review of current status, challenges, and strategies, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63 (26): 8048-8065.
- Jans, C., Gerber, A., Bugnard, J., Njage, P. M. K., Lacroix, C. and Meile, L. (2012). Novel *Streptococcus infantarius* subsp. *infantarius* variants harboring lactose metabolism genes homologous to *Streptococcus thermophilus*. *Food microbiology*, 31: 33-42.
- Jiang, H., Zhang, M. and Mujumdar, A. S. (2010). “Physico-chemical changes during different stages of MFD/FD banana chips,” *Journal of Food Engineering*, vol. 101: 140–145.
- Jungersen, M., Wind, A., Johansen, E., Christensen, J. E., Stuer-Lauridsen, B. and Eskesen, D. (2014). The science behind the Probiotic strain *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12. *Microorganisms*, 2(2): 92-110.
- Kabeer, S., Govindarajan, N., Preetha, R., Ambrose, K., Essa, M. M. and Qoronfeh, M.W. (2023). Effect of different drying techniques on the nutrient and physiochemical properties of *Musa paradisiaca* (ripe *Nendran* banana) powder. *Journal of Food Sci Technol.*, 60: 1107–1116.
- Kalyas, A. and Ürkek, B. (2020). Siyah üzüm çekirdeği tozunun yoğurtların bazı fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(2): 352-363.
- 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 Science and Nutrition*, 9(3): 1743-1749.
- Kamruzzaman, M., Islam, M. N. and Rahman, M. M. (2002). Shelf life of different types of dahi at room and refrigeration temperature, *Pakistan Journal of Nutrition*, 1 (6): 234-237.
- Karabulut-Dirican, L. (2017). *Probiyotik Yoğurdun Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri Üzerine Çam Balının Etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Karagözlü, C. (1997). *Meyveli Yoğurt Üretimi, Meyve Karışımı Hazırlanması, Yoğurtların Dayanma Süreleri ile Bazı Nitelikleri Üzerine Araştırmalar*. (Doktora tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kaur, S. M., Lyu, F., Sharkie, T. P., Ajlouni, S. and 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.
- Keogh, M. K. and O’Kennedy, B.T. (1998). Rheology of stirred yogurt as affected by added milk fat, protein and hydrocolloids. *Journal of Food Science*, 63 (1): 108-112.

- Khoozani, A. A., Birch, J. and Bekhit, A. E.-D. A. (2019). Production, application and health effects of banana pulp and peel flour in the food industry. *Journal of Food Science and Technology*, 56(2): 548-559.
- Kneifel, W. and Domig, K. J. (2014). Probiotic Bacteria. *Encyclopedia of Food Microbiology*: 154-157.
- Koçak, C. and Aydemir, S. (1994). Süt proteinlerinin fonksiyonel özellikleri. *Gıda Teknolojisi Derneği. Yayın No:20*: 46 s.
- Koksoy, A. and Kilic, M. (2004). Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. *Food Hydrocolloids*, 18(4): 593-600.
- Kolakowski, P., Malinowska, M. and Gerlich, J. (2010). The use of transoligosaccharide (TOS) propionate agar medium with mupirocin for selective enumeration of bifidobacteria in dairy cultures and in fermented dairy products. *Milchwissenschaft*. 65: 380-384.
- Korbekandi, H., Mortazavian, A.M. and Iravani, S. (2011). Technology and stability of probiotic in fermented milks. In *probiotic and prebiotic foods: Technology, Stability and Benefits to the Human Health*, Ed. : Shah, N., Cruz, A.G., Faria, J.A.F., New York: 131-169.
- Köse, Ş. (2009). *Depolama Süresi Boyunca Kış Yoğurtlarında Meydana Gelen Değişiklikler*. (Yüksek lisans tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Köse, Ş. and Ocak, E. (2014). Yoğurtta lezzet bileşenlerinin oluşumu ve bu oluşum üzerine etki eden faktörler. *Akademik Gıda*, 12:2: 101-107.
- Kumar, M., Nagpal, R., Hemalatha, R., Yadav H. and Marotta, F. (2015). *Probiotics, prebiotics, and synbiotics: bioactive foods in health promotion*. London, Academic Press: 75-85.
- Leahy, S. C., Higgins, D. G., Fitzgerald, G. F. and Sinderen, D. (2005). Getting better with bifidobacteria. *Journal of Applied Microbiology*, 98(6): 1303–1315.
- Lucey, J. A. and Singh, H. (1998). Formation and physical properties of acid milk gels: a review. *Food Research International*, 30 (7): 529-542.
- Markowiak, P. and Śliżewska, K. (2017). Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. *Nutrients*, 9(9): 1021.
- Marques, L.G., Prado, M.M. and Freire, J.T. (2009). Rehydration characteristics of freeze-dried tropical fruits. *LWT - Food Science and Technology*, 42 (7): 1232-1237.
- Maskan, M. (2000) "Microwave/air and microwave finish drying of banana," *Journal of Food Engineering*, vol. 44, pp. 71-78.
- Metin, M. (2009). *Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri*. İzmir, Turkey: EÜ, Ege Meslek Yüksekokulu Yayın. No: 24.
- Metiner, E. E. and Ersus, S. (2023). Farklı kurutma tekniklerinin kuru Aronya (*Aronia melonocarpa*) meyvesi ve tozunun kalitesine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 60 (2): 353-362.
- Million, M., Maraninchi, M., Henry, M., Armougom, F., Richet, H., Carrieri, P., Valero, R., Raccach, D., Vialettes, B. and Raoult, D. (2012). Obesity-associated gut microbiota is

- enriched in *Lactobacillus reuteri* and depleted in *Bifidobacterium animalis* and *Methanobrevibacter smithii*, International. J. Obes., 36: 817-825.
- Mitsou, E. K., Kougia, E., Nomikos, T., Yannakoulia, M., Mountzouris, K. C. and Kyriacou, A. (2011). Effect of banana consumption on faecal microbiota: A randomised, controlled trial. *Anaerobe*, 17(6): 384–387.
- Moraga, G., Talens, P., Moraga, M. J. and Martinez, N. (2011), “Implication of water activity and glass transition on the mechanical and optical properties of freeze-dried apple and banana slices,” *Journal of Food Engineering*, 106: 212–219.
- Naibaho, J., Butula, N., Jonuzi, E., Korzeniowska, M., Laaksonen, O., Föste, M., Kütt, M.L. and Yang, B. (2022). Potential of brewers’ spent grain in yogurt fermentation and evaluation of its impact in rheological behaviour, consistency, microstructural properties and acidity profile during the refrigerated storage. *Food Hydrocolloids*, 125: 107412.
- Olika, M. (2022). *Siyah Kuş Kirazı (Aronia Melanocarpa) İlavesinin Yoğurtların Bazı Özellikleri Üzerine Etkileri*. (Yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Adana.
- Oraç, A. and Akin, N. (2019). How do different cooling temperature saffect the characteristics of set-type yoghurt gel? *International Dairy Journal*, 97: 49–56.
- Ozen, A. E, Pons, A. and Tur, J.A. (2012). Worldwide consumption of functional foods: a systematic review, *Nutrition Reviews*, 70 (8): 472–481.
- Özer, B. (2006). *Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi*, Toprak Ofset, İzmir, 488 s.
- Özkaya, Ö. Ş. (2021). Yaşam kalitesi ve fonksiyonel besinler. *Fenerbahçe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1): 62-68.
- Pandey, K. R., Naik, S. R. and Vakil, B. V. (2015). Probiotics, prebiotics and synbiotics- a review. *Journal of Food Science and Technology.*, 52: 7577–7587.
- Plamada, D. and Vodnar D. C. (2022). Polyphenols—Gut microbiota interrelationship: A transition to a new generation of prebiotics. *Nutrients*, 14(1): 137.
- Pop, C. R., Topan, C., Rotar, A. M., Semeniuc, C. A. and Salanta, L. (2015). Evaluation the sensory and probiotics properties of the yogurt supplemented with carrot juice. *Bulletin UASVM Food Science and Technology*, 72(2): 277-278.
- Pop, O. L., Salanta, L.-C., Pop, C. R., Coldea, T., Socaci, S. A., Suharoschi, R. and Vodnar, D. C. (2019). Prebiotics and Dairy Applications. *Dietary Fiber: Properties, Recovery, and Applications*: 247–277 -3.
- Prajapati, D. M., Shrigod, N. M., Prajapati, R. J. and Pandit, P. D. (2016). Textural and Rheological Properties of Yoghurt: A Review. *Advances in Life Sciences* 5(13): 5238-5254
- Qiu, L., Zhang, M., Mujumdar, A. S., and Chang, L. (2021). Effect of edible rose (*Rosa rugosa* cv. Plena) flower extract addition on the physicochemical, rheological, functional and sensory properties of set-type yogurt. *Food Bioscience*, 43: 101249.
- Rahman, S. M. R., Rashid, M. H., Islam, M. N., Hassan, M. N. and Hassan, S. (2001). Utilization of jack fruit juice in the manufacture of yogurt. *Online J. Biol. Sci.*, 1 (9): 880-882.

- Ranjha, M. M. A. N., Irfan, S., Nadeem, M. and Mahmood, S. (2020). A comprehensive review on nutritional value, medicinal uses, and processing of banana. *Food Reviews International*: 1–27.
- Rayo, L. M., Carvalho, L. C., Sardá, F. A. H., Dacanal, G. C., Menezes, E. W. and Tadini, C. C. (2015). Production of instant green banana flour (*Musa cavendishii*, var. *Nanicão*) by a pulsed-fluidized bed agglomeration. *LWT – Food Science and Technology*, 63: 461–469.
- Rebello, L. P. G., Ramos, A.M., Pertuzatti, P.B., Barcia, M.T., Castillo-Muñoz, N. and Hermosín-Gutiérrez, I. (2014). Flour of banana (*Musa AAA*) peel as a source of antioxidant phenolic compounds. *Food Research International*, 55: 397–403.
- Remeuf, F., Mohammed, S., Sodini, I. and Tissier, J. (2003). Preliminary observations on the effects of milk fortification and heating on microstructure and physical properties of stirred yogurt. *International Dairy Journal*, 13(9): 773–782.
- Rosemary, L. and Walzem, R. D. (1998). Health Enhancing Properties of whey proteins and whey fractions. *Applications Monograph Nutritional and U.S. Dairy Export Council, USA*: 1-8.
- Russell, D. A., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F. and Stanton, C. (2011). Metabolic activities and probiotic potential of bifidobacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 149(1): 88-105.
- Safdari, Y., Vazifedoost, M., Didar Z. and Hajirostamloo, B. (2021). The Effect of Banana Fiber and Banana Peel Fiber on the Chemical and Rheological Properties of Symbiotic Yogurt Made from Camel Milk. *International Journal of Food Science*: 5230882.
- Sağdıç, O., Küçüköner, E. and Özçelik, S. (2004). Probiyotik ve prebiyotiklerin fonksiyonel özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(3-4): 221-228.
- Sah, B. N. P., Vasiljevic, T., McKechnie, S. and Donkor, O. N. (2016). Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. *LWT-Food Science and Technology*, 65: 978-986.
- Salminen, S., Kenifel, W. and Ouwehand, A. C. (2011). Bacteria, Beneficial. *Probiotics, Applications in Dairy Products. Encyclopedia of Dairy Sciences*: 412–419.
- Sanders, M.E., Goh, Y.J. and Klaenhammer, T.R. (2019). Probiotics and prebiotics. In: Doyle MP, Diez-Gonzalez F, Hill C (eds). *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*, 5th edition, John Wiley & Sons: 831-854.
- Santo, A. P. E., Silva, R. C., Soares, F. A. S. M., Anjos, D., Gioielli, L. A. and Oliveira, M. N. (2010). Açai pulp addition improves fatty acid profile and probiotic viability in yoghurt. *International Dairy Journal*, 20: 415-422.
- Savlak, N., Türker, B. and Yeşilkanat, N. (2016). Effects of particle size distribution on some physical, chemical and functional properties of unripe banana flour. *Food Chemistry*, 213: 180–186.
- Scibisz, I., Ziarno, M. and Mitek, M. (2019). Color stability of fruit yogurt during storage. *Journal Food Sci Technol*.
- Seçkin, A. K. and Baladura, E. (2011). Süt ve süt ürünlerinin fonksiyonel özellikleri. *Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi* 7,1: 27-38.

- Shah, N. P., Ding, W. K., Fallourd, M. J. and Leyer, G. (2010). Improving the stability of probiotic bacteria in model fruit juices using vitamins and antioxidants. *Journal of Food Science*, 75(5): 278- 282.
- Sharma, V. and Mishra, H. N. (2013). Fermentation of vegetable juice mixture by probiotic lactic acid bacteria. *Nutrafoods*, 12(1): 17-22.
- Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A. and Singh, N. (2016). Bioactive compounds in banana and their associated health benefits – A review. *Food Chemistry*, 206: 1–11.
- Sodini, I., Remeuf, F., Haddad, S. and Corrieu, G. (2004). The relative effect of milk base, starter, and process on yogurt texture: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(2):113-37.
- Średnicka P., Juszczuk-Kubiak, E., Wójcicki, M., Akimowicz, M. and Roszko, M. L. (2021). Probiotics as a biological detoxification tool of food chemical contamination: A review. *Food and Chemical Toxicology*, 153: 112306.
- Staffolo, M. D., Bertola, N., Martino, M. and Bevilacqua, y A. (2004). Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *International Dairy Journal*, 14(3): 263–268.
- Surono, I. S. (2011). Fermented Milks, Starter Cultures. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, Second Edition, vol. 2, pp. 477–482.
- Tamime, A. Y. and Robinson, R. K. (1999). *Yoghurt Science and Technology*. Second Edition Woodhead Publishing, 619.
- Tarakçı, Z. and Demirkol, M. (2016). Yoğurdun fizikokimyasal özelliklerine kurutulmuş goji berry meyvesinin (*Lycium barbarum*) Etkisi. *Ordu Üniversitesi. Bil. Tek. Derg.* , Cilt:6, Sayı, 2: 136-145.
- Tekinşen, O. C. (1997). *Süt Ürünleri Teknolojisi*. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları. Konya.
- Terzaghi, B. E. and Sandine, W. E. (1975). Improved medium for lactic streptococci and their bacteriophages. *Applied Microbiology*, 29(6): 807-813.
- Tharmaraj, N. and Shah, N. P. (2003). Selective enumeration of *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus acidophilus*, *Bifidobacteria*, *Lactobacillus casei*, *L. rhamnosus* and *Propionibacteria*. *Journal of Dairy Science*, 86 (7): 2288–2296.
- Tian, D.-D., Xu, X.-Q., Peng, Q., Zhang, Y.-W., Zhang, P.-B., Qiao, Y. and Shi, B. (2020). Effects of banana powder (*Musa acuminata* Colla) on the composition of human fecal microbiota and metabolic output using *in vitro* fermentation. *Journal of Food Science*, 85: 2554-2564.
- Topçuoğlu, E. (2019). *Badem Sütü ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurt Üretimi*. (Yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Tripathi, M. K. and Giri, S. K. (2014). Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of Functional Foods*, 9: 225–241.
- Tsoupras, A., Zabetakis, I. and Lordan, R. (2023). Functional foods: Growth, evolution, legislation, and future perspectives. In *Functional Foods and Their Implications for Health Promotion*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands: 367–377.

- Türker, B. (2016). *Glutensiz Kek Üretimi ve Bazı Fiziksel, Kimyasal, Fonksiyonel Özelliklerinin İncelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Uriot, O., Denis, S., Junjua, M., Roussel, Y., Dary-Mourot, A. and Blanquet-Diot, S. (2017). *Streptococcus thermophilus* : From yogurt starter to a new promising probiotic candidate? *Journal of Functional Foods*, 37: 74–89.
- Uzunsoy, İ. (2018). *Geleneksel Yoğurt Örneklerinden İzole Edilen Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus ve Streptococcus thermophilus Suşlarının Endüstriyel Yoğurt Üretimine Uygunluğunun Saptanarak Starter Kombinasyonlarının Geliştirilmesi*. (Doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ünal, G. (2008). *Kazeinat veya peynir suyu protein konsantrisi ile zenginleştirmenin yoğurdun duyuşsal, biyokimyasal ve reolojik özellikleri ile yoğurt bakterilerinin gelişimi üzerine etkisi*. (Doktora tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Vaghef-Mehrabany, E., Ebrahimi-Mameghani, M., Sanayei, M. and Vaghef-Mehrabany, L. (2021). Depression in the elderly and psychobiotics, in *Factors Affecting Neurological Aging*, (Eds): Colin R. Martin, Victor R. Preedy, Rajkumar Rajendram, Academic Press, p. 509-520.
- Vogado, C.D.O., Leandro, E.D.S., Zandonadi, R.P., De Alencar, E.R., Ginani, V.C., Nakano, E.Y., Habú, S. and Aguiar, P. A. (2018). Enrichment of Probiotic Fermented Milk with Green Banana Pulp: Characterization Microbiological, Physicochemical and Sensory. *Nutrients*, 10: 427.
- Wall, M. M. (2006). “Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (*Musa sp.*) and papaya (*Carica papaya*) cultivars grown in Hawaii”, *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 434-445.
- Wang S., Kristo E. and Pointe G. (2020). Adding apple pomace as a functional ingredient in stirred type yoğurt and yoğurt drinks. *Food Hydrocolloids*, 100:105453.
- Wang, T., Xu, Z., Lu, S., Xin, M. and Kong, J. (2016). Effects of glutathione on acid stress resistance and symbiosis between *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*. *International Dairy Journal*, 61: 22-28.
- Wrolstad, R. E. and Smith, D. E. (2017). Color analysis, *Food Analysis* pp. 545-555.
- Yıldırım, E. (2016). *Yoğurt, Probiyotik Yoğurt Ve Kefir Tüketiminin Hipertansiyon Üzerine Etkisi*. (Doktora tezi). Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Zhang, H., Duan, Y., Cai, F., Cao, D., Wang, L., Qiao, Z., Hong, Q., Li, N., Zheng, Y., Su, M., Liu, Z. and Zhu, B. (2022). Next-Generation Probiotics: Microflora Intervention to Human Diseases. *Biomed Research International*, 16: 5633403.
- Zhang, P. and Hamaker, B. R. (2012). “Banana starch structure and digestibility”, *Carbohydrate Polymers*, 87 (2): 1552-1558.
- Zhu, C. (2018). Roseburia intestinalis inhibits interleukin17 excretion and promotes regulatory T cells differentiation in colitis, *Mol. Med. Rep.*, 17(6): 7567-7574.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hafize AKIN

Eğitim ve Mesleki Geçmişi

- 2002-2006, Atatürk Üniversitesi / Ziraat Fakültesi / Gıda Mühendisliği Bölümü
- 2020-2024, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü / Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı / Gıda Mühendisliği Bölümü
- 2006-2009, Kalite Kontrol Personeli, Yörükoğlu Süt ve Ürünleri A.Ş., Kalite Departmanı
- 2018-2023, Kalite Güvence Mühendisi, Yörükoğlu Süt ve Ürünleri A.Ş., Kalite Güvence ve Ar- Ge Departmanı
- 2023- Devam ediyor, Kalite Güvence Uzman Mühendisi, Yörükoğlu Süt ve Ürünleri A.Ş., Kalite Güvence ve Ar- Ge Departmanı

Yabancı Dil Bilgisi

- İngilizce