



## Soğuk Koşullarda Muhafaza Edilen Yoğurtlarda Probiyotik Bakterilerin Canlılığı

Gülay Merve BAYRAKAL<sup>1,a,✉</sup>, Ali AYDIN<sup>1,b</sup>, Çağla SARIMADEN NASRI<sup>2,c</sup>, Gürhan ÇİFTÇİOĞLU<sup>3,d</sup>

<sup>1</sup>Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Eville and Jones, Lincoln, UK

<sup>3</sup>Inovatif Biyoteknoloji Kimya ve Sağlık Ltd., İstanbul Üniversitesi Avcılar Kampüsü, Teknokent Binası, İstanbul, TÜRKİYE

<sup>a</sup>ORCID: 0000-0002-2015-7182; <sup>b</sup>ORCID: 0000-0002-4931-9843; <sup>c</sup>ORCID: 0009-0008-8202-6947; <sup>d</sup>ORCID: 0000-0002-5584-517X

Geliş Tarihi/Received

07.11.2023

Kabul Tarihi/Accepted

01.02.2024

Yayın Tarihi/Published

30.06.2024

### Öz

Probiyotik yoğurtların sağlık açısından birçok faydalı etkisi bulunmakta, ancak probiyotik etki göstermeleri için içerdikleri probiyotik mikroorganizma miktarının düzeyi önem taşımaktadır. Çevre koşullarından kolaylıkla etkilenen probiyotik bakterilerin canlılığı, probiyotik yoğurtların depolama, transport ve muhafazası gibi işlemler sırasında azalmaktadır. Bu çalışma kapsamında, 2 adet farklı ticari probiyotik yoğurt (PYA ve PYB) ile liyofilize probiyotik kültürden laboratuvar ortamında üretilen yoğurtlardaki (PYL) raf ömrü (+4°C) boyunca probiyotik kültürlerin canlılığı ve yoğurtlardaki fiziko-kimyasal değişimler incelenmiştir. Deneme deseni 3 gruptan tasarlanmış olup her deneme grubu 7 adet örnekten oluşturularak her örnek analize alınmıştır. Laktobasillerin ve Bifidobakterilerin tespiti için sırasıyla MRS-galaktoz ve MRS-sistein besiyerleri kullanılmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda; her örnek grubundaki probiyotik bakteri sayısında muhafaza süresi boyunca istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş ( $P<0.05$ ) saptanmıştır. Ayrıca, soğuk koşullarda muhafaza edilen yoğurtlardaki probiyotik Laktobasillerin ve Bifidobakterilerin canlılığında 22. güne kadar düşme, 28. günde ise önemli düzeyde azalma tespit edilmiştir. Yoğurtlardaki pH seviyelerinin de probiyotik bakteri sayısına benzer şekilde, muhafaza süresince azalma gösterdiği, 28. günde en düşük pH değerine ulaştığı ortaya konulmuştur. Kuru madde ve su aktivitesi değerlerinin her 3 grupta benzer şekilde olduğu, muhafaza süresi uzadıkça kuru madde miktarının arttığı, su aktivitesi değerinin ise azaldığı saptanmıştır. Kuru madde, su aktivitesi ve pH değerlerinde meydana gelen değişimlerin probiyotik Laktobasillerin ve Bifidobakterilerin canlılığını etkiledikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak, probiyotik yoğurtlarda, fiziko-kimyasal değişimler ve bakteri canlılıkları göz önünde bulundurularak, söz konusu probiyotik bakterilerden beklenen faydalı etkilerin görülmesi için soğukta muhafaza edilse dahi, 22. gün sonrası probiyotik yoğurtların tüketimine dikkat edilmesi önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bifidobakter, canlılık, laktobasil, probiyotik yoğurt

### Viability of Probiotic Bacteria in Yogurt Under Cold Storage

#### Abstract

Probiotic yogurts have many positive health effects, but the number of viable probiotic microorganisms they contain is crucial to their probiotic effect. The viability of probiotic bacteria, which are easily affected by environmental conditions, decreases during processes such as storage, transportation, and preservation of probiotic yogurts. In this study, the viability of probiotic cultures and the physico-chemical changes in yogurts during the shelf life (+4°C) of two different commercial probiotic yogurts (PYA and PYB) and yogurt (PYL) prepared from lyophilized probiotic culture under laboratory conditions were investigated. The experimental setup consisted of three groups with seven samples each, and each sample was analyzed. MRS-galactose and MRS-cysteine media were used to detect Lactobacilli and Bifidobacteria, respectively. Based on the findings obtained, a statistically significant decrease ( $P<0.05$ ) in the number of probiotic bacteria in each sample group was observed during the storage period. In addition, a decrease in the viability of probiotic Lactobacilli and Bifidobacteria in cold stored yogurts was detected until day 22, and a significant decrease on day 28. It was also revealed that the pH in the yogurts decreased during storage, similar to the decrease in the number of probiotic bacteria, reaching the lowest pH value on the 28th day. It was found that the values of dry matter and water activity were similar in all three groups, and with increasing storage time, the value of dry matter increased while the value of water activity decreased. Changes in pH, dry matter, and water activity values were found to influence the viability of probiotic Lactobacilli and Bifidobacteria. In conclusion, considering the physico-chemical changes and viability of bacteria in probiotic yogurts, it is recommended to consume probiotic yogurts with caution after day 22, even if stored in cold conditions, to ensure the expected beneficial effect of these probiotic bacteria.

**Key Words:** Bifidobacteria, lactobacilli, probiotic yogurt, viability

## GİRİŞ

Günümüz yaşam koşullarının değişmesi fonksiyonel gıdalara verilen önemin artmasına neden olduğu gibi bu alanda çalışmaların hızlanmasına da katkıda bulunmaktadır. Sağlıklı beslenme bilinci arttıkça katkı maddesi içeren gıdalardan uzak durulmakta ayrıca tüketilen gıdanın faydalı etkilerinin olması beklenmektedir. Tüketiciler tarafından, tüketilen gıdaların güvenilir ve duyu kalitelerinin iyi olması yanında sağlıklı yaşam için olumlu katkıları da olması istenmektedir. Bir gıdanın fonksiyonel gıda olabilmesi için hedef tüketici grubunun ihtiyaçlarına yönelik özellikler taşıması gerekmektedir. Biyolojik aktiviteye sahip aktif bileşenler gıdaların yapısında doğal olarak bulunmakta ya da sonradan eklenerek gıdalar fonksiyonel gıda haline getirilmektedir (1-3).

Fermente gıdalar en önemli fonksiyonel gıdalar arasında yer almaktadır. Fermantasyon teknolojisi ile gıdalar uzun raf ömrüne sahip olurken aynı zamanda kaliteleri ve besleyici özellikleri de artmaktadır (4). Fermente gıdalar arasında yer alan yoğurt ülkemizde sevilerek tüketilen bir gıda maddesidir. Yoğurt, fermantasyonda spesifik starter kültür olarak *Streptococcus thermophilus* (*S. thermophilus*) ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un birlikte kullanıldığı ve son tüketim tarihinde yeterli sayıda canlı starter kültür bulunduran fermente süt ürünü olarak tanımlanmaktadır (5). Yoğurt içerisine belirli koşullarda ve oranlarda probiyotik mikroorganizmalar ilave edilerek probiyotik yoğurt elde edilmektedir. Probiyotik yoğurt, fermente bir gıda olmasının yanı sıra fonksiyonel gıda olması sebebiyle de hem ülkemizde hem de dünyada tüketim oranı yüksek bir süt ürünü olarak bilinmektedir. Probiyotik yoğurtlar protein, yağ, çinko, fosfor, kalsiyum, pantotenik asit, vitamin B<sub>12</sub> ve riboflavin gibi önemli birçok makro ve mikro element için iyi bir kaynaktır (6). Antioksidan aktiviteye sahip biyoaktif peptitleri içeren yoğurt, içerisinde bulunan starter kültürlerin ürettikleri metabolitler ile probiyotik bakterilerin canlılığının korunmasına da yardımcı olmaktadır (4,7). Bu özelliğinden dolayı yoğurt probiyotik bakteriler için de ideal bir gıdadır.

Probiyotikler, ürettikleri molekül ve metabolitlerin (bakteriyosin, enzim, vitamin vb.) yanı sıra pozitif bağırsak mikrobiyota modülasyonu ve konakçı hücrelerle etkileşim yoluyla, patojen bakterileri ve bunların ürettikleri toksinleri engelleyerek konakçıya sağlık açısından birçok yarar sağlamaktadır (8,9). Probiyotik yoğurtlar ile ilgi çok sayıda çalışma yapılmış olup birçok hastalık ve semptomu karşı olumlu etkileri araştırılmıştır. İnflamasyonun önlenmesi, toplam kolesterol ve LDH (laktat dehidrogenaz) düzeylerinde azalma, metabolik sendromun tedavisi, kardiyovasküler hastalıklar ve kanseri önleme, bağışıklık sisteminin uyarılması, gastrointestinal sistem hastalıkları, alerji, obezite ve diyabetin önlenmesi ve tedavisinde probiyotik yoğurtların etkili olduğu bildirilmektedir (10-13).

Probiyotik, yeterli miktarda alındıklarında endojen mikrofloranın özelliklerini geliştirerek, konakçı sağlığını olumlu yönde etkileyen canlı mikroorganizmalardır (14). Probiyotiklerin patojen olmaması ve ayrıca bağırsağa zarar görmeden ulaşabilmesi için mide asidine ve safra tuzlarına karşı dayanıklı olması gerekmektedir. Sağlıklı insan bağırsak mikrobiyotasında da bulunan *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium*

en çok kullanılan probiyotik bakteri suşları olarak bilinmektedir (15). Probiyotik yoğurt üretimi için *Lactobacillus acidophilus* (*L. acidophilus*), *Bifidobacterium bifidum* (*B. bifidum*), *Bifidobacterium lactis* (*B. lactis*), *Lactobacillus casei* (*L. casei*) ve *Lactobacillus rhamnosus* (*L. rhamnosus*) dahil olmak üzere birçok bakteri tercih edilmektedir (16). Probiyotik ürünlerin faydalı etkilerinin görülebilmesi için, içerdikleri probiyotik suş miktarının minimum 10<sup>6</sup> kob/ml-g, ideal olarak ise 10<sup>7</sup>-10<sup>8</sup> kob/ml-g olması gerekmektedir (5,17,18). Yoğurt, probiyotik bakterilerin gelişimi için uygun ortam sağlamaktadır. Ancak faydalı etkilerinin devamlılığını sağlamak için ürünün saklanması, dağıtılması ve tüketilmesi sırasındaki probiyotik hücre canlılığının azalmaması büyük önem taşımaktadır (19). Probiyotik suş seçimi ve düzeyi, gıda bileşenleri, fermentasyon ortamı, türler arasındaki etkileşimler, pH, laktik asit miktarı, prebiyotiklerin varlığı, çözünmüş oksijen, inkübasyon, depolama ve fermentasyon sıcaklığı ile süresi gibi birçok faktör probiyotiklerin canlılığını etkilemektedir (17,20,21). İçsel ve dışsal faktörler probiyotiklerin canlılığının yanı sıra probiyotik gıdaların mikrobiyal, fizikokimyasal ve duyu özelliklerine de etki etmektedir (7,22).

Çalışma kapsamında, iki farklı marka ticari probiyotik yoğurt ile ticari liyofilize probiyotik kültür karışımından laboratuvar koşullarında üretilen yoğurt örneği incelemeye alınmış; raf ömürleri boyunca örneklerdeki probiyotik kültürlerin canlılığı ve fiziko-kimyasal değişimlerin izlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, araştırmada probiyotik yoğurtlardaki raf ömrünün tüketici açısından önemine dikkat çekilmesi hedeflenmiştir.

## MATERYAL VE METOT

### Yoğurtların Hazırlanması

Çalışmada iki farklı ticari probiyotik yoğurt (PYA ve PYB) ve ticari probiyotik kültür karışımı kullanılarak laboratuvar koşullarında üretilmiş yoğurt örneği (PYL) kullanılmıştır. Gruplar 7 adet örnek içermekte olup her örnekten analiz yapılmıştır. Ticari probiyotik yoğurt olarak ülkemizde en çok tüketilen 2 farklı marka seçilmiş ve zincir marketlerden alınan örnekler (yoğurtlar alınırken üretim tarihlerine dikkat edilmiş ve laboratuvarında üretilen yoğurtlar ile yakın tarih olan örnekler seçilmiştir) muhafaza koşullarına uygun olarak (+4°C) laboratuvara getirilmiştir. Ticari probiyotik yoğurt örneklerinde yoğurt kültürleri olan *Lactobacillus bulgaricus* ve *S. thermophilus*'a ilaveten PYA yoğurt örneği içerisinde, *Lactococcus lactis* ve *B. lactis*, PYB yoğurt örneği içerisinde ise *B. lactis* bulunmaktadır. Ticari liyofilize probiyotik kültürü de yine en çok tercih edilen markalardan seçilmiş ve üzerinde yazan üretim talimatnamesine uygun olarak yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Ticari liyofilize probiyotik kültür karışımı ise yoğurt kültürlerine ilave olarak *L. acidophilus*, *L. rhamnosus*, *Lactobacillus plantarum* (*L. plantarum*) ve *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* bakterilerini içermektedir. Tüm yoğurt örneklerimiz analiz gününe kadar deney sürecinde (28 gün boyunca) buzdolabı (Samsung, RSA1STSL, Güney Kore) sıcaklığında (+ 4°C) muhafaza edilmiştir.

PYL örneğinin üretimi sırasında evde yoğurt üretimi aşamalarında olduğu gibi öncelikle pastörize süt ısıtılmıştır

(45-47°C). Isıtıldıktan sonra sütün sıcaklığı steril termometre (Isolab, Almanya) ile ölçülmüştür. Sütten bir miktar alınarak kültür ile homojen bir şekilde karıştırılmış ve karışım uygun miktarda süte ilave edilmiştir. Süt ve probiyotik kültür karışımı homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra kapların içerisine alınıp, kapların ağızları açık olarak fermantasyon için 45°C'ye kaldırılmıştır. Fermantasyon süresi boyunca pH ölçümleri düzenli olarak yapılmış ve probiyotik yoğurt örneklerinin pH'sı 4.6'ya ulaştığında fermantasyon sona erdirilmiştir. Fermantasyon işlemi sonrası yoğurt kapları ağızları kapatılarak analiz süresince muhafaza edilmek üzere buzdolabına kaldırılmıştır. 1, 4, 6, 8, 11, 13, 15, 22 ve 28. günlerde probiyotik yoğurt kültürlerinin sayıları, yoğurt örneklerinin kuru madde, su aktivitesi ( $a_w$ ) ve pH değerleri ölçülmüştür.

## Mikrobiyolojik Analizler

### Soğuk depolama sırasındaki probiyotik bakterilerin canlılığı

Çalışmamızda probiyotik bakterilerin soğuk depolama (+4°C) boyunca canlılıklarını koruma süreleri incelenmiştir. Yoğurt örnekleri 1/9 oranında Maximum Recovery Diluent (MRD – Merck 1.12535, Almanya) ile sulandırılıp stomacher (Seward 400, İngiltere) yardımı ile homojenize edilmelerinin ardından %0.9'luk fizyolojik tuzlu su ile uygun seri dilüsyonlar hazırlanmıştır.

Yoğurtta bulunan genel probiyotik laktobasil sayımı amacıyla de Man, Rogosa and Sharpe -Galaktoz (MRS - Merck 1.10660, Almanya) agar kullanılmıştır (23). MRS-galaktoz agar hazırlanırken galaktoz önceden hazırlanıp otoklavlanan MRS içine ilave edilmiştir. Uygun dilüsyonlardan alınan 1 ml (toplamı 1 ml olacak şekilde 0.3+0.3+0.4 ml 3 ayrı petri kabına ekilmiştir) yoğurt örneğinin uygun dilüsyonları hazırlandıktan sonra MRS-galaktoz agara yayma ekim yöntemi ile ekimi yapılmış ve 37(±2)°C'de 48-72 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda tipik kolonilerin sayımı yapılmış ve sonuçlar kob/g olarak belirlenmiştir.

Bifidobakterilerin sayımı amacıyla da uygun dilüsyonlardan alınan 1 ml yoğurt örneği de Man, Rogosa and Sharpe- L-sistein (MRS - Merck 1.10660, Almanya) agara yüzey yayma yöntemiyle ekilmiştir (24). Sistein hazırlanıp otoklav yapılmış olan MRS içerisine ilave edilmiştir. Ekim sonucu petri anaerob jar (Oxoid, İngiltere) içerisinde 37 (±2)°C'de 48-72 saat inkübe edilmiştir. Jar içerisine oksijeni tutucu özelliğe sahip AnaeroGen (Oxoid, İngiltere) koyularak anaerobik ortam sağlanmıştır. İnkübasyon süresi sonunda tipik koloniler sayılmış ve sonuçlar kob/g olarak tespit edilmiştir. Çalışmadaki tüm analizler duplike olarak yapılmıştır.

## Fiziko-Kimyasal Analizler

### pH analizi

Probiyotik yoğurt örneklerinin pH değeri pH metre (HANNA Instruments; Smithfield, RI, USA) ile ölçülmüştür. Her ölçüm öncesi pH metre standart tampon çözeltileri ile kalibre edilmiştir. pH ölçümleri örnekler soğuk muhafazadan çıkarıldıktan sonra ivedilikle yapılmış ve tüm yoğurt örnekleri için aynı sıcaklıkta (~+4°C) gerçekleştirilmiştir.

## Kuru madde tayini

Yoğurtlarda kuru maddenin tayini termogravimetrik yöntem esasına göre nem tayin cihazı (Sartorius MA 45, Almanya) ile yapılmıştır ve sonuçlar % kuru madde (yağlı kuru madde) olarak ifade edilmiştir.

## Su aktivitesi tayini

Örneklerin su aktivitesi değerleri su aktivitesi tayin cihazı (AquaLab LITE, USA) ile ölçülmüştür.

## İstatistiksel Analiz

Çalışmada örneklem büyüklüğünü hesaplamada, her değişken için Power (Testin Gücü) en az %80 ve Tip-1 hata %5 alınarak belirlenmiştir. Çalışmadaki sürekli ölçümlerin normal dağılıp dağılmadığına Shapiro-Wilk (n<50) ve Skewness-Kurtosis testleri ile bakılmış ve ölçümler normal dağıldığından dolayı Parametrik testler uygulanmıştır. Çalışmadaki sürekli değişkenler için tanımlayıcı istatistikler; ortalama ve standart sapma olarak ifade edilmiştir. Muhafaza sürelerine göre değişimin istatistiki olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için "ANOVA" kullanılmıştır. Varyans analizini takiben farklı grupları belirlemede "Bonferroni testi" kullanılmıştır. Hesaplamalarda istatistik anlamlılık düzeyi P<0.05 olarak alınmış ve analizler için SPSS (IBM SPSS for Windows, ver.26) istatistik paket programı kullanılmıştır.

## BULGULAR

Çalışma kapsamında, ticari probiyotik yoğurtlar (PYA ve PYB) ve ticari kültür ile hazırlanmış probiyotik yoğurt örnekleri (PYL) mikrobiyolojik ve fiziko-kimyasal olarak incelenmiş ve analiz sonuçlarının ortalamaları ile standart sapmaları Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 1.** PYA grubunun probiyotik Laktobasiller ve Bifidobakterlerin sayım ve fiziko-kimyasal sonuçlarının günlere göre dağılımı

	PYA				
	Probiyotik Laktobasil (kob/g)	Bifidobakter (kob/g)	pH	Kuru Madde (%)	Su Aktivitesi
	Ort±SS*	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS
1. Gün	7.72±.04 <sup>a</sup>	7.73±.06 <sup>a</sup>	4.41±.01 <sup>a</sup>	13.115±.0071 <sup>b</sup>	0.9991±.0001 <sup>a</sup>
4. Gün	7.78±.01 <sup>a</sup>	7.73±.06 <sup>a</sup>	4.31±.00 <sup>a</sup>	13.095±.0071 <sup>i</sup>	0.9991±.0001 <sup>a</sup>
6. Gün	7.85±.01 <sup>a</sup>	7.61±.01 <sup>a</sup>	4.26±.02 <sup>a</sup>	13.470±.0001 <sup>g</sup>	0.9951±.0001 <sup>b</sup>
8. Gün	7.87±.04 <sup>a</sup>	7.51±.05 <sup>a</sup>	4.25±.00 <sup>a</sup>	13.975±.0071 <sup>f</sup>	0.9941±.0001 <sup>c</sup>
11.Gün	7.74±.04 <sup>a</sup>	7.72±.04 <sup>a</sup>	4.31±.01 <sup>a</sup>	14.360±.0000 <sup>e</sup>	0.9941±.0001 <sup>c</sup>
13.Gün	7.79±.03 <sup>a</sup>	7.84±.00 <sup>a</sup>	4.27±.00 <sup>a</sup>	14.485±.0071 <sup>d</sup>	0.9931±.0001 <sup>d</sup>
15.Gün	7.70±.01 <sup>a</sup>	7.61±.01 <sup>a</sup>	4.27±.00 <sup>a</sup>	14.540±.0141 <sup>c</sup>	0.9921±.0001 <sup>e</sup>
22.Gün	6.45±.21 <sup>b</sup>	6.24±.09 <sup>b</sup>	4.22±.01 <sup>a</sup>	15.655±.0071 <sup>b</sup>	0.9921±.0001 <sup>e</sup>
28.Gün	4.93±.04 <sup>c</sup>	5.07±.10 <sup>c</sup>	4.01±.01 <sup>b</sup>	15.900±.0001 <sup>a</sup>	0.9911±.0001 <sup>f</sup>
**P.	0.045	0.049	0.047	0.001	0.001

\*Ort: Ortalama değer (Analiz verilerinin ortalaması alınmıştır)

\*SS: Standart sapma

\*\*ANOVA testi sonuçlarına göre anlamlılık düzeyleri

Küçük harfler (a,b,c...) istatistiki olarak gruplar arası farklılığı gösterir (Bonferroni post-hoc test) ↓

**Tablo 2.** PYB grubunun probiyotik Laktobasiller ve Bifidobakterlerin sayım ve fiziko-kimyasal sonuçlarının günlere göre dağılımı

\*Ort: Ortalama değer (Analiz verilerinin ortalaması alınmıştır)

	Probiyotik Laktobasil (kob/g)	Bifidobakter (kob/g)	pH	Kuru Madde (%)	Su Aktivitesi
	Ort±SS*	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS
1. Gün	8.71±.02 <sup>a</sup>	8.15±.21 <sup>a</sup>	4.05±.02 <sup>a</sup>	19.385±.0071 <sup>i</sup>	0.9981±.0001 <sup>a</sup>
4. Gün	8.52±.03 <sup>a</sup>	8.65±.03 <sup>a</sup>	4.01±.00 <sup>a</sup>	19.685±.0071 <sup>h</sup>	0.9971±.0001 <sup>b</sup>
6. Gün	8.04±.05 <sup>a</sup>	8.39±.04 <sup>a</sup>	4.01±.01 <sup>a</sup>	19.730±.0001 <sup>g</sup>	0.9941±.0001 <sup>d</sup>
8. Gün	8.12±.07 <sup>a</sup>	8.15±.21 <sup>a</sup>	3.98±.00 <sup>b</sup>	19.895±.0071 <sup>f</sup>	0.9941±.0001 <sup>d</sup>
11.Gün	8.14±.04 <sup>a</sup>	8.43±.06 <sup>a</sup>	4.02±.01 <sup>a</sup>	20.415±.0071 <sup>d</sup>	0.9951±.0001 <sup>c</sup>
13.Gün	8.17±.04 <sup>a</sup>	8.56±.18 <sup>a</sup>	4.02±.01 <sup>a</sup>	20.385±.0071 <sup>e</sup>	0.9901±.0001 <sup>e</sup>
15.Gün	7.96±.01 <sup>b</sup>	8.21±.06 <sup>a</sup>	3.98±.01 <sup>b</sup>	20.480±.0141 <sup>c</sup>	0.9881±.0001 <sup>f</sup>
22.Gün	7.17±.04 <sup>c</sup>	7.09±.12 <sup>b</sup>	3.98±.01 <sup>b</sup>	21.245±.0071 <sup>b</sup>	0.9811±.0001 <sup>g</sup>
28.Gün	5.81±.05 <sup>d</sup>	6.63±.04 <sup>c</sup>	3.92±.01 <sup>c</sup>	21.730±.0141 <sup>a</sup>	0.9791±.0001 <sup>h</sup>
<b>**P.</b>	<b>0.043</b>	<b>0.049</b>	<b>0.047</b>	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>

\*SS: Standart sapma

\*\* ANOVA testi sonuçlarına göre anlamlılık düzeyleri

Küçük harfler (a,b,c,..) istatistiki olarak gruplar arası farklılığı gösterir (Bonferroni post-hoc test) ↓

**Tablo 3.** PYL grubunun probiyotik Laktobasiller ve Bifidobakterlerin sayım ve fiziko-kimyasal sonuçlarının günlere göre dağılımı

	Probiyotik Laktobasil (kob/g)	Bifidobakter (kob/g)	pH	Kuru Madde (%)	Su Aktivitesi
	Ort±SS*	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS
1. Gün	7.33±.04 <sup>a</sup>	7.79±.03 <sup>a</sup>	4.47±.04 <sup>a</sup>	13.000±.0000 <sup>i</sup>	0.9981±.0000 <sup>a</sup>
4. Gün	7.07±.10 <sup>b</sup>	7.35±.06 <sup>a</sup>	4.30±.01 <sup>a</sup>	13.065±.0071 <sup>h</sup>	0.9971±.0000 <sup>b</sup>
6. Gün	7.10±.14 <sup>b</sup>	7.36±.08 <sup>a</sup>	4.31±.01 <sup>a</sup>	13.170±.0141 <sup>g</sup>	0.9971±.0000 <sup>b</sup>
8. Gün	7.61±.01 <sup>a</sup>	7.04±.05 <sup>b</sup>	4.25±.01 <sup>a</sup>	13.205±.0071 <sup>f</sup>	0.9941±.0000 <sup>c</sup>
11.Gün	7.04±.05 <sup>b</sup>	7.33±.04 <sup>a</sup>	4.20±.01 <sup>a</sup>	13.465±.0071 <sup>e</sup>	0.9931±.0000 <sup>d</sup>
13.Gün	7.32±.03 <sup>a</sup>	7.33±.04 <sup>a</sup>	4.21±.01 <sup>a</sup>	13.485±.0071 <sup>d</sup>	0.9921±.0000 <sup>e</sup>
15.Gün	7.04±.05 <sup>b</sup>	7.32±.03 <sup>a</sup>	4.22±.01 <sup>a</sup>	13.970±.0000 <sup>c</sup>	0.9901±.0000 <sup>f</sup>
22.Gün	7.07±.10 <sup>b</sup>	6.96±.01 <sup>c</sup>	4.15±.01 <sup>b</sup>	14.320±.0141 <sup>b</sup>	0.9891±.0000 <sup>g</sup>
28.Gün	5.34±.06 <sup>c</sup>	6.04±.05 <sup>c</sup>	4.06±.01 <sup>c</sup>	14.585±.0071 <sup>a</sup>	0.9891±.0000 <sup>g</sup>
<b>**P.</b>	<b>0.048</b>	<b>0.037</b>	<b>0.046</b>	<b>0.001</b>	<b>.001</b>

\*Ort: Ortalama değer (Analiz verilerinin ortalaması alınmıştır)

\*SS: Standart sapma

\*\* ANOVA testi sonuçlarına göre anlamlılık düzeyleri

Küçük harfler (a,b,c,..) istatistiki olarak gruplar arası farklılığı gösterir (Bonferroni post-hoc test) ↓

Tablo 1, 2 ve 3'te PYA, PYB ve PYL gruplarındaki ölçümlerin "Periyoda (günlere) göre" iki yönlü karşılaştırma sonuçları verilmiştir. Farkı oluşturan periyotlar küçük harfler ile gösterilmiştir.

Ticari olarak üretilmiş probiyotik yoğurt ve liyofilize kültürden hazırlanmış probiyotik yoğurtlarda probiyotik bakteri sayısında muhafaza süresi boyunca genel bir azalma gözlenmiştir. +4°C'de muhafaza edilmelerine karşın probiyotik bakterilerin canlılığının son tüketim tarihi olan 22 gün içerisinde önemli ölçüde değişmediği ancak 28. güne gelindiğinde canlılığın önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir.

PYA grubunda probiyotik Laktobasil ve Bifidobakterilerin sayılarında günlük periyotlar arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ( $P=0.045$ ,  $P=0.049$ ). Probiyotik Laktobasil sayısında 22. günde 1 log<sub>10</sub> kob/g ve 28. günde 3 log<sub>10</sub> kob/g azalma gözlenmiştir. Bifidobakterilerin sayılarında ise 22. günde 1 log<sub>10</sub> kob/g, 28. günde ise 2 log<sub>10</sub> kob/g'den fazla azalma tespit edilmiştir.

PYB grubundaki probiyotik Laktobasil ve Bifidobakterilerin sayılarındaki anlamlı istatistiki fark sırasıyla  $P=0.043$  ve  $P=0.049$  şeklinde, PYL grubunda ise bakteri sayılarındaki istatistiki fark  $P=0.048$  ve  $P=0.037$ 'dir. PYB grubunda 22 ve 28.

günlerde probiyotik Laktobasil sayılarında yaklaşık 1 ve 3 log<sub>10</sub> kob/g, Bifidobakterilerin sayılarında ise 1 ve 2 log<sub>10</sub> kob/g azalma gözlenmiştir. PYL grubunda da diğer gruplarda olduğu gibi bakteri canlılığında düşme saptanmıştır. Probiyotik Laktobasil sayısı 7.33±.04 log<sub>10</sub> kob/g'dan 22 ve 28. günlerde sırasıyla 7.07±.10 ve 5.34±.06 log<sub>10</sub> kob/g'a düşmüştür. 7.79±.03 log<sub>10</sub> kob/g olan Bifidobakterilerin sayısı 22 ve 28. günlerde 1 log<sub>10</sub> kob/g azalmıştır.

pH analizi sonuçları incelendiğinde, günlük periyotlar arasında tüm gruplarda istatistik olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir. İstatistiksel fark PYA, PYB ve PYL grupları için sırasıyla  $P=0.047$ ,  $P=0.047$  ve  $P=0.046$  şeklindedir. Zamana bağlı yapılan ölçümlerde pH değerlerinde genel bir düşüş eğilimi gözlenmiştir. 28. günlerde probiyotik yoğurtların pH değerleri, PYA grubunda 4.41±.01'den 4.01±.01'e, PYB grubunda 4.05±.02'den 3.92±.01'e, PYL grubunda ise 4.47±.04'den 4.06±.01'e düşmüştür.

Kuru madde (yağlı kuru madde) değeri, tüm gruplarda muhafaza süresi boyunca birbirinden farklı bulunmuş ve genel olarak muhafaza süresi uzadıkça kuru madde değerinin



arttığı görülmüştür. Günlere göre kuru madde değerlerindeki değişimde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ( $P=0.001$ ).

PYA, PYB ve PYL gruplarında birbirlerinde benzer şekilde su aktivitesi değerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ( $P=0.001$ ). Su aktivitesi değerleri bazı günlerde birbirleriyle benzer şekilde ölçülmüş ancak muhafaza süresi uzadıkça genel bir azalma olduğu görülmüştür.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Yoğurt, probiyotik bakterilerin tüketicilere ulaştırılmasında en popüler gıda olarak kabul edilmektedir (25). Probiyotik yoğurtlar tüketiciye doğal besin bileşenleri sağlamanın yanında bağırsak mikroflorasını da probiyotik kültürler ile zenginleştirmektedir (20). Probiyotik bakterilerin etkinliğini gösterebilmesi için canlılıklarını koruması ve bağırsak hücrelerine tutunarak kolonize olmaları gerekmektedir. Yeterli sayıda kalın bağırsağa ulaşmaları için tüketim sırasında minimum  $10^6$ - $10^7$  kob/ml-g probiyotik mikroorganizma canlılığının korunması önem taşımaktadır. Bu konsantrasyon minimum terapötik seviye olarak bilinmektedir (7,26). GRAS (Generally recognized as safe-Genel olarak güvenilir olduğu kabul edilen) statüsüne sahip *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* suşları en çok araştırma yapılan ve gıdalarda en çok kullanılan probiyotik bakterilerden olduğu bildirilmektedir (4).

Probiyotik bakterilerin canlılığı, muhafaza süresi boyunca pH değişimleri, asitliliğin artması, ortam oksijeninde meydana gelen değişimler, bakteriler arasındaki etkileşim ve yoğurt bakterileri tarafından üretilen antimikrobiyel maddelere karşı hassasiyet gibi nedenlerle azalmaktadır (27). Çalışmamızda raf ömrü boyunca probiyotik yoğurtlar içerisindeki probiyotik kültürlerin canlılığı ve yoğurtların fiziko-kimyasal değişimleri izlenmiştir. Çalışma sonucunda, ticari probiyotik yoğurt (PYA ve PYB) ve ticari liyofilize probiyotik kültür karışımından üretilmiş yoğurt örneklerinde (PYL) *Bifidobacterium* ve probiyotik *Laktobasil* bakterilerinin sayısının raf ömrü sonuna doğru azalmaya başladığı görülmüştür. Probiyotik *Laktobasil* canlılığına bakıldığında 28. günde tüm gruplarda fayda sağlaması beklenen miktarların altında tespit edilmiştir. *Bifidobacterium* sayısı ise PYB ve PYL gruplarında  $10^6$  kob/g seviyelerine kadar düşmüş ancak PYA grubunda yine fayda sağlaması beklenen miktar seviyesinin altına inmiştir.

Çalışmada dikkat çeken bir diğer değişim de *Bifidobacterium* ve probiyotik *Laktobasil* sayıları arasındaki farklılıktır. 22. güne kadar probiyotik *Laktobasil* sayısı *Bifidobacterium* sayısından yüksek çıkmış ancak 28. güne gelindiğinde probiyotik *Laktobasil* sayılarındaki azalmanın daha fazla olduğu saptanmıştır. Bu değişim, *Bifidobacterium* pH değişiminden laktik asit bakterilerine göre daha fazla etkilenmeleri sebebiyle muhafaza süresi uzadıkça *Bifidobacterium* sayısında daha fazla azalma olduğu şeklinde değerlendirilmiştir. *Laktobasiller* asidik ortama daha dirençli oldukları için düşük pH'da belirli süre canlılıklarını devam ettirebilmektedir. Buna karşın yoğurt içerisindeki starter kültürlerin katkısıyla *Bifidobacterium* değişen pH'ya uyum sağlayabilmektedirler. *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* proteolitik özellikleri sayesinde *Bifidobacterium* 'un büyümesi için gerekli olan amino asitleri (valin, glisin ve histidin vb.) üretmektedir. Ayrıca *S. thermophilus* oksijen temizleyici olarak görev yaparak ortamdaki oksijeni

azaltmakta ve anaerobik olan *Bifidobacterium*'un hayatta kalma oranını arttırmaktadır (28). Uzayan depolama süresi boyunca her iki probiyotik bakteri grubunun da arzu edilen miktar altına düştüğü görülmekle beraber *Bifidobacterium* probiyotik *Laktobasiller*e oranla daha stabil kaldığı sonucuna varılmıştır.

Probiyotik yoğurtlarda yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde, Soni ve ark. (29) *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* sayısında 10 gün sonunda  $1 \log_{10}$  kob/g'dan fazla azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Mortazavian ve ark. (30) farklı sıcaklıklarda muhafaza ettikleri probiyotik yoğurtlardaki bakterilerin canlılığını araştırmış, çalışma sonucunda *L. acidophilus* ve *B. lactis*'in canlılığında tüm sıcaklık derecelerinde (2, 5 ve 8°C) yaklaşık 1 ve 2  $\log_{10}$  kob/ml azalma olduğunu bildirmişlerdir. Yalçın ve Polat (31) yaptıkları çalışmada probiyotik yoğurtlardaki *L. acidophilus* LA-5 sayısının 4. haftada  $5.52 \log_{10}$  kob/g' a düşerek probiyotik etki için kritik düzeyin altına indiğini ifade etmişlerdir. Yapılan bir diğer çalışmada ise araştırmacılar 21 günlük muhafaza sonucunda *L. acidophilus* ve *B. bifidum* sayısında önemli düzeyde düşüş olduğunu bildirmişlerdir (22). Kamel ve ark. (32) tarafından yapılan çalışmada *B. bifidum* sayısı 8. gün sonunda  $5.48 \log_{10}$  kob/g'dan  $3.99 \log_{10}$  kob/g'a düştüğü rapor edilmiştir. Diğer bir çalışmada ise *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* sayısında  $3.67 \log_{10}$  kob/g düzeyinde azalma tespit edilmiştir (33). Çalışma verileri incelendiğinde diğer araştırmacıların bulguları ile çalışmanın bulguları paralellik göstermektedir. Probiyotik bakteri sayısının soğuk muhafazada dahi zamanla azaldığı, raf ömrü sonuna gelindiğinde ise fayda sağlaması beklenen miktarların altına inemediği tespit edilmiştir. Probiyotik bakteriler, çevre koşullarından olumsuz etkilenmeleri sebebiyle zaman içerisinde canlılıklarını ve buna bağlı olarak da yoğurtların probiyotik etkilerini kaybetmektedir. Çalışma sonucunda yoğurtların üzerinde belirtilen son kullanım tarihi (ya da 22 gün) aşıldığında probiyotik bakterilerden kaynaklı beklenen olumlu etkilerin gözlenemeyeceği değerlendirilmiştir.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen bir diğer analiz pH değerlerindeki değişimin ölçülmesidir. pH değeri probiyotik yoğurtlarda muhafaza süresi boyunca azalma eğilimindedir. Bu değişimin sebebi probiyotik bakterilerin gelişim göstermesi ve metabolik aktivitelerin devam etmesidir (34). Probiyotik bakteriler tarafından gerçekleştirilen laktöz fermentasyonunun devam etmesi buna bağlı olarak laktik asit ve formik asit gibi asitlerin birikimi sonucunda yoğurtlardaki asitlik artmakta ve pH düşmektedir (34,35). Çalışmada elde edilen veriler muhafaza süresince pH değerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olduğu; 22. günden sonra ise hızlı bir düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Probiyotik yoğurtlarla yapılan çalışmalarda depolama süresince probiyotik yoğurtlarda pH değerinde düşüş olduğu bildirilmektedir (17,33). Keshavarzi ve ark. (22) yaptıkları çalışmada probiyotik yoğurtlarda pH değişiminin 21 gün süresince 4.25'ten 4.00'a düştüğünü, Ersan ve Topçuoğlu (36) da 21 günlük muhafaza sonucunda probiyotik yoğurtlarda pH değerinde azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Bir diğer çalışmada ise probiyotik yoğurtlardaki pH değerinin 4.70'den 20. günde 4.37'ye düştüğü bildirilmektedir (37). Çalışmamızda görülen pH düşüşünün doğal bir süreç olduğu sonucuna varılmıştır.

Yoğurtlardaki nem ve su aktivitesi değerlerinin tek başına veya pH değerleri ile birlikte probiyotik bakteriler üzerine etkileri incelendiğinde hızla düşen pH değeri ile artan kuru madde ve su aktivitesi değerlerinin probiyotiklerin canlılıkları üzerine olumsuz etki yarattığı değerlendirilmiştir. Shah ve ark. (38) muhafaza süresi uzadıkça probiyotik yoğurtlardaki su aktivitesi değerinde azalma olduğunu rapor etmişlerdir. Diğer bir çalışmada ise yoğurtlardaki nem miktarının muhafaza süresine bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir (39).

Çalışmalar arasındaki bakteri sayısı ve fiziko-kimyasal verilerdeki farklılıkların, üretim-depolama şartları, çiğ süt kalitesi, probiyotik kültürün özellikleri, prebiyotik ilave edilip edilmediği, karışık kültürler arasındaki rekabet gibi nedenlerden kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir. İlave olarak, bakteri sayılarındaki farklılıkların başlangıç bakteri yükü, probiyotik bakterinin özelliği, prebiyotik etkili katkıları ile üretim ve depolama değişkenlerinden kaynaklanabileceği öngörülmektedir.

Sonuç olarak, olumlu sağlık etkilerini gösterebilmesi için probiyotik bakterilerin gıdalar içerisindeki canlılığını korumaları gerekmektedir. Çalışmamızda çevresel koşullardan kolaylıkla etkilenen probiyotik bakterilerin raf ömrünün sonuna doğru sayıları azaldığı ve muhafaza süresi uzadıkça da fayda sağlayacakları miktarların altına indikleri saptanmıştır. Bu doğrultuda çalışmada elde edilen bulgular çerçevesinde 22 günden daha fazla buzdolabında muhafaza edilen probiyotik yoğurt tüketiminin beklenen faydalı etkileri sağlamaya bileceği düşünülmektedir. Probiyotik bakteri sayısının korunması amacıyla prebiyotik katkılı yoğurt üretilmeli ya da enkapsülasyon gibi metotlarla bakteri canlılığının devamı sağlanmalıdır. Bu alanda yapılacak yeni çalışmalarda probiyotik bakterilerin canlılığını korurken duyuşal ve fiziko-kimyasal özelliklerin değişmemesi amaçlanmalıdır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 19. Uluslararası Veteriner Hekimliği Öğrencileri Bilimsel Araştırma Kongresi'nde sözlü olarak sunulmuş ve kongre kitapçığında özet olarak yer almıştır.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

## KAYNAKLAR

1. Vural A. (2004). Fonksiyonel Gıdalar ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Gıda Yem Bil Teknol.* 6: 51-58.
2. Terpou A, Papadaki A, Lappa IK, Kachrimanidou V, Bosnea LA, Kopsahelis N. (2019). Probiotics in Food Systems: Significance and Emerging Strategies Towards Improved Viability and Delivery of Enhanced Beneficial Value. *Nutrients.* 11(7): 1591.
3. Egbuna C, Dable-Tupas G. (2020). *Functional Foods and Nutraceuticals.* Springer Nature Switzerland AG, Switzerland.
4. Nyanzi R, Jooste PJ, Buys EM. (2021). Invited Review: Probiotic Yogurt Quality Criteria, Regulatory Framework, Clinical Evidence, and Analytical Aspects. *J Dairy Sci.* 104(1): 1-19.
5. Anonim (2022). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2022/44) Tarım ve Orman Bakanlığı. 30 Kasım 2022 tarih ve 32029 sayılı Resmi Gazete, Ankara.

6. Reid G. (2010). The Potential Role for Probiotic Yogurt for People Living with HIV/AIDS. *Gut Microbes.* 1(6): 411-414.
7. Kaur Sidhu M, Lyu F, Sharkie TP, Ajlouni S, Ranadheera CS. (2020). Probiotic Yogurt Fortified with Chickpea Flour: Physico-Chemical Properties and Probiotic Survival During Storage and Simulated Gastrointestinal Transit. *Foods.* 9(9): 1144.
8. Yadav A, Jaiswal P, Jaiswal M, et al. (2015). Concise Review: Importance of Probiotics Yogurt for Human Health Improvement. *IOSR J Environ Sci Toxicol Food Technol.* 9(7): 25-30.
9. Rezazadeh L, Alipour B, Jafarabadi MA, Gargari BP. (2020). Evaluation of the Effects of Probiotic Yoghurt on Inflammation and Cardiometabolic Risk Factors in Subjects with Metabolic Syndrome: A Randomised Controlled Trial. *Int J Dairy Technol.* 101: 104577.
10. Mousavi SN, Saboori S, Asbaghi O. (2020). Effect of Daily Probiotic Yogurt Consumption on Inflammation: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Clinical Trials. *Obes Med.* 18: 100221.
11. Pourrajab B, Fatahi S, Dehnad A, Varkaneh HK, Shidfar F. (2020). The Impact of Probiotic Yogurt Consumption on Lipid Profiles in Subjects with Mild to Moderate Hypercholesterolemia: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 30(1): 11-22.
12. Rezazadeh L, Gargari BP, Jafarabadi MA, Alipour B. (2019). Effects of Probiotic Yogurt on Glycemic Indexes and Endothelial Dysfunction Markers in Patients with Metabolic Syndrome. *Nutrition.* 62: 162-168.
13. Hadjimbei E, Botsaris G, Chrysostomou S. (2022). Beneficial Effects of Yoghurts and Probiotic Fermented Milks and Their Functional Food Potential. *Foods.* 11(17): 2691.
14. FAO, WHO (2002). Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. Food and Agriculture Organization and World Health Organization, London.
15. Boyle RJ, Tang MLK. (2006). The Role of Probiotics in the Management of Allergic Disease. *Clin Exp Allergy.* 36(5): 568-576.
16. Barendolts E, Smith ED, Reutrakul S, Tonucci L, Anothaisintawee T. (2019). The Effect of Probiotic Yogurt on Glycemic Control in Type 2 Diabetes or Obesity: A Meta-Analysis of Nine Randomized Controlled Trials. *Nutrients.* 11(3): 671.
17. Afzaal M, Khan AU, Saeed F, et al. (2019). Functional Exploration of Free and Encapsulated Probiotic Bacteria in Yogurt and Simulated Gastrointestinal Conditions. *Food Sci Nutr.* 7(12): 3931-3940.
18. Lourens-Hattingh A, Viljoen BC. (2001). Yogurt as Probiotic Carrier Food. *Int Dairy J.* 11(1-2): 1-17.
19. Plessas S, Bosnea L, Alexopoulos A, Bezirtzoglou E. (2012). Potential Effects of Probiotics in Cheese and Yogurt Production: A Review. *Eng Life Sci.* 12(4): 433-440.
20. Meybodi NM, Mortazavian AM, Arab M, Nematollahi A. (2020). Probiotic Viability in Yoghurt: A Review of Influential Factors. *Int Dairy J.* 109: 104793.
21. Hussein ZEH, Silva JM, Alves ES, et al. (2021). Technological Advances in Probiotic Stability in Yogurt: A Review. *Res Soc Dev.* 10(12): e449101220646
22. Keshavarzi M, Sharifan A, Yasini Ardakani SA. (2021). Effect of the Ethanolic Extract and Essential Oil of *Ferulago angulata* (Schlecht.) Boiss. on Protein, Physicochemical, Sensory, and Microbial Characteristics of Probiotic Yogurt During Storage Time. *Food Sci Nutr.* 9(1): 197-208.
23. Veselá K, Kumherová M, Klojodová I, Solichová K, Horáčková Š, Plocková M. (2019). Selective Culture Medium for the Enume-

- ration of *Lactobacillus plantarum* in the Presence of *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* and *Streptococcus Thermophilus*. LWT. 114: 108365.
24. Zinedine A, Faid M. (2007). Isolation and Characterization of Strains of Bifidobacteria with Probiotic Proprieties in Vitro. World J Dairy Food Sci. 2(1): 28-34.
  25. Shirani K, Falah F, Vasiee A, Yazdi FT, Behbahani BA, Zanganeh, H. (2022). Effects of Incorporation of *Echinops setifer* Extract on Quality, Functionality, and Viability of Strains in Probiotic Yogurt. J Food Meas Charact. 16(4): 2899-2907.
  26. Shortt C. (1999). The Probiotic Century: Historical and Current Perspectives. Trends Food Sci Technol.10(12): 411-417.
  27. Arab R, Hano C, Oomah D, et al. (2022). Impact of Carob (*Ceratonia Ciliqua* L.) Pulp Flour Supplementation on Probiotic Viability, Milk Fermentation and Antioxidant Capacity During Yogurt Storage. NAJFNR. 6(14): 154-164.
  28. Tamime AY, Saarela M, Wszolek M, Ghoddousi H, Linares DM, Shah NP. (2018). Production and Maintaining Viability of Probiotic Micro-Organisms in Dairy Products. In: Probiotic Dairy Products. Tamime AY, Thomas LV (eds). 2nd ed. pp. 67-164. John Wiley & Sons, USA.
  29. Soni R, Jain NK, Shah V, Soni J, Suthar D, Gohel P. (2020). Development of Probiotic Yogurt: Effect of Strain Combination on Nutritional, Rheological, Organoleptic and Probiotic Properties. J Food Sci Technol. 57: 2038-2050.
  30. Mortazavian AM, Ehsani MR, Mousavi SM, Rezaei K, Sohrabvandi S, Reinheimer JA. (2007). Effect of Refrigerated Storage Temperature on the Viability of Probiotic Micro-Organisms in Yogurt. Int J Dairy Technol. 60(2): 123-127.
  31. Yalçın H, Polat Z. (2023). Lactobacillus acidophilus LA-5 ile Üretilen Probiyotik Yoğurdun Fonksiyonel Özelliği ve Bakteri Canlılığının Uzun Süreli (12 Hafta) Depolamada İncelenmesi. Van Vet J. 34(1): 1-6.
  32. Kamel DG, Hammam AR, Alsaleem KA, Osman DM. (2021). Addition of Inulin to Probiotic Yogurt: Viability of Probiotic Bacteria (*Bifidobacterium bifidum*) and Sensory Characteristics. Food Sci Nutr. 9(3): 1743-1749.
  33. Pradeep Prasanna PH, Charalampopoulos D. (2019). Encapsulation in an Alginate–Goats' Milk–Inulin Matrix Improves Survival of Probiotic *Bifidobacterium* in Simulated Gastrointestinal Conditions and Goats' Milk Yoghurt. Int J Dairy Technol. 72(1): 132-141.
  34. Shah NP, Lankaputhra WE, Britz ML, Kyle WS. (1995). Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in Commercial Yoghurt During Refrigerated Storage. Int Dairy J. 5(5): 515-521.
  35. Ghalemousiani Z, Pourahmad R, Eshaghi MR. (2017). Effect of Aqueous Extracts of *Ocimum basilicum* and *Satureia montana* L. on the Survival of *Lactobacillus paracasei* and Physicochemical Properties of Probiotic Yogurt. J Food Sci Technol. 10(4): 55-63.
  36. Ersan LY, Topçuoğlu E. (2019). Badem Sütü ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik ve Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. Bursa Uludağ Üniv Ziraat Fak Derg. 33(2): 321-339.
  37. Karaca OB, Güzeler N, Tangüler H, Yaşar K, Akın MB. (2019). Effects of Apricot Fibre on the Physicochemical Characteristics, the Sensory Properties and Bacterial Viability of Nonfat Probiotic Yoghurts. Foods. 8(1): 33.
  38. Shah NP, Ravula RR. (2000). Influence of Water Activity on Fermentation, Organic Acids Production and Viability of Yogurt and Probiotic Bacteria. Aust J of Dairy Technol. 55(3): 127.
  39. Suraweera D, Wichchukit S. (2020). Physico-Chemical and Rheological Properties of Plain Yogurt Made From Goat's Milk During Refrigerated Storage. E3S Web Conf. 187: 04012.

## ✉ Sorumlu Yazar:

Gülây Merve BAYRAKAL

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Veteriner Fakültesi,  
Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Avcılar, İstanbul /  
TÜRKİYE

E-posta: merve.bayrakal@iuc.edu.tr