



**PROPOLİS İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİ**

**ÖZLEM NTOUGKİANTZİ**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Danışman: Prof. Dr. Ahmet Şükrü DEMİRCİ**

**2025**

T.C.  
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**PROPOLİS İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİ**

**ÖZLEM NTOUGKİANTZİ**

**ORCID: 0009-0001-0787-3619**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**Danışman: Prof. Dr. Ahmet Şükrü DEMİRCİ**

**MAYIS-2025**

**Her hakkı saklıdır.**

## ÖZET

### PROPOLİS İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ PROBİYOTİK YOĞURT ÜRETİMİ

Özlem NTOUGKIANTZI

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Ahmet Şükrü DEMİRCİ

Bu çalışmada, farklı oranlarda (%0,05, %0,1 ve %0,2) laktik asit bazlı propolis ekstraktı ilavesiyle üretilen probiyotikli yoğurtların fizikokimyasal, mikrobiyolojik, fonksiyonel ve duyuşal özellikleri değerlendirilmiştir. Yoğurt örnekleri 28 gün boyunca buzdolabı koşullarında depolanmış ve belirli aralıklarla analiz edilmiştir. Propolis ilaveli probiyotik yoğurtların, fenolik bileşik içeriği ve antioksidan kapasitesi konsantrasyona bağılı olarak anlamlı şekilde artmıştır ( $p < 0,05$ ). Depolama süresince yoğurtların serum ayrılması değerleri değişmezken, asitlikte artış ve pH'da azalma meydana gelmiştir. Depolama boyunca %0,05 propolis ekstraktlı yoğurt örneği, yüksek sertlik, viskozite ve kıvam değerleriyle tekstürel açıdan en dengeli ve stabil yapıyı sağılayan formülasyon olarak öne çıkmıştır. Mikrobiyolojik analizlerde, probiyotik *L. acidophilus DSM 20079* suşunun depolama süresi boyunca canlılığını koruduğı ve depolama sonunda 7 log kob/g civarında olduğı belirlenmiştir. Bu değer, Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen minimum probiyotik düzeyinin üzerindedir. *In vitro* sindirim testleri, özellikle ağız ve mide fazlarında fenolik bileşik salınımının arttığını ve propolisin biyoerişebilirliğini desteklediğini göstermiştir. Duyusal değerlendirmelerde, düşük ve orta düzeyde propolis ilaveli yoğurtlar daha çok beğenilmiştir. Sonuç olarak, %0,05–0,2 oranında propolis içeren probiyotikli yoğurtlar, fonksiyonel özellikleri ve tüketici kabulü açısından umut vadeden ürünler olarak değerlendirilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Propolis, Probiyotik, Yoğurt, Fonksiyonel Gıda, *Lactobacillus acidophilus*

## ABSTRACT

### PRODUCTION OF PROBIOTIC YOGURT ENRICHED WITH PROPOLIS

Ozlem NTOUGKIANTZI

Department of Food Engineering

MSc. Thesis

Supervisor: Ahmet Şükrü DEMİRCİ

In this study, physicochemical, microbiological, functional and sensory properties of probiotic yogurts produced with different ratios (0.05%, 0.1% and 0.2%) of lactic acid-based propolis extract were evaluated. Yogurt samples were stored under refrigerator conditions for 28 days and analyzed at regular intervals. Phenolic compound content and antioxidant capacity of probiotic yogurts supplemented with propolis increased significantly with concentration ( $p < 0.05$ ). Serum separation values of the yogurts did not change during storage, while acidity increased and pH decreased. During storage, the yogurt sample with 0.05% propolis extract was the most texturally balanced and stable formulation with high hardness, viscosity and consistency values. Microbiological analysis showed that the probiotic *L. acidophilus* DSM 20079 strain maintained its viability throughout the storage period and was around 7 log cfu/g at the end of storage. This value is above the minimum probiotic level specified in the Turkish Food Codex. In vitro digestion tests showed that the release of phenolic compounds increased especially in the oral and gastric phases and supported the bioaccessibility of propolis. In sensory evaluations, yogurts with low and medium levels of propolis were more appreciated. In conclusion, probiotic yogurts containing 0.05-0.2% propolis are considered as promising products in terms of functional properties and consumer acceptance.

**Keywords:** Propolis, Probiotic, Yogurt, Functional Food, *Lactobacillus acidophilus*

## İÇİNDEKİLER

|   |             |
|---|-------------|
| <b>ÖZET</b> .....   | <b>i</b>    |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | <b>ii</b>   |
| <b>İÇİNDEKİLER</b> .....  | <b>iii</b>  |
| <b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....  | <b>vi</b>   |
| <b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....  | <b>vii</b>  |
| <b>SİMGELER DİZİNİ</b> .....  | <b>viii</b> |
| <b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....   | <b>ix</b>   |
| <b>TEŞEKKÜR</b> .....   | <b>x</b>    |
| <b>1. GİRİŞ</b> .....   | <b>1</b>    |
| 1.1 Literatür Özeti .....   | 2           |
| 1.1.1 Probiyotik Yoğurt .....   | 2           |
| 1.1.2 Probiyotik Bakteriler.....  | 3           |
| 1.1.3 Probiyotik Olarak Kullanılan Mikroorganizmalar.....                             | 4           |
| 1.1.4 Propolis .....  | 6           |
| 1.1.5 Dünya genelindeki yaygın propolis türleri ve bitkisel kökeni .....              | 7           |
| 1.1.6 Propolisin Gıda Endüstrisinde Kullanımı .....                                   | 7           |
| 1.1.7 Propolisin Antioksidan Etkisi .....   | 8           |
| 1.1.8 Propolisin Antimikrobiyal Etkisi .....  | 9           |
| 1.1.9 Laktik Asit ile Propolis Ekstraktı.....   | 9           |
| 1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....  | 22          |
| <b>2. MATERYAL VE METOT</b> .....   | <b>23</b>   |
| 2.1 Araştırmada kullanılan kimyasallar .....  | 23          |
| 2.2 Araştırmalarda kullanılan alet ve ekipmanlar .....                                | 23          |
| 2.3 Materyal .....  | 23          |
| 2.3.1 Pastörize Sütün Besin Değerleri .....   | 23          |
| 2.4 Yöntem.....   | 24          |
| 2.4.1 Sütün Hazırlanması ve Fermantasyonu .....                                       | 24          |
| 2.4.2 Propolis ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik Analizleri | 26          |
| 2.4.3 Propolis ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurtların Fiziksel ve Kimyasal      |             |
| Analizleri .....  | 27          |
| 2.4.3.1 pH Tayini .....   | 27          |
| 2.4.3.2 Asitlik Oranının Tayini .....   | 27          |
| 2.4.3.3 Serum Ayrılması.....  | 27          |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.4.3.4 Su Tutma Kapasitesi .....   | 27        |
| 2.4.3.5 Kuru Madde Tayini .....   | 28        |
| 2.4.3.6 Kül Tayini.....   | 28        |
| 2.4.3.7 Antioksidan ve Fenolik Madde İçerikleri İçin Ekstraksiyon.....  | 28        |
| 2.4.3.8 Toplam Fenolik Madde Tayini.....  | 28        |
| 2.4.3.9 Antioksidan Aktivite .....  | 29        |
| 2.4.3.10. Renk Tayini.....  | 29        |
| 2.4.3.11. Tekstür Tayini.....   | 29        |
| 2.4.3.12. Biyoerişebilirlik Analizi.....  | 30        |
| 2.4.4. Propolis ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurtların Duyusal Değerlendirmesi<br>30  |           |
| 2.4.5 İstatistiksel Analizler .....   | 30        |
| <b>3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMALAR .....</b>  | <b>31</b> |
| 3.1 Propolis ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca<br>Mikrobiyolojik Özelliklerinin Değişimi .....      | 31        |
| 3.2 Propolis ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca<br>Fizikokimyasal Özelliklerinin Değişimi .....      | 35        |
| 3.2.1 pH Analiz Sonuçları.....  | 36        |
| 3.2.2 Titrasyon Asitliği Analiz Sonuçları .....   | 38        |
| 3.2.3 Serum Ayrılması Analiz Sonuçları .....  | 39        |
| 3.2.4 Su Tutma Kapasitesi Analiz Sonuçları .....  | 41        |
| 3.2.5 Tekstür Analiz Sonuçları .....  | 43        |
| 3.3 Propolis ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurt Örneklerine Depolamanın İlk<br>Günü Uygulanan Fizikokimyasal Analiz Sonuçları..... | 46        |
| 3.3.1 Kuru Madde Analiz Sonuçları .....   | 46        |
| 3.3.2 Kül Oranı Analiz Sonuçları .....  | 47        |
| 3.3.3 Su Aktivitesi ( $a_w$ ) Analiz Sonuçları .....  | 47        |
| 3.3.4 Toplam Fenolik Madde Miktarları Analiz Sonuçları.....   | 47        |
| 3.3.5 Antioksidan Aktivite Değerleri Analiz Sonuçları.....  | 48        |
| 3.3.6 Renk Analizi Değerlendirilmesi .....  | 51        |
| 3.3.7 Biyoerişebilirlik Analiz Sonuçları .....  | 54        |
| 3.3.8 Duyusal Analiz Sonuçları .....  | 56        |
| <b>4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>  | <b>59</b> |
| <b>KAYNAKLAR .....</b>  | <b>62</b> |
| <b>EK-1. Duyusal Analiz Formu .....</b>   | <b>72</b> |
| <b>Tez adı: Propolis ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurt Üretimi.....</b>   | <b>72</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>DUYUSAL ANALİZ FORMU .....</b>                  | <b>72</b> |
| <b>Özlem NTOUGKIANTZİ- Yüksek Lisans Tezi.....</b> | <b>72</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>                              | <b>73</b> |



## ÇİZELGELER DİZİNİ

|   |    |
|---|----|
| Çizelge 1.1 Probiyotik olarak bilinen mikroorganizmalar .....                             | 5  |
| Çizelge 1.2 Dünya’da bilinen propolis kaynakları, orijinleri ve kimyasal özellikleri..... | 7  |
| Çizelge 3.1 Yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik değişimi (log kob/g).....                  | 32 |
| Çizelge 3.2 Yoğurt örneklerinin depolama boyunca fizikokimyasal özelliklerindeki değişim  | 35 |
| Çizelge 3.3 Yoğurt örneklerinin depolama boyunca tekstür özelliklerindeki değişim .....   | 43 |
| Çizelge 3.4 Yoğurt örneklerine ilk gün uygulanan fizikokimyasal analiz sonuçları.....     | 46 |
| Çizelge 3.5 Yoğurt örneklerinin toplam fenolik madde miktarları .....                     | 47 |
| Çizelge 3.6 Yoğurt örneklerinin antioksidan aktivite değerleri .....                      | 49 |
| Çizelge 3.7 Yoğurt örneklerinin renk analiz sonuçları.....                                | 52 |
| Çizelge 3.8 Yoğurt örneklerinin biyoyararlık özellikleri .....                            | 55 |
| Çizelge 3.9 Yoğurt örneklerinin duyu analizi sonuçları .....                              | 57 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|   |    |
|---|----|
| Şekil 2.1 Propolis ilaveli probiyotik yoğurt üretimi .....  | 25 |
| Şekil 2.2 Yoğurt örneklerinin üstten görünümü .....   | 25 |
| Şekil 3.1 Yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH değişimi .....  | 37 |
| Şekil 3.2 Yoğurt örneklerinin depolama boyunca titre edilebilir asitlik değerleri .....   | 39 |
| Şekil 3.3 Yoğurt örneklerinin depolama boyunca serum ayrılması değerleri .....  | 41 |
| Şekil 3.4 Yoğurt örneklerinin depolama boyunca su tutma kapasitesi değerleri .....  | 42 |
| Şekil 3.5 Yoğurt örneklerinin sertlik, viskozite indeksi, kararlılık ve tutarlılık değerleri.....   | 45 |
| Şekil 3.6 Yoğurt örneklerinin L*değerleri .....   | 52 |
| Şekil 3.7 Yoğurt örneklerinin a*değerleri .....   | 53 |
| Şekil 3.8 Yoğurt örneklerinin b*değerler .....  | 53 |
| Şekil 3.9 Yoğurdun duyuşal değerlendirmesi. Fermente edilen yoğurdun renk, görünüm, kıvam, tat, koku ve genel beğeni kabul edilebilirlik için ortalama duyuşal puanların radar haritası ... | 58 |

## SİMGELER DİZİNİ

|     |                            |
|-----|----------------------------|
| a*  | Kırmızılık                 |
| b*  | Sarılık                    |
| °C  | Santigrat derece           |
| GAE | Gallik asit eşdeğeri       |
| g   | Gram                       |
| L*  | Aydınlık                   |
| mL  | Mililitre                  |
| µL  | Mikrolitre                 |
| pH  | Asitlik veya alkali değeri |



## KISALTMALAR DİZİNİ

|      |   |
|------|---|
| ABTS | 2,2'-Azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik           |
| DPPH | 1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil radikali                   |
| FAO  | Food and Agriculture Organization of the United Nations |
| HCL  | Hidroklorik asit  |
| kob  | Koloni oluşturan birim                                  |
| LAB  | Laktik asit bakterileri                                 |
| MRS  | De Man Ragosa Sharpe                                    |
| NaOH | Sodyum hidroksit  |
| rpm  | Revolutions per Minute                                  |



## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimin ve tez çalışması sürecinde bilgisini ve tecrübesini paylaşan her konuda yardımcı olan saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Ahmet Şükrü DEMİRCİ ve değerli hocam Prof. Dr. İbrahim PALABIYIK'a,

Analiz çalışmaları boyunca yardımlarını esirgemeyen meslektaş arkadaşlarım Merve Gözde Albaş ve Başak Gürbüz Tüzen'e,

Öğrencilik hayatımın her aşamasında tüm desteğini, sevgisini ve sabrını esirgemeyen kıymetli aileme teşekkür ederim.

Özlem NTOUGKİANTZİ

Gıda Mühendisi

## 1. GİRİŞ

Türk mutfağının geleneksel ve kültürel tatlarından olan yoğurt, canlı laktik asit bakterileri (LAB) barındıran ve süt fermantasyonu ile elde edilen bir süt ürünüdür. Bir başka deyişle yoğurt, Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği'ne göre, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bakterilerinin laktik asit fermantasyonu ile meydana gelen pıhtılaşmış bir süt ürünü olarak ifade edilmektedir (Gürbüz, 2021).

Son yıllarda araştırmacılar, biyoaktif bileşikleri nedeniyle fermente süt ürünleri de dahil olmak üzere çeşitli gıdalarda işlevsel ve tatlandırıcı takviyeler olarak kullanılabilen propolise odaklanmışlardır (Shashiki ve Zevallos, 2015). Fermente süt ürünleri, besinsel ve biyoaktif bileşenleri insan diyetine dahil etmek için araç olarak kullanılabilir, yoğurdun zenginleştirilmesi işlevsel özelliklerini iyileştirmek için iyi bir yaklaşımdır (Cerdá-Bernad, Valero-Cases, Pastor ve Frutos, 2023).

Propolis, esas olarak arıların tükürük salgılarıyla zenginleştirilmiş bitki özlü sakız ve reçinelerden oluşan reçinemsî bir malzemedir. Doğal ve biyoaktif bileşikleri nedeniyle, araştırmacılar apiterapide tıbbi kullanımına dikkat etmişlerdir (Bankova, Popova ve Trusheva, 2014). Bu ürün aynı zamanda güçlü antimikrobiyal özellikler göstermekte ve son çalışmalarda özellikle ticari yoğurttaki potasyum sorbat yerine doğal bir gıda koruyucusu olarak önerilmektedir (Santos vd. 2019). Propolis; yoğurdun tat, doku ve raf ömrü gibi duyuşal ve fiziksel özellikler üzerinde de etkili olabilmektedir (Mohammed, Elshazly, Soliman ve Hashish, 2024).

Ham propolisi doğrudan kullanmak mümkün olsa da işlenmeden kullanıldığında ciddi alerjik reaksiyonlara neden olabilmekte ve ayrıca çeşitli kirlilikler (ölü arılar, böcekler vb. gibi) içermektedir. Bu nedenle propolisin en yaygın formu su, zeytinyağı, etilen glikol gibi farklı çözücüler kullanılarak hazırlanan sıvı ekstraktlarıdır. Bunlar arasında propolis üretimi için en popüler ekstraksiyon tekniğı etanol ekstraksiyonudur. Ancak bazı tüketici gruplarının etanol bazlı propolis ekstraktlarını tercih etmemesi mümkündür (Kubiliene vd. 2015). Son zamanlarda, laktik asidin propolis için iyi bir çözücü olabileceğı gösterilmiştir (Atayoğlu vd. 2023). Çalışma sonuçlarına göre, laktik asitte çözülmüş propolis ekstraktı, etanol bazlı propolis ekstraktına kıyasla daha iyi biyoaktif özellikler göstermiştir.

Gıda sektöründe tüketici talebi, sağlığa faydalı ürünlere yönelimi artarken, fonksiyonel gıdalar önemli bir kategori haline gelmektedir. Bu kapsamda, propolis ilaveli probiyotikli

yoğurt gibi ürünler hem besinsel hem de fonksiyonel özellikleri ile dikkat çekebilecek bir üründür.

Bu nedenle çalışmada, laktik asit ile ekstrakte edilmiş propolis kullanılarak zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt üretiminin fonksiyonel yönlerini ele alarak sağlığa faydalı yeni bir gıda alternatifi sunma hedeflenmiştir. Bu doğrultuda probiyotik bakterilerin sağlığa faydalı etkileri ile propolisin gıdalardaki koruyucu etkileri göz önünde bulundurularak, bu çalışmada hem probiyotik hem de propolis ile zenginleştirilmiş yoğurtların mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyusal özellikleri araştırılmıştır.

## 1.1. Literatür Özeti

### 1.1.1. Probiyotik Yoğurt

Yoğurt, ilk olarak Orta Asya'da ortaya çıkmış ve göçebe topluluklar tarafından taşınması kolay bir süt ürünü olarak geliştirilmiştir. Bu bölgeden dünyaya yayılmış ve özellikle Akdeniz ile Orta Doğu mutfaklarında kendine önemli bir yer bulmuştur (Tamime ve Robinson, 2007). Yoğurt, dünya genelinde her yaş grubunda yaygın olarak kabul gören ve tüketilen bir fermente süt ürünüdür. FAO/WHO tarafından yayınlanan Codex standardına (Codex Alimentarius Komisyonu, 1984) göre, yoğurt; *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* bakterilerinin süt üzerinde gerçekleştirdiği laktik asit fermentasyonu sonucunda üretilir. Orta Asya'dan Yunanistan'a, Hindistan'dan İran'a kadar pek çok kültürde sıkça tüketilen yoğurt, günümüzde dünya çapında popülerliğini sürdürmektedir (Kaya, 2023).

Yoğurt fermentasyonunda en yaygın olarak kullanılan probiyotik suşlar, laktik asit bakterileri (LAB) olan *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* (*L. bulgaricus*) ve *Streptococcus thermophilus* (*S. thermophilus*)'tur. Bu iki suş, fermentasyon sürecindeki performansları, asit üretme yetenekleri, büyüme hızları ve probiyotik özellikleri açısından belirgin farklılıklar gösterir (Salman, Mehany, Zaki ve Al-Doury, 2024).

Yoğurt, binlerce yıldır bilinen ve popüler bir fermente süt ürünü olup, özellikle probiyotiklerin keşfi ile son yıllarda büyük ilgi görmüştür. Laktozun fermentasyonu sırasında üretilen laktik asit, yoğurdun karakteristik doku ve lezzetini sağlayarak süt proteinlerine etki eder. Protein, kalsiyum, riboflavin, B6 ve B12 vitaminleri gibi besin öğeleri bakımından zengin olan yoğurdun, süte kıyasla daha fazla besinsel fayda sunduğu düşünülmektedir. Ayrıca yoğurdun, özellikle çeşitli gastrointestinal hastalıklar ve ishal tedavisinde uzun bir tıbbi

kullanım gemiŖi vardır. Son yıllarda ise yoğurt, probiyotik bakterilerin taŖınması için etkili bir ortam olarak kullanılmaktadır (Ashraf ve Shah, 2011).

Probiyotik yoğurt, fonksiyonel gıdalar arasında önemli bir konuma sahiptir. Fonksiyonel gıdalar, temel besin değerlerinin ötesinde sağlığa fayda sağlayan ürünler olarak tanımlanır ve probiyotik yoğurt bu kategori içinde tüketicilerin tercih ettiği bir ürün haline gelmiŖtir. Pazar araŖtırmaları, fonksiyonel gıdalara olan talebin dünya genelinde hızla arttığını göstermekte ve probiyotik yoğurt, bu alanda en çok tercih edilen ürünlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Granato, Branco, Nazzaro, Cruz ve Faria 2010). Probiyotik yoğurt, laktoz intoleransı olan bireyler için sindirimi daha kolay bir gıda olabilir. İçeriğindeki laktoz, probiyotik bakteriler tarafından kısmen parçalandığından, laktoz intoleransı olan kiŖiler bu yoğurdu daha rahat tüketebilirler (Savaiano ve Levitt, 1987).

Yoęurt, birçok yararlı etkiye sahip bir diyet ürünü olarak uzun bir gemiŖe sahiptir. Genellikle *S. thermophilus* ve *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un simbiyotik büyümesi ile üretilir. Ancak, bu yoğurt kültürleri mide geiŖinde hayatta kalmaz veya bağırsakta kolonize olmaz, dolayısıyla insan bağırsağında doğrudan bir rol oynamazlar. Bu nedenle, günümüzde yoğurda *Lb. acidophilus*, *Bifidobacterium* spp. ve *Lb. casei* gibi bakteriler eklemek yaygın bir eğilim haline gelmiŖtir (Modzelewska, Monika, Kłbukowska ve Kornacki 2008).

### 1.1.2. Probiyotik Bakteriler

Probiyotikler, Yunanca kökenli olup “yaŖam için” anlamına gelen bir terimdir. Bu yararlı mikroorganizmalar, sindirim sisteminde sağlıklı bir mikrobiyal dengeyi destekleyen ve hastalık yapıcı özellik taŖımayan dost bakterilerdir. Sindirim sistemindeki popülasyon dengelerini iyileŖtirerek kiŖinin sağlığına katkıda bulunurlar (Holzapfel, Haberer, Snel, Schillinger ve Veld 1998). Probiyotikler, yeterli miktarda alındıklarında konakçıya sağlık yararı sağlayan canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanır. Çoğunlukla *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* cinslerine ait bu bakteriler, sindirim sistemini destekler, baęıŖıklık sistemini güçlendirir ve belirli hastalıklara karŖı koruyucu rol oynar. (Fao/Who, 2001).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt rnleri Tebliği'ne göre, probiyotik yoğurtların probiyotik olarak kabul edilebilmesi için depolama süresi boyunca canlılığını koruyan en az 1x kob/g probiyotik mikroorganizma içermesi gerekmektedir (Anonim, 2006). Sağlık zerindeki olumlu etkilerinden faydalanmak amacıyla, probiyotik gıdaların haftalık olarak yaklaŖık 300-

400 gram tüketilmesi gerektiği belirtilmektedir (Vinderola, Boilo ve Reinheimer 2000; Heller, 2001).

Probiyotikler, besinlerin yanı sıra gıda takviyesi olarak da kullanılabilir. Bu ürünlerin insan vücuduna özgü olması, patojenik veya toksik etki yaratmaması, gastrointestinal sistemden geçerken mide asitlerine karşı dayanıklı kalması, canlılığını koruyarak bağırsak epitelinde tutunabilmesi ve üretim ile depolama koşullarında yapısının bozulmaması gerekmektedir. (Potur, 2024).

### **1.1.3. Probiyotik Olarak Kullanılan Mikroorganizmalar**

Dünya’da probiyotik ürünlerin üretimi için kullanılan birçok probiyotik bakteri vardır. Bu probiyotikler; *Lactobacillus*’lar (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus delbrueckii sub sp. bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus salivarius*, *Lactobacillus johnsonii*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus crispatus*), *Bifidobacterium*’lar (*Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium animalis*, *Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium breve*), *Enterococcus*’lar (*Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*), *Streptococcus*’lar (*Streptococcus intermedius*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus diacetylactis*) olarak bilinmektedir (Şimşek, 2022). Çizelge 1.1’de probiyotik olarak kullanılan bazı mikroorganizmalar belirtilmiştir.

Çizelge 1.1 Probiyotik olarak bilinen mikroorganizmalar

| <b>Cins</b>                      | <b>Tür</b>   |
|----------------------------------|--|
| <b><i>Lactobacillus</i></b>      | <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactobacillus brevis</i> , <i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactobacillus rhamnosus</i> , <i>Lactobacillus salivarius</i> , <i>Lactobacillus cellobiosus</i> , <i>Lactobacillus crispatus</i> , <i>Lactobacillus curvatus</i> , <i>Lactobacillus johnsonii</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus reuteri</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> , <i>Lactobacillus fermentum</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i> , <i>Lactobacillus gasseri</i> , |
| <b><i>Bifidobacterium</i></b>    | <i>Bifidobacterium lactis</i> , <i>Bifidobacterium longum</i> , <i>Bifidobacterium thermophilum</i> , <i>Bifidobacterium breve</i> , <i>Bifidobacterium catenulatum</i> , <i>Bifidobacterium infantis</i> , <i>Bifidobacterium adolescentis</i> , <i>Bifidobacterium animalis</i> , <i>Bifidobacterium bifidum</i> ,   |
| <b><i>Streptococcus</i></b>      | <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Streptococcus oralis</i> , <i>Streptococcus sanguis</i> , <i>Streptococcus mitis</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> , <i>Streptococcus intermedius</i> ,   |
| <b><i>Peptostreptococcus</i></b> | <i>Peptostreptococcus productus</i>  |
| <b><i>Pediococcus</i></b>        | <i>Pediococcus cerevisiae</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>Pediococcus pentosaceus</i>   |
| <b><i>Propionibacterium</i></b>  | <i>Propionibacterium jensenii</i> , <i>Propionibacterium shermanii</i> , <i>Propionibacterium freudenreichii</i>   |
| <b><i>Enterococcus</i></b>       | <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Enterococcus faecium</i>   |
| <b><i>Bacterioides</i></b>       | <i>Bacterioides ruminicola</i> , <i>Bacterioides capillus</i> , <i>Bacterioides suis</i> , <i>Bacterioides uniformis</i> , <i>Bacterioides amylophilus</i>   |
| <b><i>Bacillus</i></b>           | <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus clausii</i> , <i>Bacillus coagulans</i> , <i>Bacillus polyfermenticus</i> , <i>Bacillus pumilus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus laterosporus</i> , <i>Bacillus lentus</i> , <i>Bacillus licheniformis</i>  |
| <b><i>Escherichia</i></b>        | <i>Escherichia coli</i> Nissle 1917  |
| <b><i>Küfler</i></b>             | <i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Aspergillus niger</i>   |
| <b><i>Mayalar</i></b>            | <i>Candida torulopsis</i> , <i>Saccharomyces boulardii</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i>   |

#### 1.1.4. Propolis

Propolis, arıların kovanlarını korumak amacıyla kullandığı, reçineli, sakızlı ve balzamik maddeler, balmumu, uçucu yağlar ve bazı bitki türlerinden toplanan polenlerden oluşan viskoz bir üründür (Irigoitı vd. 2021). Propolis, bal arıları (*Apis mellifera*) tarafından iğne yapraklı veya her dem yeşil ağaçların özsularından üretilir. Arılar, bu özsuyu kendi tükürük salgıları ve balmumu ile karıştırarak, kovanlarını inşa etmek ve korumak için kullandıkları yapışkan, koyu yeşil renkte bir madde haline getirir (Simone-Finstrom, Borba, Wilson ve Spivak 2017).

Propolis, MÖ 300'lerden itibaren hem besin takviyesi hem de genel sağlık için faydalı bir ilaç olarak kullanılmıştır. Tarihi kayıtlarda, propolisin tek başına ya da diğer maddelerle karıştırılarak etkili bir yara iyileştirici olarak kullanıldığı belirtilmiştir (Martinotti ve Ranzato, 2015). Propolis, bir arı ürünü olarak ilk kez Yunanlılar tarafından kullanılmış ve adını Yunanca "pro" (savunma) ve "polis" (şehir) kelimelerinin birleşiminden almıştır. Bu isim, arıların şehri olarak görülen kovanın savunmasını ifade etmektedir (Ghisalberti, 1979). Yunan yazıtlarında, propolisin diş çürüklerinin tedavisinde ve iltihaplı yaraların iyileştirilmesinde doğal bir antibiyotik olarak kullanıldığı belirtilmiştir. Roma döneminde ise, yara iyileşmesi için hazırlanan lapamsı karışımların temel bileşenlerinden biri olmuştur. Günümüzde propolis, sağladığı faydalar nedeniyle önemi artmış ve birçok hastalığın tedavisinde destekleyici olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Propolislerin bitkisel kaynakları, arıların topladıkları bitkisel reçineleri seçimine bağlı olarak farklılık gösterir. Bu bitkisel kökenlere ve başlıca bileşenlerine dayanarak yedi ana propolis türü ayırt edilmektedir: Kavak, Huş, Yeşil (alecrim), Kırmızı, Clusia, Pasifik ve Akdeniz. Her bir tür, coğrafi bölgeye ve bitki örtüsüne özgü farklı kimyasal özelliklere sahiptir (El-Guendouz, Lyoussi ve Miguel 2019). Propolis, kimyasal bileşimi bakımından şu oranlarda bileşenler içerir: yaklaşık %30 mum, %55 reçine ve balsam, %10 uçucu yağlar ve yağ asitleri, ve %5 polen. Bu dengeli yapı, propolisin biyolojik aktiviteleri ve kullanım alanları üzerinde etkili bir rol oynar (Li vd. 2022).

Dünya genelinde propolisin rengi, kaynaklandığı bitkisel materyale ve coğrafi bölgeye bağlı olarak değişiklik gösterir. Renk tonları genellikle koyu kahverenginden başlayarak kırmızımsı kahverengiye, sarıdan yeşilimsi tonlara kadar çeşitlilik gösterir. Bu renk farklılıkları, propolisin kimyasal bileşimini ve özelliklerini de etkileyebilir (Kasote vd. 2017). Bazı türleri kokusuz olsa da, propolis genellikle türüne bağlı olarak değişen belirgin bir

aromaya sahiptir. 10°C'nin altındaki sıcaklıklarda sert ve kırılğan bir yapıya sahip olan propolis, 10°C'nin üzerinde elastik ve yapışkan bir form alır. 80°C'de kısmen eriyen propolisin yanma sıcaklığı ise 100°C'ye kadar ulaşabilir (De Zordi vd. 2014).

### 1.1.5. Dünya genelindeki yaygın propolis türleri ve bitkisel kökeni

Dünya üzerindeki konumuna ve bitkisel kaynağına göre farklılık gösteren propolis türleri çeşitliliği kimyasal olarak içeriğine de yansımaktadır (Killavi ve Koçyiğit).

Çizelge 1.2 Dünya'da bilinen propolis kaynakları, orijinleri ve kimyasal özellikleri

| Coğrafik bölge   | Propolis türü       | Bitkisel kaynak           | Etken maddeler   |
|--|---------------------|---------------------------|--|
| Brezilya   | Yeşil Propolis      | <i>Baccharis</i> sp.      | Diterpenler, kafeoilkuinik asitler, prenil fenilpropanoidler |
| Ilıman Bölgeler (Avrupa, Kuzey Amerika, tropik olmayan Asya, Yeni Zelanda) | Kavak Propolisi     | <i>Populus</i> sp.        | Flavonlar, flavanonlar, sinnamik asitler ve esterleri        |
| Okinawa, Tayvan, Endonezya   | Pasifik propolisi   | <i>Macaranga tanarius</i> | C-prenil-flavanonları  |
| Malta, Sicilya, Yunanistan   | Akdeniz propolisi   | <i>Cupressus</i> sp.      | Diterpenler  |
| Rusya  | Huş Ağacı Propolisi | <i>Betula verrucosa</i>   | Flavonlar ve flavonoller ( <i>kavaktan farklı türde</i> )    |
| Meksika, Küba, Brezilya  | Kırmızı propolis    | <i>Dalbergia</i> sp.      | İzoflavonoidler, neoflavonoidler, pterokarpanlar, lignanlar  |
| Brezilya, Venezuela, Küba  | Clusia propolisi    | <i>Clusia</i> spp.        | Poliprenillenmiş benzofenonlar                               |

### 1.1.6. Propolisin Gıda Endüstrisinde Kullanımı

Doğal kullanım alanlarının genişliği sayesinde propolis, son dönemlerde insan sağlığını desteklemek ve hastalıkların önlenmesine katkı sağlamak amacıyla içeceklere eklenen popüler bir takviye haline gelmiştir (Almuhayawi, 2020). Son yıllarda, propolisin gıda endüstrisindeki kullanımıyla ilgili çalışmalar artış göstermiş ve elde edilen bulgular sektörde uygulanmaya başlanmıştır. Bu araştırmalarda, özellikle propolisin antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri ön plana çıkmaktadır. Bu özellikler sayesinde, propolisin gıdaların korunmasında ve raf ömrünün uzatılmasında etkili olması hedeflenmektedir. Gıda koruyucu olarak kullanılan propolisin, hem gıdaların doğal bozulma süreçlerini kontrol altına alması hem de patojenler

dahil olmak üzere mikroorganizmaların bulaşmasını ve çoğalmasını engellemesi beklenmektedir (Bankova, Popova ve Trusheva 2016).

Propolis ekstraktlarının çeşitli gıdaların muhafazasında kullanımıyla ilgili birçok başarılı çalışma gerçekleştirilmiştir. Süt, yoğurt, meyve suları, meyveler, sebzeler, yumurtalar, et ve balık ürünleri gibi farklı ürün gruplarını kapsayan bu çalışmaların kapsamı hızla genişlemektedir. Ayrıca, propolisin uygun bir kimyasal çözücü kullanılarak ekstrakte edilmesi, onun karakterizasyonu ve standardizasyonu açısından büyük önem taşımaktadır. Ancak, bu süreçlerin henüz tam anlamıyla oturmaması nedeniyle, propolisin gıda koruyucu bir katkı maddesi olarak geniş çaplı ticari kullanımı gerçekleşmediği gözlemlenmiştir (Luis-Villaroya vd. 2015).

Güvenli gıda üretimi kapsamında, kimyasal koruyuculara alternatif olarak propolisin doğal bir katkı maddesi şeklinde değerlendirilmesi üzerine çalışmalar başlatılmıştır. Gıda teknolojisinde propolisin kullanımına ilişkin araştırmalar genellikle olumlu sonuçlar ortaya koymaktadır. Bunun yanı sıra, propolisin gıdalara ilave edilmesi, duyuusal özelliklerde meydana gelen değişikliklerle birlikte bu alana yeni bir boyut kazandırmıştır (Atik ve Gümüş, 2017). Propolis, zengin bir besin içeriğine sahip olup özellikle B vitamini kompleksi, C vitamini, E vitamini ve pro-vitamin A açısından oldukça değerlidir. Bunun yanı sıra, kalsiyum, magnezyum, demir, silisyum, potasyum, fosfor, manganez, kobalt ve bakır gibi çeşitli mineraller ve eser elementler içermesiyle de dikkat çekmektedir (Besharati, Gholamalipour, Taghizadeh, Azhir ve Lackner 2024).

### **1.1.7. Propolisin Antioksidan Etkisi**

Doğal bir arı ürünü olan propolis, işlevsel özellikleri sayesinde son yıllarda büyük bir ilgi görmeye başlamıştır. Bu ilginin başlıca nedenlerinden biri, propolisin güçlü antioksidan etkisidir. Ayrıca, yapılan araştırmalar propolisin antioksidan, antiinflamatuvar, bağışıklık güçlendirici, antiviral, antimikrobiyal, karaciğeri koruyucu (hepatoprotektif), antitümör, yara iyileştirici ve antidiyabetik özellikler taşıdığını ortaya koymuştur (Karimian, Hadi, Pourmasoumi, Najafgholizadeh ve Ghavami 2019). Organizmada oluşan serbest radikaller, hücrel yaşlanmaya yol açarak kalp damar salığı hastalıkları, kanser, şeker, artrit, Parkinson ve Alzheimer gibi birçok hastalığın gelişimine zemin hazırlamaktadır. Vücut, serbest radikalleri temizlemek için temel antioksidan enzimler olan SOD (süperoksit dismutaz), CAT (katalaz), GPx (glutasyon peroksidaz) ve GR (glutasyon redüktaz) gibi mekanizmalar kullanır. Ancak,

oksidan madde seviyesi antioksidan enzimlerin kapasitesini aştığında, antioksidan vitaminler devreye girerek ikincil bir savunma hattı oluşturur (Bozkurt, 2010). Antioksidanlar, serbest radikalleri engelleyebilen veya etkilerini yavaşlatabilen moleküllerdir. Bu etkileri, antiinflamatuvar özellikler ve karaciğer koruyucu etkilerle yakından ilişkilidir. Bitkisel kaynaklara bağlı olarak fenolik bileşenlerin miktarı ve türü değişiklik gösterse de, antioksidan etkinliğin varlığı bilimsel olarak kanıtlanmıştır (Güney ve Yılmaz, 2013).

#### **1.1.8. Propolisin Antimikrobiyal Etkisi**

Son yıllarda dikkat çeken propolisin, güçlü antimikrobiyal özelliklere sahip olduğu ve insan sağlığı için önemli vitaminler, mineraller ve eser elementler içerdiği yapılan araştırmalarla tespit edilmiştir (Aksoy ve Dığra, 2006). Propolisin antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri, lipid oksidasyonunu engelleme ve böylece gıda ürünlerinin raf ömrünü uzatma potansiyeli nedeniyle gıda endüstrisi için büyük önem taşımaktadır. Bu etkiler, propolisin içerdiği kafeik asit, feniletıl, flavanol, ester flavonoid ve galangin gibi kimyasal bileşiklerin varlığına bağlanmaktadır. Bu bileşikler, özellikle bakteriyel RNA polimerazını inhibe ederek etki mekanizmalarını devreye sokar (Almuhayawi, 2020). Propolisin in vitro antibakteriyel aktivitesi, birçok Gram-pozitif bakteri üzerinde, Gram-negatif bakterilere kıyasla daha güçlü bir antimikrobiyal etki gösterdiği araştırmalarla kanıtlanmıştır (Przybyłek ve Karpiński, 2019). Ayrıca, fenolik asitler ve flavonoidler gibi doğal bileşikler, besin değerini artırmak, gıda mantar bozulmasını azaltmak ve et, yoğurt, peynir, kremalı peynirler dahil olmak üzere süt ve diğer süt ürünleri gibi birçok gıdanın raf ömrünü uzatmak için gıdalarda kullanılabilir (İbrahim ve Alqurashi, 2022).

#### **1.1.9. Laktik Asit ile Propolis Ekstraktı**

Propolisin alternatif çözücülerle işlenmesi, onların kullanımı konusunda endişelere yol açmaktadır. Mevcut çözücüler değerlendirildiğinde, çözme etkinliği yüksek olan çözücüler insan sağlığı açısından olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir. Öte yandan propolisin sağladığı fenolik içerik, zararsız solvent alternatifleri ile daha düşük olarak bildirilmekte ve bu numunelerden üretilen terapötik preparatların daha az etkili olduğu görülmüştür (Bakkaloğlu ve Arıcı, 2019).

Yüksek fenolik bileşikleri çözen geleneksel kimyasal çözücüler genellikle son derece yanıcı ve zehirlidir. Bu nedenle, birçok araştırma tehlikeli solventleri daha “çevre dostu” alternatiflerle değiştirmeye odaklanmaktadır. Yeni, çevre dostu ve tehlike arz etmeyen

çözücüler geliştirmek, “Yeşil Kimya” (Green Chemistry) daki kritik konulardan biridir. Biyokütleden türetilen kimyasallarla, "sürdürülebilir" veya "yeşil" çözücülerin aranmasında umut verici fırsatlar sunulmuştur. Propolis ekstraksiyonu için solvent seçimi nihai üründeki biyoaktif madde miktarını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite çözücü seçimine bağlı olabilir. Son zamanlarda, bitki materyallerinden fenolik bileşikler çıkarmak için laktik asit kullanılmaya başlanmıştır (Atayoglu vd. 2023).

Bilindiği üzere, laktik asit (L(+)-laktik asit, geleneksel adıyla süt asidi,  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ ) gıda teknolojisinde oldukça önemli bir yere sahip olan ve insan vücudunda doğal olarak bulunan organik bir hidroksi asittir. Saf laktik asit renksiz ve higroskopik bir sıvıdır; sudaki kısmi dissosiyasyonu ve ilişkili asitlik sabiti ( $K_a=1.38 \times 10^{-4}$ ) nedeniyle zayıf bir asit olarak tanımlanabilir. Laktik asit, laktik kültürlerin yer aldığı tüm fermente ürünlerde söz konusu mikroorganizmaların metabolik faaliyetleri sonucu oluşup, bu ürünlerde doğal olarak bulunmaktadır. Toksik olmayan ve ADI değeri olmayan bir gıda katkı maddesi olarak da onaylanan laktik asit çeşitli gıda ürünlerinde (unlu mamüller, içecekler, et ürünleri, şekerlemeler, soslar, hazır yemekler vs.) doğal bir koruyucu, asitlik (pH) ve tat düzenleyici olarak da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Ameen ve Caruso, 2017; Igoe, 2011; Mohanty vd., 2015).

Laktik asidin, propolis için iyi bir çözücü olabileceği de belirtilmektedir. Bu çerçevede, oldukça yakın zamanda laktik asidin propolis ekstraksiyon işlemi için kullanımı üzerine bir çalışma yapılmıştır (Atayoglu vd. 2023). Söz konusu çalışmada % 80'lik laktik asit kullanılarak ekstrakte edilen propolisin fenolik bileşikler ve antioksidan aktivitesi aynı koşullardaki etanol ekstraktı ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Her iki grupta yer alan ekstraktlar, karşılaştırma için farklı konsantrasyonlarda (% 10, 20, 30 ve % 40 propolis) hazırlanmış olup, elde edilen çözeltilerde LC-MS/MS prosedürü ile fenolik bileşikler belirlenmiş ve DPPH ve CUPRAC yöntemleri ile antioksidan aktivite analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, % 40 propolis-laktik asit çözeltisindeki toplam fenolik içeriğin, aynı konsantrasyondaki etanol-propolis çözeltisinden önemli ölçüde yüksek olduğu belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ).

Bayır ve Bilgin (2019) yaptıkları çalışmada, probiyotik yoğurtlara farklı oranlarda tarçın ilave edilerek yoğurdun mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Tarçın oranları %0 (kontrol grubu), %0.3, %1 ve %2.5 olarak ayarlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, tarçın eklenmesinin duyuşal kaliteyi olumlu yönde etkilediğini, ancak

yüksek konsantrasyonlarda laktik asit bakterilerinin sayısında azalmaya yol açtığını göstermiştir.

Alvarado vd. (2024) yapılan çalışmada, probiyotik yoğurda bal eklenmesinin etkilerini, özellikle sindirim sürecinde *Bifidobacterium animalis*'ın hayatta kalma oranları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Laboratuvar simülasyonları ve klinik çalışmalardan elde edilen veriler, bal eklenen yoğurdun özellikle yonca balının bağırsakta probiyotik canlılığını destekleyebileceğini göstermektedir. Akdeniz diyetlerinde sıkça bulunan bu kombinasyonun, sindirim süresini belirgin şekilde etkilemeden probiyotiklerin yaşam süresini artırabileceği belirtilmiştir. Sonuçlar, balın, yoğurt formülasyonlarında probiyotik faydalarını destekleyebilecek doğal bir katkı maddesi olabileceğini ortaya koymuştur.

Maftai vd. (2024) tarafından yapılan çalışmada, yoğurttaki probiyotiklerin sağlık üzerindeki olumlu etkileri öne çıkarılmış, özellikle gastrointestinal ve bağışıklık sistemine sağladıkları faydaları vurgulamıştır. Çalışmada, yoğurtta sıkça bulunan *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* gibi probiyotik türleri incelenmiş; bu türlerin iltihabı azaltma, bağırsak mikrobiyota dengesini destekleme ve laktoz intoleransı ile irritabl bağırsak sendromu gibi rahatsızlıkların belirtilerini hafifletme konusundaki rollerine dikkat çekilmiştir. İnceleme, bağırsak sağlığı ve genel sağlık üzerindeki önemli etkileri nedeniyle, bu tür probiyotiklerin fonksiyonel gıdalara katılma eğiliminin giderek arttığını vurgulamaktadır.

Espírito Santo, Perego, Converti ve Oliveira (2012) yaptıkları bu çalışmada iki süt türüyle yapılan probiyotik yoğurtlara çarkıfelek meyvesi kabuğu tozu (PFPP) eklenmesinin fermantasyon kinetiği ve doku parametreleri, asitlendirme sonrası ve bakteri sayıları üzerindeki etkisi, 4°C'de 28 günlük depolama süresince değerlendirmiştir. Sütler *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve bir probiyotik bakteri suşu: *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* tarafından fermente edilmiştir. Ekledikleri probiyotik bakteriler sayesinde kısa sürede fermente edilmiştir. PFPP'li yoğurtlar kontrol yoğurtlarına kıyasla yoğurtlardaki titrasyon asitliği önemli ölçüde daha yüksekti ve yağsız yoğurtlarda tam yoğurtlara göre daha yüksek çıkmıştır.

Atik vd. (2020) yapılan bu çalışmada chia tohumu müsilağı (CSM) ve guar zamkının (GG) %1, 2 ve 3 konsantrasyonlarında kullanımının yoğurtların tekstürel ve mikroyapısal özellikleri üzerindeki etkisine odaklanmıştır. Guar zamk ile karşılaştırıldığında artan chia tohumu müsilağı konsantrasyonları ile iyileşen daha yüksek antioksidan aktivite sağlamıştır.

Chia tohumu müsilağı ve guar zamkı içeren yoğurtların tekstürel özelliklerinde bir iyileşme gözlenmiştir ancak %2'ye kadar chia tohumu müsilağı konsantrasyonlarının sertlik üzerinde daha iyi etki sağladığı görülmüştür. Chia tohumu müsilağı set tipi yoğurt üretiminde sertlik ve tutarlılığı arttırarak ve sinerezi azaltarak alternatif bir stabilizatör olarak kullanılabilir. Ayrıca duysal özellikleri bakımından endüstriyel yoğurt üretimine uygundur.

Okur, Dayıoğlu, Duman ve Köten (2019) bu çalışmada ilavesiz yoğurt (kontrol) ve farklı oranlarda (%2.5,%5,%10,%15) örek otu balı ilaveli set tipi yoğurtların depolamanın 1, 7, 14 ve 28. günlerinde analizleri gerçekleştirilmiştir. Çörek otu balı ilavesi *Streptococcus thermophilus* (*Str. thermophilus*) sayısını etkilerken, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (*Lb. del. subsp. bulgaricus*) sayısını önemli düzeyde etkilememiştir. Çörek otu balı kullanımının pH ve serum ayrılması değerleri üzerindeki etkisi istatistiki olarak önemli saptanmıştır.

Qin vd. (2024) alışmasında, fasulye (bezelye, bakla, nohut) ve süt (Holstein, Jersey, keçi) bazlı set tipi yoğurtların fizikokimyasal ve yapısal özellikleri karşılaştırılmıştır. Fasulye bazlı yoğurtlar kırmızımsı renkte, yüksek yapışkanlıkta ve kompakt protein yapısına sahipken; süt bazlı yoğurtlar daha yüksek asitlik, düşük pH ve gözenekli yapı göstermiştir. Bakla yoğurdu en yüksek yapışkanlık ve sertliği gösterirken, keçi yoğurdu en düşük viskoziteye sahip olmuştur. Duysal olarak bakla ve Jersey sütü yoğurtları daha çok beğenilmiştir. Bu bulgular, baklagil bazlı alternatif yoğurtların geliştirilmesine ışık tutmaktadır.

Demirci vd. (2020) bu çalışmada yoğurtlara sıcak ve soğuk kırma domates tozlarının eklenerek su tutma kapasitesi gibi fiziksel özellikleri olumsuz yönde etkilememiştir, ancak bu tozlar sertlik ve kıvam gibi bazı dokusal parametrelerde azalmaya neden olmuştur. DPPH, ABTS ve toplam fenolik içeriğini iyileştirmiş, *S. thermophilus*'un hayatta kalmasında bir fark görülmezken, *L. bulgaricus* sayıları kontrol ile karşılaştırıldığında deneysel yoğurtlarda daha yüksek kalmıştır. %0,5 soğuk kırma domates, %0,5 sıcak kırma domates ve %2 sıcak kırma domates içeren probiyotik yoğurtlar, 21 günlük soğuk depolama süresince en yüksek *L. paracasei* sayılarını göstermiştir.

Karlton Senaye, Tahergorabi, Giddings ve Ibrahim (2015) bu çalışmada, zamkların soğutulmuş süt ieceklerindeki dört *Lactobacillus* suşunun canlılığı ve  $\beta$ -galaktozidaz aktivitesi üzerindeki etkisini incelenmiştir. Zamkların eklenmesi süt örneklerindeki *Lactobacillus* suşlarının canlılığını iyileştirdiğini göstermiş, depolama süresi boyunca *L. rhamnosus* ve *L.*

*reuteri* suşları için önemli ölçüde ( $P < 0,05$ ) daha yüksek canlılık sayılarına yol açtığı için karragenan-maltodekstrin en etkili madde olarak bulunmuştur. Guar-harnup fasulyesi-karragenan eklenmesi, *L. rhamnosus* GG101 ve *L. rhamnosus* GG103'teki  $\beta$ -galaktozidaz canlılığını artırmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular, süt içeceğine zamkların eklenmesinin, *Lactobacillus*'un canlılığını iyileştirmek ve  $\beta$ -galaktozidaz aktivitesi seviyelerini artırmak için işlevsel bir bileşen olarak hizmet edebileceğini göstermişlerdir.

Bai vd. (2020) yaptıkları çalışmada *Lactobacillus casei* Zhang kullanımı ile probiyotik türünün yoğurt fermantasyon süresini kısaltmada ve yoğurdun teknolojik özelliklerini geliştirmede etkili olduğu bulunmuştur. Elde edilen bulgular, *L. casei* Zhang'ın bakteriyel canlılığı, reolojik özellikleri ve dokusal yapıyı iyileştirdiğini, ayrıca buzdolabında saklama süresince yoğurdun stabilitesini artırdığını göstermektedir. Araştırmada, probiyotik yoğurtta, yüksek miktarda ekzopolisakkarit üretimi gözlemlenmiştir. Bu, yoğurdun viskozitesini ve yapısal ağını güçlendirerek yoğurdun stabilitesine olumlu katkı sağlar ve bu nedenle arzu edilen bir özelliktir. Bu bulgular, *L. casei* Zhang'ın hem etkili bir başlatıcı kültür olduğunu hem de yoğurdun viskozitesini iyileştirme potansiyeli taşıdığını göstermektedir.

Yu, vd. (2025) çarkı felek meyvesi kabuğundan elde edilen pektik polisakkarit (PFP-T) ile turunçgil pektini (CP) karşılaştırılarak, düşük yağlı yoğurdun fizikokimyasal, dokusal ve duyu özelliklerine etkileri incelenmiştir. Sonuçlar, her iki pektinin de yoğurdun fermantasyon hızı, su tutma kapasitesi, dokusu ve reolojik özelliklerini iyileştirdiğini göstermektedir. Özellikle %0,025 PFP-T, laktik asit bakterileri, titrasyon asidliği, partikül boyutu ve Zeta potansiyelini artırmış, lezzet ve uçucu bileşik bileşimlerini iyileştirmiştir. PFP-T'nin kazeinle elektrostatik etkileşimler yoluyla daha stabil bir protein jel yapısı oluşturduğu ve bu sayede ürünün 21 gün boyunca daha kararlı kaldığı görülmüştür. Bu bulgular, PFP-T'nin düşük yağlı yoğurdun kalitesini artırarak, yağın yerini alma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Sah, Vasiljevic, McKechnie, ve Donkor, (2014) yaptıkları çalışma, yoğurtta laktik asit bakterileri ve probiyotiklerin peptit salınımını incelemişlerdir. Sentetik terapötiklerin kullanımına bağlı riskler nedeniyle, biyoaktif peptitler üzerine yapılan araştırmalar artmaktadır. Çalışma, yoğurtta bulunan *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* ve *Lactobacillus paracasei* türlerinin proteolitik aktivitelerini incelemiştir. Ham peptitler yüksek hızlı santrifüjleme ile ayrılmış ve antioksidan ile antimitojenik aktiviteler açısından test edilmiştir. Proteoliz derecesi, bu biyoaktivitelerle güçlü bir ilişki göstermiştir ve tüm kültürlerin örnekleri,

kontrol örneğinin iki katı bir değere (%11,91) sahip olmuştur. Peptitler, güçlü bir radikal temizleme aktivitesi ve antimutajenik özellikler göstermiştir (IC50 değerleri sırasıyla 1,51 ve 1,63 mg/ml, antimutajenik etkinlik %26,35). Bu sonuçlar, bu probiyotiklerin biyoaktif peptit üretimini artırarak, yeni ürünlerde veya antikanser peptitlerinin üretiminde ticari uygulama potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Mousavi, Heshmati, Garmakhany, Vahidinia, ve Taheri, (2019) yaptıkları çalışmada, *Lactobacillus acidophilus* ve keten tohumu içeren sinbiyotik yoğurt üretimi için yanıt yüzey metodolojisi kullanılmıştır. Deneyler, keten tohumu konsantrasyonu (%0-4) ve depolama süresi (1-28 gün) olmak üzere iki bağımsız değişkenle merkezi bileşik tasarım (CCD) ile planlanmıştır. Yoğurdun fizikokimyasal, dokusal ve duyuşal özellikleri değerlendirilmiş ve optimize edilmiştir. Sonuçlar, keten tohumu konsantrasyonu ve depolama süresinin, *L. acidophilus*'un canlılığını ve yoğurdun doku ile duyuşal özelliklerini önemli ölçüde etkilemiştir. Keten tohumu eklenmesi, *L. acidophilus* büyümesini (8,82 kob/mL) artırmış, bu da kontrol örneğine (6,87 kob/mL) göre bir artışa neden olmuştur. Ayrıca, yoğurdun viskozitesi, sertliği, kohesifliği, yapışkanlığı ve su tutma kapasitesi artmış, ancak sinerez ve yapışkanlık azalmıştır. Yüksek keten tohumu seviyeleri, yoğurdun istenen duyuşal niteliklerini olumsuz etkilemiştir. Genel olarak, %4 keten tohumu eklenmiş probiyotik yoğurt, buzdolabında saklandığında yaklaşık 13 gün boyunca uygun özelliklerini koruyarak %76,8 arzu edirlilik oranı ile fonksiyonel bir gıda ürünü olarak kullanılabilir.

Gunes-Bayir, Bilgin, Guclu, Pogda, ve Dadak, (2022) SARS-CoV-2 gibi ciddi viral enfeksiyon riskini azaltmaya yardımcı olabilecek probiyotik, propolis ve tarçın içeren yeni bir fonksiyonel gıda ürünü geliştirilmiştir. Yoğurtlar, farklı konsantrasyonlarda (%0,03) propolis ve tarçın içeren başlatıcı kültürlerle hazırlanmıştır (%0,3, %1 ve %2,5). *Bifidobacterium animalis ssp. lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, yoğurt üretiminde kullanılan mikroorganizmalar olmuştur. Kimyasal analiz, propolis ve tarçın eklenmesinin yağ içeriğini azalttığını göstermiştir. Propolis, *Bifidobacterium animalis ssp. lactis* ve *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* kolonilerinde anlamlı bir baskılama etkisi göstermiştir ( $p < 0,05$ ). Bu baskılayıcı etki, artan tarçın konsantrasyonlarında azalmıştır. Ayrıca, tüm ürünlerde *Lactobacillus acidophilus* için koloni sayısında anlamlı bir azalma gözlemlenmiştir. Ancak, tüm örnekler, ürünün  $\geq 10^6$  canlı hücre/g'lık önerilen seviyesini karşılamaktadır. Propolis, *Streptococcus thermophilus* üzerindeki koloni sayısını artırarak ters etki yapmıştır. Propolis (%0,03) ve tarçın (%2,5) içeren

probiyotik yoğurt örnekleri, kontrole kıyasla duyuşal değerlendirmede en yüksek puanı almıştır.

Korkmaz vd. (2021) maca (*Lepidium meyenii*) tozu ve propolis ekstraktı ilavesinin ev yapımı yoğurda etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, *Lactobacillus* sp. en yüksek maca içermeyen yoğurtlarda canlı kalabilmiştir. Depolama sırasında farklı yoğurtlardaki *Lactobacillus* sayısındaki değişim önemsiz bulunmuştur. Yoğurtların pH seviyeleri 1. günden 7. güne kadar önemli ölçüde azalmıştır ( $p < 0,05$ ). Yoğurtların sinerezisi zamanla azalmış, WHC değerleri önemli ölçüde artmıştır. Santos vd. (2019), yaptıkları çalışmada, geleneksel yoğurta kullanılan potasyum sorbat yerine Brezilya kırmızı propolisi kullanılarak üretilen probiyotik yoğurta kalite parametrelerini değerlendirilmişlerdir. Potasyum sorbatın yerine kırmızı propolis (%0,05) eklenmesi pH, asitlik, yağ asidi profili, kimyasal bileşim veya raf ömrünü değiştirmemiştir. En az 28 günlük mikrobiyolojik stabilite elde edilirken, buzdolabında depolama sırasında kontrol örneğinde laktik asit bakteri içeriğinde ciddi bir azalma gözlenmiştir. Ayrıca kırmızı propolisli yoğurdun daha yüksek fenolik madde içeriği gösterdiğini bildirmişlerdir.

Kalyas ve Ürkek, (2022) bu araştırmada, yoğurt üretiminde beş farklı keten tohumu tozu (FSP) oranı (%0, %0,25, %0,50, %0,75 ve %1) kullanılmış ve örnekler 28 gün boyunca buzdolabında (+4 °C) saklanmıştır. Çalışma, FSP ve depolama süresinin yoğurtların asitlik, pH, sinerezis, su tutma kapasitesi, reolojik özellikler, viskozite, kolorimetrik, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikler üzerindeki etkilerini incelemiştir. FSP eklenmesiyle, yoğurtların asidik değerleri ve sinerezis azalmış, pH ve su tutma kapasitesi ise artmıştır. %1 FSP içeren örnek dışında, FSP oranına bağlı olarak viskozite (50 ve 100 rpm) ve kıvam katsayısında artış gözlemlenmiştir. Tüm yoğurt örnekleri psödoplastik akış davranışı göstermiştir. Kolorimetrik parametrelerde FSP eklenmesiyle önemli değişiklikler meydana gelmiş ve L\* ve beyaz indeks değerlerinde azalma görülmüştür. Diğer kolorimetrik parametrelerde, FSP ilavesi ve depolama süresine bağlı olarak farklılıklar tespit edilmiştir. FSP'nin, *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* sayımlarını olumsuz etkilediği gözlemlenmemiştir. Mikrobiyolojik analizler, yoğurtların Codex Alimentarius ve Türk Gıda Kodeksi'ne uygun olduğunu göstermiştir. Duyuşal değerlendirmede, %1 FSP içeren örnek en düşük puanı almış, bu nedenle FSP'nin %0,75'ten fazla kullanılmaması gerektiği sonucuna varılmıştır. Yoğurtlarda %0,25 FSP kullanımı, fizikokimyasal, reolojik ve duyuşal özellikleri iyileştirmek için önerilmektedir.

Srisuvor, Chinprahast, Prakitchaiwattana, ve Subhimaros (2013) yaptıkları çalışmada, düşük yağlı set yoğurdun kalite nitelikleri üzerine iki prebiyotiğin (yağ ikame edicileri olarak) türü ve düzeyinin etkisi incelenmiştir. İnülin ve polidekstroz olmak üzere iki prebiyotik, her biri 100 mL'de sırasıyla 1, 2 veya 3 g oranında eklenerek yoğurt örnekleri hazırlanmıştır. Her iki prebiyotiğin de eklenmesi, yoğurdun fiziksel ve duyuşal özelliklerini iyileştirmiştir. Özellikle, 2 g polidekstroz/100 mL oranı en uygun düzey olarak belirlenmiştir. İkinci aşamada, *Lactobacillus paracasei* Lpc-37 ile kültürlenmiş probiyotik yoğurt, muz püresi ile birleştirilerek meyve bazlı bir ürün hazırlanmıştır. Hazırlanan bu yoğurt, 21 günlük depolama süresi boyunca bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikler açısından izlenmiştir. Probiyotiklerin sayısı, depolama süresi boyunca 8,86 log kob/g seviyesinde kalmış ve bu, oldukça kabul edilebilir bir düzey olarak belirlenmiştir. Ancak, yoğurdun fiziksel özelliklerinde, özellikle 14. günden sonra, kademeli bir bozulma gözlemlenmiştir. Bu bulgular, prebiyotiklerin ve probiyotiklerin düşük yağlı yoğurtların kalitesini iyileştirme potansiyeline sahip olduğunu ve uzun süreli depolamanın bazı fiziksel özelliklerde değişikliklere neden olabileceğini göstermektedir.

Vital vd. (2015) yaptıkları çalışmada, sütle *Pleurotus ostreatus* (POE) sulu özütü eklenerek farklı fonksiyonel ve reolojik özelliklere sahip yoğurtlar üretilmiştir. Yoğurtların *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* canlı sayıları, pH, laktik asit üretimi, reolojik ve yapısal özellikleri (sinerez, doku profili, renk ve mikro yapı), antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde içeriği 28 günlük soğuk depolama süresi boyunca izlenmiştir. Sonuçlar, POE eklenmesinin *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* sayılarını artırdığını göstermiştir. POE'li az yağlı yoğurtlar, daha düşük sinerez ve sertlik ile daha fazla yapışkanlık, esneklik ve kohezyon sergilemiştir. Ayrıca, POE içeren yoğurtlar daha koyu renkte, daha fazla polifenol içeriyor ve soğuk depolama süresince daha yüksek antioksidan aktiviteye sahipti. Genel olarak, POE'nin fonksiyonel aktiviteye sahip az yağlı yoğurt üretmek ve reolojik özellikleri iyileştirmek için kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Mohsin vd. (2019) bu çalışmada, deve sütünün zayıf lor oluşumunu iyileştirmek ve tüketici kabul edilebilirliğini artırmak amacıyla ksantan zankı ve hurma ezmesi eklenmiştir. Ksantan zankı, sertlik faktörünü artırmak için kullanılmış, hurma ezmesi ise tüketici kabulünü iyileştirmek için eklenmiştir. Biyosentezlenmiş ksantan (BX) ve kontrol olarak %1 jelatin ile yapılan yoğurt örneklerinin kalite değerlendirmesi, 7 günlük aralıklarla yapılan dört depolama çalışması ile yapılmıştır. Ayrıca, reolojik ölçümler yapılmış ve veriler Herschel-Bulkley modeliyle analiz edilmiştir. BX eklenmiş deve sütü hurma yoğurdu (CMDY), psödoplastik sıvı

özellikleri göstererek kayma incelme davranışı sergilemiştir. Reolojik özellikler, BX konsantrasyonunun artmasıyla iyileşmiştir; %0,75 BX ilavesi en iyi dokuya sahip yoğurdu üretmiş ve  $445 \pm 34,11$  g ortalama sertlik elde edilmiştir. Konfokal CSLM ve SEM mikrografları, tüm yoğurt örneklerinin mikro yapısını göstermiş ve %0,75 BX ilavesiyle kazein misel ağının güçlendiği görülmüştür. Ayrıca, %10 hurma ezmesi ile %0,75 BX ilavesi, CMDY'nin duyuusal özelliklerini önemli ölçüde artırmıştır.

Özcan ve Yıldız (2016) yaptıkları çalışmada, kontrol (K), balkabağı püresi (YBK), havuç püresi (YHA), bezelye püresi (YBE) ve kabak püresi (YYK) olmak üzere beş farklı set tipi yoğurt üretmişlerdir. Yoğurttaki *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*'un canlı hücre sayıları, sebze pürelerinde bulunan diyet lifinin büyümelerini teşvik etmesi nedeniyle artmıştır. Sebze püresi ilavesi, yoğurdun pH, titrasyon asitliği, peynir altı suyu ayrımı, duyuusal özellikler ve dokusal nitelikler üzerinde belirgin etkiler yapmıştır. Havuç püresi içeren yoğurttan en yüksek viskozite indeksi, kıvam ve sertlik gözlemlenirken, kabak püresi içeren örnekler daha az kompakt yapı ve dokusal özellikler sunmuştur. Sonuç olarak, çalışma, kullanılan sebze pürelerinin set tipi yağsız yoğurdun dokusal özelliklerini iyileştirmede faydalı bir rol oynadığını ve fonksiyonel bileşenlere sahip süt ürünlerinin geliştirilmesinde kullanılabileceğini göstermektedir.

Güneş Bayir ve Bilgin, (2019) bu çalışmada, probiyotik yoğurtlara farklı konsantrasyonlarda eklenen karanfilin mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuusal özellikler üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Yoğurtlar, standart yoğurt ve probiyotik kültürlerle üretilmiştir. Dört grup oluşturulmuş ve her gruba sırasıyla %0, %0,1, %0,3 ve %1 oranlarında toz karanfil eklenmiştir. Karanfil eklemenin *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus acidophilus* üzerinde antibakteriyel etki gösterdiğini ve karanfil konsantrasyonuna bağlı olarak *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* ve *Bifidobacterium animalis subsp. Lactis* miktarını da etkilediğini ( $P < 0,05$ ) göstermiştir. Ayrıca, yoğurtların pH'ı, yağsız kuru madde oranı ve yağ içeriği de karanfil eklenmesiyle değişmiştir. Duyusal değerlendirmede, %0,1 ve %0,3 karanfil eklenen probiyotik yoğurtlar, kontrol grubuna daha yakın puanlar almıştır. Bu sonuçlar, karanfil eklemenin probiyotik yoğurdun mikrobiyal ve kimyasal kalitesini artırdığını, ancak duyuusal özellikler üzerinde sınırlı bir olumlu etki yarattığını göstermektedir.

Tirioni, Bernardi, Colombo ve Stella, (2015) çalışmalarında, küçük ölçekli bir süt tesisinde üretilen aromasız ve çilekli yoğurtların mikrobiyolojik özellikleri üzerinde üç farklı deneme yapılmıştır. İlk denemede, ürünlerin mikrobiyolojik raf ömrü 4, 8 ve 20 °C'de

incelenmiştir. 4 °C'de her iki yoğurdun canlı mikroorganizma sayıları düşük kalmış, çilekli yoğurtun potasyum sorbat içerdiği için mikroorganizma yükü aromasız yoğurttan daha düşük bulunmuştur. 18°C'de ise mayalar hızla çoğalmıştır. İkinci denemede, *Escherichia coli* ve *Listeria monocytogenes* bakterileri eklenmiş ve asidik koşullar nedeniyle her iki bakteri türü de hızla azalmıştır; ancak *L. monocytogenes*'in varlığı deneyin sonunda hala tespit edilmiştir. Son denemede, ürünlere eklenen *L. monocytogenes*'in yabancı ve aside adapte olmuş suşları arasında anlamlı bir fark bulunmamış, bu da hızlı adaptasyonun etkisiyle açıklanmıştır.

Prabhurajeshwar ve Chandrakanth (2019) yaptıkları çalışmada Gulbarga pazarından elde edilen ticari yoğurt örneklerinden izole edilen *Lactobacillus* suşlarının in vitro probiyotik özelliklerini değerlendirmiştir. İzolatlar; asit, NaCl ve safra toleransı, patojenlere karşı antimikrobiyal etki, hücre yüzeyi özellikleri gibi probiyotik özellikler açısından olumlu sonuçlar göstermiştir. Ayrıca tüm suşlar çeşitli antibiyotiklere duyarlı bulunmuştur. Elde edilen veriler, bu suşların probiyotik uygulamalar için potansiyel taşıdığını göstermektedir. *Lactobacillus* türlerinin önceki çalışmalara kıyasla daha güçlü probiyotik özellikler sergilemesi, bu alanda ileri araştırmaların gerekliliğini ortaya koymaktadır. Çalışma ayrıca, söz konusu izolatların gastrointestinal ve enterik enfeksiyonların önlenmesinde biyoterapötik ajanlar olarak kullanılabileceğine dair umut verici kanıtlar sunmakta olup, bu potansiyelin doğrulanabilmesi için in vivo çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Santos vd. (2020), yoğurtta doğal katkı maddesi olarak kırmızı propolis özütünün kullanımını amaçlamıştır. Yoğurt, ticari yoğurtta kullanılan kimyasal potasyum sorbat yerine kırmızı propolis özütü (YRP) ile üretilmiştir. Yapılan analizlerde, numunelerin görünür viskozite ve doku ölçümleri kontrol örnekleri ile benzer bulunmuştur. Duyusal değerlendirme sonuçları, YRP numunelerinin hedonik ölçekte ortalama 9 puan alarak, ticari yoğurt (CY) ile aynı puanı elde ettiğini göstermiştir. Satın alma niyeti açısından, YRP numuneleri tüketicilerin %64,45'i tarafından olumlu, CY numuneleri ise %68,89'u tarafından olumlu değerlendirilmiştir. Tat, doku, aroma ve kıvam açısından her iki numune de 8 ila 10 puan aralığında değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, kırmızı propolisle üretilmiş yoğurdun Brezilya pazarında ticarileştirilme potansiyeli taşıdığı söylenebilir.

Kalyas ve Ürkek, (2020) yaptıkları çalışmada farklı oranlarda (%0, %0.5 ve %1) siyah üzüm çekirdeği tozu (ÜÇT) eklenen yoğurtların kalite özelliklerini incelemiştir. Sonuçlar, pH değerlerinin depolama süresiyle birlikte düştüğünü, asitlik değerlerinin ise ÜÇT ilavesiyle arttığını göstermiştir. Tüm örneklerde serum ayrılması değerleri, depolama süresinin sonunda

düşmüştür. %1 ÜÇT içeren yoğurt örneği, en yüksek viskozite ve kıvam katsayısı değerlerine sahip olmuştur. Renk analizlerinde, L\*, b\* ve C\* değerleri ÜÇT ilavesiyle düşerken, a\* değeri yükselmiştir. %0,5 ve %1 ÜÇT içeren yoğurt örnekleri, duyuşal değerlendirmede kontrol örneğinden daha düşük puanlar almıştır. Sonuç olarak, ÜÇT'nin doğal bir renklendirici olarak yoğurtların reolojik değerlerini ve viskozitesini iyileştirmek için kullanılabilereği, ancak daha düşük konsantrasyonlarda denenmesi gerektiği, çünkü ÜÇT'nin duyuşal özellikleri olumsuz etkileyebileceği belirtilmiştir.

Stepanović, Antić, Dakić, ve Švabić-Vlahović, (2003) Sırbistan'ın farklı bölgelerinden alınan 13 propolis örneğinin etanolik ekstraktlarının 39 mikroorganizmaya (14'ü antibiyotiklere dirençli veya çoklu dirençli) karşı antimikrobiyal özelliklerini incelemek ve propolis ile antibiyotikler arasındaki sinerjistik etkileşimi değerlendirmektir. Propolis örneğlerinin antimikrobiyal aktiviteleri agar difüzyon ve agar seyreltme yöntemleriyle ölçülmüştür. Antimikrobiyallerle sinerjistik etki, subinhibitör konsantrasyonlarda propolis içeren agar disk difüzyon yöntemiyle test edilmiştir. Sonuçlar, propolisin Gram-pozitif bakterilere (%0,078-1,25) ve mayalara (%0,16-1,25) karşı önemli antimikrobiyal aktiviteler gösterdiğini, ancak Gram-negatif bakterilerin daha az duyarlı olduğunu (%1,25-5) ortaya koymuştur. *Enterococcus faecalis* en dirençli Gram-pozitif bakteri, *Salmonella* spp. en dirençli Gram-negatif bakteri ve *Candida albicans* en dirençli maya türü olmuştur. Ayrıca, propolis, bazı antibiyotiklerle sinerjik etkileşim göstererek antifungal aktiviteleri artırmıştır. Propolisin tek başına veya antibiyotik ve antifungal kombinasyonlarıyla gösterdiğ i antimikrobiyal potansiyel, tıbbi alanda önemli bir ilgiye sahip olmuştur.

Tosun, Arslan ve Öner (2011) yoğurt üretiminde farklı oranlarda (%5, %10, %15) peynir altı suyu kullanılarak ürün kalitesine etkileri değerlendirmişlerdir. Kontrol grubuna peynir altı suyu eklenmeden hazırlanmıştır. Üretilen yoğurtlar 1., 7. ve 14. günlerde fizikokimyasal (kuru madde, yağ, asitlik, pH, serum ayırımı), mikrobiyolojik (laktobasil ve streptokok sayımları) ve duyuşal analizlere tabi tutulmuştur. Araştırma bulgularına göre, %5 oranında peynir altı suyu ilavesi yapılan yoğurtlar, hem doku hem de tat açısından en yüksek duyuşal beğeni puanlarını almıştır. Daha yüksek oranlarda ilave edilen peynir altı suyu, yoğurdun sertliğini azaltarak aşırı yumuşamaya ve istenmeyen tada neden olmuştur. Ayrıca, kontrol grubunun depolama sürecinde en düşük serum ayırımına sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, %5 oranında peynir altı suyu kullanımının yoğurt kalitesini artırabileceğini ve tüketici kabulünü olumlu yönde etkileyebileceğini göstermektedir.

Aeineh, Karimi ve Gheibi, (2024) yaptıkları çalışmada, *Lactobacillus casei* ile fermente edilen sinbiyotik yoğurtlara farklı oranlarda (%1, %2, %3 ve %4) propolis ekstresi ilavesinin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikler üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Propolis ilavesiyle yoğurtların antioksidan kapasitesi, probiyotik canlılığı ve bazı fizikokimyasal özellikleri olumlu yönde etkilenmiştir. En yüksek probiyotik sayısı %4 propolis eklenen grupta gözlenmiştir. Ancak duyuşal değerlendirmelerde en çok beğenilen örnek kontrol grubu olmuştur. Sonuç olarak propolis, yoğurdun fonksiyonel ve yapısal özelliklerini geliştirebilecek potansiyele sahip bir prebiyotik bileşendir.

Doğru vd. (2021) fenolik bileşiklerce zengin olan perganın antimikrobiyal aktivitesinin propolisle karşılaştırılmasıdır. Propolis ve perganın etanolik ekstraktları hazırlanmış ve toplam fenolik bileşik miktarları Folin-Ciocalteu yöntemi ile belirlenmiştir. Ekstraktların antimikrobiyal etkisi, gram-negatif patojenler *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa*, gram-pozitif bir patojen olan *Staphylococcus aureus* ve bir mantar türü olan *Candida albicans* üzerinde mikrodilüsyon yöntemi ile ölçülmüştür. MİK test aralığı, fenolik bileşik miktarına göre 0,06µg/mL-125µg/mL olarak belirlenmiştir. Sonuçlar, propolisin *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı daha düşük konsantrasyonlarda inhibe edici etki gösterdiğini, ancak *Candida albicans* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı etkisini düşük konsantrasyonlarla gösterdiğini ortaya koymuştur. Perganın ise *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Candida albicans*'a karşı düşük konsantrasyonlarda inhibe edici etkiler gösterdiği; ancak *Staphylococcus aureus*'a karşı etkili olabilmesi için çok daha yüksek konsantrasyonlara ihtiyaç duyulduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, hem propolis hem de perganın antimikrobiyal etki gösterdiği bulunmuştur.

Kavas (2022), yaptığı çalışmada %2 oranında arı sütü ilavesiyle fonksiyonel özellikleri artırılmış probiyotik yoğurt (PYA) üretilmiş ve standart probiyotik yoğurt (PY) ile karşılaştırılmıştır. Fizikokimyasal, mikrobiyolojik, reolojik ve duyuşal analizler sonucunda, arı sütü ilavesinin yoğurtların asitlik düzeyini artırdığı, reolojik özellikleri ve probiyotik canlılığı olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca, arı sütüne özgü 10-HDA düzeyinin kabul edilebilir sınırların üzerinde olduğu tespit edilmiştir. PYA örnekleri, fonksiyonel özellikler açısından PY örneklerine kıyasla daha üstün bulunmuş ve arı sütü ilavesinin yenilikçi fonksiyonel gıda üretiminde etkili bir alternatif olabileceği sonucuna varılmıştır.

Paul, Islam, Dewan, Alim ve Ahmmed, (2024). bu çalışmada, yoğurtlara farklı oranlarda (%0,5, %1,0, %1,5) eklenen fıstık polifenollerinin mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal ve besinsel

etkileri değerlendirilmiştir. %1,5 polifenol içeren yoğurt en yüksek toplam fenolik içeriğe sahip olmuştur. Polifenol ilavesi; protein, yağ, kül, toplam katı madde, asitlik ve su tutma kapasitesinde anlamlı artış sağlamıştır. Ayrıca, brüt enerji içeriği %1,5 polifenolle en yüksek değeri göstermiştir. Toplam bakteri ve laktobasil sayıları artarken, koliform tespit edilmemiştir. Duyusal açıdan en çok %1,0 polifenol içeren yoğurt tercih edilmiştir. Bu sonuçlar, yoğurdun fonksiyonel ve besinsel özelliklerini geliştirmede fıstık polifenollerinin potansiyelini ortaya koymaktadır.

Bayir, Bilgin, Kutlu, Demirci ve Gölgeci, (2020) çalışmada, %0,03 propolis ve farklı oranlarda karanfil içeren probiyotik yoğurtların mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Propolis, *S. thermophilus* dışındaki bakterilere karşı antibakteriyel etki gösterirken, karanfil özellikle *Bifidobacterium* gelişimini desteklemiştir. Tüm örneklerde pH düşerken, asitlik artmıştır. Propolis ve karanfil birlikte ürün özelliklerini etkilemiş, ancak sadece propolis içeren yoğurt duyusal açıdan en düşük skoru almıştır.

Jonathan, Fitriawati, Arief, Soenarno ve Mulyono (2022), bu çalışma, kırmızı meyve (*Pandanus Conoideus L*) ilavesiyle üretilen probiyotik yoğurdun fiziksel ve duyusal özelliklerini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Yapılan analizler, kırmızı meyve ilavesinin pH, viskozite ve toplam asitlik üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiler yarattığını ( $p < 0,05$ ) göstermiştir. Ayrıca, renk, aroma, lezzet ve kıvam gibi duyusal özellikler de bu ilaveden olumlu yönde etkilenmiştir. %2,5 oranında kırmızı meyve ilavesi, hem fiziksel hem de organoleptik özellikler bakımından kontrol örneğine en yakın değerleri göstermiş ve Endonezya Ulusal Standartlarına uygun bulunmuştur. Bu sonuçlar, kırmızı meyve katkısının probiyotik yoğurdun kalitesini iyileştirebileceğini ortaya koymuştur.

Ranadheera, Evans, Adams ve Baines, (2012a) bu çalışmalarında, keçi sütü dondurması, sade ve meyveli yoğurtlar gibi farklı taşıyıcı besinlerin, *Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 ve *Propionibacterium jensenii* 702 suşlarının in vitro gastrointestinal sağ kalımı ve yapışma yetenekleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Taşıyıcı matrisin, düşük pH (2,0) ve %0,3 safraya karşı probiyotiklerin dayanıklılığını önemli ölçüde etkilediği bulunmuştur. Düşük pH seviyeleri probiyotik canlılığını azaltırken, dondurma taşıyıcısı asit ve safra toleransını iyileştirmiştir. Ayrıca, meyveli yoğurt, probiyotiklerin Caco-2 hücrelerine yapışmasında en yüksek etkiyi gösterirken, tüm taşıyıcılarda anlamlı düzeyde bakteri bağlanması ( $10^5$ – $10^6$  cfu/g) gözlenmiştir.

Deniz, E. (2025) yaptıkları çalışmada kontrol grubu ve Yandım Çavuş çeşidine ait farklı ayran örneklerinin 1., 7., 14., 21. ve 28. günlerdeki serum ayrılması değerleri (mL/50 mL) değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, depolama süresi boyunca hem zaman hem de uygulanan muameleler açısından anlamlı farklılıklar göstermiştir ( $p<0,05$ ). Depolama süresi boyunca kontrol grubu örneğinde serum ayrılması kademeli olarak artmış ve 28. günde en yüksek değere ulaşmıştır. Bu sonuçlar, ayran formülasyonlarının fiziksel stabilitesi üzerinde farklı etkiler yarattığını göstermektedir.

## 1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Günümüzde sağlığa verilen önemin artması ile birlikte besleyici ve fonksiyonellik özellikleri kazandıracak bileşenlerin ilavesiyle farklı türdeki süt ürünlerinin ortaya çıkmasının, fonksiyonel gıda pazarına yenilikçi bir bakış açısı kazandıracığı ifade edilmektedir. Probiyotik yoğurt, fonksiyonel gıdalar arasında önemli bir yer tutmaktadır. Fonksiyonel gıdalar, temel besin değerleri dışında sağlığa ek faydalar sunan gıdalar olarak tanımlanmaktadır. Probiyotik yoğurt bu kapsamda tüketiciler tarafından tercih edilen popüler bir ürün haline gelmiştir. Yapılan araştırmalara göre, fonksiyonel gıdalara olan talep dünya genelinde hızla artmakta ve probiyotik yoğurt bu alandaki lider ürünlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Granato, Branco, Nazzaro, Cruz ve Faria 2010).

Araştırmaların çoğu yoğurdu daha fazla tercih edebilecek ve daha besleyici bir ürün haline getirmek için yapılmaktadır. Propolis antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri sebebiyle lipid oksidasyonunu geciktirme ve dolayısıyla gıdaların raf ömrünü uzatma potansiyeli nedeniyle gıda endüstrisinde önemli bir yere sahiptir. Bu çalışma kapsamında propolis laktik asit ekstraksiyonuyla farklı bir çözücü kullanılarak ekstrakte edilmiş ve yoğurda farklı konantrasyonlarda (K, %0,05, %0,1 ve %0,2) ilave edilmiştir. Elde edilen yoğurtların fizikokimyasal fonksiyonel ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmada probiyotik yoğurdun propolis ile zenginleştirilmesi ve sağlığa faydalı fonksiyonel bir ürün elde edilmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Araştırmada kullanılan kimyasallar

Çalışma sırasında kullanılan kimyasal malzemeler, Sodyum Hidroksit, Sodyum Karbonat, Folin Ciocalteu Reaktifi, Etanol, ve Dpph.

### 2.2. Araştırmalarda kullanılan alet ve ekipmanlar

Araştırmada kullanılan ekipman ve aletler; Buzdolabı (Bosch QC 729 Germany, +4°C), Manyetik Karıştırıcı-Isıtıcı (Heidolph/ MR-He' Standard, Germany), pH Metre (ISOLAB, Germany), Filtre Kağıdı (No1:Whatman, Germany), Etüv (DHG-9055A, China), Kül Fırını (CARbolite S33 6RB, England), Renk Analizi Cihazı (Konica Minolta CR-5, Japan), Spektrofometre (UV-1208, Shimadzu Corporation, Japan), Soğutmalı Santrifüj (Universal 32R Hettich Centrifuge, Germany), Tekstür Analizi (Satble Micro Systems Ltd), Hirayama Hiclave HV-85 Model Otoklav (Hirayama, Saitama, Japan), Steril Kabin (Yerli İmalat), İnkübatörler (Muhtelif).

### 2.3. Materyal

Propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan pastörize süt, Ak Gıda San. Ve Tic. A.ř. Üsküdar/İstanbul'dan temin edilmiştir. Propolis ekstraktı (Api 10, Tekirdağ) Apipark Arıcılık firmasından temin edilmiştir.

#### 2.3.1. Pastörize Sütün Besin Değerleri

Çizelge 2.1 Pastörize Sütün Besin Değerleri

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| <b>pH</b>               | 6.7 |
| <b>Yağ (%)</b>          | 3.1 |
| <b>Karbonhidrat (%)</b> | 4.7 |
| <b>Protein (%)</b>      | 3.0 |

Probiyotik bakteri olarak %2 oranında *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 suşu ile birlikte, yoğurt kültürü olarak DANISCO (Fransa) firmasına ait YO-MIX 505 LYO 100DCU preparatı kullanılmıştır.

## 2.4. Yöntem

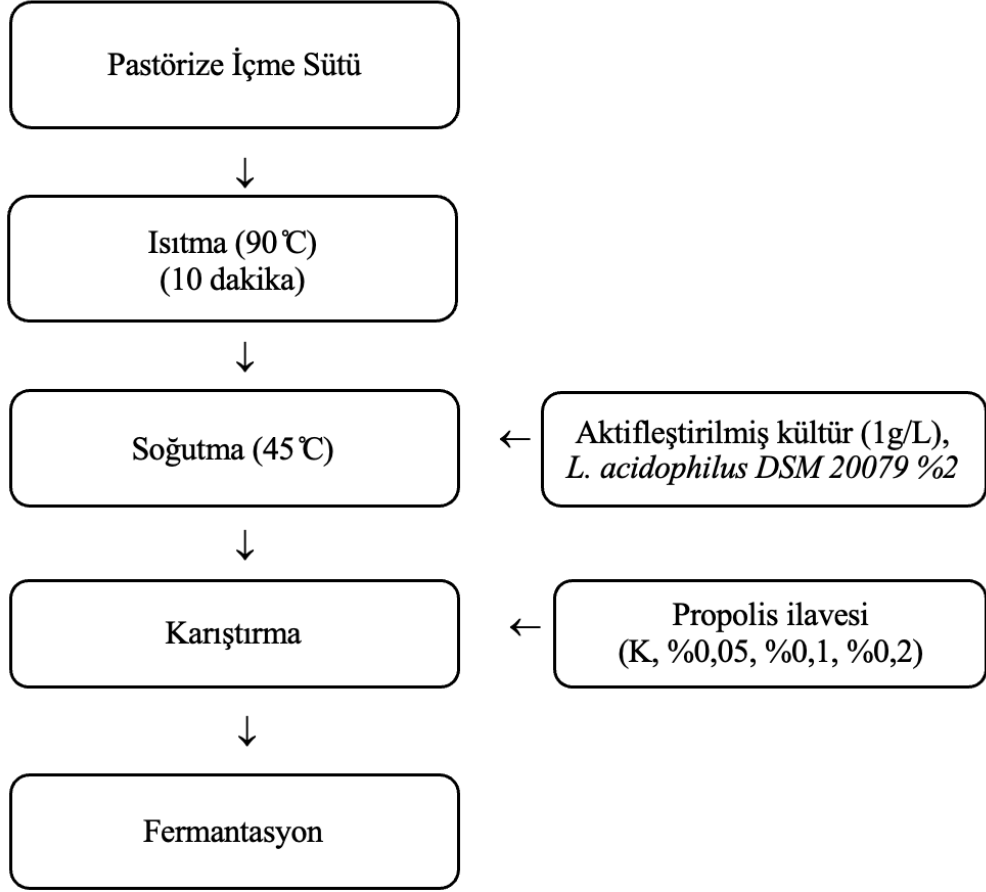
### 2.4.1. Sütün Hazırlanması ve Fermantasyonu

90 °C'ye kadar ısıtılan ve ardından 45 °C'ye soğutulan pastörize süte, %0,1 oranında probiyotik yoğurt kültürü *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 10<sup>9</sup> log kob/g ile çeşitli oranlarda propolis ekstraktı (%0, %0,05, %0,1, %0,2) eklenmiştir. Yoğurt örneklerinin hazırlanmasında kullanılan starter kültür oranı ve fermantasyon derecesi, mayanın satın alındığı şirketin tavsiyesine göre hazırlanmıştır. Süt, bu kültürle homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra 45 °C'de fermantasyona bırakılmıştır.

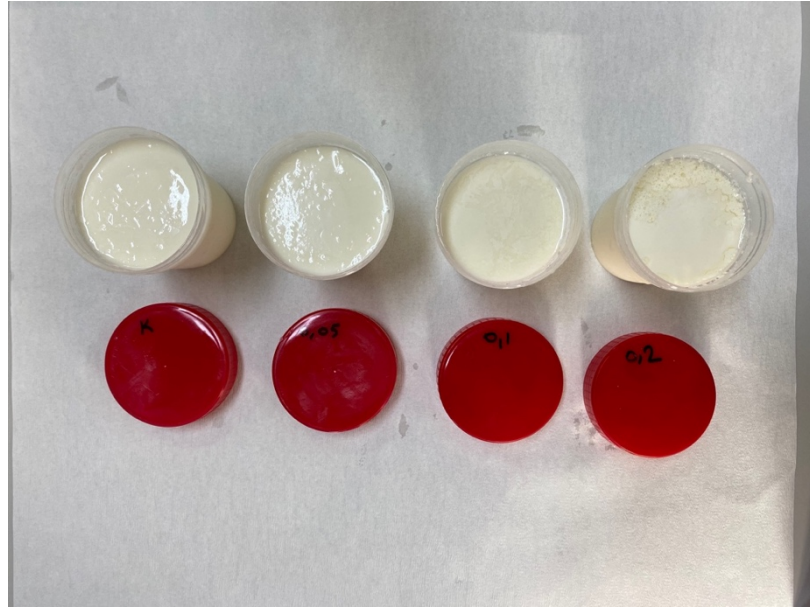
Fermantasyon süresince pH ölçümleri takip edilmiş örneklerinin pH değeri istenilen seviye olan 4,6'ya eriştiğinde fermantasyon sonlandırılmıştır. Yoğurt numuneleri, sonrasında buzdolabı koşullarında depolanmıştır. Depolamanın 1, 14 ve 28. Günlerinde yoğurtlarda pH, titrasyon asitliği, su tutma kapasitesi, serum ayrılması, kuru madde ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Depolamanın 1. Gününde ise toplam fenolik madde, renk, tekstür, antioksidan aktivite, duyuusal analizler gerçekleştirilmiştir.

Propolis ile içeriği zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt numunelerin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizleri, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Gıda Analiz Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Probiyotik yoğurt örneklerinin tekstür analizleri ise Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Merkezinde (NABİLTEM) yapılmıştır.

Çalışmada dört farklı probiyotik yoğurt örneği kullanılmıştır. Bunlardan ilki, propolis ilavesi yapılmamış kontrol grubu olup, “K: Kontrol (propolis ilavesiz) probiyotik yoğurt örneği” olarak adlandırılmıştır. Diğer üç örnek ise farklı oranlarda propolis ilavesi yapılmış yoğurtlardır. “A1: %0,05 propolis ilaveli probiyotik yoğurt örneği”, “A2: %0,1 propolis ilaveli probiyotik yoğurt örneği” ve “A3: %0,2 propolis ilaveli probiyotik yoğurt örneği” olarak tanımlanmıştır. Bu örnekler, propolisin probiyotik yoğurt üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır.



Şekil 2.1 Propolis ilaveli probiyotik yoğurt üretimi



Şekil 2.2 Yoğurt örneklerinin üstten görünümü

#### 2.4.2. Propolis ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik Analizleri

Mikrobiyolojik analizler için, 8,5 g NaCl 1 L saf su içerisinde %85'lik fizyolojik tuz çözeltisi olacak şekilde hazırlanmıştır. Bu çözeltiden 9 mL miktarları tüplere aktarılmış ve hermetik olarak kapatılmıştır. Analizlerde kullanılacak tüplerin, 121 °C'de 15 dakika süreyle otoklavda sterilizasyonu gerçekleştirilmiştir. Uygun koşullardaki her bir tüpe 9 mL steril serum fizyolojik ilave edilmiş ve numunelerden 1 mL alınarak seri dilüsyonlar oluşturulmuştur.

*S. thermophilus* sayısının belirlenmesi için M17 Agar besiyeri kullanılmıştır. Ardından dilüsyonlar hazırlanmış ve 1 mL'lik örnekler steril petri kaplarına aktarılmış ve dökme plak yöntemi ile iki paralel olarak ekim gerçekleştirilmiştir. Otoklavdan alınan besiyeri, 40-45 °C'ye soğutulmuş ve steril petri kaplarına 15-20 mL ilave edilmiştir. Petri kapları, dairesel hareketler uygulayarak yavaşıca karıştırılmıştır. Daha sonra aerobik koşullarda 37 °C'de 3 gün inkübasyona tabii tutulmuştur. İnkübasyon süresi sonunda oluşan bakteri sayımı (log kob/g) yapılmıştır (Ranasinghe ve Perera, 2016).

*L. bulgaricus* sayısının belirlenmesi için MRS agar kullanılarak dökme plak yöntemiyle ekim gerçekleştirilmiştir. Otoklavlanan besiyeri, 40-45 °C sıcaklığa ulaştığında pH'ı HCl ile 5.2'ye ayarlanmıştır. Ardından, ardışık dilüsyonlar hazırlanmış ve her biri 1 mL olacak şekilde steril petri kaplarına aktarılıp iki paralel olarak uygulanmıştır. Petri kapları, dairesel hareketlerle yavaşıca karıştırılmıştır. Aerobik koşullarda 43-45 °C'de 3 gün boyunca inkübasyona bırakılmış ve sürenin sonunda oluşan bakteri sayımı (log kob/g) yapılmıştır (Tharmaraj ve Shah, 2003).

*L. acidophilus* sayısının sayısının tespitinde MRS agar besiyerine ekim yapılmıştır. Bu süreçte, dilüsyonlar hazırlanmış ve 1 mL'lik örnekler steril petri kaplarına aktarılmış, dökme plak yöntemi ile iki paralel olacak şekilde ekim gerçekleştirilmiştir. Otoklavlanan besiyeri, 40-45 °C'ye soğutulduktan sonra yaklaşık 20 mL, petri kaplarına dökülmüş ve kaplar dairesel hareketlerle yavaşıca karıştırılmıştır. İnkübasyon, anaerobik şartlarda 30 °C'de 3 gün süreyle gerçekleştirilmiş ve süre sonunda probiyotik bakteri sayımı (kob/g) yapılmıştır (Ranasinghe ve Perera, 2016).

### 2.4.3. Propolis ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurtların Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

#### 2.4.3.1. pH Tayini

Yoğurt örneklerinin pH ölçümleri, dijital pH metre (ISOLAB, Germany) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örnekler, buzdolabından +4 °C'den çıkarıldıktan sonra homojen bir şekilde karıştırılmış, pH metre elektrotu saf su ile yıkanarak, ardından numunelere daldırılıp pH değeri tespit edilmiştir.

#### 2.4.3.2. Asitlik Oranının Tayini

Asitlik tayini için yoğurdu örneklerinden 10 gram alınarak 10 ml saf su eklenmiş ve homojen bir karışım elde edilmiştir. Daha sonra bu homojen yoğurt karışımına, fenolftalein indikatöründen üç damla eklenmiştir. Hazırlanan yoğurt örnekleri, rengi hafif pembeleşinceye kadar oluşuncaya kadar 0.1 N NaOH karışımı ile titre edilmiştir. Titrasyon sırasında kullanılan 0.1 N NaOH miktarı formülde yerine konarak numunenin yüzde asitlik derecesi hesaplanmıştır (Tokatlı, 2011).

$$\% \text{Titrasyon asitliği} = \frac{C \times 0.009}{P} \times 100 \quad (2.1)$$

C=titrasyon harcanan 0.1 NaOH (ml)

P= Titrasyonda kullanılan örnek miktarı(g).

#### 2.4.3.3. Serum Ayrılması

25 gram yoğurt örnekleri huni içerisine yerleştirilen 1 numara Whatman filtre kağıdına aktarıldı. Örnek 4°C'de 2 saat süzülür. Yoğurttan gelen sıvı ölçümü yapıp ve kaydedilmiştir. Serum miktarı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Kaya 2023).

Serum ayrılması formülü; (sıvı ağırlığı / ilk örnek ağırlığı) x 100.

#### 2.4.3.4. Su Tutma Kapasitesi

Homojen haline getirilen yoğurtlar 10gr tarttıktan sonra santrifüj edilir (20 dakika, 4 °C, 500 rpm). Su tutma kapasitesi (%WHC) olarak hesaplanmıştır.

$$\%WHC = \frac{\text{pelte ağırlığı}}{\text{örnek miktarı}} \times 100. \quad (2.2)$$

#### 2.4.3.5. Kuru Madde Tayini

Numuneler, yaklaşık 105°C sıcaklıkta bir etüvde 2 saat boyunca kurutulmuştur. Kurutma süresi, yoğurdun içerdiği nem miktarına ve yoğurt miktarına göre değişiklik gösterebilir. Önceden etüvde kurutulmuş ve darası belirlenmiş krozelere 5 gram yoğurt numunesi konulmuştur. Ardından krozeler, 105°C'deki etüve yerleştirilmiştir. Kurutulmuş yoğurt örnekleri, etüvden çıkarıldıktan sonra oda sıcaklığında 1 saat boyunca desikatörde soğutulmaya bırakılmıştır. Soğutulmuş numuneler analitik bir terazide tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir. Bu ağırlıklar, kurutulmuş yoğurt numunelerinin kuru madde miktarını göstermektedir (AOAC, 2000).

Kuru madde miktarı, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır:

Kuru Madde Miktarı (%) = [(Kurutulmuş Yoğurt Ağırlığı - Yoğurt Numunesi Başlangıç Ağırlığı) / Yoğurt Numunesi Başlangıç Ağırlığı] x 100.

#### 2.4.3.6. Kül Tayini

Kroze kapları, 105°C'deki bir kül fırınında kurutulmuş ve içerisine 3 gram örnek eklenmiştir. Daha sonra krozeler, 550°C'de kül fırınına konulup örnekler beyaz kül haline gelene kadar yakılmıştır. Yakma işlemi tamamlandıktan sonra, örnekler desikatöre alınarak oda sıcaklığına soğutulmuş ve hassas terazide tartılmıştır. Elde edilen sonuçlar, örneklerin % kül miktarını hesaplamak için kullanılmıştır (Kuşçu, 2023).

Kül (%) = [(İlk tartım – Son tartım) / Kurutulmuş Yoğurt Ağırlığı] x 100.

#### 2.4.3.7. Antioksidan ve Fenolik Madde İçerikleri İçin Ekstraksiyon

Ekstraksiyon işlemi için, 5 gram yoğurt numunesi 25 mL %75'lik metanol çözeltisi ile karıştırılarak homojen bir karışım elde edilmiştir. Örnekler, 4°C'de 7200 rpm'de 10 dakika boyunca homojenize edilerek santrifüj edilmiştir. Elde edilen sıvı kısım, Whatman No:1 filtre kağıdı ile süzölmüş ve +4°C'de yapılacak analizler için saklanmıştır (Akın vd. 2018).

#### 2.4.3.8. Toplam Fenolik Madde Tayini

Örneklerdeki toplam fenolik madde tespiti, Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla, örnek filtratından 100 µL alınmış, üzerine 500 µL Folin-Ciocalteu reaktifi ve 7.5 mL saf su ilave edilerek karıştırılmış ve karışım 1 dakika bekletilmiştir. Daha

sonra 1 mL doymuş Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözeltisi ilave edilip karışımın toplam hacim 10 mL'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan numuneler, 1 saat sonra, şahit örneğe karşı 720 nm dalga boyunda spektrofotometrede ölçümü gerçekleştirilmiştir. Tespit edilen sonuçlar, gallik asit standardı ile oluşturulan kalibrasyon eğrisi kullanılarak hesaplanmış ve fenolik madde miktarı mg GAE/kg cinsinden raporlanmıştır (Cemeroğlu, 2007).

#### 2.4.3.9. Antioksidan Aktivite

Önceden yapılan ön denemelere göre belirlenen oranlarda seyreltilen örneklerden 20-300 µL alınarak her birine 600 µL 1mM DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikal çözeltisi eklenmiştir. Karışımlar, toplam hacim 6 mL olacak şekilde metanol ile tamamlanmıştır. Hazırlanan tüpler oda sıcaklığında ve karanlık ortamda 30 dakika bekletilmiş, ardından 517 nm dalga boyunda metanol ile hazırlanmış şahit örneğe karşı absorbans değerleri okunmuştur. Elde edilen veriler, % inhibisyon olarak hesaplanarak raporlanmıştır. Propolis ile zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinin antioksidan aktivite analizleri, ABTS ((2,2'-Azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik) yöntemi ve DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. DPPH radikal süpürücü aktivite sonuçları spektrofotometrede 517 nm'de tespit edilerek % inhibisyon olarak ifade edilmiştir. ABTS radikal süpürücü aktivite ise yine spektrofotometrede 734 nm'de belirlenmiş ve sonuçlar gram yoğurt örneği başına µM Trolox eşdeğeri olarak verilmiştir (Atik vd. 2021).

#### 2.4.3.10. Renk Tayini

Yoğurt numunelerinin renk analizi, HunterLab (Konica Minolta CR-5, Japonya) renk ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Analizden önce cihazın gerekli kalibrasyonları yapılmış ve ardından numuneler için hazırlanan kaplara yerleştirilen örneklerin ölçümü yapılmıştır. Her örnek üç paralel ölçümle analiz edilerek L\* (aydınlık), a\* (yeşillik-kırmızılık) ve b\* (mavilik-sarılık) renk özellikleri belirlenmiştir (Seçkin ve Baladura, 2012).

#### 2.4.3.11. Tekstür Tayini

Yoğurt numunelerinin tekstür analizleri, depolamanın 1. gününde, Stable Micro Systems TA/XT Texture Analyzercihazı ve 35 mm disk şeklindeki bir prob kullanılarak yapılmıştır. Problar, örneğin yüzeyine doğru 1 mm/sn hızla hareket etmiş ve örneğin yüksekliğinin %75'ine kadar girerek ardından 10 mm/sn hızla geri çekilmiştir. Bu analizde, yoğurt numunelerinin sertlik (hardness), iç yapışkanlık (cohesiveness), yüzeye tutunma

(adhesiveness) ve çiğnenebilirlik/sakızımsılık (gumminess) özellikleri değerlendirilmiştir (Öztürk vd. 2018).

#### 2.4.3.12. Biyoerişebilirlik Analizi

*In vitro* gastrointestinal sindirim simülasyonları, başlangıçta örneklere 9 ml yapay tükürük çözeltisi eklenmiştir. Çözeltiler 55 rpm'de 37°C'de 5 dakika karıştırıldıktan sonra 13,5 ml yapay mide sıvı eklenmiştir. pH değerleri kontrol edilerek HCL ile 1,07'ye düşürülmüştür. Çözeltiler 55 rpm'de 37°C'de 2 saat çalkalandıktan sonra 27 ml yapay bağırsak sıvısı eklenmiş ve pH değeri NaOH yardımı ile 7,8'e çıkarılmıştır. Son olarak çözeltiler 55 rpm'de 37°C'de 2 saat çalkalandıktan sonra fenolik madde tayini için hazır hale gelmişlerdir (Chen vd. 2023).

#### 2.4.4. Propolis ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurtların Duyusal Değerlendirmesi

Duyusal analiz çalışmasında yoğurt örneklerinin karakteristik özellikleri değerlendirilmiştir. Analiz kapsamında; renk, görünüş, tat, kıvam, koku ve genel beğeni parametreleri araştırılmıştır. Yoğurt örnekleri 1-5 arası 1 (çok kötü) ve 5 (çok iyi) arasında değerlendirilmiştir. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümü öğretim üyeleri ve öğrencilerinden 21 kişilik bir grup tarafından duyu analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz değerlendirme formu Ek-1'de verilmiştir.

#### 2.4.5. İstatistiksel Analizler

Hazırlanan örneklerin istatistiksel analizleri için ANOVA (tek yönlü varyans analizi), JMP 5.0.1 (SAS Institute) programı kullanılmıştır. Sonuçlar arasındaki önemli farklılıklar, Tukey çoklu karşılaştırma testi ile  $p < 0,05$  derecesine göre belirlenmiştir.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMALAR

Farklı oranlarda propolis ilaveli probiyotik yoğurtların mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal, duyuşsal ve tekstürel özellikleri bu bölümde yer almaktadır.

#### 3.1. Propolis ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Mikrobiyolojik Özelliklerinin Değişimi

Depolamanın 1. gününde en yüksek sayıya ulaşan bakteri *S. thermophilus* olmuştur. Tüm örneklerde depolamanın başlangıcındaki sayı benzer şekilde 9,34 log kob/g üzerinde tespit edilmiştir. *S. thermophilus* sayısı 14. günde tüm örneklerde istatistiksel olarak önemli ( $p < 0,05$ ) bir azalma gösterirken, daha sonra stabil bir görüntü sergileyerek 28. gün sonunda önemli ( $p > 0,05$ ) bir değişim göstermemiştir. 28. günlük depolama sonunda, tüm örneklerde canlılık 7,58 log kob/g seviyesi üzerinde belirlenmiştir. Depolama günlerinde ise örnekler arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ( $p > 0,05$ ). Dolayısıyla ilave edilen propolis oranının *S. thermophilus* üzerine herhangi bir etkisinin olduğu söylenemez.

Depolamanın başlangıcında en yüksek *L. bulgaricus* sayısına sahip örnekler A2 (7,48 log kob/g) ve A3 (7,55 log kob/g) olurken, A1 ve kontrol örneği arasında önemli bir farklılık görülmemiştir ( $p > 0,05$ ). Depolamanın 14. gününde tüm örnekler *L. bulgaricus* canlılık seviyesini korurken, 28. gün sonunda çok ciddi bir düşüş gerçekleşmiştir.

Fermantasyon sırasında *L. acidophilus*'un tüm örneklerde canlılığını koruduğu gözlenmiştir. Propolisli yoğurt örneklerine probiyotik bakteri olarak ilave edilen *L. acidophilus* DSM 20079 sayısı depolamanın 1. ve 14. günlerinde tüm örnekler arasında benzer bir canlılık seviyesinde ( $p > 0,05$ ) ve 6 log kob/g üzerinde tespit edilmiştir. 14 gün sonunda sadece A3 örneğindeki *L. acidophilus* DSM 20079 sayısında bir düşüş görülürken diğer örneklerde önemli bir değişiklik olmamıştır. 14. günden sonra ise; genel olarak tüm örneklerde bir artış olmuş ve depolama sonundaki probiyotik canlılığı 6 log kob/g üzerinde belirlenmiştir. Depolama sonundaki probiyotik canlılığının propolis konsantrasyonunun artması ile azaldığı ve en yüksek canlılık seviyesine kontrol örneğinin (8,03 log kob/g) sahip olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; probiyotik bakterinin canlı hücre sayısı, propolis içeren veya içermeyen yoğurtta depolamanın ilk ve son günü arasında 6 log kob/g'in üzerinde kalmıştır; bu, bir gıdanın konakçı üzerinde probiyotik faydalarını göstermesi için önerilen sınır değerdir (Maciel vd. 2014). Sonuçlar, kullanılan probiyotik bakterinin (*L. acidophilus* DSM 20079) dirençli bir suş olduğunu ve propolisli yoğurdun probiyotik takviyesi için uygun bir taşıyıcı olduğunu göstermektedir.

Propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurtların depolama sürecindeki mikrobiyolojik değişimlerine ilişkin veriler Çizelge 3.1'de sunulmaktadır.

Çizelge 3.1 Yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik değişimi (log kob/g)

|   |    | 1. Gün                    | 14. Gün                   | 28. Gün                   |
|---|----|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b><i>S.thermophilus</i></b><br>(log kob/g) | K  | 9,79±0,21 <sup>A,a</sup>  | 8,33±0,21 <sup>B,a</sup>  | 7,75±0,43 <sup>B,a</sup>  |
|   | A1 | 9,46±0,23 <sup>A,a</sup>  | 8,76±0,29 <sup>B,a</sup>  | 7,68±0,31 <sup>B,a</sup>  |
|   | A2 | 9,34±0,22 <sup>A,a</sup>  | 8,67±0,27 <sup>B,a</sup>  | 7,62±0,31 <sup>B,a</sup>  |
|   | A3 | 9,48±0,36 <sup>A,a</sup>  | 7,99±0,42 <sup>B,a</sup>  | 7,58±0,35 <sup>B,a</sup>  |
| <b><i>L.bulgaricus</i></b><br>(log kob/g)   | K  | 6,46±0,02 <sup>AB,b</sup> | 6,99±0,32 <sup>A,a</sup>  | 3,43±0,45 <sup>B,b</sup>  |
|   | A1 | 6,62±0,29 <sup>AB,b</sup> | 6,91±0,17 <sup>A,a</sup>  | 3,54±0,36 <sup>B,b</sup>  |
|   | A2 | 7,48±0,47 <sup>A,a</sup>  | 7,03±0,23 <sup>A,a</sup>  | 4,78±0,54 <sup>B,a</sup>  |
|   | A3 | 7,55±0,56 <sup>A, a</sup> | 7,36±0,42 <sup>A,a</sup>  | 4,96±0,38 <sup>B,a</sup>  |
| <b><i>L.acidophilus</i></b><br>(log kob/g)  | K  | 6,57±0,10 <sup>B,a</sup>  | 7,06±0,52 <sup>B,a</sup>  | 8,03±0,10 <sup>A,a</sup>  |
|   | A1 | 6,72±0,36 <sup>B,a</sup>  | 6,57±0,12 <sup>B,a</sup>  | 7,87±0,41 <sup>A,ab</sup> |
|   | A2 | 6,85±0,15 <sup>A,a</sup>  | 6,60±0,15 <sup>A,a</sup>  | 7,36±0,48 <sup>A,b</sup>  |
|   | A3 | 7,23±0,20 <sup>A,a</sup>  | 6,65±0,10 <sup>B,a</sup>  | 6,98±0,31 <sup>AB,b</sup> |
| <b>Maya-küf (log kob/g)</b>                 | K  | <1.0                      | 4,51±0,06 <sup>AB,a</sup> | 4,84±0,25 <sup>A,b</sup>  |
|   | A1 | <1.0                      | 4,65±0,14 <sup>AB,a</sup> | 4,82±0,27 <sup>A,b</sup>  |
|   | A2 | <1.0                      | 4,71±0,03 <sup>AB,a</sup> | 5,11±0,39 <sup>A,b</sup>  |
|   | A3 | <1.0                      | 5,68±0,51 <sup>B,a</sup>  | 6,34±0,18 <sup>A,a</sup>  |
| <b>TMAB (log kob/g)</b>                     | K  | <1.0                      | <1.0                      | 4,81±0,16 <sup>A,a</sup>  |
|   | A1 | <1.0                      | <1.0                      | 4,71±0,30 <sup>A,a</sup>  |
|   | A2 | <1.0                      | <1.0                      | 4,62±0,18 <sup>A,a</sup>  |
|   | A3 | <1.0                      | <1.0                      | 4,60±0,08 <sup>A,a</sup>  |

\*Aynı satırda yer alan büyük harfler depolama boyunca istatistiksel farklılığı, küçük harfler ise örnekler arası istatistiksel farklılığı göstermektedir ( $p>0,05$ ). Kontrol: K, A1: %0,05 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt, A2: %0,1 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt, A3: %0,2 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt

Depolamanın ilk gününde tüm örneklerde maya-küf sayısı tespit edilebilir seviyenin altında kalmıştır. Ancak 14. günde, tüm örneklerde benzer düzeylerde ( $p>0,05$ ) ve 4,51–5,68 log kob/g aralığında maya-küf varlığı belirlenmiştir. Depolamanın ilerleyen günlerinde maya-küf sayısında artış gözlemlenmiş; depolama süresinin sonunda en yüksek değer 6,34 log kob/g ile A3 örneğinde kaydedilmiş, diğer örnekler arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Toplam mezofilik aerob bakteri sayısı, depolamanın 1. ve 14. günlerinde tüm örneklerde tespit edilebilir seviyenin altında kalmıştır. Ancak depolama süresinin sonunda tüm örneklerde yaklaşık 4 log kob/g düzeyinde mezofilik aerob bakteri varlığı belirlenmiş olup, örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

Çeşitli çalışmalarda propolis ile desteklenmiş gıdalarda mikrobiyal sayının etkilendiği bulunmuştur. Maca (*Lepidium meyenii*) tozu ve propolis ekstraktı ilave edilmiş ev tipi yoğurtlarda *Lactobacillus* sp. sayısı depolamanın 1. gününden 7. gününe kadar sade (kontrol) ve % 5 maca - %0,05 propolis içeren yoğurtlarda hafifçe artmış, sadece propolis içeren örnekte ise hafifçe azalmıştır. Ancak depolama süresi boyunca, yoğurtlardaki *Lactobacillus* sayısı üzerinde zamanın herhangi bir etkisi gözlenmemiştir (p = 0,806) (Korkmaz ve ark. 2021).

Kısa süreli bir depolama çalışmasında (72 saat), %0,2 propolis ilavesi çiğ sütteki toplam bakterilerde azalmaya neden olmuştur (El-Deeb, 2017). Santos ve arkadaşları (2019) ticari olarak üretilen yoğurda fermantasyondan sonra propolis eklemiş ve propolisin *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella* Enteritidis gibi patojen mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal etkilerini gözlemlemiştir. Bununla birlikte, yoğurt fermantasyonu sırasında laktik asit bakteri gelişimi üzerindeki etkisi belirsizliğini korumaktadır. Gao vd. (2011) propolis katkılı yoğurtta *Lactobacillus* sp. inhibisyonunun ihmal edilebilir düzeyde olduğunu öne sürerken, Krupitsyn vd. (2016) propolisle zenginleştirilmiş yoğurtta *Lactobacillus* sp. sayısında artış gözlemlemiştir. Bununla birlikte, Silvino vd. (2015) propolis katkılı yoğurtta *Lactobacillus* sp. sayısının sade yoğurda kıyasla azaldığını belirlemiştir. Bizim çalışmamızda ise propolis ilavesinin ve ilave edilen konsantrasyonunun yoğurt kültürleri ve *L. acidophilus* üzerinde negatif bir etkisinin olmadığı belirlenirken, *L. bulgaricus* sayısındaki 14. günden sonraki düşüşün soğuk depolama koşullarındaki değişim (pH, oksijen, besin yetersizliği, metabolitler) ve probiyotik bakteri ile antagonistik ilişkisinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. *L. bulgaricus*, muhtemelen daha yüksek oksijen duyarlılığı nedeniyle *S. thermophilus*'a kıyasla daha düşük canlı sayısı göstermiştir (Beshkova, Simova, Frengova, Simov ve Spasov, 2002).

Oksijen probiyotik kültürleri üç şekilde etkilemektedir. Birincisi, bazı hücreler için doğrudan toksiktir; ikincisi, oksijen varlığında, bazı kültürler, özellikle *L. delbrueckii ssp. bulgaricus*, başta *L. acidophilus* olmak üzere probiyotik hücreler için toksik olan peroksit üretir (özellikle süt ürünlerinde); ve üçüncüsü, bileşenlerin (örneğin yağlar) oksidasyonundan üretilen serbest radikaller probiyotik hücreler için toksiktir (Vinderola, Prosello, Ghiberto ve Reinheimer, 2000). ABY tipi (*L. acidophilus*, *bifidobacteria* ve *S. thermophilus* ve *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* içeren yoğurt kültürü) fermente sütlerde fermantasyon sırasında ve özellikle depolama sırasında *L. acidophilus*'un canlılığını önemli ölçüde kaybetmesinin ana nedeni *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* tarafından üretilen hidrojen peroksittir. Oksijen varlığında, *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* hidrojen peroksit üretir. Bu nedenle, fermantasyon ve

depolama süresi boyunca sütteki çözülmüş oksijen miktarının düşük olması, ABY tipi kültür bileşimlerinde daha düşük miktarlarda hidrojen peroksit üretimine yol açmaktadır (Vivar-Quintana, Beneitez, Mano ve Revilla, 2006). Depolamanın sonunda örneklerimizdeki *L. acidophilus* DSM 20079 sayısının artış göstermesi, *L. bulgaricus*'un ortamda azalması ile bağlantılı olabilir.

Probiyotik fermente sütler soğutulmuş bir sıcaklıkta, tercihen 4-5°C'de saklanmalıdır. Probiyotik fermente sütlerin depolama sıcaklığı, sıcaklığın hücrelerin hayatta kalması, yoğurt bakterileri tarafından oluşturulan metabolitlerin türü ve konsantrasyonu üzerindeki etkileri yoluyla probiyotiklerin canlılığını etkilemektedir (Mortazavian, Ehsani, Mousavi, Sohrabvandi, 2007). ABY tipi yoğurdun 20 gün boyunca 2°C'de depolanmasının *L. acidophilus* LA-5'in en yüksek canlılığıyla sonuçlandığı, *Bifidobacterium lactis* BB-12 için ise en yüksek canlılığın yoğurt 8°C'de depolandığında elde edildiği bildirilmiştir. Bifidobakteri hücrelerinin düşük soğutma depolama sıcaklıklarına (2°C veya daha düşük) karşı düşük direnci kanıtlanmıştır (Kailasapathy, Harmstorf, Phillips, 2008).

Depolama süresi, zararlı faktörlerin probiyotik hücreler üzerindeki olumsuz etkilerinin artması nedeniyle probiyotiklerin canlılığı ile dolaylı olarak orantılıdır. Her ne kadar probiyotik hücrelerin zorlu çevresel koşullara direnci suşa özgü olsa da, pH değeri 4,2'den düşük olan fermente sütlerde (birçok fermente süt içeceğinde olduğu gibi), her bir probiyotik suş için  $>10^7$  veya hatta  $>10^6$  kob/g canlı sayısı 21 günden fazla raf ömrü elde etmek normal koşullar altında çok zordur. Fermente süt içeceklerinin aksine, daha yüksek pH değerlerine (4,4-4,6) ve daha yüksek tamponlama kapasitelerine sahip probiyotik yoğurtlarda daha uzun raf ömrü (örneğin 42 gün) elde etmek mümkündür (Mortazavian, Ehsani, Mousavi, Sohrabvandi, 2007).

Bununla birlikte; probiyotikler ürettikleri metabolitler ile diğer starter bakterilerin gelişimini olumsuz etkileyebilmekte ve fermantasyon sürecini uzatabilmektedir. Özellikle, *L. acidophilus* tarafından fermentasyon sırasında sentezlenen bir bakteriyosin olan Asidofilin LA-1, *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*'un gelişimini kısmen inhibe etmektedir. Buna karşılık *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* tarafından üretilen hidrojen peroksit, *L. acidophilus*'un gelişimini yavaşlatmaktadır. *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* yoğurtta depolama sırasında gelişen asitlikten sorumlu olduğundan biyo-yoğurt üretiminde bu bakterinin kullanılmaması durumunda asitlik gelişimi yavaşlatmakta ve probiyotikler canlılıklarını uzun süre koruyabilmektedir.

Güney, (2016) 5 adet yoğurt örneklerinde aerobik mezofilik canlı sayısı, laktik asit bakteri sayısı ve maya-küf sayısı tüm gruplarda artmıştır. 7 günlük depolama sonunda en yüksek aerobik mezofilik canlı sayısı kontrol grubunda  $7,38 \pm 0,31 \log_{10}$  kob/g bulunurken; en düşük P3 (% 0,10 propolis) grubunda  $6,60 \pm 0,08 \log_{10}$  kob/g bulunmuştur. Laktik asit bakterileri ise yine en yüksek kontrol grubunda  $6,28 \pm 0,03 \log_{10}$  kob/g bulunurken; en düşük ise P4 (% 0,20 propolis) grubunda  $5,66 \pm 0,06 \log_{10}$  kob/g bulunmuştur. Benzer şekilde en yüksek maya ve küf sayısı kontrol grubunda  $2,0 \pm 0,10 \log_{10}$  kob/g; en düşük ise P4 (%0,20 propolis) grubunda  $1,30 \pm 0,10 \log_{10}$  kob/g tespit edilmiştir.

### 3.2. Propolis ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurt Örneklerinin Depolama Boyunca Fizikokimyasal Özelliklerinin Değişimi

Farklı oranlarda propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurtların depolama süresince; titrasyon asitliği, serum ayrılması, su tutma kapasitesi ve pH değerleri araştırılmıştır. Depolama süresince yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Yoğurt örneklerinin depolama boyunca fizikokimyasal özelliklerindeki değişim

| Özellikler              |    | 1. Gün                  | 14. Gün                 | 28. Gün                |
|-------------------------|----|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| pH                      | K  | $4,41 \pm 0,01^{A,a}$   | $3,96 \pm 0,02^{B,ab}$  | $3,95 \pm 0,02^{B,a}$  |
|                         | A1 | $4,31 \pm 0,12^{A,a}$   | $3,92 \pm 0,04^{B,b}$   | $3,93 \pm 0,01^{B,a}$  |
|                         | A2 | $4,41 \pm 0,01^{A,a}$   | $3,89 \pm 0,01^{B,b}$   | $3,91 \pm 0,02^{B,a}$  |
|                         | A3 | $4,47 \pm 0,02^{A,a}$   | $4,01 \pm 0,03^{B,a}$   | $3,94 \pm 0,02^{B,a}$  |
| Titrasyon asitliği (%)  | K  | $0,69 \pm 0,02^{C,a}$   | $1,00 \pm 0,01^{B,a}$   | $1,14 \pm 0,03^{A,a}$  |
|                         | A1 | $0,72 \pm 0,01^{C,a}$   | $1,02 \pm 0,04^{B,a}$   | $1,17 \pm 0,00^{A,a}$  |
|                         | A2 | $0,71 \pm 0,01^{C,a}$   | $1,00 \pm 0,01^{B,a}$   | $1,17 \pm 0,01^{A,a}$  |
|                         | A3 | $0,70 \pm 0,03^{C,a}$   | $0,95 \pm 0,01^{B,a}$   | $1,13 \pm 0,01^{A,a}$  |
| Serum ayrılması (%)     | K  | $39,82 \pm 1,51^{A,a}$  | $37,24 \pm 0,56^{A,a}$  | $37,30 \pm 4,97^{A,a}$ |
|                         | A1 | $38,95 \pm 2,28^{A,a}$  | $38,53 \pm 0,72^{A,a}$  | $39,51 \pm 2,34^{A,a}$ |
|                         | A2 | $43,03 \pm 0,12^{A,a}$  | $42,20 \pm 0,54^{A,a}$  | $42,74 \pm 0,10^{A,a}$ |
|                         | A3 | $42,95 \pm 0,01^{A,a}$  | $43,78 \pm 1,54^{A,a}$  | $41,62 \pm 1,58^{A,a}$ |
| Su tutma kapasitesi (%) | K  | $42,24 \pm 0,87^{B,ab}$ | $48,10 \pm 2,90^{AB,a}$ | $39,32 \pm 0,19^{B,b}$ |
|                         | A1 | $41,31 \pm 0,08^{B,b}$  | $49,59 \pm 0,25^{A,a}$  | $39,58 \pm 0,45^{B,b}$ |
|                         | A2 | $47,77 \pm 0,70^{A,a}$  | $43,21 \pm 0,13^{B,b}$  | $36,84 \pm 0,16^{C,c}$ |
|                         | A3 | $40,06 \pm 0,05^{B,b}$  | $42,26 \pm 0,62^{A,b}$  | $42,76 \pm 0,36^{A,a}$ |

\*Aynı satırda yer alan büyük harfler depolama boyunca istatistiksel farklılığı, küçük harfler ise örnekler arası istatistiksel farklılığı göstermektedir ( $p > 0,05$ ). Kontrol: K, A1: %0,05 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt, A2: %0,1 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt, A3: %0,2 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt

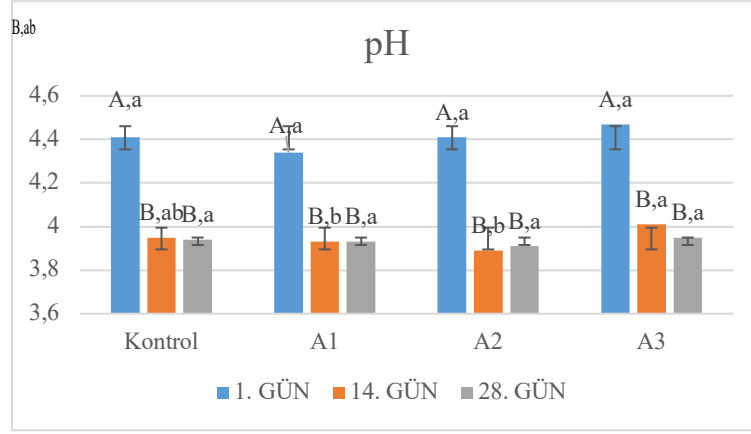
### 3.2.1. pH Analiz Sonuçları

Propolis ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH değerleri çizelge 3.2 ve pH değişim grafiği Şekil 3.2’de verilmiştir. Depolama süresince tüm örneklerde ölçülen en yüksek değer A3 örneğinin ilk gününe (4,47) aitken ölçülen en düşük pH değeri A2 örneğinin depolamanın 14. gününe (3,89) aittir. Çalışma sonuçları incelendiğinde tüm örneklerde depolama süresinin artmasıyla beraber pH değerlerinin düştüğü gözlemlenmiştir ( $p<0.05$ ). Bu düşüş 14. günde istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ) iken, 14. günden sonra önemsizdir ( $p>0.05$ ). Depolama sonunda örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark tespit edilmemiştir.

Propolisin yoğurt pH’sı üzerindeki etkisi konusunda literatürde farklı sonuçlar bulunmuştur. Bazı çalışmalarda propolis ilavesinin pH seviyesini artırdığı, yoğurtların ve diğer süt ürünlerinin asidik tadını azalttığı belirtilirken (Silvino vd. 2015; Güney ve Yılmaz, 2013; El-Deeb, 2017), bazı çalışmalarda ise azalttığı (Korkmaz vd. 2021) tespit edilmiştir. Çalışmamızdaki sonuçlara benzer şekilde propolisin pH değerine etkisinin önemsiz olduğu çalışmalar da mevcuttur (Bayır ve ark. 2020; Santos ve ark. 2019).

Homofermentatif bir mikroorganizma olarak kabul edildiğinden, laktozun fermantasyonundan laktik asit oluşumuna neden olan *L. acidophilus*'un metabolizması nedeniyle buzdolabında depolanan yoğurtlarda pH düşüşü ve asitlik artışı yaygındır (Batista vd. 2015). Asidofilik fermente sütün bu özelliği, bozucu ve patojenik bakteriler gibi istenmeyen mikroorganizmaların gelişiminin engellenmesini destekleyen bir faktördür (Duarte, Cortez, Cortez, Franco ve Macedo, 2016). Santos vd. (2019)’nın Brezilya kırmızı propolis ilaveli yoğurt çalışmasında da sonuçlarımıza benzer şekilde buzdolabında 28 günlük depolama boyunca yoğurt örneklerinin pH’sı düşerken titrasyon asitliği artış göstermiştir.

Yoğurtta pH’ın kontrolü çok önemlidir, çünkü yükler arasındaki aşırı itme nedeniyle sinerezi etkiler (Molina vd. 2019). Ayrıca, pH düşüşü kazein miselinin ayrışmasını ve üç boyutlu protein ağının yeniden oluşumunu etkiler (Uduwerella, Chandrapala ve Vasiljevic., 2018). Ayrıca asitlik, yoğurtta lezzet algısında en önemli parametrelerden biridir ve yoğurdun arzu edilen pH değeri tipik olarak 4,4’e yakındır. Bazı tüketiciler tarafından daha az asidik yoğurdun tercih edilmesi daha az lezzetli olarak sınıflandırılmaktadır (Batista vd., 2015).



Şekil 3.1 Yoğurt örneklerinin depolama boyunca pH değişimi

Taşdemir ve Gölge (2024), etanolde ekstrakte edilmiş propolis özütünü mikroenkapsüle ederek, %0,5 ile %2 arasında değişen miktarlarda yoğurt üretiminde kullanmışlardır. Örnekler analiz için 21 gün süreyle saklanmış ve 21 günlük depolama süresince pH değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş tespit edilmiştir.

Çiftçi ve Öncül (2025), arı poleni içeren (%0.5, %1.5, %3 ve %6) probiyotik yoğurtların pH değerlerini 1. günde ortalama 4,46, 7. günde 4,39 ve 14. günde 4,35 olarak ölçmüşlerdir. Probiyotik yoğurt örneklerinin pH değerleri buzdolabında 14 günlük depolama boyunca azalmıştır.

Bilici (2017), 1., 7. ve 14. günlerde maca+propolis içeren yoğurda ait pH değerlerini diğer gruplara göre anlamlı olarak düşük belirlemişlerdir ( $p < 0,05$ ). En yüksek pH düzeyinin ise sade yoğurttaki olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ).

Mohammadi, Sohrabvandi ve Mohammad Mortazavian (2012), yaptıkları fermente süt ürünleri çalışmasında, düşük pH ve yüksek titre edilebilir asitliğin fermente sütlerde probiyotik bakterilerin büyüme ve stabilitesini olumsuz etkilediğini vurgulamışlardır. *L. acidophilus* için ideal pH 5,5–6,0, *Bifidobacterium spp.* için ise 6,0–7,0 aralığında sonuç vermiştir. Düşük pH, hücre zarlarını etkileyerek probiyotiklere zarar verirken, ayrışmamış organik asitlerin artışı bakterisidal etkiyi artırabilir. Ayrıca yüksek redoks potansiyeli bifidobakterilerin canlılığını azaltır. Probiyotikler, fermentasyondan çok depolama süresindeki asitlik ve pH değişimlerine daha duyarlıdır.

### 3.2.2. Titrasyon Asitliği Analiz Sonuçları

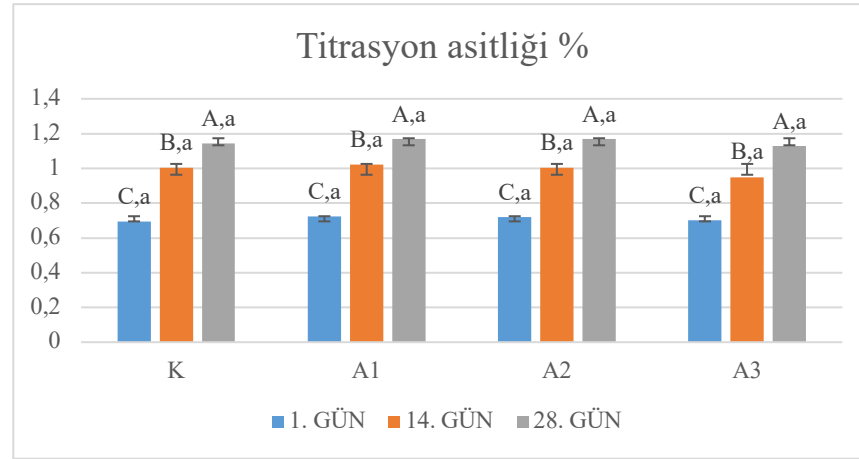
Yoğurt içerisindeki en önemli bileşen laktik asittir ve yoğurt kalitesini gösteren önemli parametrelerden biridir. Propolis ile zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinin 28 günlük % titrasyon asitliği değerleri ortalamaları izelge 3.2'de ve titrasyon asitlik değişim grafiği Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Tüm rnekler incelendiğinde titrasyon asitliği değerleri %0,69 ile 1,17 arasında değişiklik göstermiştir. Depolama süresince tüm örnekler incelendiğinde titrasyon asitliği değerlerinin arttığı gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). Bununla birlikte, depolama günlerinde örnekler arasında önemli bir farklılık yoktur ( $p>0,05$ ).

Depolamanın 1. günü A1 numunesinin titrasyon asitliği %0,72 iken, 28. günde %1,17'e yükselmiştir. A2 numunesinin titrasyon asitliği depolamanın 1. günü %0,71 iken, 28. günde %1,17 olarak llmştir. A3 örneğinin ise ilk gün ölçülen titrasyon asitliği 0,70 iken, 28. günde %1,13 olarak belirlenmiştir. Propolis ilaveli probiyotik yoğurtların titrasyon asitliği değerlerindeki değişim, artma eğilimi göstermiştir ( $p<0,05$ ). Titre edilebilir asitliğin, pH değerleri ile negatif korelasyon gösterdiği grlmştir.

Düşük pH ve titre edilebilir asitlik, fermente ürünlerde probiyotik bakterilerin büyümesini ve stabilitesini kısıtlayan en önemli faktörlerdendir. *L. acidophilus*'un büyümesi için optimum pH 5,5-6,0 iken, bifidobakteriler için bu aralık 6,0-7,0'dır. *L. acidophilus DSM 20079* hücrelerinin büyümesi pH 5,5'in altında önemli ölçüde gecikmektedir (Mohammadi ve Mortazavian, 2011).

Ürünün tamponlama kapasitesi ve katı matris özelliği probiyotik hücrelerin canlılığını önemli ölçüde etkilemektedir. Ayrıca, daha yüksek tamponlama kapasitesine sahip ürünlerin pH'sı fermantasyon ve buzdolabında depolama sırasında yavaşça düşmekte ve bu da probiyotik hücrelerin hayatta kalma oranının daha yüksek olmasını sağlamaktadır. Peynir ve yoğurt, fermente süt bazlı içeceklerden çok daha yüksek tamponlama kapasitesi sergilemektedir. (Heydari, Mortazavian, Ehsani, Mohammadifar, 2011).

Sıvı gıdaların aksine, yoğurt veya peynirdeki jel yapısı gibi gıda ürünlerindeki katı matrisler, probiyotik hücrelerin zararlı faktörlere (rn. hidrojen iyonları ve organik asitler) maruziyetini azaltarak onları destekler. Bu matrisler, hidrojen iyonları ve organik asitler gibi sulu fazdaki zararlı faktörlere karşı fiziksel ve/veya kimyasal bir bariyer görevi görebilir (Shafiee, Mortazavian, Mohammadifar, Koushki, 2010). Tüm bu belirtilenler, alışmamızda *L. acidophilus*'un depolama boyunca canlılığını korumasını sağlamada etkili olmuştur.



Şekil 3.2 Yoğurt örneklerinin depolama boyunca titre edilebilir asitlik değerleri

Shi vd. (2025) yaptıkları çalışmada, 4 °C'de 21 günlük depolama süresinin yoğurdun pH ve titrasyon asitliği değerlerini önemli ölçüde etkilediğini belirlemiştir. Depolama süresi boyunca pH'da bir düşüş ve titrasyon asitliğinde bir artış olmuştur. Neogaroligosakkaritler ile takviye edilmiş yoğurt, kontrol grubuna kıyasla daha düşük pH ve daha yüksek asidite göstermiştir.

Güneş-Bayır vd. (2020), propolisin probiyotik yoğurtlarda asitlik artırıcı bir etkiye sahip olduğunu ( $p < 0,05$ ) ve pH değerlerinde anlamlı bir değişiklik meydana gelmediğini bildirmiştir. Benzer şekilde, Korkmaz ve ark. (2021) da propolis ilavesinin yoğurdun pH değerini etkilemediğini belirtmiştir. Buna karşılık, önceki bazı çalışmalarda (Güney ve Yılmaz, 2013; El-Deeb, 2017) propolis takviyesinin pH değerini artırdığı ve yoğurt ile diğer süt ürünlerinin asidik tadını azalttığı gözlemlenmiştir.

Elmas ve Yuceer (2024) yaptıkları çalışmada, yoğurt üretiminde farklı kültür çeşitleri kullanarak yoğurtların asitliği ve genel bileşimleri incelemiştir ve bu çalışmada örneklerin titrasyon asitliğinin %0,92- 1,23 arasında değiştiğini belirlemiştir.

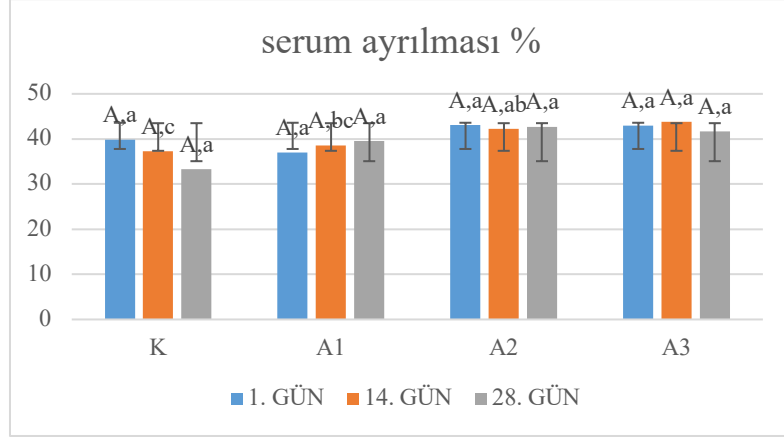
### 3.2.3. Serum Ayrılması Analiz Sonuçları

Serum ayrılması istenmeyen bir parametre olup, su tutma kapasitesiyle birlikte depolama sırasında kalite kriteri olarak belirlenmektedir (Korkmaz, Bilici ve Korkmaz, 2021). Yoğurdun homojen hale gelmesi, jel yapısını kırarak kazein ağının yeniden düzenlenmesine yol açmakta ve bu da peynir altı suyunun çıkmasına sebebiyet vermektedir (Wang, Kristo ve Pointe, 2020). Propolis ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde 28 günlük serum ayrılması % değerleri Çizelge 3.2'de ve serum ayrılması değişim grafiği Şekil 3.3'de gösterilmiştir. Bu çalışmada

farklı oranlarda propolis ilavesinin (K, A1, A2, A3) serum ayrılması üzerine etkisi 1., 14. ve 28. günlerde incelenmiştir.

İlk günde kontrol örneğinde  $39,82 \pm 1,51$  serum ayrılması gözlemlenirken, A1, A2 ve A3 numunelerinde sırasıyla  $38,95 \pm 2,28$ ,  $43,03 \pm 0,12$  ve  $42,95 \pm 0,01$  değerleri elde edilmiştir. Veriler değerlendirildiğinde tüm örneklerin istatistiksel olarak benzer gruplarda yer aldığı ve aralarında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ( $p > 0,05$ ). Bu durum, katkıların jel yapısına etkisinin kısa vadede sınırlı olduğunu göstermektedir. 14. gün sonuçlarında serum ayrılma oranları kontrol için  $37,24 \pm 0,56$ ; A1 için  $38,53 \pm 0,72$ ; A2 için  $42,20 \pm 0,54$  ve A3 için  $43,78 \pm 1,54$  olarak saptanmıştır. Genel anlamda serum ayrılmasında ciddi bir artış gözlenmemekle birlikte, A2 ve A3 gruplarında serum ayrılma düzeyinin nispeten daha yüksek olduğu dikkat çekmiştir. Ancak yine de istatistiksel olarak örnekler arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Bu, ürünlerin yapısal bütünlüğünü 14 gün boyunca koruyabildiğini ortaya koymuştur. 28. gün itibarıyla serum ayrılması kontrol grubunda  $37,30 \pm 4,97$ , A1'de  $39,51 \pm 2,34$ , A2'de  $42,74 \pm 0,10$  ve A3'te  $41,62 \pm 1,58$  olarak belirlenmiştir. Dördüncü hafta sonunda da propolis ilaveli probiyotik yoğurt örneklerin sinerez değerleri kontrol grubu ile benzerlik göstermiştir ( $p > 0,05$ ). A2 ve A3 gruplarında serum ayrılması görece daha yüksek seyretse de bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Çalışma genelinde serum ayrılma değerleri  $37,24$  ile  $43,78$  arasında değişmiştir. Bu oranlar, yoğurdun kabul edilebilir stabilite aralığında olduğunu göstermektedir. Serum ayrılmasının propolis ilavesi ile anlamlı ölçüde değişmemesi, propolisli yoğurdun su tutma kapasitesi ve jel yapısı üzerinde olumsuz bir etki yaratmadığını göstermiştir. Tüketici açısından değerlendirildiğinde ise propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt ürünlerin, raf ömrü boyunca fiziksel bütünlüğünü koruyarak piyasada kabul görebilecek nitelikte olduğu söylenebilir. Korkmaz vd., (2021), 7 günlük depolama sonunda propolisli yoğurdun serum ayrılması oranının hafif bir düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir.



Şekil 3.3 Yoğurt örneklerinin depolama boyunca serum ayrılması değerleri

Ersan ve Topçuoğlu, (2019) badem sütü katkılı probiyotik yoğurtlarda, serum ayrılması değerlerinin depolama süresince önemli farklılıklar göstermediğini bildirmişlerdir ( $p < 0,01$ ). En düşük serum ayrılması 4,83 mL/25 g ile A örneğinde (Kontrol), en yüksek ise 20,33 mL/25 g ile E örneğinde (%100 badem sütü) gözlenmiştir. 21 günlük depolama sürecinde, özellikle 14. günde belirgin farklılıklar görülmüş ve genel olarak süre uzadıkça serum ayrılmasının azaldığı tespit edilmiştir.

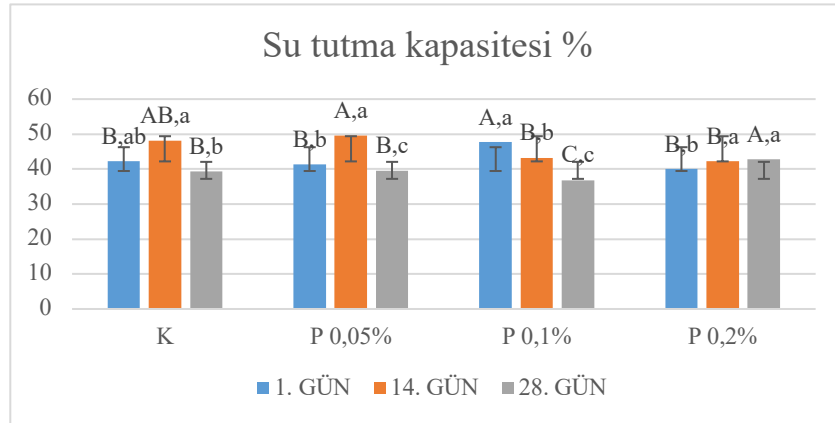
#### 3.2.4. Su Tutma Kapasitesi Analiz Sonuçları

Yoğurdun su tutma kapasitesi (STK), ürünün jel yapısının ne derece güçlü olduğunu ve serum ayrılma eğilimini belirleyen en önemli fiziksel özelliklerden biridir. Yüksek STK, düşük sinerezle ilişkilidir ve ürünün raf ömrü boyunca yapısal bütünlüğünü koruması açısından büyük önem taşır. Bu çalışmada, farklı oranlardaki propolisin yoğurdun su tutma kapasitesi üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Yoğurt örneklerinin depolama boyunca su tutma kapasitesi (STK) değerleri Çizelge 3.2 ve değişim grafiği Şekil 3.4’de verilmiştir.

İlk günde kontrol grubunda su tutma kapasitesi  $42,24 \pm 0,87$  olarak belirlenmiş olup bu değer referans niteliğindedir. A1 ve A3 gruplarında STK sırasıyla  $41,31 \pm 0,08$  ve  $40,06 \pm 0,05$  ile kontrol grubuna benzer düzeyde kalmıştır ( $p > 0,05$ ). Ancak A2 grubunda  $47,77 \pm 0,70$  ile anlamlı şekilde daha yüksek STK değeri tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Bu durum, A2 katkısının jel yapısının daha sıkı oluşumuna katkı sağladığını ve yoğurtta suyun daha fazla bağlanmasına yardımcı olduğunu göstermiştir. 14. günde, genel olarak su tutma kapasitesinde bir artış gözlemlenmiştir. A1 ( $49,59 \pm 0,25$ ) ve kontrol ( $48,10 \pm 2,90$ ) gruplarında STK oranı önceki güne göre artarken, A2 grubunda hafif bir azalma ( $43,21 \pm 0,13$ ) tespit edilmiştir. A3 grubu ise  $42,26 \pm 0,62$  ile istatistiksel olarak A2’ye yakın ancak kontrol grubundan daha düşük

STK değerine sahip olmuştur. A1 örneğinin en yüksek su tutma kapasitesine sahip olması, katkının zamanla jel matrisini güçlendirebildiğini göstermektedir. Depolama süresi ilerledikçe, ürünlerin su tutma kapasitesinde genel bir düşüş eğilimi gözlemlenmiştir. Kontrol grubunda STK %39,32±0,19'a düşerken, A1 ve A2 gruplarında bu değer sırasıyla %39,58±0,45 ve %36,84 ± 0,16 olarak kaydedilmiştir. Buna karşın A3 grubunda STK %42,76±0,36 ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır ve bu değer diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı şekilde fark göstermiştir (p<0,05). Bu sonuç, %0,2 propolis katkısının uzun vadede su tutma kapasitesini artırıcı bir etki gösterebileceğini düşündürmüştür.

Bu bulgular, propolisin probiyotik yoğurt formülasyonuna dahil edilmesinin ürünün yapısal stabilitesini ve fiziksel dayanıklılığını önemli ölçüde etkileyebileceğini ortaya koymuştur. %0,1 propolis katkılı örnek kısa vadede (1. gün) en yüksek su tutma kapasitesine sahip olurken, uzun vadede (28. gün) bu özellik A3 örneğinde ön plana çıkmıştır. Bu durum, propolis ilaveli yoğurtların jel yapısı üzerindeki etkisinin zamanla değişkenlik gösterebileceğini ve ürün stabilitesini farklı şekillerde etkileyebileceğini göstermiştir. Yoğurdun su tutma kapasitesinin yüksek olması, özellikle ticari üretimde ambalaj içi serum ayrılmasını azaltmak ve tüketici memnuniyetini artırmak açısından önem taşır. Bu bağlamda, propolisin doğru kombinasyonlarla ve uygun oranlarda kullanımı, ürün kalitesinin sürdürülebilirliğine doğrudan katkı sağlayabilir.



Şekil 3.4 Yoğurt örneklerinin depolama boyunca su tutma kapasitesi değerleri

Korkmaz, Bilici ve Korkmaz (2021) yaptıkları çalışmada, ev yapımı yoğurtta maca (*Lepidium meyenii*) tozu ve propolis özütü takviyesinin etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla, sade yoğurt (Y), %0,05 propolis içeren yoğurt (P), %5 maca içeren yoğurt (M) ve hem %5 maca hem de %0,05 propolis içeren yoğurt (MP) olmak üzere dört tip yoğurt hazırlanmıştır. Çalışma

sonucunda su tutma kapasitelerinin depolama boyunca önemli düzeyde azaldığını tespit etmişlerdir.

### 3.2.5. Tekstür Analiz Sonuçları

Bu çalışmada, kontrol grubu ve farklı formülasyonlarla elde edilen üç deneysel yoğurt örneği (A1, A2, A3) olmak üzere dört farklı yoğurt numunesinin, 1., 14. ve 28. günlerdeki sertlik (firmness), viskozite indeksi (index of viscosity), kıvam (consistency) ve yapışkanlık (cohesiveness) özellikleri değerlendirilmiştir. Bu dört temel tekstürel parametre, yoğurdun tüketici tarafından algılanan kalitesi, raf ömrü ve yapı stabilitesi açısından oldukça önemlidir. Araştırmamızda depolama süresince tekstür özellikleri Çizelge 3.3'te ve Şekil 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.3 Yoğurt örneklerinin depolama boyunca tekstür özelliklerindeki değişim

| Özellikler                    |    | 1. Gün                         | 14. Gün                       | 28. Gün                        |
|-------------------------------|----|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| <b>Sertlik g</b>              | K  | 288,72±0,53 <sup>A,b</sup>     | 240,08±6,46 <sup>B,a</sup>    | 266,89±12,35 <sup>AB,a</sup>   |
|                               | A1 | 311,92±1,39 <sup>A,a</sup>     | 258,32±10,51 <sup>B,a</sup>   | 283,04±3,78 <sup>B,a</sup>     |
|                               | A2 | 250,10±0,73 <sup>A,c</sup>     | 205,16±1,82 <sup>A,b</sup>    | 207,96±18,65 <sup>A,b</sup>    |
|                               | A3 | 210,55±1,27 <sup>A,d</sup>     | 183,47±11,59 <sup>A,b</sup>   | 197,06±14,83 <sup>A,b</sup>    |
| <b>Viskozite indeksi g.sn</b> | K  | 762,13±25,70 <sup>A,a</sup>    | 549,77±38,61 <sup>B,a</sup>   | 503,11±31,93 <sup>B,a</sup>    |
|                               | A1 | 824,90±28,79 <sup>A,a</sup>    | 549,96±17,61 <sup>B,a</sup>   | 488,96±0,98 <sup>B,a</sup>     |
|                               | A2 | 632,07±26,62 <sup>A,b</sup>    | 475,02±10,07 <sup>B,ab</sup>  | 478,49±47,68 <sup>B,a</sup>    |
|                               | A3 | 470,25±19,71 <sup>A,c</sup>    | 421,87±19,80 <sup>A,b</sup>   | 408,68±35,46 <sup>A,a</sup>    |
| <b>Kıvam g.sn</b>             | K  | 9528,47±67,66 <sup>A,ab</sup>  | 7957,63±382,84 <sup>A,a</sup> | 7738,47±474,66 <sup>A,b</sup>  |
|                               | A1 | 10832,9±155,44 <sup>A,a</sup>  | 8604,4±402,99 <sup>B,a</sup>  | 9084,1±186,29 <sup>B,a</sup>   |
|                               | A2 | 8644,95±452,64 <sup>A,bc</sup> | 6606,45±243,52 <sup>A,b</sup> | 7002,39±584,90 <sup>A,bc</sup> |
|                               | A3 | 7324,36±449,64 <sup>A,c</sup>  | 6526,26±453,32 <sup>A,b</sup> | 6252,72±17,97 <sup>A,c</sup>   |
| <b>Yapışkanlık g</b>          | K  | 274,08±18,05 <sup>A,ab</sup>   | 210,78±4,76 <sup>B,a</sup>    | 214,76±1,82 <sup>B,b</sup>     |
|                               | A1 | 313,73±16,12 <sup>A,a</sup>    | 213,28±7,59 <sup>A,a</sup>    | 244,66±3,89 <sup>A,a</sup>     |
|                               | A2 | 239,44±4,57 <sup>A,b</sup>     | 190,95±12,61 <sup>B,a</sup>   | 173,63±6,81 <sup>B,c</sup>     |
|                               | A3 | 178,09±13,22 <sup>A,c</sup>    | 151,40±6,72 <sup>A,b</sup>    | 157,36±7,35 <sup>A,d</sup>     |

\*Aynı satırda yer alan büyük harfler depolama boyunca istatistiksel farklılığı, küçük harfler ise örnekler arası istatistiksel farklılığı göstermektedir ( $p>0.05$ ). Kontrol: K, A1: %0,05 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt, A2: %0,1 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt, A3: %0,2 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt

Depolama boyunca yapılan tekstür analizinde, A1 numunesi en yüksek sertlik değerine sahip olmuştur (1. gün: 311,92 g; 14. gün: 258,32 g; 28. gün: 283,04 g). Bu durum, A1 örneğinin zamanla yapısal bütünlüğünü büyük oranda koruduğunu ve daha tok bir dokuya sahip olduğunu göstermektedir. Buna karşılık A3 numunesi, tüm zaman noktalarında en düşük sertlik değerlerini göstermiştir. Özellikle 1. günde 210,55 g olan sertlik değeri, 14. günde 183,47 g'ye düşmüş, 28. günde ise 197,06 g olarak ölçülmüştür. Kontrol ve A2 numuneleri ise orta düzeyde değerlere sahip olup, A1 kadar dayanıklı ve stabil bir yapı göstermemiştir. Sertlik

değerlerindeki bu farklılıklar, muhtemelen yoğurt formülasyonunda kullanılan propolis ekstraktından kaynaklanmaktadır. Bu durum, propolisin yapısal stabilitenin korunmasına yardımcı olduğunu ve yoğurtların raf ömrü boyunca formunu koruma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

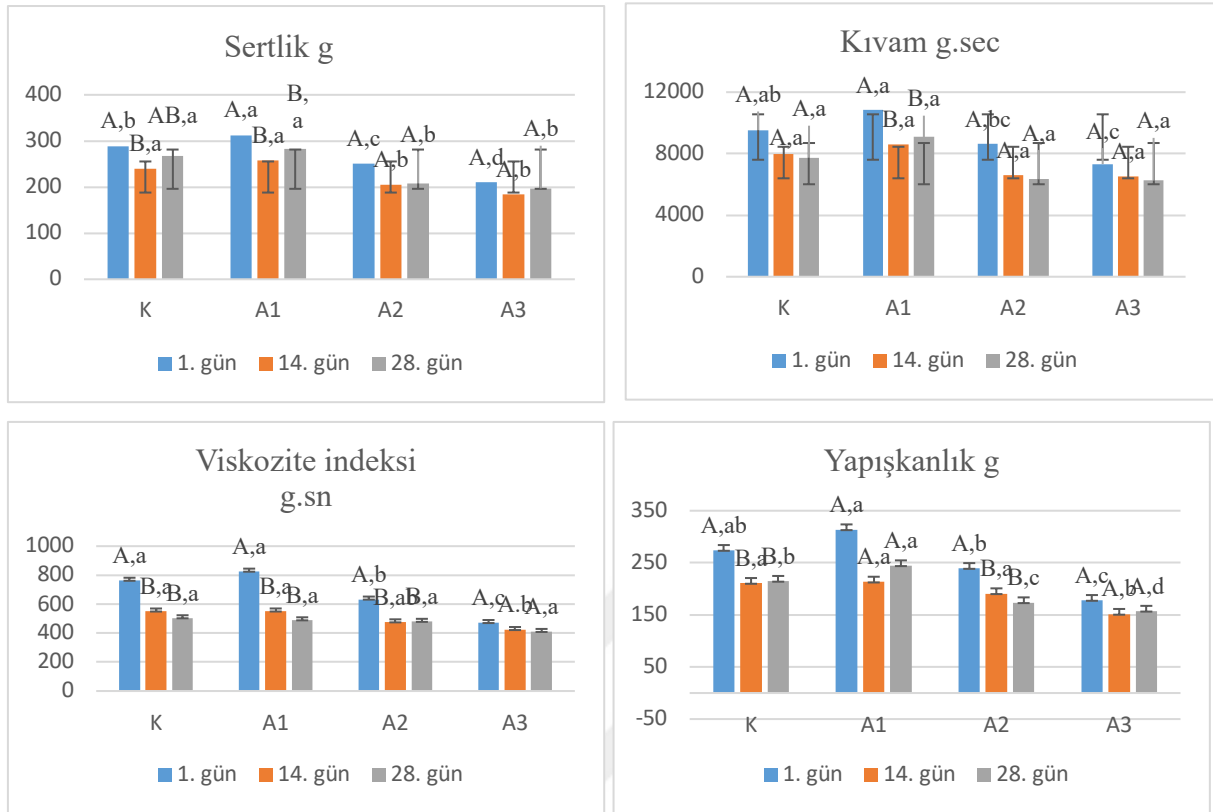
Viskozite indeksi verileri incelendiğinde, propolis ilavesinin yoğurtların akış özelliklerini de olumlu yönde etkilediği anlaşılmaktadır. A1 grubunda 1. günde 824,90 g.sn ile en yüksek viskozite indeksi değeri gözlemlenmiştir. Zamanla tüm gruplarda viskozite değerlerinde azalma gözlenirse de, propolisli örneklerde bu düşüşün daha yavaş gerçekleştiği ve değerlerin belirli bir stabilite gösterdiği dikkat çekmektedir. Bu bulgular, propolisin yoğurtların kıvamını koruma açısından yapısal viskoziteye katkıda bulunduğunu ve ürünlerin duyu kalitesini olumlu etkileyebileceğini göstermektedir.

Depolamanın ilk gününde en yüksek kıvam değeri A1 numunesinde ölçülmüş (10.832,9 g·s) ve bunu (9528,47 g·s) ile kontrol numunesi takip etmiştir. A3 numunesi ise 7324,36 g·s ile belirgin şekilde daha düşük bir kıvama sahip olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, A3 numunesinin hem görsel hem duyu olarak daha gevşek ve dağılmaya meyilli bir yapıda olduğunu göstermektedir. 14. ve 28. günlerde tüm numunelerde kıvam azalma eğilimi göstermiştir. Ancak A1 numunesi, diğerlerine göre bu düşüşten daha az etkilenmiş ve 28. günde de en yüksek kıvamı korumuştur. Bu durum, yoğurdun raf ömrü boyunca yapısını muhafaza edebilmesi açısından olumlu bir göstergedir.

Yapışkanlık değerleri değerlendirildiğinde ise, propolisin bazı konsantrasyonlarda bu özelliği artırdığı görülmektedir. A1 numunesi, 1. günde  $313,73 \pm 16,12$  g ile en yüksek yapışkanlık değerine ulaşmış ve bu değeri ile kontrol grubunun ( $274,08 \pm 18,05$  g) üzerinde yer almıştır. Zamanla yapışkanlıkta bir azalma gözlenirse de A1 grubu 28. günde  $294,66 \pm 76,21$  g ile yüksek değerini büyük ölçüde koruyabilmiştir. Yapışkanlık, özellikle ürünün ağızda bıraktığı his ve kaşıkla alınabilirliği açısından önem arz etmektedir. Bu bağlamda, propolisin uygun düzeylerde kullanımıyla ürünün tekstürel olarak tatmin edici bir yapıda tutulabileceği anlaşılmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, propolisin yoğurtlara ilavesi sonucunda hem başlangıç kalite parametrelerinde hem de depolama süreci boyunca önemli ölçüde olumlu etkiler gözlenmiştir. Özellikle A1 grubu birçok parametrede en başarılı sonuçları vermiş olup, propolisin uygun konsantrasyonlarda kullanıldığında yoğurtların yapısal özelliklerini

iyileştirdiği ve raf ömrü boyunca bu özelliklerin korunmasına katkı sağladığı söylenebilir.



Şekil 3.5 Yoğurt örneklerinin sertlik, viskozite indeksi, kararlılık ve tutarlılık değerleri

Uduwerella, Chandrapala ve Vasiljevic (2018), farklı başlangıç toplam katı madde oranlarıyla (%15, %20 ve %23) hazırlanan Yunan yoğurtlarının dokusal özelliklerini ve sinerez değerlerini karşılaştırmıştır. Bulgulara göre, %20 katı madde içeren GY-2 örneği, 25 g sertlik, 0,7 tutarlılık ve -338 g·s yapışkanlık değeriyle en yüksek doku kalitesini göstermiştir. Ayrıca, GY-2 örneğinde %8,8 ile en düşük sinerez oranı elde edilmiştir. Buna karşın, %23 katı madde içeren GY-3 örneği düşük sertlik (8 g) ve yüksek sinerez (%24,9) değerleriyle en zayıf yapısal özellikleri göstermiştir. GY-1 (%15) ise orta seviyede değerlere sahiptir. Elde edilen sonuçlar, %20 katı madde oranının doku kalitesi ve su salınımı açısından en uygun formülasyon olduğunu göstermektedir.

Bai, Yang ve Li, (2025)'nin tekstür analizleri sonuçlarına göre tam yağlı soya sütü yoğurtlarının tekstürel özelliklerinin kullanılan bakteri suşuna göre anlamlı farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur ( $p < 0,05$ ). En yüksek sertlik değeri *S. thermophilus* suşu ile elde edilirken, en yüksek yaylanma ve çiğnenebilirlik değerleri ticari kültürle fermente edilen örneklerde gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, fermente ürünlerin istenen yapısal özelliklere ulaşmasında suş seçiminin belirleyici bir faktör olduğunu göstermiştir. Özellikle ticari kültürün

ürünün duyuşal kabulü açısından avantaj sağlayabilecek doku özellikleri sunduğu belirlenmiştir.

### 3.3. Propolis ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurt Örneklerine Depolamanın İlk Günü Uygulanan Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

Depolamanın birinci gününde, propolis ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinde ve sade yoğurtta (kontrol) kül, kuru madde, renk, su aktivitesi, fenolik madde, antioksidan ve duyuşal analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları izelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.4 Yoğurt örneklerine ilk gün uygulanan fizikokimyasal analiz sonuçları

|                          |    |                         |
|--------------------------|----|-------------------------|
| <b>Kuru Madde (%)</b>    | K  | 12,24±0,46 <sup>a</sup> |
|                          | A1 | 11,44±0,27 <sup>a</sup> |
|                          | A2 | 11,43±0,45 <sup>a</sup> |
|                          | A3 | 11,78±0,00 <sup>a</sup> |
| <b>Kül (%)</b>           | K1 | 1,09±0,10 <sup>a</sup>  |
|                          | A1 | 1,24±0,90 <sup>a</sup>  |
|                          | A2 | 1,19±0,38 <sup>a</sup>  |
|                          | A3 | 1,00±0,53 <sup>a</sup>  |
| <b>a<sub>w</sub> (%)</b> | K  | 0,99±0,00 <sup>a</sup>  |
|                          | A1 | 0,99±0,00 <sup>a</sup>  |
|                          | A2 | 0,99±0,00 <sup>a</sup>  |
|                          | A3 | 0,99±0,00 <sup>a</sup>  |

\*Farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ( $p < 0,05$ ). K: kontrol, A1: %0,05 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt, A2: %0,1 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt, A3: %0,2 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt

#### 3.3.1. Kuru Madde Analiz Sonuçları

Propolis ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin kuru madde değerleri izelge 3.4'te verilmiştir. Kuru madde oranı, yoğurdun toplam katı içeriğini ve dolayısıyla besin yoğunluğunu belirleyen önemli bir fizikokimyasal özelliktir. Yapılan ölçümlere göre, kontrol numunesinde %12,24±0,46 kuru madde saptanırken, A1, A2 ve A3 numunelerinde sırasıyla %11,44±0,27, %11,43±0,45 ve %11,78±0,00 değerleri elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre tüm örnekler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). Kuru madde oranının benzer olması, propolisli yoğurdun genel besin yoğunluğu veya katı bileşen dengesine olumsuz yönde etki etmediğini göstermektedir. Aynı zamanda, propolisin nem içeriğini ya da süt proteinleri ve yağ gibi ana makro bileşenlerin oranını değiştirmediği de anlaşılmıştır. Bu bağlamda, propolis ilaveli yoğurdun yapısal bütünlüğü ile uyumlu olduğu ve ürünün standardize edilmesini zorlaştırmadığı sonucuna varılmıştır.

Oluk (2024) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, yağlı yoğurtların kuru madde oranlarının %12,51–13,17, yarım yağlı yoğurtların ise %10,85–12,26 aralığında değiştiği belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca her iki grupta da kuru madde miktarlarında anlamlı düşüşler gözlenmiş ve bu değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ( $p<0,05$ ).

### **3.3.2. Kül Oranı Analiz Sonuçları**

Propolis ilaveli probiyotik yoğurt örneklerinin kül değerleri çizelge 3.4’de verilmiştir. Kül oranı, süt ürünlerinde toplam mineral içeriğini yansıtan önemli bir parametredir. Bu çalışmada kontrol grubunun kül oranı  $\%1,09 \pm 0,10$  olarak belirlenirken, A1, A2 ve A3 numunelerinde bu değerler sırasıyla  $\%1,24 \pm 0,90$ ,  $\%1,19 \pm 0,38$  ve  $\%1,00 \pm 0,53$  olarak kaydedilmiştir. Tüm örnekler aynı harfle işaretlenmiş olup, bu durum istatistiksel olarak örnekler arasında anlamlı bir fark olmadığını ( $p>0,05$ ) göstermiştir. Bu sonuçlar, propolis oranının örneklerin yoğurdun mineral içeriği üzerinde önemli bir etkisinin bulunmadığını ortaya koymuştur. Propolisin mineral yoğunluğunu artırıcı ya da azaltıcı bir etkisinin olmaması, üretim sürecinin ve kullanılan hammaddelerin mineral stabilitesini koruduğunu göstermektedir. Bu durum, fonksiyonel içerik eklenmesine rağmen temel besin bileşenlerinden biri olan mineral içeriğin korunabildiğini ortaya koymuştur.

### **3.3.3. Su Aktivitesi ( $a_w$ ) Analiz Sonuçları**

Propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt örneklerinin su aktivitesi değerleri çizelge 3.4’de verilmiştir. Su aktivitesi, bir gıdadaki serbest suyun mikrobiyal büyüme, enzimatik reaksiyonlar ve kimyasal değişiklikler için ne ölçüde kullanılabilir olduğunu gösteren kritik bir göstergedir. Bu çalışmada, kontrol ve propolis ilaveli örneklerin  $a_w$  değeri  $0,99 \pm 0,00$  olarak ölçülmüş ve tüm gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Propolis ilavesinin su aktivitesini değiştirmemesi, yoğurdun mikrobiyal stabilitesine dolaylı olarak olumsuz bir etki yapmadığını ortaya koymuştur.

### **3.3.4. Toplam Fenolik Madde Miktarları Analiz Sonuçları**

Farklı oranlarda propolis ilavesi yapılan probiyotik yoğurtların toplam fenolik madde miktarları çizelge 3.5’te gösterildiği üzere propolis konsantrasyonunun artması ile anlamlı bir artış eğilimi sergilemiştir ( $p<0,05$ ).

Çizelge 3.5 Yoğurt örneklerinin toplam fenolik madde miktarları

|   |    |                         |
|---|----|-------------------------|
|   | K  | 8,00±0,30 <sup>c</sup>  |
| <b>Toplam Fenolik Madde<br/>(mg GAE/kg)</b> | A1 | 8,00±0,10 <sup>c</sup>  |
|   | A2 | 20,38±0,02 <sup>b</sup> |
|   | A3 | 31,80±0,6 <sup>a</sup>  |

*\*Farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05). K; kontrol, A1: %0,05 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt, A2: %0,1 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt, A3: %0,2 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt*

Kontrol grubu ve A1 örneğinin toplam fenolik madde içeriği eşit olarak (8,00 mg GAE/kg) belirlenmiştir. A2 örneği, bu gruplara kıyasla daha yüksek fenolik madde içeriği göstermiştir (20,38±4,36 mg GAE/kg). En yüksek toplam fenolik madde içeriği ise A3 örneğinde tespit edilmiştir (31,80±4,36 mg GAE/kg) ve bu değer istatistiksel olarak diğer tüm gruplardan anlamlı şekilde farklıdır. Bu bulgular, % 0.1 ve %0.2 propolis ilavesinin fenolik madde miktarını artırdığını göstermektedir. Fenolik bileşikler, güçlü antioksidan özellikleri nedeniyle fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle A3 örneği sağlık açısından daha yüksek biyofonksiyonel özelliklere sahip bir yoğurt ürünü potansiyeli taşımaktadır. Sonuçlar, propolisin yoğurtlara eklenmesiyle toplam fenolik içeriğin artırılabilirliğini ve bunun ürünün fonksiyonel değerini olumlu yönde etkileyebileceğini ortaya koymuştur. Santos vd. (2019), sonuçlarımıza paralel şekilde kırmızı Brezilya propolisin yoğurda ilavesi ile toplam fenolik miktarının arttığını tespit etmişlerdir.

Shori, (2013) İnek ve deve sütünden yapılan yoğurtlara soya fasulyesi ilave edilmesinin özellikle 14 ve 21 günden sonra toplam fenolik madde içeriğini artırdığı bildirilmiştir.

Andrade, Denadai, Oliveira, Nunes ve Narain, (2017), Brezilya'nın farklı bölgelerinden elde edilen kahverengi, yeşil ve kırmızı propolis örneklerinin yüksek fenolik ve flavonoid içeriğe sahip olduğu ve güçlü antioksidan aktiviteler gösterdiği belirlenmiştir. UHPLC-QqQ-MS/MS analizleriyle 28 fenolik bileşik tespit edilmiş, kahverengi ve yeşil propolisin kırmızıya göre daha fazla biyoaktif bileşik içerdiği görülmüştür. Toplam fenolik içerik ile FRAP ve ORAC testleri arasında güçlü bir pozitif ilişki bulunmuş, propolisin antioksidan gücünün fenolik bileşenlerden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

### **3.3.5. Antioksidan Aktivite Değerleri Analiz Sonuçları**

Antioksidan kapasitenin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden olan ABTS ve DPPH % inhibisyon değeri, gıda ürünlerinin oksidatif stabilitesini ve fonksiyonel özelliklerini belirlemede önemli parametrelerdendir. Bu çalışmada, farklı oranlarda propolis ilave edilmiş probiyotik yoğurt örneklerinin antioksidan kapasitesi DPPH % inhibisyon ve

ABTS cinsinden belirlenmiştir. Farklı oranlarda propolis ilave edilerek üretilen probiyotik yoğurtlara ait antioksidan sonuçları Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6 Yoğurt örneklerinin antioksidan aktivite değerleri

|                               |    |                         |
|-------------------------------|----|-------------------------|
| <b>DPPH</b><br>(% inhibisyon) | K  | 25,70±0,62 <sup>d</sup> |
|                               | A1 | 31,55±0,17 <sup>c</sup> |
|                               | A2 | 34,90±0,58 <sup>b</sup> |
|                               | A3 | 45,93±0,23 <sup>a</sup> |
| <b>ABTS</b><br>(mM trolox/mg) | K  | 2,45±0,17 <sup>c</sup>  |
|                               | A1 | 3,30±0,56 <sup>b</sup>  |
|                               | A2 | 3,50±0,27 <sup>b</sup>  |
|                               | A3 | 3,78±0,02 <sup>a</sup>  |

\*Farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ( $p < 0,05$ ). K; kontrol, A1: %0,05 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt, A2: %0,1 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt, A3: %0,2 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt

DPPH % inhibisyon serbest radikal giderme aktivitesi sonuçları, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında A1, A2 ve A3 numunelerinde artan oranda antioksidan aktivite sergilendiğini göstermektedir. Kontrol grubunda %25,70±0,62 düzeyinde inhibisyon gözlenirken, A1, A2 ve A3 numunelerinde sırasıyla %31,55±0,17, %34,90±0,58 ve %45,93±0,23 oranlarında inhibisyon değerleri elde edilmiştir. Bu artış, propolis ilavesiyle antioksidan kapasiteyi anlamlı düzeyde artırdığını göstermektedir. Özellikle A3 grubunun en yüksek inhibisyon değerine ulaşması, bu grubun DPPH radikalini en etkili şekilde nötralize ettiğini ortaya koymaktadır.

ABTS analizi, örneklerin radikal süpürme kapasitesini Trolox eşdeğeri (TE) üzerinden değerlendirmektedir. Bu analizde daha yüksek değerler, daha güçlü antioksidan kapasiteyi ifade etmektedir. Kontrol grubunda ABTS değeri 2,45±0,17 mg TE/g olarak ölçülmüştür. Propolis ilave edilen gruplarda ise bu değerler sırasıyla A1 için 3,30±0,56, A2 için 3,50±0,27 ve A3 için 3,78±0,02 şeklindedir. Sonuçlar, ABTS değerlerinde belirgin bir artışı göstermekte olup bu artış propolis konsantrasyonuyla paralel olarak yükselmiştir. Her ne kadar istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirtilmemiş olsa da, sayısal artışlar propolisin yüksek fenolik bileşik içeriğinin antioksidan kapasiteyi olumlu yönde etkilediğini göstermiştir.

Propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurtların antioksidan kapasitesini hem DPPH % inhibisyon hem de ABTS analizleriyle doğrulanabilir şekilde artırmıştır. Propolisin biyolojik olarak aktif bileşenleri sayesinde ürüne fonksiyonel özellik kazandırdığını ortaya koymuştur. Bu durum, propolisin sadece koruyucu değil aynı zamanda besleyici ve fonksiyonel bir katkı maddesi olarak değerlendirilmesini desteklemektedir. Bu sonuçlar, literatürde yer alan

propolisin antioksidan kapasitesine dair çalışmalarla da uyum göstermektedir (Bankova vd. 2005; Kujumgiev vd. 1999).

Antioksidan aktivitesi gibi propolise atfedilen biyolojik aktiviteler yaygın olarak incelenmiştir. Propolisin antioksidan kapasitesi ile fenolik bileşiklerin içeriği (Cabral vd. 2009), özellikle flavonoid içeriği (Alencar vd. 2007) ve mikrobiyolojik stabilitesi (Bodini, Sobral, Favaro-Trindade ve Carvalho, 2013) arasında pozitif bir korelasyon vardır. Santos ve ark (2019) yaptıkları çalışmada kırmızı propolis ilavesi ile yoğurt örneklerinin antioksidan kapasitelerinin arttığını belirlemişlerdir. Andrade, Denadai, Oliveira, Nunes ve Narain'e (2017) göre fenolik bileşikler ve flavonoidler, aralarında immünopotansiyasyon, kemopreventif ve antitümör etkilerin de bulunduğu çeşitli biyolojik aktivitelerden sorumlu ana bileşenlerdir ve yoğurtta propolis kullanımı tüketicinin sağlığına fayda sağlamaktadır.

Anwar, Faiz ve Hou, (2025)'nin koyun yoğurdu içeceğine ilişkin çalışmasının sonuçları, antioksidan aktivitenin bal konsantrasyonu arttıkça önemli ölçüde arttığını, %1'de  $9,52 \pm 0,14$ 'ten %5'te  $30,89 \pm 0,01$ 'e çıktığını göstermektedir. İnek yoğurdu içeceğinde, bal konsantrasyonundaki artış antioksidan aktiviteyi önemli ölçüde artırarak %5 konsantrasyonda  $39,34 \pm 0,02$  zirveye ulaşmaktadır. Karıştırılmış yoğurt içeceğinde, antioksidan aktivite daha yüksek bal konsantrasyonlarıyla artarak %5'te  $42,36 \pm 0,01$ 'e ulaşmıştır. Bal, yüksek fenolik bileşen ve flavonoid seviyeleri nedeniyle probiyotik yoğurdun antioksidan potansiyelini önemli ölçüde artırmaktadır.

Shori (2024) bu çalışmanın bulguları fermente deve sütüne *L. rhamnosus* *L. casei* ve *L. plantarum* eklenmesinin faydalı etkilerini vurgulamaktadır. Bu *Lactobacillus* suşları antioksidan özelliklerini önemli ölçüde artırmış ve depolama süresi boyunca daha yüksek canlı hücre sayısını korumuş, böylece fermente deve sütünün sağlık yararlarını artırmıştır.

Noshadi, Karami, Arab, Taheri ve Ghasemzadeh-Mohammadi (2025) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, az yağlı yoğurt formülasyonlarında propolis ekstresi ve fesleğen tohumu karışımlarının etkileri araştırılmıştır. Depolama süresi boyunca tüm örneklerde antioksidan seviyeleri, kontrol grubuna kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Özellikle propolisin varlığı, antioksidan düzeylerini istatistiksel olarak anlamlı şekilde artırmıştır ( $p < 0,05$ ).

Santos vd. (2019) Brezilya kırmızı propolisiyle üretilen yoğurdun, potasyum sorbat kullanılan yoğurttan daha yüksek fenolik ve flavonoid içeriğe ve daha güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir. Kırmızı propolis, zararlı mikroorganizmaları

engellerken laktik asit bakterileriyle olumsuz etkileşime girmemiş, böylece yoğurdun probiyotik potansiyelini artırmıştır. Çalışma, kırmızı propolis doğal, sağlığa yararlı ve etkili bir katkı maddesi olarak yoğurt üretiminde kullanılabileceğini ortaya koymuş; bu da daha sağlıklı ve işlevsel ürünlerin geliştirilmesine katkı sağlamıştır.

Lou vd. (2024) yaptıkları çalışmada polifenol açısından zengin ananas kabuğu tozu ile zenginleştirilmiş yoğurtlarda fizikokimyasal özellikleri geliştirmek, asitlenme sonrası süreci kontrol etmek ve antioksidan aktivitelerini iyileştirmek için sonikasyon destekli fermantasyonun uygulanabilirliğini araştırmayı amaçlamıştır. Hedeflenen analiz, ultrasonikasyon destekli ekstraksiyon (NPFU) ile elde edilen polifenol açısından zengin ananas diyet lifinin en yavaş asitlenme oranlarını, en yüksek antioksidan kapasitesini ve %21,67 ile en düşük peynir altı suyu ayrılma derecesini sergilediğini göstermiştir. Ananas kabuğu lifi ile zenginleştirilmiş yoğurtlar, ananas kabuğu tozu ile zenginleştirilmiş yoğurtlara kıyasla önemli ölçüde daha yüksek antioksidan aktiviteler ( $p < 0,05$ ) göstermiştir.

### **3.3.6. Renk Analizi Değerlendirilmesi**

Gıdalarda renk, tüketici algısı ve tercihlerini doğrudan etkileyen en önemli duyu özelliklerinden biridir. Renk, bir ürünün cazibesini ve kalitesini ilk bakışta belirleyen faktörlerden biri olarak, tüketici tercihleri üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, renk yalnızca estetik bir özellik olarak kalmayıp aynı zamanda ürünün pazarlanabilirliğini ve tüketici kabul edilebilirliğini de doğrudan etkileyen başlıca etkenlerden biridir (Acherjee, Afrin ve Sit 2020).

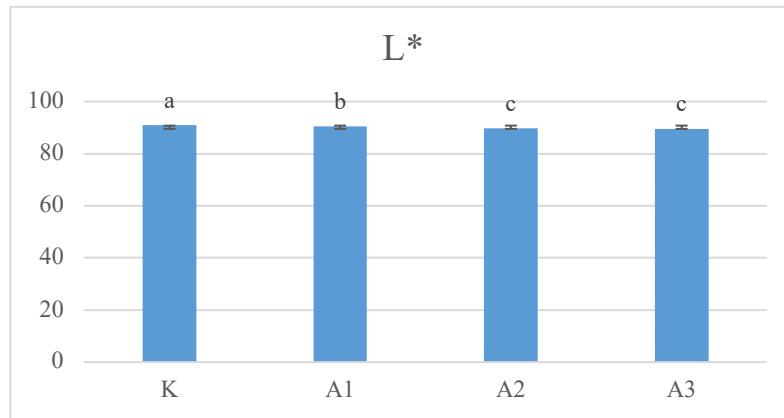
Renk parametrelerinde L\* değeri açıklığı (0 = siyah, 100 = beyaz), a\* değeri kırmızı-yeşil eksenini (pozitif değer = kırmızıya eğilim, negatif değer = yeşile eğilim) ve b\* değeri ise sarı-mavi eksenini (pozitif değer = sarıya eğilim, negatif değer = maviye eğilim) ifade etmektedir. Bu çalışmada, farklı oranlarda propolis içeren probiyotik yoğurt örneklerinin renk parametreleri değerlendirilmiş ve sonuçlar çizelge 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.7 Yoğurt örneklerinin renk analiz sonuçları

|           |    |                         |
|-----------|----|-------------------------|
| <b>L*</b> | K  | 90,85±0,00 <sup>a</sup> |
|           | A1 | 90,50±0,00 <sup>b</sup> |
|           | A2 | 89,64±0,02 <sup>c</sup> |
|           | A3 | 89,57±0,06 <sup>c</sup> |
| <b>a*</b> | K  | -1,62±0,00 <sup>a</sup> |
|           | A1 | -1,64±0,00 <sup>b</sup> |
|           | A2 | -1,87±0,01 <sup>c</sup> |
|           | A3 | -1,71±0,01 <sup>c</sup> |
| <b>b*</b> | K  | 7,75±0,0 <sup>d</sup>   |
|           | A1 | 7,98±0,03 <sup>c</sup>  |
|           | A2 | 8,08±0,02 <sup>b</sup>  |
|           | A3 | 8,27±0,01 <sup>a</sup>  |

\*Farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ( $p < 0,05$ ). K; kontrol, A1: %0,05 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt, A2: %0,1 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt, A3: %0,2 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt

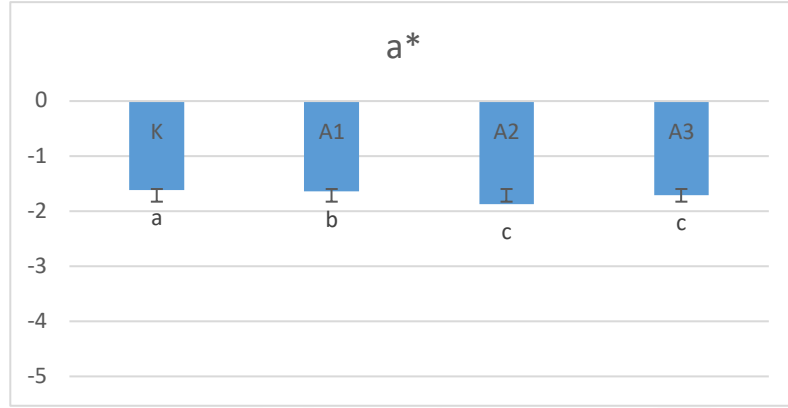
Depolamanın 1. günü, yoğurt numunelerinin renk ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) değerleri incelenmiştir. Propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurtların  $L^*$  değerleri ölçüm sonuçları, Çizelge 3.7 ve Şekil 3.6'da sunulmuştur. En yüksek  $L^*$  değeri (90,85) kontrol örneğine aitken, en düşük  $L^*$  değeri (89,57) A3 örneğinde belirlenmiştir. Propolis oranına bağlı olarak  $L^*$  değerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlemlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Bu durum, propolis oranı arttıkça beyazlık değerinde bir düşüş olmasının muhtemel ve beklenen bir sonuç olduğunu göstermektedir. Yüksek propolis konsantrasyonları, yoğurdun renginde hafif bir koyulaşma etkisi yaratmıştır.



Şekil 3.6 Yoğurt örneklerinin  $L^*$  değerleri

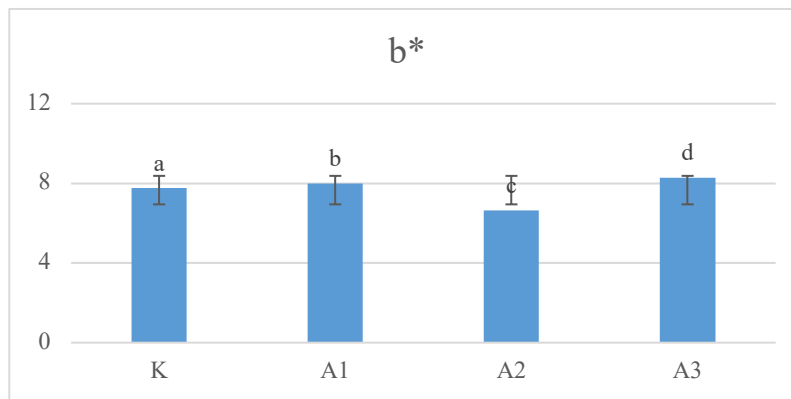
Propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurtların  $a^*$  değeri ölçüm sonuçları Çizelge 3.7 ve Şekil 3.7'de sunulmuştur.  $a^*$  değeri, kırmızı-yeşil renk tonunu temsil eder; pozitif  $a^*$  değeri kırmızı, negatif  $a^*$  değeri ise yeşil tonları gösterir. Çizelgeye göre en yüksek  $a^*$  değeri (-1,62) kontrol numunesi olurken, en düşük  $a^*$  değeri (-1,87) A2 numunesi olmuştur. Propolis

oranına bağı olarak  $a^*$  değerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalış gözlemlenmiştir ( $p<0.05$ ). Bu sonuç, propolis oranı arttıkça yoğurdun renk tonunun yeşile doğru bir eğilim gösterdiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 3.7 Yoğurt örneklerinin  $a^*$  değerleri

Propolis ile zenginleştirilmiş yoğurt örneklerinin  $b^*$  değeri ölçüm sonuçları Çizelge 3.7 ve Şekil 3.8'de gösterilmiştir.  $b^*$  değerleri, sarı tonuna olan eğilimi ifade etmektedir. Kontrol grubunda  $7,75\pm 0,00$  olan  $b^*$  değeri, A1 grubunda  $7,98\pm 0,03$ , A2'de  $8,08\pm 0,02$ , A3'te ise  $8,27\pm 0,01$  olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlar, propolis eklenmesiyle birlikte sarı rengin daha da baskın hale geldiğini ve bu etkinin konsantrasyona bağı olarak arttığını göstermektedir. A3 grubunda  $b^*$  değerinin en yüksek olması, yüksek düzeyde propolis ilavesinin yoğurdun sarılığını artırdığını ve bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ortaya koymuştur ( $p<0,05$ ).



Şekil 3.8 Yoğurt örneklerinin  $b^*$  değerler

Propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt renk özelliklerinde belirgin değişiklikler meydana gelmiştir. Artan propolis miktarı, yoğurtların daha koyu, yeşilimsi ve sarımsı bir görünüm kazanmasına neden olmuştur. Bu durum, propolisin kendine özgü rengi ve

içeriğindeki fenolik ve flavonoid bileşiklerin etkisiyle açıklanabilir. Görsel kalite tüketici algısı açısından oldukça önemli olduğundan, bu tip değişikliklerin ürün kabulü üzerindeki etkisinin duyuusal analizlerle desteklenmesi önerilmektedir.

Kavas (2022), arı sütü takviyesi ile fonksiyonel probiyotik yoğurtların (PY) arı sütü eklenmeyen probiyotik yoğurt (PYA) örneklerinde depolama süresine bağlı olarak L\*, a\* ve b\* değerlerinde değişim gözlenmiştir. L\* değerleri azalarak yoğurtların renginin koyulaştığını, a\* değerlerinin daha negatif hale gelerek yeşil tona kaydığını, b\* değerlerinin ise sarılığın azaldığını göstermiştir. Arı sütü ilavesi, ürün rengini olumlu yönde etkilemiş ve depolama süreci boyunca bu etki korunmuştur.

Aleman, Cedillos, Page, Olson, ve Aryana, (2023) çalışmasında, geçirgen bağırsak hastalığını hedefleyen bileşenlerin yoğurda eklenmesinin yoğurt üzerindeki etkileri incelenmiştir. Renk özellikleri (L\*, a\*, b\*) esas olarak kuersetin içeren yoğurtlardan etkilenmiş olup L\* ve a\* değerleri azalmış ancak b\*, kroma ve renk tonu açıları artmış ve maitake mantarı içeren yoğurtlardan etkilenmiştir.

### **3.3.7. Biyoerişebilirlik Analiz Sonuçları**

*In vitro* enzimatik sindirim modelleri, belirli besin maddesinin veya ilgili gıda gruplarının değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (Kong ve Singh 2008). Fenolikler gıda matrisinden serbest bırakılır ve ince bağırsakta emilebilir. Sindirilemeyen gıda bileşenleriyle ilişkili kalan bu fenolikler muhtemelen kolonla etkileşime girer ve fermente edilebilir substratlar haline gelir (Koehnlein vd., 2016). Analizde tükürük, mide ve bağırsak sıvılarını temsil eden çözeltilerin içerikleri çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3.8 Yoğurt örneklerinin biyoyararlık özellikleri

|  |    |                            |
|--|----|----------------------------|
| <b>Ağız ortamı</b><br>(Mg GAE/100 g)     | K  | 982,57±64,28 <sup>c</sup>  |
|  | A1 | 1332,57±11,42 <sup>b</sup> |
|  | A2 | 1412,57±5,71 <sup>b</sup>  |
|  | A3 | 4117,33±34,91 <sup>a</sup> |
| <b>Mide ortamı</b><br>(Mg GAE/100 g)     | K  | 326,85±11,42 <sup>c</sup>  |
|  | A1 | 555,42±16,42 <sup>b</sup>  |
|  | A2 | 372,57±13,20 <sup>c</sup>  |
|  | A3 | 621,14±36,47 <sup>a</sup>  |
| <b>Bağırsak ortamı</b><br>(Mg GAE/100 g) | K  | 277,33±34,91 <sup>c</sup>  |
|  | A1 | 498,28±22,85 <sup>a</sup>  |
|  | A2 | 372,57±13,20 <sup>b</sup>  |
|  | A3 | 258,28±13,20 <sup>c</sup>  |

\*Farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ( $p < 0,05$ ). K; kontrol, A1: %0,05 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt, A2: %0,1 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt, A3: %0,2 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt

Bu tablo, farklı konsantrasyonlarda kullanılan ağız, mide ve bağırsak ortamlarındaki aktivitesini (mg GAE/100, yani galik asit eşdeğeri cinsinden toplam fenolik madde miktarı) karşılaştırmaktadır. Ağız ortamında en yüksek fenolik madde miktarı A3 örneğinde ölçülmüştür (4117,33±34,91 mg GAE/100 g), bu değer istatistiksel olarak diğer tüm gruplardan anlamlı şekilde fark bulunmuştur. A1 (1332,57±11,42 mg) ve A2 (1412,57±5,71 mg) grupları ise kontrol grubuna (982,57±64,28 mg) kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek fenolik içerik göstermektedir. Bu sonuçlar, propolisin fenolik bileşikler açısından zengin bir bileşen olduğunu ve ağız ortamında bu bileşiklerin salınımını önemli ölçüde artırdığını ortaya koymuştur.

Mide ortamında da benzer bir eğilim gözlenmiş, A3 örneği en yüksek fenolik içeriği (621,14±36,47 mg) göstermiştir. A1 örneği (555,42±16,42 mg) istatistiksel olarak A3'e yakın bir değer sunarken, A2 (372,57±13,20 mg) kontrol grubuna (326,85±11,42 mg) göre kısmen daha yüksek bulunmuştur. Bu bulgular, propolisin mide ortamında da fenolik bileşiklerin çözünürlüğünü desteklediğini göstermiştir.

Bağırsak ortamında ise en yüksek fenolik içerik A1 grubunda tespit edilmiştir (498,28±22,85 mg), bu değer hem A2 (372,57±13,20 mg) hem de A3 (258,28±13,20 mg) ve kontrol grubundan (277,33±34,91 mg) istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu durum, A1 formülasyonunun fenolik maddelerin bağırsak ortamına taşınımında daha etkili olduğunu düşündürmektedir. Genel olarak, propolis ilavesi yapılan yoğurt örneklerinde sindirim sisteminin tüm aşamalarında kontrol grubuna kıyasla daha yüksek fenolik madde salınımı gerçekleşmiştir. Bu durum, propolisin fonksiyonel bir bileşen olarak probiyotik yoğurtlara eklenmesinin biyoyararlanım açısından önemli bir avantaj sağladığını göstermiştir.

Özellikle A3 grubunun ağız ve mide ortamlarında; A1 grubunun ise bağırsak ortamında gösterdiği yüksek fenolik salınım, bu örneklerin fonksiyonel gıda potansiyelini desteklemektedir.

Zahid vd. (2023) mango kabuğu tozunun (MPP) sade halde ve yoğurda eklenmiş biçimde in vitro sindirim ve kolon fermantasyonu sürecindeki prebiyotik etkileri araştırılmıştır. 62 fenolik bileşik tanımlanmış; pH düşüşü, laktik asit bakterilerinde ve Bifidobacteria sayılarında artışla ilişkilendirilmiştir. MPP ve MPP'li yoğurtlar, kısa zincirli yağ asitlerinin SCFA (asetik, propiyonik, bütirik asit) üretimini artırmış ve mikrobiyota kompozisyonunda belirgin değişiklikler göstermiştir. Bulgular, MPP'nin bağırsak sağlığını destekleyen fonksiyonel gıdalarda kullanılabileceğini göstermektedir.

Silva vd. (2023) fenolik bileşik ve lif bakımından zengin olan Isabel üzümünün (IG) keçi yoğurdu formülasyonlarında kullanılmasının potansiyelini değerlendirmiştir. IG içeren keçi yoğurtları, probiyotik bakterilerin (*Lactobacillus* ve *Bifidobacterium*) büyümesini desteklemiş, pH'yı düşürmüştür ve organik asit üretimini artırmıştır. Ayrıca, in vitro kolon fermantasyonu sırasında yararlı bakterilerin popülasyonunu artırarak kısa zincirli yağ asitlerinin üretimini ve şeker tüketimini teşvik etmiştir. Bu sonuçlar, IG katkılı keçi yoğurtlarının bağırsak mikrobiyotası üzerinde olumlu etkiler yaratabileceğini ve işlevsel bir gıda olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

### 3.3.8. Duyusal Analiz Sonuçları

21 panelistin katılımıyla gerçekleştirilen duyusal analiz sonucunda, propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurtların görünüş, renk, tat, kıvam ve koku gibi özellikleri, depolamanın ilk günü itibarıyla değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 3.9'da verilmiştir.

Görünüş açısından en yüksek puanı alarak (4,66) en çok beğenilen K örneği olmuştur. A1 örneğimiz (4,33) yüksek puan almış fakat K örneği kadar belirgin değildir. A2 ve A3 de örnekleri ise daha düşük puanlar almıştır (3,77 ve 3,88). Görünüş açısından en çok beğenilen K ve A1 örnekleri olmuştur. Renk açısından K ve A1 örnekleri çok az bir farkla (4,44 ve 4,33) oldukça yüksek puan almışlardır. A2 ve A3 örnekleri ise (3,44 ve 3,77) daha düşük puanlar alarak renk açısından daha az beğenildiklerini göstermektedir. En yüksek kıvam puanının sahibi A1 ve A2 örnekleri (3,88 ve 3,88) olmuştur. K ve A3 örnekleri daha düşük puanlar alarak (3,55 ve 3,66) yine de tatmin edici seviyelerde kalmışlardır. K (4,22) ve Örnek A1 (3,88) koku açısından en yüksek puanı almış. K'nın kokusu genel olarak beğenilmiştir. A3 (3,55) koku

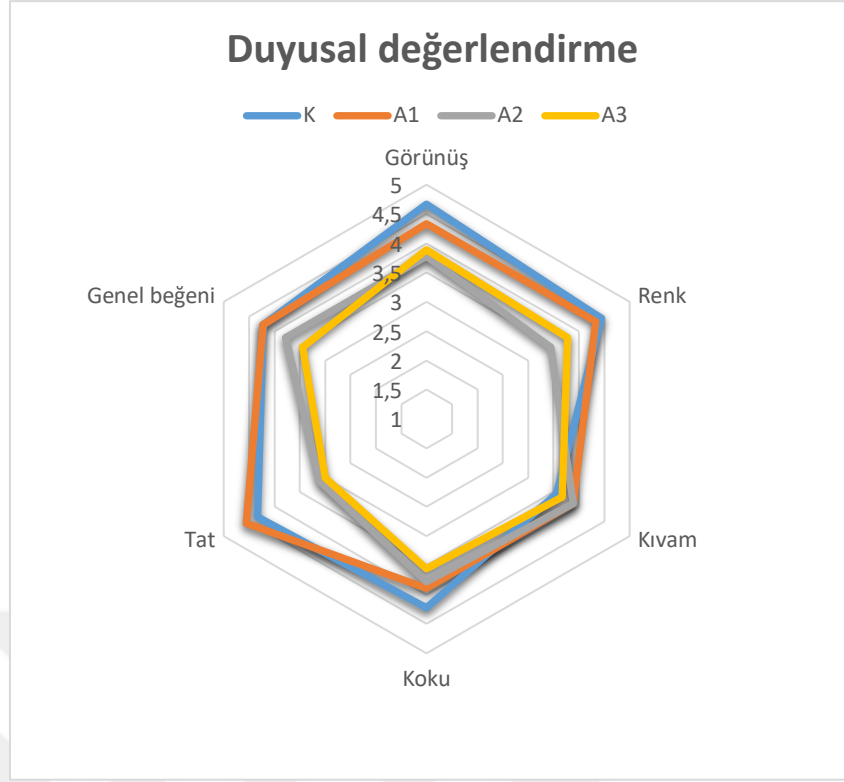
konusunda diğerlerine göre daha düşük bir puan almış, bu da koku açısından diğer örneklerden daha az tercih edildiğini göstermektedir. A1 (4,55) tat açısından en yüksek puanı almış, tat oldukça beğenilmiştir. K (4,33) da iyi bir puan almış, ancak A1'in tadı daha fazla beğenilmiştir. A2 ve A3 (3,11 ve 3) tat açısından en düşük puanları alarak, tat açısından istenilen seviyeye ulaşamamışlardır. K ve A1 en yüksek genel beğeni puanını (4,22) almış, yani genel olarak tat, koku, kıvam, renk ve görünüş bakımından beğenilen örnekler olmuştur. Örnek A2 (3,77) ve Örnek A3 (3,44) ise daha düşük genel beğeni puanlarına sahip, bu da bu örneklerin tüm özellikleriyle diğerlerinden daha az tercih edildiğini göstermiştir.

Çizelge 3.9 Yoğurt örneklerinin duyu analizi sonuçları

|           | Görünüş                 | Renk                    | Kıvam                  | Koku                    | Tat                    | Genel beğeni            |
|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| <b>K</b>  | 4,66±0,50 <sup>a</sup>  | 4,44±0,52 <sup>a</sup>  | 3,55±0,52 <sup>a</sup> | 4,22±0,44 <sup>a</sup>  | 4,33±0,50 <sup>a</sup> | 4,22±0,44 <sup>a</sup>  |
| <b>A1</b> | 4,33±0,50 <sup>ab</sup> | 4,33±0,50 <sup>ab</sup> | 3,88±0,33 <sup>a</sup> | 3,88±0,33 <sup>ab</sup> | 4,55±0,52 <sup>a</sup> | 4,22±0,44 <sup>a</sup>  |
| <b>A2</b> | 3,77±0,44 <sup>b</sup>  | 3,44±0,52 <sup>c</sup>  | 3,88±0,33 <sup>a</sup> | 3,77±0,44 <sup>ab</sup> | 3,11±0,33 <sup>b</sup> | 3,77±0,44 <sup>ab</sup> |
| <b>A3</b> | 3,88±0,60 <sup>b</sup>  | 3,77±0,44 <sup>bc</sup> | 3,66±0,50 <sup>a</sup> | 3,55±0,72 <sup>b</sup>  | 3±0,70 <sup>b</sup>    | 3,44±0,52 <sup>b</sup>  |

\*Aynı sütunda yer alan büyük harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ( $p < 0,05$ ). K: kontrol, A1: %0,05 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt, A2: %0,1 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt, A3: %0,2 propolis ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt

Değerlendirme sonuçlarına göre en çok beğenilen örnekler A ve B yoğurdu olmuştur. Bu analizler, yoğurtların tüketici tarafından algılanan özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmış ve yapılan değerlendirme Şekil 4.11 de sunulmuştur. Bu duyu testler, ürünün pazara sunulmadan önceki kalite kontrol aşamasında önemli bir rol oynamaktadır.



Şekil 3.9 Yoğurdun duyuusal değerlendirilmesi. Fermente edilen yoğurdun renk, görünüm, kıvam, tat, koku ve genel beğeni kabul edilebilirlik için ortalama duyuusal puanların radar haritası

Bilici (2017), farklı yoğurt tiplerinin 1. ve 7. günlerdeki tüketilebilirlik skorları karşılaştırılmıştır. Her iki günde en yüksek beğenilme puanına sahip yoğurt tipleri; sadece propolis içeren ve sade yoğurt tipi olmuştur ( $p < 0,01$ ). En düşük tüketilebilirlik Maca+propolis grubunda, en yüksek ise sade yoğurtta gözlemlenmiştir. Yoğurt tipi tüketilebilirliği anlamlı düzeyde etkilemiştir. Gruplar arasında zamana bağlı anlamlı bir farklılık tespit edilmemiş olup bu durum üzerine zamanın etkili olmadığı da görülmüştür ( $p > 0,05$ ).

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, propolis ile zenginleştirilmiş probiyotikli yoğurtların fenolik bileşik içeriği, antioksidan kapasitesi, fizikokimyasal özellikleri ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Yapılan çalışmada kontrol örneği ile toplam 4 farklı yoğurt üretilmiştir. 28 gün boyunca buzdolabında depolanmıştır. (K: kontrol, A1: %0,05 propolis, A2: %0,1 propolis, A3: %0,2 propolis). Depolama periyodu 1, 14 ve 28 günlerinde fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizler uygulanmıştır. Elde edilen bulgular, propolisin fonksiyonel katkı maddesi olarak yoğurtlara önemli etkiler sağladığını ortaya koymuştur.

Fizikokimyasal özellikler açısından değerlendirildiğinde, kül, kuru madde ve su aktivitesi (aw) değerlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Zamanla artış gösteren titrasyon asitliği, muhtemelen mikrobiyal fermentasyonun etkisiyle oluşmuş olup, ürünlerin olgunlaşma süreci boyunca asidik yapısında belirgin bir artış meydana gelmiştir. Su tutma kapasitesinde gözlemlenen dalgalanmalar ise özellikle A2 grubunda 1. gün yüksek iken 28. günde düşüş göstermesiyle dikkat çekmiştir. pH değerlerinin zamanla azalması, yine mikrobiyal aktiviteye ve organik asit oluşumuna bağlanabilirken; serum ayrılmasında gözlenen sabit eğilim, ürünlerin yapısal stabilitesini koruduğunu işaret etmektedir. Elde edilen bu sonuçlar, formülasyonlara bağlı olarak bazı fizikokimyasal parametrelerde değişimler gözlenmesine rağmen, genel ürün kalitesinin korunabildiğini ortaya koymuştur.

Mikrobiyolojik analizler incelendiğinde, *S. thermophilus* ve *L. bulgaricus* gibi başlıca yoğurt starter bakterilerinin sayılarında zamanla azalma yaşanmasına rağmen, propolisli gruplarda (özellikle A2 ve A3) düşüş kontrol grubuna kıyasla daha dengeli seyretmiştir. *L. acidophilus DSM 20079* sayıları ise 28. güne kadar artış göstermiş, bu durum probiyotik canlılık açısından olumlu değerlendirilmiştir. Maya-küf ve toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayıları özellikle depolamanın ilerleyen günlerinde artış göstermiştir, ancak bu artışın propolisin antimikrobiyal etkisiyle bir ölçüde dengelendiği görülmüştür. Probiyotik gıdaların faydasının alınabilmesi için en az  $1 \times 10^6$  kob/gr değerinde olması gerektiği bilinmektedir. Probiyotik yoğurt örneklerinin probiyotik bakteri miktarının depolamanın son günü bile özelliklerini koruduğu görülmüştür.

Toplam fenolik bileşik içeriği incelendiğinde, propolis konsantrasyonu arttıkça yoğurtlardaki fenolik miktarın anlamlı düzeyde yükseldiği gözlenmiştir. Özellikle A3 grubunda (31,80 mg GAE/kg), kontrol grubuna (8,00 mg GAE/kg) kıyasla yaklaşık dört kat artış

sağlanmıştır. Bu artışa paralel olarak, DPPH % inhibisyon ve ABTS radikal süpürme kapasitesinin artması, propolisin güçlü antioksidan etkisini açıkça ortaya koymuştur.

Yapılan DPPH % inhibisyon ve ABTS analizleri, farklı uygulamaların antioksidan kapasite üzerinde önemli etkiler yarattığını ortaya koymuştur. Çalışmada elde edilen DPPH radikal süpürme kapasitesi sonuçlarına göre, kontrol grubuna kıyasla A1, A2 ve özellikle A3 numunesinde anlamlı düzeyde artan antioksidan aktivite gözlemlenmiştir. En yüksek inhibisyon oranı %45,93 ile A3 grubunda tespit edilmiştir. Bu durum, ilave edilen propolisin antioksidan kapasiteyi artırmada etkili olduğunu ortaya koymuştur. ABTS analizinde ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemekle birlikte, A3 grubunun en yüksek değere sahip olması, bu uygulamanın ABTS radikalleri üzerinde de olumlu etkiler yarattığını destekler niteliktedir. Literatürde yer alan benzer çalışmalar da, fenolik bileşiklerin hem DPPH hem de ABTS gibi farklı radikaller üzerindeki etkisinin işlem türüne ve yoğunluğuna bağlı olarak değişebildiğini göstermiştir. Bu bulgular, özellikle A3 grubunda uygulanan işlemin, antioksidan aktiviteyi artırmada etkili olabileceğini göstermiştir.

Tekstür özellikleri açısından, propolis ilavesinin probiyotik yoğurtların yapısal özellikleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, farklı oranlarda eklenen propolisin yoğurdun sertlik, viskozite, kıvam ve yapışkanlık gibi önemli tekstürel parametreleri üzerinde anlamlı etkiler oluşturduğunu göstermektedir. Özellikle A1 grubu, hem başlangıçta hem de depolama süresi boyunca birçok kalite kriterinde kontrol grubuna göre üstün performans sergilemiştir. A1 numunesinde gözlenen yüksek sertlik, kıvam ve viskozite değerleri, propolisin protein matrisiyle etkileşime girerek yoğurdun yapısal bütünlüğünü güçlendirdiğini göstermektedir. Genel olarak propolisin uygun konsantrasyonlarda yoğurt üretiminde işlevsel ve yapısal açıdan faydalı bir katkı maddesi olarak kullanılabileceği ve bu sayede hem besinsel hem de duyuşsal açıdan zenginleştirilmiş, raf ömrü boyunca yapısal kararlılığını koruyabilen ürünlerin geliştirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Sindirim ortamlarındaki toplam fenolik bileşik salınımı değerlendirildiğinde, ağız ortamında propolis oranı arttıkça fenolik salınımında belirgin bir artış yaşandığı görülmüştür. En yüksek değer %0,20 propolis içeren grupta (4117,33 mg GAE/100 g) elde edilmiştir. Mide ortamında, kontrol grubu dışındaki tüm gruplarda fenolik salınımı daha yüksek seyretmiş, %0,05 ve %0,20 propolis içeren gruplarda bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bağırsak ortamında ise gruplar arası fark daha az belirgindir; bu da fenolik bileşiklerin mide ve

ağız ortamlarında daha fazla salındığını düşündürmektedir. Ancak genel olarak, propolisin sindirim sisteminin tüm bölümlerinde biyoyararlılığı artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Renk analizleri de propolisin yoğurt üzerindeki fiziksel etkilerini ortaya koymuştur. Propolis ilavesiyle birlikte L\* değerlerinde düşüş gözlenmiş, yani ürün daha koyu bir renge bürünmüştür. a\* değerlerindeki düşüş ise ürünün daha yeşilimsi bir tona kaydığını göstermektedir. Ayrıca, b\* değerlerinin artması, propolisin yoğurda sarı ton kazandırdığını ortaya koymaktadır. Bu değişiklikler, propolisin doğal pigment yapısından kaynaklanmakta olup ürünün görünümünü değiştirse de düşük ve orta seviyelerde bu durum duyuşsal kabul açısından tolere edilebilir düzeydedir.

Duyuşsal değerlendirme sonuçları, K ve propolis ilavesi yapılan A1 yoğurt gruplarının en yüksek genel beğeni puanlarını aldığını göstermiştir. Bu durum, K ve A1 örneklerinin ürünün tüketici tarafından kabul edilebilirliğini koruduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, K ve A1 gruplarında görünüş, renk, kıvam ve tat gibi duyuşsal parametrelerde elde edilen yüksek puanlar, propolis ilavesine rağmen ürünün duyuşsal kalitesinin korunduğunu göstermektedir. Bu bulgular, propolisin fonksiyonel katkısının yanı sıra uygun düzeylerde kullanımının duyuşsal açıdan olumlu sonuçlar verebileceğini desteklemektedir.

Çalışma sonucu, propolis ilavesi ile zenginleştirilen probiyotikli yoğurtlar; fonksiyonel bileşen içeriklerinde artış, daha yüksek antioksidan kapasite, sindirim ortamlarında fenolik salınım avantajı, mikrobiyolojik denge ve duyuşsal kabul edilebilirlik yönünden önemli iyileşmeler göstermiştir. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde, A1 örneğinin hem tekstürel özellikler (sertlik, viskozite, kıvam ve yapışkanlık) hem de duyuşsal analiz ve genel beğeni bakımından diğer gruplara kıyasla en iyi performansı gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum, A1 düzeyindeki propolis ilavesinin, probiyotik yoğurt formülasyonlarında hem yapısal kararlılığı hem de tüketici kabulünü artıracak uygun bir oran olduğunu ortaya koymaktadır. Propolis ilavesi ile hem fonksiyonel fayda hem de tüketici kabulü açısından ideal bir seçenek sunmaktadır. Propolis katkılı probiyotikli yoğurtların fonksiyonel gıda kategorisinde değerlendirilmesi ve tüketici sağlığı açısından değerli bir ürün alternatifi sunduğu sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Acherjee A., Afrin S. ve Sit N. (2021) Physicochemical, textural, and rheological properties of yoghurt enriched with orange pomace powder. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(2).
- Aeineh, F., Karimi, R., & Gheibi, S. (2024). The effect of propolis extract on physicochemical, sensory and microbial characteristics of synbiotic yogurt inoculated with *Lactobacillus casei*. *Journal of Food Science & Technology* (2008-8787), 21(152)
- Aksoy, Z., & Dığrak, M. (2006). Bingöl yresinde toplanan bal ve propolisin antimikrobiyal etkisi üzerinde in vitro araştırmalar. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mhendislik Bilimleri Dergisi*, 18(4), 471-478.
- Aleman, R. S., Cedillos, R., Page, R., Olson, D., & Aryana, K. (2023). Physico-chemical, microbiological, and sensory characteristics of yogurt as affected by various ingredients. *Journal of Dairy Science*, 106(6), 3868-3883.
- Almuhayawi, M. S. (2020). Propolis as a novel antibacterial agent. *Saudi journal of biological sciences*, 27(11), 3079-3086.
- Alvarado, D. A., Ibarra-Sánchez, L. A., Mysonhimer, A. R., Khan, T. A., Cao, R., Miller, M. J., & Holscher, H. D. (2024). Honey Varietals Differentially Impact *Bifidobacterium animalis ssp. lactis* Survivability in Yogurt through Simulated In Vitro Digestion. *The Journal of Nutrition*, 154(3), 866-874.
- Ameen, S. M., & Caruso, G. (2017). *Lactic acid in the food industry* (pp. 19-26). Cham, Switzerland: Springer.
- Anonim, 2006. Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliğinde Değiğiklik Yapılması Hakkında Tebliği'nde, (2006/34), Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı 7 Temmuz 2006 Tarihli Ve 26221 Sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Anwar, A., Faiz, M. A., & Hou, J. (2025). Effect of Honey Concentration on the Quality and Antioxidant Properties of Probiotic Yogurt Beverages from Different Milk Sources. *Applied Sciences*, 15(4), 2210.
- AOAC (2000). Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis (17th edn.) Benjamin Franklin Station, Washington DC, USA.
- Ashraf, R., & Shah, N. P. (2011). Selective and differential enumerations of *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium spp.* in yoghurt—A review. *International journal of food microbiology*, 149(3), 194-208.
- Atayoglu, A. T., Atik, D. S., Blk, E., Gürbüz, B., Ceylan, F. D., apanoğlu, E., ... & Palabiyik, I. (2023). Evaluating bioactivity and bioaccessibility properties of the propolis extract prepared with l-lactic acid: An alternative solvent to ethanol for propolis extraction. *Food Bioscience*, 53, 102756.

- Atik, A., & Gümüş, T. (2017). Propolisin gıda endüstrisinde kullanım olanakları. Akademik gıda, 15(1), 60-65.
- Atik, D. S., Demirci, T., Öztürk, H. İ., Demirci, S., Sert, D., & Akın, N. (2020). Chia seed mucilage versus guar gum: Effects on microstructural, textural, and antioxidative properties of set-type yoghurts. Brazilian Archives of Biology and Technology, 63, e20190702.
- Bai, M., Huang, T., Guo, S., Wang, Y., Wang, J., Kwok, L. Y., ... & Bilige, M. (2020). Probiotic Lactobacillus casei Zhang improved the properties of stirred yogurt. Food Bioscience, 37, 100718.
- Bai, R., Yang, X., & Li, L. (2025). Physicochemical and nutritional properties of whole soy milk yogurt: Dependence on the strain. Food Bioscience, 106085.
- Bakkaloğlu, Z., & Arıcı, M. (2019). Farklı çözücülerle propolis ekstraksiyonunun toplam fenolik içeriği, antioksidan kapasite ve antimikrobiyal aktivite üzerine etkileri. Akademik Gıda, 17(4), 538-545.
- Bankova, V., Popova, M., & Trusheva, B. (2014). Propolis volatile compounds: chemical diversity and biological activity: a review. Chemistry Central Journal, 8, 1-8.
- Bankova, V., Popova, M., & Trusheva, B. (2016). New emerging fields of application of propolis. Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering, 35(1), 1-11.
- Batista, A. L., Silva, R., Cappato, L. P., Almada, C. N., Garcia, R. K., Silva, M. C., & Freitas M. Q. (2015). Quality parameters of probiotic yogurt added to glucose oxidase compared to commercial products through microbiological, physical-chemical and metabolic activity analyses. Food Research International, 77, 627-635.
- Bayır, A. G., & Bilgin, M. G. (2019). Probiyotik Yoğurdun Mikrobiyolojik, Kimyasal ve Duyusal Analizleri Üzerine Tarçının Etkisi.
- BAYIR, A. G., Bilgin, M. G., Kutlu, S. S., Demirci, D., & Gölgeci, F. N. (2020). Microbiological, chemical and sensory analyzes of produced probiotic yoghurts added clove and propolis: Probiotic yoghurt added propolis and clove. Icontech International Journal, 4(2), 1-14.
- Besharati, M., Gholamalipour, A., Taghizadeh, A., Azhir, D., & Lackner, M. (2024). The physicochemical characteristics and antioxidant attributes of propolis sourced from various regions in Iran. Applied Food Research, 100603.
- Beshkova, D. M., Simova, E. D., Simov, Z. I., Frengova, G. I., & Spasov, Z. N. (2002). Pure cultures for making kefir. Food microbiology, 19(5), 537-544.
- Bilici, C. (2017). *Lepidium meyenii* tozu ve propolis ekstraktı ilave edilerek fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş yoğurt üretilmesi (Master's thesis, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Bozkurt, A. F. (2010). Farklı düzeylerde propolis uygulamalarının farelerde lipid peroksidasyonu (MDA) ile bazı biyokimyasal parametrelere etkilerinin değerlendirilmesi.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food science and Technology, 28(1), 25-30.

- Cemeroğlu, B. S. (2007). Gıda analizleri (Gıda Teknolojisi Derneği). Ankara: Bizim Büro Basımevi. 535 p.
- Cerdá-Bernad, D., Valero-Cases, E., Pastor, J. J., & Frutos, M. J. (2023). Microencapsulated saffron floral waste extracts as functional ingredients for antioxidant fortification of yogurt: Stability during the storage. *LWT*, 184, 114976.
- Chen, J., Lan, M., Zhang, X., Jiao, W., Chen, Z., Li, L., & Li, B. (2023). Effects of simulated In vitro digestion on the structural characteristics, inhibitory activity on  $\alpha$ -glucosidase, and fermentation Behaviours of a polysaccharide from *Anemarrhena asphodeloides* Bunge. *Nutrients*, 15(8), 1965.
- Çiftçi, M., & Öncül, N. (2025). Ari Poleni İle Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurtların Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Gıda*, 50(1), 131-145.
- De Zordi, N., Cortesi, A., Kikic, I., Moneghini, M., Solinas, D., Innocenti, G., ... & Dall'Acqua, S. (2014). The supercritical carbon dioxide extraction of polyphenols from Propolis: A central composite design approach. *The Journal of Supercritical Fluids*, 95, 491-498.
- Demirci, T., Sert, D., Aktaş, K., Atik, D. S., Negiş, H. İ. Ö., & Akın, N. (2020). Influence of hot and cold break tomato powders on survival of probiotic *L. paracasei* subsp. *paracasei* F19, texture profile and antioxidative activity in set-type yoghurts. *LWT*, 118, 108855.
- Deniz, E. (2025). Geleneksel Bir Anadolu İçeceği: Yandım Çavuş Ayrani Ve Endüstriyel Üretime Kazandırılması (Doctoral dissertation).
- Doğru, F., Parlakpınar, H., Duman, Y., Özhan, O., Keskin, M., & Polat, A. (2021). Propolis ve Perganın Antimikrobiyal Etkilerinin İn-Vitro Olarak Araştırılması. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 9(3), 1084-1093
- Duarte, M. C. K.H.; Cortez, N. M. S.; Cortez, M. A. S.; Franco, R. M., & Macedo, N. C. (2016). Ac, ~ao antagonista de *Lactobacillus acidophilus* frente a estirpes patogênicas inoculadas em leite fermentado. *Journal of Bioenergy and Food Science*, 3(1), 1–10.
- El-Guendouz, S., Lyoussi, B., & Miguel, M. G. (2019). Insight on propolis from mediterranean countries: Chemical composition, biological activities and application fields. *Chemistry & biodiversity*, 16(7), e1900094.
- Elmas, E. T., & Yuceer, Y. (2024). Yoğurdun Uçucu Bileşen Profili Ve Duyusal Özellikleri Üzerine Kültür Çeşidinin Etkileri. *Gıda*, 49(4), 595-606.
- Ersan, L. Y., & Topçuoğlu, E. (2019). Badem sütü ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurtların mikrobiyolojik ve bazı fiziko-kimyasal özellikleri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2), 321-339.
- Espírito Santo, A. P., Perego, P., Converti, A., & Oliveira, M. D. (2012). Influence of milk type and addition of passion fruit peel powder on fermentation kinetics, texture profile and bacterial viability in probiotic yoghurts. *LWT*, 47(2), 393-399.
- FAO/WHO. (2002). Guidelines for the evaluation of probiotics in food. London: FAO/WHO.

- Faustino, M., Veiga, M., Sousa, P., Costa, E. M., Silva, S., & Pintado, M. (2019). Agro-food byproducts as a new source of natural food additives. *Molecules*, 24(6), 1056.
- Gao, J., Chen, H., & Lu, Z. (2011). The Influence of Propolis on Bifidobacteria and Lactobacillus in Yogurt. *Chinese Journal of Disinfection*, 2, 21.
- Ghisalberti, E.L., 1979. Propolis: a review. *Bee World*, 60(2), 59-84.
- Granato, D., Branco, GF, Nazzaro, F., Cruz, AG, & Faria, JA (2010). Fonksiyonel gıdalar ve süt ürünü olmayan probiyotik gıda geliştirme: trendler, kavramlar ve ürünler. *Gıda bilimi ve gıda güvenliğinde kapsamlı incelemeler*, 9 (3), 292-302.
- Gunes-Bayir, A., Bilgin, M. G., Guclu, D., Pogda, S., & Dadak, A. (2022). Preparation and evaluation of novel functional fermented dairy products containing propolis and cinnamon. *Journal of Food Science and Technology*, 59(6), 2392-2401
- Güneş Bayir, A., & Bilgin, M. G. (2019). The Effect of Clove on Microbiological, Chemical and Sensory Properties of Probiotic Yogurt. *Van Veterinary Journal*, 30(2)
- Güney, F. (2016). Bazı propolis özütlerinin meyveli yoğurtların biyokimyasal, fizikokimyasal ve raf ömrü üzerine etkilerinin araştırılması (Master's thesis, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Güney, F. ve Yılmaz, M. (2013). Propolisin ticari içeriği ile antibakteriyel, antiviral, antitümör, antifungal ve antioksidan etkiye sahiptir. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 10, 25-28.
- Gürbüz, B. (2021). Kuşburnu çekirdeği tozu ile zenginleştirilmiş probiyotik yoğurt üretimi (Master's thesis, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi).
- Heller, K. J. 2001, Probiotic bacteria in fermented foods: product characteristics and starter organisms, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 73, 374S– 379S pp.
- Heydari, S., Mortazavian, A. M., Ehsani, M. R., Mohammadifar, M. A. et al., Biochemical, microbiological and sensory characteristics of probiotic yogurt containing various prebiotic compounds. *Ital. J. Food Sci.* 2011, 23, 153–163.).
- Holzappel, W. H. Haberer, P. Snel, J. Schillinger, U. and In't Veld, J. H. H., 1998. Overview Of Gut Flora and Probiotics. *International Journal Of Food Microbiology*, 41(2), 85-101.
- Ibrahim, M. E. E. D., & Alqurashi, R. M. (2022). Anti-fungal and antioxidant properties of propolis (bee glue) extracts. *International Journal of Food Microbiology*, 361, 109463.
- Igoe, R. S. (2011). *Dictionary of food ingredients*. Springer Science & Business Media.
- Irigoit, Y., Navarro, A., Yamul, D., Libonatti, C., Tabera, A., & Basualdo, M. (2021). The use of propolis as a functional food ingredient: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 115, 297-306.
- Joint, F. A. O. (2001). Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food including Powder Milk with Live Lave Lactic Acid Bacteria. Ref Tye Report. [http://www.who.int/foodsafety/publications/fs\\_management/en/probiotics.pdf](http://www.who.int/foodsafety/publications/fs_management/en/probiotics.pdf).

- Kailasapathy, K., Harmstorf, I., Phillips, M., Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* spp. *lactis* in stirred fruit yogurts. *LWT-Food Sci Technol.* 2008, 41, 1317–1322.
- Kalyas, A., & Ürkek, B. (2020). Siyah üzüm çekirdeği tozunun yoğurtların bazı fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(2), 353-362.
- Kalyas, A., & Ürkek, B. (2022). Effect of flaxseed powder on physicochemical, rheological, microbiological and sensory properties of yoghurt. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 65, e22210012.
- Karimian, J., Hadi, A., Pourmasoumi, M., Najafgholizadeh, A., & Ghavami, A. (2019). The efficacy of propolis on markers of glycemic control in adults with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Phytotherapy research*, 33(6), 1616-1626.
- Karlton-Senaye, B. D., Tahergorabi, R., Giddings, V. L., & Ibrahim, S. A. (2015). Effect of gums on viability and  $\beta$ -galactosidase activity of *Lactobacillus* spp. in milk drink during refrigerated storage. *International Journal of Food Science & Technology*, 50(1), 32-40.
- Kasote, D. M., Pawar, M. V., Bhatia, R. S., Nandre, V. S., Gundu, S. S., Jagtap, S. D., & Kulkarni, M. V. (2017). HPLC, NMR based.
- Kavas, N. (2022). Functional probiotic yoghurt production with royal jelly fortification and determination of some properties. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 28, 100519.
- Kaya D. (2023). Kudret Narı (*Momordica charantia*) İle Bal Karışımının Probiyotik Yoğurt Üretiminde Kullanımı Ve Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik Ve Duyusal Özellikler Üzerine Etkisinin Araştırılması.
- Kıllavi, N., & Koçyiğit, M. En Etkili Arı Ürünü; Propolis “t.y.”
- Koehnlein, E. A., Koehnlein, É. M., Corrêa, R. C. G., Nishida, V. S., Correa, V. G., Bracht, A., & Peralta, R. M. (2016). Analysis of a whole diet in terms of phenolic content and antioxidant capacity: effects of a simulated gastrointestinal digestion. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 67(6), 614-623.
- Kong, F., & Singh, R. P. (2008). A model stomach system to investigate disintegration kinetics of solid foods during gastric digestion. *Journal of food science*, 73(5), E202-E210.
- Korkmaz İ., Bilici C. ve Korkmaz S. (2021). Sensory, pH, syneresis, water-holding capacity and microbiological changes in homemade yoğurt prepared with maça (*Lepidium meyenii*) powder and propolis extract. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 23:100291.
- Krupitsyn, V. V., Ponomareva, I. N., Shilov Yu, A., & Ryzhkov, E. I. (2016). Assessment of quality and microbiological parameters of yogurts enriched with propolis. *Vestnik of voronezh state agrarian university*, (1).

- Kubiliene, L., Laugaliene, V., Pavilionis, A., Maruska, A., Majiene, D., Barcauskaite, K., et al. (2015). Alternative preparation of propolis extracts: Comparison of their composition and biological activities. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 15, 1–7.
- Kuşçu Z. (2023). Geleneksel Denizli Yanık Kokulu Süzme Yoğurt Üretimi Ve Kalite Özellikleri Üzerine Bir Araştırma.
- Li, J., Luo, Y., Zhan, L., Gu, Y., Zhang, W., Wen, Q., ... & Tan, T. (2022). Comprehensive chemical profiling of the flowers of *Citrus aurantium* L. var. *amara* Engl. and uncovering the active ingredients of lipid lowering. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 211, 114621.
- Lou, K., Zheng, Y., Tan, X., Wang, L., Tong, C., Huang, S., ... & Xia, Q. (2024). Influence of sonication-assisted fermentation on the physicochemical features and antioxidant activities of yogurts fortified by polyphenol-rich pineapple peel powder with varied chemical profiling. *Food Research International*, 198, 115333.
- Luis-Villaroya, A., Espina, L., García-Gonzalo, D., Bayarri, S., Pérez, C., & Pagán, R. (2015). Bioactive properties of a propolis-based dietary supplement and its use in combination with mild heat for apple juice preservation. *International journal of food microbiology*, 205, 90-97.
- Maftai, N. M., Raileanu, C. R., Balta, A. A., Ambrose, L., Boev, M., Marin, D. B., & Lisa, E. L. (2024). The Potential Impact of Probiotics on Human Health: An Update on Their Health-Promoting Properties. *Microorganisms*, 12(2), 234.
- Martinotti, S., & Ranzato, E. (2015). Propolis: a new frontier for wound healing?. *Burns & trauma*, 3, 1-7.
- Modzelewska-Kapituła, Monika, Kłębukowska, L., & Kornacki, K. (2008). Süt ürünlerinde potansiyel olarak probiyotik *Lactobacillus* suşlarının olası kullanımının değerlendirilmesi. *Uluslararası süt teknolojisi dergisi*, 61 (2), 165-169.
- Mohammadi, R., & Mortazavian, A. M. (2011). Technological aspects of prebiotics in probiotic fermented milks. *Food Reviews International*, 27(2), 192-212..
- Mohammadi, R., Sohrabvandi, S., & Mohammad Mortazavian, A. (2012). The starter culture characteristics of probiotic microorganisms in fermented milks. *Engineering in Life Sciences*, 12(4), 399-409.
- Mohammed, O. E., Elshazly, M. M., Soliman, M. M., & Hashish, M. E. (2024). The Impacts of Cadmium, an Environmental Pollutant, on Honeybees (*Apis Mellifera*, Hymenoptera: Apidae): A Review. *Egyptian Journal of Chemistry*.
- Mohanty, J. N., Das, P. K., Nanda, S., Nayak, P., & Pradhan, P. (2015). Comparative analysis of crude and pure lactic acid produced by *Lactobacillus fermentum* and its inhibitory effects on spoilage bacteria. *Pharma Innov. J*, 38, 38-42.
- Molina, C. V., Lima, J. G., Moraes, I. C. F., & Pinho, S. C. (2019). Physicochemical characterization and sensory evaluation of yogurts incorporated with beta-carotene-loaded solid lipid microparticles stabilized with hydrolyzed soy protein isolate. *Food Science and Biotechnology*, 28(1), 59–66.

- Mohsin, A., Ni, H., Luo, Y., Wei, Y., Tian, X., Guan, W., ... & Guo, M. (2019). Qualitative improvement of camel milk date yoghurt by addition of biosynthesized xanthan from orange waste. *Lwt*, 108, 61-68.
- Mortazavian, A. M., Ehsani, M. R., Mousavi, S. M., Sohrabvandi, S. et al., Effect of refrigerated storage temperature on the viability of probiotic micro-organisms in yoghurt. *Int. J. Dairy Technol.* 2007, 59, 123–127.
- Mousavi, M., Heshmati, A., Garmakhany, A. D., Vahidinia, A., & Taheri, M. (2019). Optimization of the viability of *Lactobacillus acidophilus* and physico-chemical, textural and sensorial characteristics of flaxseed-enriched stirred probiotic yogurt by using response surface methodology. *Lwt*, 102, 80-88.
- Noshadi, M., Karami, M., Arab, M., Taheri, M., & Ghasemzadeh-Mohammadi, V. (2025). Effect of propolis extracted and basil gum addition on physicochemical, rheological, sensory, and antioxidant properties of low-fat yogurt. *Journal of Food Science and Technology*, 1-10.
- Okur, Ö. D., Dayıoğlu, F. N., Duman, M., & Köten, P. (2019). Çörek Otu Balı Kullanımı İle Fonksiyonel Set Tipi Yoğurt Üretimi. *Gıda*, 44(1), 104-117.
- Oluk, A. (2024). Depolama süresince farklı yağ içeriklerinin settipi yoğurdun fizikokimyasal, duyuşal ve tekstürel özelliklerine etkisi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(3), 1202-1214.
- Özcan, T., & Yıldız, E. (2016). Sebze püresi ile üretilen yoğurtların tekstürel ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(7), 579-587.
- Öztürk, H. İ., Aydın, S., Sözeri, D., Demirci, T., Sert, D., & Akın, N. (2018). Set tipi yoğurtların *Elaeagnus angustifolia* L. unlarıyla zenginleştirilmesi: Fizikokimyasal, dokusal ve mikro yapısal özelliklere etkileri. *LWT*, 90, 620-626.
- Paul, S. K. K., Islam, M. N., Dewan, M. F., Alim, M. A., & Ahmmed, R. (2024). Functional yogurt: An approach to enhance yogurt quality with peanut polyphenols. *Food Bioscience*, 60, 104398.
- Potur B. (2024). 15-19 Yaş Arası Adölesanların Probiyotik ve Prebiyotik Besin Tüketimi Ve Mikrobiyota Farkındalık Düzeylerinin Değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Prabhurajeshwar, C., & Chandrakanth, K. (2019). Evaluation of antimicrobial properties and their substances against pathogenic bacteria in-vitro by probiotic *Lactobacilli* strains isolated from commercial yoghurt. *Clinical Nutrition Experimental*, 23, 97-115.
- Przybyłek, I., & Karpiński, T. M. (2019). Antibacterial properties of propolis. *Molecules*, 24(11), 2047.
- Qin, Y., Wang, M., Jiang, H., Wang, X., Yin, H., Yu, Z., ... & Fan, R. (2024). Divergence in physicochemical and microstructural properties of set-type yogurt derived from bean proteins and animal milks: An inquiry into substitution viability. *Lwt*, 193, 115689.

- Ranadheera, C. S., Evans, C. A., Adams, M. C., & Baines, S. K. (2012a). In vitro analysis of gastrointestinal tolerance and intestinal cell adhesion of probiotics in goat's milk ice cream and yogurt. *Food research international*, 49(2), 619-625.
- Ranadheera, C. S., Evans, C. A., Adams, M. C., & Baines, S. K. (2012b). Probiotic viability and physico-chemical and sensory properties of plain and stirred fruit yogurts made from goat's milk. *Food chemistry*, 135(3), 1411-1418.
- Ranasinghe, J. G. S., & Perera, W. T. R. (2016). Prevalence of *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* stability in commercially available yogurts in Sri Lanka. *Asian Journal of Medical Sciences*, 7(5), 97-101.
- Sah, B. N. P., Vasiljevic, T., McKechnie, S., & Donkor, O. N. (2014). Effect of probiotics on antioxidant and antimutagenic activities of crude peptide extract from yogurt. *Food chemistry*, 156, 264-270
- Salman, K. H., Mehany, T., Zaki, K. G., & Al-Doury, M. K. (2024). Development of functional probiotic yogurt from buffalo milk supplemented with red beetroot (*Beta vulgaris* L.) as an antioxidant, natural colorant, and starter growth stimulant. *Food Chemistry Advances*, 5, 100776.
- Santos, M.S., Estevinho, L.M., Carvalho, C.A.L., Conceição, A.L.S., Almeida, R.C.C., 2019. Rheological and sensorial evaluation of yogurt incorporated with red propolis. *J. Food Sci. Technol.* 57 (3), 1080–1089.
- Savaiano, DA ve Levitt, MD (1987). Süt intoleransı ve mikrop içeren süt ürünleri. *Süt Bilimi Dergisi*, 70 (2), 397-406.
- Seçkin, A. K., & Baladura, E. (2012). Effect of using some dietary fibers on color, texture and sensory properties of strained yogurt. *GIDA: The Journal of Food*, 37(2).
- Shafiee, G., Mortazavian, A. M., Mohammadifar, M. A., Koushki, M. R. et al., Combined effects of dry matter content, incubation temperature and final pH of fermentation on biochemical and microbiological characteristics of probiotic fermented milk. *Afr. J. Microbiol. Res.* 2010, 4, 1265–1274
- Shashiki, EA, & Zevallos, AR (2015). Effect of the addition of maca flour (*lepidium meyenii*) and storage time on acidity, syneresis, apparent viscosity and general acceptability of symbiotic whipped yogurt. *Pueblo Continente*, 25 (1), 89-96.
- Shi, Y., Yang, Y., Li, H., Chen, Y., Zheng, M., Li, Z., ... & Zhu, Y. (2025). Effects of neogargaroligosaccharides on quality characteristics and antioxidant activity of set yogurt. *LWT*, 117638.
- Shori, A. B. (2013). Antioxidant activity and viability of lactic acid bacteria in soybean-yogurt made from cow and camel milk. *Journal of Taibah University for Science*, 7(4), 202-208.
- Shori, A. B. (2024). Comparative Analysis of *Lactobacillus* Starter Cultures in Fermented Camel Milk: Effects on Viability, Antioxidant Properties, and Sensory Characteristics. *Foods*, 13(22), 3711.

- Silva, F. A., do Egypto, R. D. C. R., de Souza, E. L., Voss, G. B., Pintado, M. M. E., & da Silva Vasconcelos, M. A. (2023). Ingredients from integral valorization of Isabel grape to formulate goat yogurt with stimulatory effects on probiotics and beneficial impacts on human colonic microbiota in vitro. *Food Science and Human Wellness*, 12(4), 1331-1342.
- Silvino, J. D. N. O., Lima, V. V. C., de Melo Alves, M. A., dos Santos Silva, A., Santos, A. F. O., Macêdo, R. O., & do Nascimento, T. G. (2015). Characterization of Yogurts Fortified with Red Propolis Extract and Whey Powder. In 11nd Latin American Symposium of Science of Foods.
- Simone-Finstrom, M., Borba, R. S., Wilson, M., & Spivak, M. (2017). Propolis counteracts some threats to honey bee health. *Insects*, 8(2), 46.
- Srisuvor, N., Chinprahast, N., Prakitchaiwattana, C., & Subhimaros, S. (2013). Effects of inulin and polydextrose on physicochemical and sensory properties of low-fat set yoghurt with probiotic-cultured banana purée. *LWT-Food science and Technology*, 51(1), 30-36.
- Stepanović, S., Antić, N., Dakić, I., & Švabić-Vlahović, M. (2003). In vitro antimicrobial activity of propolis and synergism between propolis and antimicrobial drugs. *Microbiological Research*, 158(4), 353-357.
- Şimşek, H. (2022). Doğal katkılı süzme probiyotik yoğurt üretimi ve depolama sürecinde bazı fizikokimyasal özellikleriyle mikrobiyal kalitesinin araştırılması (Master's thesis, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi).
- Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (2007). *Tamime and Robinson's yoghurt: science and technology*. Elsevier.
- Taşdemir, Y., & Gölge, E. (2024). Application of microencapsulated propolis extract in yoghurt production. *Italian Journal of Food Science/Rivista Italiana di Scienza degli Alimenti*, 36(1).
- Tharmaraj, N., & Shah, N. P. (2003). Selective enumeration of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, bifidobacteria, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, and propionibacteria. *Journal of dairy science*, 86(7), 2288-2296.
- Tirloni, E., Bernardi, C., Colombo, F., & Stella, S. (2015). Microbiological shelf life at different temperatures and fate of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* inoculated in unflavored and strawberry yogurts. *Journal of Dairy Science*, 98(7), 4318-4327.
- Tokatlı, F. (2011). Geleneksel Olarak Üretilen kış yoğurdunun fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine depolamanın etkisi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek lisans tezi, Kayseri.
- Tosun, B., Arslan, G., & Öner, Z. (2011). An investigation on the use of whey in yoghurt production.
- Uduwerella, G., Chandrapala, J., & Vasiljevic, T. (2018). Preconcentration of yoghurt base by ultrafiltration for reduction in acid whey generation during Greek yoghurt manufacturing. *International Journal of Dairy Technology*, 71(1), 71-80.

- Vinderola, C. G., Boilo, N. ve Reinheimer, J. A. 2000. Survival of probiotic microflora in Argentinian yoghurts during refrigerated storage, *Food Research International*, 33 (2), 97-102 pp.
- Vinderola, C., Prosello, W., Ghiberto, D., Reinheimer, J., Viability of probiotic (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei*) and nonprobiotic microflora in Argentinian cheese. *J. Dairy Sci.* 2000, 83, 1905–1911.)
- Vital, A. C. P., Goto, P. A., Hanai, L. N., Gomes-da-Costa, S. M., de Abreu Filho, B. A., Nakamura, C. V., & Matumoto-Pintro, P. T. (2015). Microbiological, functional and rheological properties of low fat yogurt supplemented with *Pleurotus ostreatus* aqueous extract. *LWT-Food Science and Technology*, 64(2), 1028-1035.
- Vivar-Quintana, A. M., Beneitez, De La Mano E., Revilla, I., Relationship between somatic cell counts and the properties of yoghurt made from ewes' milk. *Int. Dairy J.* 2006, 16, 262–267.
- Wang S., Kristo E. Ve Pointe G. (2020). Adding apple pomace as a functional ingredient in stirred type yoğurt and yoğurt drinks. *Food Hydrocolloids*, 100:105453.
- Yu, Y. H., Wu, L. B., Li, L. Q., Jin, M. Y., Liu, X., Yu, X., ... & Yan, J. K. (2025). Effect of pectic polysaccharides from fresh passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* L.) peel on physicochemical, texture and sensory properties of low-fat yoghurt. *Food Chemistry*, 143801
- Zahid, H. F., Ali, A., Legione, A. R., Ranadheera, C. S., Fang, Z., Dunshea, F. R., & Ajlouni, S. (2023). Probiotic yoghurt enriched with mango peel powder: Biotransformation of phenolics and modulation of metabolomic outputs after in vitro digestion and colonic fermentation. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(10), 8560.

## EK-1. Duyusal Analiz Formu

Tez adı: Propolis ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurt Üretimi

### DUYUSAL ANALİZ FORMU

Özlem NTOUGKÍANTZÍ- Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Ahmet Şükrü DEMİRCİ

#### Tadım Testi

**Panalestin adı:**

| Kalite Kriterleri | Örnek A | Örnek B | Örnek C | Örnek D |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|
| Görünüş           |         |         |         |         |
| Renk              |         |         |         |         |
| Kıvam             |         |         |         |         |
| Koku              |         |         |         |         |
| Tat               |         |         |         |         |
| Genel beğeni      |         |         |         |         |

| Puan Bilgisi | 1= Çok kötü | 2= Kötü | 3= Orta | 4= İyi | 5= Çok iyi |
|--------------|-------------|---------|---------|--------|------------|
|              |             |         |         |        |            |

**Belirtmek istediğiniz hususlar:**