



***Lactobacillus acidophilus* LA-5 ile Üretilen Probiyotik Yoğurdun Fonksiyonel Özelliği ve Bakteri Canlılığının Uzun Süreli (12 Hafta) Depolamada İncelenmesi**

Halil YALÇIN¹,* Zübeyde POLAT²

¹ Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, 15030, Burdur, Türkiye
² Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Programı, 15030, Burdur, Türkiye

Gönderim Tarihi: 21.09.2022

Kabul Tarihi: 21.12.2022

ÖZ

Bu çalışmada ticari yoğurt üretiminde kullanılan kültürler ve *Lactobacillus acidophilus* LA-5 kültürünün birlikte kullanılması ile probiyotik yoğurt üretilmiştir. Üretilen yoğurttaki 12 hafta boyunca (+4 °C) kültür canlılığı/depolama stabilitesi ve bazı hijyen kriteri olan bakteriler araştırılmıştır. Üretim üç paralelli, analizler ise iki tekerrürlü olarak yapılmış, elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* düzeyi depolamanın 1. gününde 7.59 log kob/g, son depolama gününde ise 3.69 log kob/g olarak belirlenmiştir. Aynı zaman dilimlerinde *Streptococcus thermophilus*, *L. acidophilus* ve toplam aerobik mezofil bakteri sayısı sırasıyla 8.69-8.13, 7.43-3.8 ve 7.86/4.50 log kob/g düzeyinde tespit edilmiştir. Üretilen probiyotik yoğurttaki koliform grubu bakteri saptanmamıştır. Bununla birlikte 3. hafta analizlerinde maya-küf 3.35 log kob/g olarak tespit edilmiştir. 7. haftadan itibaren maya-küf düzeyinin <1 log kob/g olduğu belirlenmiştir. Ürünün pH değerleri 1. gün 4.73 son gün ise 4.19 olarak kaydedilmiştir. Probiyotik yoğurdun mikrobiyolojik kalitesi 3 hafta boyunca bozulmadan kalmıştır. Ürün 5. haftaya kadar bazı (maya-küf, toplam aerobik mezofil bakteri) mikrobiyolojik kalite kriterlerindeki değişikliklere rağmen fonksiyonel özelliğini (*L. acidophilus* LA-5 sayısı, >5 log kob/g) korumuştur. Fermente süt ürünlerinin depolama şartlarının, kültür kombinasyonlarının optimize edilmesi ve prebiyotik ilavesi ile daha fonksiyonel bir hale gelerek uzun süreli terapötik etki sağlayabilir. Çalışmada elde edilen verilerin yapılacak prebiyotik/probiyotik araştırmalarına ve yeni probiyotik ürün geliştirmeye katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gıda, Gıda depolama, Mikrobiyoloji, Probiyotik, Yoğurt.

ABSTRACT **Investigation of Functional Properties and Bacterial Viability of Probiotic Yogurt Produced with *Lactobacillus acidophilus* LA-5 in Long-term (12 Weeks) Storage**

In this study, probiotic yogurt was produced by using the cultures used in commercial yogurt production and *Lactobacillus acidophilus* LA-5 culture together. Culture viability/storage stability and bacteria with some hygiene criteria were investigated in the yoghurt produced for 12 weeks (+4 °C). The production was performed in triplicate, the analyzes were performed in duplicate, and the results were evaluated statistically. According to the research results, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* level was determined as 7.59 log cfu/g on the 1st day of storage and 3.69 log cfu/g on the last day of storage. At the same time intervals, the number of *Streptococcus thermophilus*, *L. acidophilus* and total aerobic mesophyll bacteria were determined as 8.69-8.13, 7.43-3.8 and 7.86/4.50 log cfu/g, respectively. No coliform bacteria were detected in the probiotic yoghurt produced. However, yeast-mold was determined as 3.35 log cfu/g in the 3rd week analysis. The yeast-mold level was determined to be <1 log cfu/g from the 7th week. The pH values of the product were recorded as 4.73 on the 1st day and as 4.19 on the last day. The microbiological quality of probiotic yogurt remained intact for 3 weeks. The product preserved its functional properties (*L. acidophilus* LA-5 count, >5 log cfu/g) until the 5th week despite the changes in some microbiological quality criteria (yeast-mold, total aerobic mesophyll bacteria). By optimizing the storage conditions, culture combinations and adding prebiotics, fermented milk products can become more functional and provide a long-term therapeutic effect. It is considered that the data obtained from the study will contribute to prebiotic/probiotic research and new probiotic product development.

Keywords: Food, Food storage, Microbiology, Probiotic, Yogurt.

*Corresponding author: hycalin@mehmetakif.edu.tr



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which allows users to read, copy, distribute and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

GİRİŞ

Prebiyotik ve prebiyotikler ile ilgili otorite olan uluslararası bilim derneğine göre prebiyotik, yeterli dozda verildiğinde tüketici sağlığını olumlu yönde etkileyecek canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır (ISAPP 2022). Prebiyotik ve prebiyotikler bazı hastalıklarla (metabolik, mental ve gastrointestinal hastalıklar) mücadele, sağlıklı yaşam seçeneği, yaşam kalitesinin artırılması, toplam kolesterolün düşürülmesi, sağlığın korunması ve geliştirilmesinde kullanılmaktadır (Kumari ve ark. 2020; Rugji ve ark. 2022). Ayrıca prebiyotik bakteriler ürünün tat, koku ve aromasına da etki ederek tüketici tercihini etkileyebilmektedir. Gıdalarla alınan prebiyotiklerden fayda sağlanabilmesi için üründe 106-107 kob/g düzeyinde kültür bulunmalıdır (Kaur Sidhu ve ark. 2020). Ülkemizde tüketici eğilimleri ve satış rakamları dikkate alındığında artan şehir nüfusu ile beraber prebiyotik ürünlere olan talebin artış gösterdiği ifade edilmektedir (Gök ve Ulu 2018). Çatak (2019), araştırmasına katılan bireylerde prebiyotik tüketim oranının %47,7 olduğunu ve bu kişilerin %49'unun haftada en az 2-3 defa yoğurt tükettiğini ortaya koymuştur. Son yıllarda prebiyotik yoğurt tüketim artışına bağlı olarak piyasaya birçok yeni prebiyotikli yoğurt sunulmuştur (Yeşilyurt ve ark. 2021). Dünyada prebiyotikli fonksiyonel gıda pazarının 2019 yılında 45 milyar dolara yaklaştığı belirtilmekte iken 2025 yılında bu rakamın 55 milyar dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu pazar içinde prebiyotik yoğurt %71'lik bir paya sahiptir (IPA 2020). Jezewska-Zychowicz (2009), Polonya'da en çok tüketilen prebiyotik gıdanın yoğurt olduğunu belirtmektedir. Çelik ve ark. (2022) ise yaptıkları çalışmada prebiyotik yoğurdun tüketici tercihi 2. sırada yer aldığını ortaya koymuşlardır. Tüketiciler prebiyotik yoğurt ile beslenerek başta sindirim sistemi sorunları olmak üzere sağlık açısından fayda beklediklerini ifade etmektedirler (Çelik ve ark. 2022).

Fonksiyonel gıda ürünlerinde bakteriyel prebiyotik olarak genellikle *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Lactococcus* ve *Streptococcus* türleri ile diğer laktik asit bakterileri kullanılmaktadır (Azad ve ark. 2018). Kültürler "genel olarak güvenli kabul edilir" GRAS (Generally Regarded As Safe) statüde olmalıdır. *Lactobacillus acidophilus* suşu dâhil birçok prebiyotik intestinal mikroflora sayısına ve aktivitesine etki etmektedir (Azad ve ark. 2018). Prebiyotiklerin sağlık üzerine olumlu etki gösterebilmeleri için yüksek sayıda olması gerekmektedir. Yapılan araştırmalar yoğurdun raf ömrü boyunca prebiyotik miktarının azaldığını göstermektedir (Shori 2017). Depolama süresince prebiyotik sayısında rekabet ortamı, inokülasyon miktarı, ürünün pH'sı, depolama şartları, ortamdaki bakteriyosinler ve ambalajın oksijen geçirgenliği gibi faktörlerden kaynaklanan azalmalar olabilmektedir (Çelikel ve ark. 2018). Geleneksel yoğurt kültürleri *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* bağırsak ortamında canlılıklarını kaybederler ve ayrıca safra asidine karşı da dirençsizdirler. *L. acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum* gastrointestinal sistemde asit ve safra tuzlarına dirençlilik göstererek faaliyetlerine devam edebilen kültürlerdendir (Shah 2000). *L. acidophilus* soğuk depolama şartlarına *Bifidobacterium spp.*'den daha dirençli ve canlılıklarını uzun süre devam ettirebilmektedir. Bununla birlikte depolama süresince prebiyotik bakterilerin sayısında azalma olduğu da ifade edilmektedir (Güler-Akın ve Akın 2007). *L. acidophilus*'lu yoğurt, laktoz intoleransı azaltabilmekte, serum kolesterol seviyesini düşürmekte, gastroenteriti önleyebilmekte, bazı

ürogenital hastalıklar ve ishali kontrol altına alabilmekte, alerjik reaksiyonları azaltabilmekte, antioksidan ve antikanserijenik etki gösterebilmektedir (Mishra ve ark. 2015).

L. acidophilus LA-5 dünyada en yaygın kullanılan prebiyotik bakterilerdendir (Kaur Sidhu ve ark. 2020). İyi bir yoğurt üretimi için pH değerinin 4.5'in altında olması istenir. Ancak bu pH değerinin *L. acidophilus* sayısında 3-4 log'luk düşümlere sebep olabileceği belirtilmektedir (Güler-Akın ve Akın 2007). Yoğurt üretiminde oligosakkaritler gibi prebiyotiklerin kullanılması ile prebiyotik gelişimi teşvik edilebilir (Akın ve Akın 2014). Prebiyotik kültürler çoğunlukla anaerobik ya da mikroaerofilik özelliktedirler. Bu nedenle depolama süresince ambajlardaki oksijen oranının düşük tutulması, prebiyotik yoğurdun sağlayacağı yararın uzun süre devamı etmesi açısından oldukça önemlidir (Çelikel ve ark. 2018). Prebiyotik yoğurdun raf ömrüne yönelik araştırmalar genellikle 21-28 gün sınırında çalışılmakla beraber 35 (Menezes ve ark. 2022) ve 39 gün süren (Hussien ve ark. 2022) depolama çalışmaları da yapılmıştır.

Prebiyotik bakterilerin insan vücudunda metabolik ve biyolojik aktivitelerinin devamı için gıda ile alım miktarı önemlidir. Bu tür gıdaların raf ömrü içerisinde ve depolama şartlarında prebiyotik bakteri sayısındaki değişimler ile diğer mikrobiyel kalite unsurlarının belirlenmesi tüketici sağlığını direkt olarak etkilemektedir. Bu çalışmada, prebiyotik kültürün kullanılması ile üretilen yoğurdun uzun depolama sürecinde bu özelliklerinde ve yoğurt kültüründe meydana gelen sayısal değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Prebiyotik yoğurt üretimi için gerekli çiğ süt Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi-Tarım, Hayvancılık ve Gıda Araştırmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi'nden sağlanmıştır. Üretimde *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*'u karışık olarak içeren liyofilize yoğurt kültürü (YO-MIX 885 LYO 50, Danisco, Fransa) ve prebiyotik *L. acidophilus* LA-5 (NU-TRISH, Chr. Hansen, Türkiye) kullanılmıştır.

Metot

Yoğurt üretimi

Kültür aktivasyonu için 45 derecedeki 100 ml pastörize süte %1 oranında *L. acidophilus* LA-5 eklenerek belirtilen sıcaklıkta 40 dk. inkübe edilmiştir. Aynı işlem yoğurt kültürleri için de yapılmıştır. Çiğ süt pastörize (85 °C'de 15 dk.) edildikten sonra 45 dereceye soğutulmuş aktifleştirilmiş yoğurt kültürü ve prebiyotik ilavesi yapılmıştır. Daha sonra 40 °C'de pH değeri 4.6 olana kadar inkübasyon yapılmış ve prebiyotik yoğurt elde edilmiştir. İnkübasyon sonrası prebiyotik yoğurtlar 30 dk. oda ısısında (20 °C) bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda 4 °C'de soğuk muhafazaya alınmış ve 24 saat sonra 1. gün (0. hafta) analizleri yapılmıştır. Takip eden 12 hafta boyunca örnekler her hafta aynı gün analiz edilmiştir.

Fiziko-kimyasal analizler

Çiğ süte, toplam kuru madde miktarı (%) Tekinşen (2002)'ye göre, yağ/özgül ağırlık (gr/cm³) / kül/titrasyon asitliği (% laktik asit) Kırdar (2019)'a göre, protein miktarı Anonim (2001)'e göre, antibiyotik testi BetaStar hızlı antibiyotik test kiti (Peyma Chr-Hansen A.Ş., İstanbul, Türkiye) kullanılarak yapılmıştır. pH değeri ölçümlerinde

önceden kalibrasyonu yapılmış olan Mettler Toledo (Seven Compact, İsviçre) cihazı kullanılmıştır.

Mikrobiyolojik analizler

Probiyotik yoğurtun mikrobiyolojik analizleri için 10 gr örnek ve 90 ml steril peptonlu su (%0.1) kullanılarak 1/10 dilüsyon hazırlanmıştır. Daha sonra 10⁻⁸'e kadar seri dilüsyonlar hazırlanmış ve her bakteri için uygun dilüsyonlardan ekimler yapılmıştır. *L. bulgaricus* belirlenmesi için pH değeri 5.2'ye ayarlanmış Man, Rogosa ve Sharpe (MRS) Agar (Biokar, Fransa) kullanılmıştır. Ekim yapılan petripler 43 °C'de 72 saat anaerobik şartlarda inkübe edilmiş ve gelişen kolonilerin sayımı yapılmıştır (Ashraf ve Smith 2015). *S. thermophilus* tespiti M-17 (Biokar, Fransa) agar kullanılarak yapılmıştır. %10'luk laktoz (Oxoid L70) çözeltisinden 50 ml alınarak 950 ml M-17 agar içerisine eklenmiştir. Ekim yapılan petripler 37 °C'de 3 gün aerobik koşullarda inkübe edilmiştir (Ranasinghe ve Perera 2016). *L. acidophilus* LA-5 tespiti için ISO 20128/IDF192 tarafından bildirilen yöntem (2006) kullanılmıştır. MRS agara (Biokar, Fransa) 0.1 ppm klindamisin (Sigma-Aldrich, C2250000-20mg/10ml) 0.22 µm filtre ile sterilize edilerek eklenmiştir (0,5ml/lt). Uygun dilüsyonlardan yayma plak yöntemi ile ekimleri yapılan petripler anaerobik koşullarda 37 °C'de 72 saat inkübe edilmiştir. Petriplerde üreyen tüm tipik koloniler *L. acidophilus* bakterisi olarak değerlendirilmiştir.

Koliform bakteriler için Violet Red Bile (VRB) Agar (Merck, Almanya) kullanılmıştır. Plaklar 32±1 °C'de 24 saat fakültatif anaerobik inkübasyondan sonra değerlendirilmiştir (FDA-BAM, 2013). Maya-küf sayımı için %10'luk laktik asit ile (Merck, Almanya) pH'sı 3.5'e ayarlanmış Potato Dextrose Agar (PDA) (Biokar, Fransa) kullanılmıştır. Uygun dilüsyondan yüzey yayma yöntemi ile ekimi yapılan petripler 25 °C'de 5 gün süre ile inkübe edilip, gelişen kolonilerin sayımı yapılmıştır (Halkman 2014). Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının belirlenmesi için Plate Count Agar (PCA) (Biokar, Fransa) besi yeri kullanılmıştır. 30 °C'de 48 saat aerobik inkübasyondan sonra gelişen koloniler sayılmıştır (Halkman 2014). Probiyotik yoğurttaki bakteri sayıları log kob/g olarak hesaplanmıştır.

İstatistik Analiz

Depolama süresince elde edilen verilerin değerlendirilmesinde IBM SPSS Statics 25.0 paket programı kullanılmıştır. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonucunda önemli (p<0.05) bulunan parametreler Duncan çoklu karşılaştırma testi ile incelenmiştir. Üretim 3 paralelli, analizler 2 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Sonuçlar ortalama±SD olarak verilmiştir.

BULGULAR

Probiyotik yoğurt üretiminde kullanılan sütün genel özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Bu özellikler ile sütün Türk Gıda Kodeksi İçme Sütleri Tebliği'ne (2019/12) uygun olduğu belirlenmiştir. Araştırmada üretilen probiyotik yoğurt örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları ve pH değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Araştırmada kullanılan sütün genel özellikleri.

Table 1. General characteristics of the milk used in the study.

Özellikler	Değerler
Antibiyotik testi	Negatif
pH	6.55±0.03
Toplam Kuru madde (%)	11.2±0.03
Yağ (%)	3.1±0.02
Özgül ağırlık (gr/cm ³)	1.0334±0.01
Kül (%)	0.84±0.03
Titrasyon asitliği (%Laktik Asit)	0.151±0.01
Protein (%)	3.47±0.01

L. bulgaricus sayımında 1. gün 7.59 log kob/g değeri elde edilmiştir. Bu bakterinin sayısı 2. hafta sonunda <7 log kob/g, 3. hafta sonunda <6 log kob/g düzeyine inmiştir. 3-4-5-6. haftalarda >5 log kob/g değerinde kalan sayım sonuçları, 7. haftadan sonra 4 log kob/g civarında, 11. haftadan sonra ise 3 log kob/g düzeyinde kalmıştır. Depolamanın son günü *L. bulgaricus* sayısının 3.6 log kob/g düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. *S. thermophilus* 'un depolamanın başlangıcında 8.96 log kob/g olan sayısı 1. haftadan itibaren yükselmiş (p<0.05), 5. haftada (8.88 log kob/g) başlangıç seviyesine yaklaşmıştır. 5 ve 6. haftada istatistiksel açıdan fark olmadan >8 log kob/g civarında seyreden değerler 7-8-9. haftada >9 log kob/g değerine tekrar yükseldiği tespit edilmiştir. *S. thermophilus* sayısı depolamanın son 3 haftasında >8 log kob/g düzeyinde kalmış ve son analiz gününde 8.1 log kob/g olarak belirlenmiştir. Bu bakteri en yüksek değere (9.7 log kob/g) 3. haftada ulaşmıştır. *L. acidophilus* LA-5 1. günde 7.43 log kob/g olarak sayılmıştır. Bu bakterinin 4. haftada probiyotik özellik için kritik eşik olan 6 log kob/g'ın altına (5.52 log kob/g) düştüğü tespit edilmiştir. Örneklerdeki *L. acidophilus* LA-5 sayısı 6. haftada 5 log kob/g'ın altına, 11. haftada ise 4 log kob/g'ın altına (3.91) düştüğü saptanmıştır. 12 haftalık depolama sonunda *L. acidophilus* LA-5 sayısı 3.8 log kob/g olarak belirlenmiştir. İlk gün ile son gün arasında 3.63 log kob/g fark vardır (p<0.05).

Yoğurt örneklerinde depolama süresince koliform grubu bakteriye rastlanmamıştır (<1 log kob/g). PDA besi yerinde 3. haftada 3.35 log kob/g düzeyinde sayım yapılmış bu değer 4. haftada istatistiksel açıdan fark (p<0.05) oluşturarak 4.45 olarak belirlenmiştir. 5 ve 6. haftada PDA değerleri ile 3. hafta sonucu arasında istatistiksel açıdan fark yoktur. 7. hafta ve sonrasında PDA besiyerinde sayım alınamamıştır (<1 log kob/g). Üretilen probiyotik yoğurtta depolama sürecinde toplam aerobik mezofilik bakteri değerleri 7.86 log kob/g ile başlayıp 4.5 log kob/g ile bitmiştir (p<0.05). Bu değer 1. haftada 1.3 log kob/g yükselme göstererek tüm depolama boyunca en yüksek sayıya (9.16 log kob/g) ulaşmıştır. Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı 1. haftadan sonra 5 hafta boyunca (47. güne kadar) istatistiksel açıdan fark göstererek düşmüştür (p<0.05). 6-7, 8-9-10 ve 11-12. haftalarda elde edilen sonuçlar kendi içlerinde istatistiksel açıdan fark oluşturmamıştır (p>0.05). Örneklerin başlangıçtaki pH değeri 4.73, depolama sonunda ise 4.1 olarak ölçülmüştür.

Tablo 2. Depolama süresince probiyotik yoğurdun mikrobiyolojik analiz sonuçları ve pH değerleri (ortalama±SD).
Table 2. Results of microbiological analysis and pH values of probiotic yogurt during storage (mean±SD).

Analizler	Depolama (4 °C) süreci (Hafta)						
	0	1	2	3	4	5	6
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	7.59±0.15 ^a	7.01±0.14 ^b	6.49±0.13 ^c	5.95±0.12 ^d	5.88±0.12 ^d	5.73±0.11 ^d	5.17±0.10 ^e
<i>Streptococcus Salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i>	8.96±0.18 ^{cde}	9.42±0.19 ^{ab}	9.55±0.19 ^{ab}	9.75±0.19 ^a	9.17±0.18 ^{bcd}	8.88±0.18 ^{def}	8.70±0.17 ^{ef}
<i>Lactobacillus acidophilus</i> LA-5	7.43±0.15 ^a	7.66±0.15 ^a	7.09±0.14 ^b	6.80±0.14 ^c	5.52±0.11 ^d	5.03±0.10 ^e	4.37±0.09 ^{fg}
Koliform	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Maya-küf	<1	<1	<1	3.35±0.07 ^b	4.45±0.09 ^a	3.42±0.07 ^b	3.38±0.07 ^b
Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri	7.86±0.16 ^d	9.16±0.18 ^a	8.68±0.17 ^b	8.24±0.16 ^c	7.52±0.15 ^e	6.58±0.13 ^f	5.87±0.12 ^g
pH	4.73±0.09 ^a	4.55±0.09 ^{ab}	4.60±0.09 ^{ab}	4.48±0.09 ^{bc}	4.46±0.09 ^{bcd}	4.46±0.09 ^{bcd}	4.41±0.09 ^{bcd}
Analizler	Depolama (4 °C) süreci (Hafta)						
	7	8	9	10	11	12	
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	4.40±0.9 ^f	4.36±0.9 ^{fg}	4.31±0.9 ^{fg}	4.14±0.8 ^g	3.83±0.8 ^h	3.69±0.7 ^h	
<i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i>	9.32±0.19 ^{bc}	9.35±0.19 ^{abc}	9.29±0.18 ^{bc}	8.50±0.17 ^{fg}	8.22±0.16 ^g	8.13±0.16 ^g	
<i>Lactobacillus acidophilus</i> LA-5	4.25±0.08 ^g	4.47±0.09 ^{fg}	4.83±0.10 ^e	4.53±0.09 ^f	3.91±0.08 ^h	3.80±0.08 ^h	
Koliform	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
Maya-küf	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri	5.78±0.12 ^g	5.32±0.11 ^h	5.45±0.11 ^h	5.30±0.11 ^h	4.65±0.09 ⁱ	4.50±0.09 ⁱ	
pH	4.44±0.09 ^{bcd}	4.40±0.09 ^{bcd}	4.33±0.09 ^{cdef}	4.25±0.08 ^{def}	4.21±0.08 ^{ef}	4.19±0.08 ^f	

TARTIŞMA VE SONUÇ

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre toplam spesifik mikroorganizmanın en az 107 log kob/g düzeyinde olması gerekmektedir. Çalışmamızdaki üründe bu değerler *L. bulgaricus*'ta 2. hafta <7 log kob/g seviyesinde tespit edilmiştir. *S. thermophilus* 'ta ise 12 hafta sonunda dahi >8 log kob/g düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Araştırma için üretilen probiyotik yoğurtta *L. bulgaricus* sayısı başlangıca göre 12 hafta sonunda 3.9 log kob/g düşmüştür. *S. thermophilus* 'un 12 haftada sadece 0.83 log kob/g düşmesi dikkat çekici bir sonuç olarak kaydedilmiştir. Fermantasyon sırasında yoğurt bakterileri probiyotiklere göre daha hızlı çoğalırlar, bunların ürettiği organik asitler ve hidrojen peroksit probiyotiklerin canlılığını aşağı yönlü olarak etkileyebilmektedir (Çelikel ve ark. 2018).

Dirican (2017), yapmış olduğu çalışmada *L. bulgaricus* sayısını 1. günde 7.95, 21. günde ise 7.60 log kob/g belirlemiştir. Aynı sürelerde *S. thermophilus* 'u 7.87 ile 8.07 log kob/g olarak tespit etmişlerdir. Mutlu (2019), yapmış olduğu çalışmada *S. thermophilus* sayısını depolamanın 1. ve 21. gününde sırasıyla 9.48 ile 9.25 ve *L. bulgaricus* sayısını sırasıyla 9.15 ile 8.07 log kob/g düzeyinde belirlemiştir. Bayır ve Bilgin (2019) ise yaptıkları çalışmada 1. günde *S. thermophilus* sayısını 8.05 log kob/g, *L. bulgaricus* sayısını 6.70 log kob/g olarak saptamışlardır. Çakmakçı ve ark. (2019), yaptıkları çalışma sonucunda 1. ve 28. günlerde olmak üzere *L. bulgaricus* sayısını sırasıyla 6.65 ve 6.91 log kob/g, *S. thermophilus* sayısını ise sırasıyla 8.69 ve 8.68 log kob/g olarak belirlemişlerdir. Bu araştırmaların sonuçları yapmış olduğumuz çalışma ile kıyaslandığında *S. thermophilus* sayısının *L. bulgaricus* sayısına göre depolama boyunca daha yüksek olması bakımından benzerlik göstermektedir. Bakteri sayılarındaki farklılıkların başlangıç bakteri yükü, probiyotik bakterinin özelliği, prebiyotik etkili katkılar ile üretim ve depolama değişkenlerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Lourens-Hatting ve Viljoen 2001).

Öztürkoğlu-Budak ve ark. (2016), fındık, antep fıstığı ve badem ile zenginleştirdikleri yoğurtlarda *S. thermophilus* sayısında artışın olduğunu belirlemişlerdir. Bu durumdan

faklı olarak Yılmaz Ersan ve Toğçuoğlu (2019), rekonstitüe süt ile ürettikleri probiyotik yoğurtta *S. thermophilus* sayısının 21 günlük depolama boyunca 9 log kob/g civarında kaldığını ancak depolama sonuna doğru azaldığını tespit etmişlerdir. 1. gün ve 21. gün arasında p<0.01 düzeyinde istatistiksel açıdan fark olduğunu ifade etmişlerdir. Sonuçlar arasındaki farklılıkların rekonstitüe süt ve bakteriler arasındaki rekabet şartlarından kaynaklandığı varsayılmaktadır.

Probiyotik ürünlerden beklenen terapötik etki için aktif probiyotik bakteri sayısının en az 1.0x10⁶ kob/g, fonksiyonel etki için ise 1.0x10⁵ kob/g olması gerekmektedir (Mahmmodi ve ark. 2021). Araştırmamızdaki probiyotik yoğurt fonksiyonel özelliğini 35 gün süreyle muhafaza etmiştir. Bu aşamadan sonra depolama sonuna kadar azalmaların olduğu belirlenmiştir. Deneysel olarak üretilen probiyotik yoğurdun 6. haftada fonksiyonel özelliğini kaybetmesine rağmen üründeki rekabet ortamında *L. acidophilus*'un nasıl bir seyir ortaya koyacağını belirlemek için 12. haftaya kadar analizlere devam edilmiştir. Bu süre sonunda diğer parametrelerdeki analiz sonuçlarında değerlendirilerek analizlere son verilmiştir.

Yılmaz Ersan ve Toğçuoğlu (2019), badem sütü ilaveli yoğurt araştırmasında *L. acidophilus* sayısının depolama başlangıcına göre artış gösterdiğini (p<0.01) ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar depolama sonunda (21 gün) *L. acidophilus*'un canlılık oranını %103.85 olarak tespit etmişlerdir. Benzer sonuçlar araştırmamızda 1. hafta sonunda belirlenmiştir. Mutlu (2019), akasya gamı ve siyah havuç ilaveli yoğurt araştırmasında *L. acidophilus* düzeyi depolama başlangıcında 8.25 log kob/g iken, 21. günde bu sayı 7.61 log kob/g olarak saptamıştır. Özbek ve ark. (2007), *L. acidophilus* (Lb.Acid 145) kullanarak ürettikleri yoğurtta (soya sütü ilaveli) bu bakteriyi 1. günde 8.35, 14. günde 8.97 log kob/g düzeyinde tespit etmişlerdir. Kaur Sidhu ve ark. (2020), probiyotik yoğurtta canlı *L. acidophilus* LA-5 sayısı 9.0 log kob/g düzeyinde iken, 5 haftalık depolama (4 °C) sonunda 7.40 log kob/g civarına düştüğünü belirlemişlerdir. Araştırmacıların prebiyotik (nohut unu) kullanmaları probiyotik canlılığını yukarı yönlü olarak etkilemiştir.

Faraki ve ark. (2020), *Auricularia auricula* bitkisinin sulu ekstraktının *L. acidophilus* LA-5'in canlılığını 28 gün sonunda kontrol grubuna göre yaklaşık 1 log kob/g düzeyinde arttırdığını ifade etmektedirler. Bazı probiyotiklerin kullanılması ile ürünlerde probiyotik bakterilerin sayıları artırılabilir. Araştırmamızda herhangi bir probiyotik katkı kullanılmamasına rağmen 1. hafta sonunda 0.23 log kob/g artışın olduğu belirlenmiştir. Beheshtipour ve ark. (2012), *L. acidophilus* LA-5 kültürü ile ürettikleri yoğurtlarda bu bakterinin 1. günde 7.27, 28. günde ise 6.30 log kob/g düzeyinde olduğunu tespit etmişlerdir. Çakmakçı ve ark. (2019), *L. acidophilus* kullanarak ürettikleri probiyotik yoğurtta (yeşil çay tozu ilaveli) bu bakterinin sayısını 1. günde 7.55, 21. günde 5.08, 28. günde ise <4 log kob/g düzeyinde saptamışlardır. Araştırmacılar *L. acidophilus*'un 7. günde en yüksek sayıya ulaştığını sonraki günlerde ise sayının azaldığını, ürünün probiyotik özelliklerini 14 gün boyunca muhafaza ettiğini ifade etmişlerdir. Araştırmacıların değerleri ile çalışmamızdaki sonuçlar benzerle beraber deneysel olarak ürettiğimiz yoğurt herhangi bir probiyotik ilavesi olmaksızın probiyotik özelliklerini 35 gün muhafaza etmiştir. Bu farklılık kullanılan suştan, bakteriyosinlerden ve yoğurttaki rekabet ortamından kaynaklanabilir. Rybka'ya (1994) göre *L. bulgaricus* yoğurtta *L. acidophilus*'un canlılığını etkilemektedir. Çiftçi ve Öncül (2022), piyasadan topladıkları örneklerde *L. acidophilus*'u (2.00 ± 0.000) - $7.28 (\pm 0.091)$ log kob/mL olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar inceledikleri ürünlerin sadece %30'unun yönetmeliğe uygun olduğunu ifade etmişlerdir. Yoğurttaki probiyotik bakterilerin canlılığında bu bakterilerin başlangıç sayısı da önem arz etmektedir. Hussien ve ark. (2022), depolamanın ilk gününde 10.49 log kob/g olarak tespit ettikleri *L. acidophilus*'u depolamanın 21. gününde 7.54 log kob/g düzeyinde belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu ürüne %2 inulin + %2 fruktooligosakkarit ilave ederek depolamanın 32. gününde *L. acidophilus*'u 7.32 log kob/g düzeyinde bulmuşlardır. Mani-López ve ark. (2014), probiyotik bakteriler ile ürettikleri yoğurtta başlangıçta 9 log kob/g dolaylarında olan *L. acidophilus* sayısını 35 günlük depolama (5 °C) sonunda ≥ 107 kob/mL olarak tespit etmişlerdir. Diğer yandan Menezes ve ark. (2022), keçi sütü ve *L. acidophilus* kullanarak ürettikleri probiyotik yoğurdun ilk gün 7.15 log kob/g olan *L. acidophilus* sayısının depolamanın (+4 °C) son günü (35. Gün) 6.65 log kob/g düzeyine düştüğünü, depolamanın ilk 25 gününde *L. acidophilus* sayısındaki azalmanın istatistiksel olarak önemli olmadığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda ise, *L. acidophilus* LA-5 12 hafta boyunca canlılığını korumuş ancak 6. haftadan sonra terapötik dozun altında kalmıştır. Bu konu ile ilgili yapılan farklı bir çalışmada enkapsüle edilmiş *L. acidophilus*'un enkapsüle edilmemiş olana göre 7 hafta (49 gün) depolanan (4 °C) yoğurtta 2 log kob/g daha fazla canlı kaldığı ifade edilmektedir (Kailasapathy 2006). Bir diğer çalışmada ise araştırmacılar, -20 °C'de 11 hafta boyunca depoladıkları probiyotik yoğurtta *L. acidophilus* sayısının istatistiksel olarak değişmediğini belirtmektedir (Davidson ve ark. 2000). Çakmakçı ve ark. (2019), probiyotik yoğurt örneklerinin 28 günlük depolanmasında maya-küf değerini <2 log kob/g olarak tespit etmişlerdir. Çiftçi ve Öncül (2022), piyasadan temin ettikleri probiyotik içeceklerde koliform ve maya küf saptanmadığını bildirmişlerdir. Elde ettiğimiz sonuçlara göre koliform değeri açısından benzerlik görülmesine rağmen maya-küf gelişimi arasında farklılık gözlenmiştir. Rahmani ve ark. (2021), *L. acidophilus* kullanarak ürettikleri probiyotik yoğurdun ilk gün (7.78 log kob/g) ile

28. gün (7.75 log kob/g) arasında istatistiksel açıdan fark olmadan probiyotik özelliğini koruduğunu belirlemişlerdir. Aynı çalışmada depolamanın ilk günü 4.27 olan pH değeri depolama sonunda 3.95 olarak ölçülmüştür. Fermente süt ürünlerinde kullanılan starter kültürler inkübasyon boyunca laktozu parçalayarak laktik asit oluşturmakta ve pH değeri düşmektedir. Bu durum depolama boyunca azda olsa devam etmektedir. Bu düşüşte kültür kombinasyonu, cins, tür ve suşun özellikleri etkili olmaktadır. Dirican (2017), 1. ve 21 günlerde *L. acidophilus* sayısını sırasıyla 7.70 ile 7.53 log kob/g düzeyinde tespit etmiş, aynı günlerde pH değerini ise sırasıyla 4.59 ile 4.34 olarak ölçmüştür. Bayır ve Bilgin (2019), *L. acidophilus* sayısını 8.85 log kob/g düzeyinde, pH değerini ise 3.98 olarak belirlemişlerdir. Menezes ve ark. (2022), depolamanın başlangıcında 4.63 olarak belirledikleri pH değerini depolamanın son günü 4.42 olarak tespit etmişlerdir. Çakmakçı ve ark. (2019), *L. acidophilus* ilavesi ile ürettikleri probiyotik yoğurtun başlangıçta 4.69 olan pH değerinin depolamanın son günü (21. gün) 4.20 değerine düştüğünü belirtmişlerdir. Faraki ve ark. (2020), probiyotik yoğurtta 1. günde 4.09 olarak ölçtükleri pH değerini depolama (4 °C) sonunda 3.86 olarak saptamışlardır. Araştırmamızda pH değerlerinin 4.73 ile 4.19 arasında olduğu belirlenmiştir. Çalışmalar arasındaki farklılıkların, üretim-depolama şartları, çiğ süt kalitesi, probiyotik kültürün özellikleri, probiyotik ilave edilip edilmediği, karışık kültürler arasındaki rekabet gibi nedenlerden kaynaklanabileceği varsayılmaktadır. Gıdalarda canlı probiyotik sayısını arttırmak ya da stabil tutmak için safra ve asit ortama dayanıklı suşlar seçilmeli, ambalajların oksijen geçirgenliği azaltılmalı, mikroenkapsülasyon tekniği uygulanmalı, stres koşullarına adaptasyon sağlanmalı ve probiyotiklerin istedikleri besin elementlerinin ortama ilavesinin yapılması gerekmektedir (Çelikel ve ark. 2018). Sonuç olarak, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de fonksiyonel ürünlere olan ilgi giderek artmaktadır. Bu ilginin özellikle probiyotik ihtiva eden gıdalara kaydığı görülmektedir. Tüketici sağlığı, beklenen yararların elde edilmesi ve piyasa normlarını karşılaması açısından probiyotik yoğurtların raf ömrü içerisinde tüketilmesi önemlidir. Bu anlamda ürünün raf ömrü boyunca fonksiyonel özelliklerinin hangi aşamada kaybolduğunun belirlenerek etiketlere işlenmesi dolayısı ile tüketicinin bilgilendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada laboratuvar şartlarında probiyotik yoğurt üretilerek 12 hafta boyunca fonksiyonel özellikleri ve bazı bozulma kriterleri incelenmiştir. *L. acidophilus*'un depolama boyunca stabilitesi ortaya konulmuştur. Elde edilen veriler doğrultusunda alandaki çalışmalara ve sektöre yön vereceği değerlendirilmektedir. Fermente süt ürünleri odaklı probiyotik ürünlerin tüketimi ülkemizde ve Avrupa'da artış göstermektedir. İç ve dış pazara yönelik desteklerin artırılması, yeni ürün geliştirmenin teşvik edilmesi, süt ürünlerinden sağlanan katma değeri arttıracaktır. Probiyotik süt ürünlerindeki canlı probiyotik sayısının artırılması ya da depolama şartlarında stabil kalmasına yönelik araştırmaların sürdürülmesi önerilmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

TEŞEKKÜR VE BİLGİLENDİRME

İngilizce kontrolü için Prof. Dr. Asım KART'a teşekkür ederiz. *Lactobacillus acidophilus* LA-5 için Doç. Dr. Erhan KEYVAN'a teşekkür ederiz.

YAZAR KATKILARI

Fikir/Kavram: HY, ZP
Denetleme/Danışmanlık: HY, ZP
Veri Toplama ve/veya İşleme: HY, ZP
Analiz ve/veya Yorum: HY, ZP
Makalenin Yazımı: HY, ZP
Eleştirel İnceleme: HY, ZP

KAYNAKLAR

- Akın MB, Akın MS (2014).** The effects of carob extract powder and sugar level on the some properties of acidophilus yoghurt. Balkan Agriculture Congress, p545, Edirne, Turkey.
- Anonim (2001).** ISO 8968-1:2001 (IDF 20-1: 2001). Milk-Determination of nitrogen content -Part 1: Kjeldahl method.
- Ashraf R, Smith SC (2015).** Selective enumeration of dairy based strains of probiotic and lactic acid bacteria. *Int Food Res J*, 22 (6), 2576-2586.
- Azad MAK, Sarker M, Li T, Yin J (2018).** Probiotic species in the modulation of gut microbiota: an overview. *Biomed Res Int*, 2018, 1-8.
- Bayır AG, Bilgin MG (2019).** The effect of clove on microbiological, chemical and sensory properties of probiotic yogurt. *Van Vet J*, 30 (2), 109-114.
- Beheshtipour H, Mortazavian AM, Haratian P, Darani KK (2012).** Effects of *Chlorella vulgaris* and *Arthrospira platensis* addition on viability of probiotic bacteria in yogurt and its biochemical properties. *Eur Food Res Technol*, 235 (4), 719-728.
- Çakmakçı S, Öz E, Çakıroğlu K ve ark. (2019).** Probiotic shelf life, antioxidant, sensory, physical and chemical properties of yogurts produced with *Lactobacillus acidophilus* and green tea powder. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 25 (5), 673-682.
- Çatak Ş (2019).** Üniversite Öğrencilerinin Beslenme Alışkanlıkları ve Probiyotik Süt Ürünleri Tüketim Sıklıklarının Anksiyete Bozukluğuna Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın, Türkiye.
- Çelik AD, Sarıoğlu T, Dağistan E (2022).** Tüketicilerin probiyotik ürünlere yönelik tutum ve davranışlarının belirlenmesi: TR63 Bölgesi-Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye illeri örneği. *MKU Tar Bil Derg*, 27 (2), 278-287.
- Çelikel A, Göncü B, Akın MB, Akın MS (2018).** Süt ürünlerinde probiyotik bakterilerin canlılığını etkileyen faktörler. *Batman Üni Yaşam Bil Derg*, 8 (1-2), 59-68.
- Çiftçi M, Öncül N (2022).** Ticari probiyotik içeceklerin bazı mikrobiyolojik özellikleri. *Akademik Ziraat Derg*, 11 (1), 165-178.
- Davidson RH, Duncan SE, Hackney CR, Eigel WN, Boling JW (2000).** Probiotic culture survival and implications in fermented frozen yogurt characteristics. *Int J Dairy Sci*, 83 (4), 666-673.
- Dirican LK (2017).** Probiyotik Yoğurdun Fizyokimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri Üzerine Çam Balının Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye.
- Farakı A, Noori N, Gandomi H, Banuree SAH, Rahmani F (2020).** Effect of Auricularia auricula aqueous extract on survival of *Lactobacillus acidophilus* La-5 and *Bifidobacterium bifidum* Bb-12 and on sensorial and functional properties of synbiotic yogurt. *Food Sci Nutr*, 8 (2), 1254-1263.
- FDA-BAM (2013).** Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. In "FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 4.
- Gök İ, Ulu EK (2018).** Functional foods in Turkey: marketing, consumer awareness and regulatory aspects. *Nutr Food Sci*, 49 (4), 1-19.
- Güler-Akın MB, Akın MS (2007).** Effects of cysteine and different incubation temperatures on the microflora, chemical composition and sensory characteristics of bio-yogurt made from goat's milk. *Food Chem*, 100 (2), 788-793.
- Halkman K (2014).** Merck Mikrobiyoloji El Kitabı. Prosigma Tasarım, Ankara.
- Hussien H, Abd-Rabou HS, Saad MA (2022).** The impact of incorporating *Lactobacillus acidophilus* bacteriocin with inulin and FOS on yogurt quality. *Sci Rep*, 12 (1), 1-8.

- International Standards Organisation (2006).** Milk products- enumeration of presumptive *Lactobacillus acidophilus* on selective medium-colony-count technique at 37 °C. ISO 20128: 2006 (IDF 192: 2006).
- IPA (2020).** European probiotic market insights-2019. Europe-international probiotics association. Erişim Tarihi:14.06.2022. Erişim Adresi: <https://www.ipaeurope.org/>
- ISAPP (2022).** International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics: Probiotics. Erişim Tarihi: 13.03.2022. Erişim Adresi: <https://isappscience.org/forconsumers/learn/probiotics/>
- Jeżewska-Zychowicz M (2009).** Impact of beliefs and attitudes on young consumers' willingness to use functional food. *Pol J Food Nutr Sci*, 59 (2), 183-187.
- Kailasapathy K (2006).** Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory properties of yoghurt. *LWT-Food Sci Technol*, 39 (10), 1221-1227.
- 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.
- Kırdar SS (2019).** Süt ve Ürünlerinde Laboratuvar Uygulamaları ve Analiz Yöntemleri, 1. Baskı, Sidas Medya, İzmir.
- Kumari R, Singh A, Yadav AN, Mishra S, Sachan A, Sachan SG (2020).** Probiotics, prebiotics, and synbiotics: Current status and future uses for human health. *New and Future Devel Microbial Biotechnol Bioeng*, 2020, 173-190.
- Lourens-Hatting A, Viljoen BC (2001).** Yoghurt as probiotic carrier food. *Int Dairy J*, 11 (1-2), 1-17.
- Mahmmodi P, Khoshkhoo Z, Basti AA, Shotorbani PM, Khanjari A (2021).** Effect of Bunium persicum essential oil, NaCl, Bile Salts, and their combinations on the viability of *Lactobacillus acidophilus* in probiotic yogurt. *Qual Assur Saf Crop*, 13 (1), 37-48.
- Mani-López E, Palou E, López-Malo A (2014).** Probiotic viability and storage stability of yogurts and fermented milks prepared with several mixtures of lactic acid bacteria. *J Dairy Sci*, 97(5), 2578-2590.
- Menezes MUFO, Bevilaqua GC, Ximenes GNDC et al. (2022).** Viability of *Lactobacillus acidophilus* in whole goat milk yogurt during fermentation and storage stages: a predictive modeling study. *Food Sci Technol*, 42, 1-6.
- Mishra V, Shah C, Mokalsh N et al. (2015).** Probiotics as potential antioxidants: A systematic review. *J Agric Food Chem*, 63, 3615-3626.
- Mutlu SK (2019).** Akasya Gamı ve Pektin İlavesinin Siyah Havuç Katkılı Probiyotik Yoğurtların Fonksiyonel ve Teknolojik Özelliklerine Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Türkiye.
- Özbeç Y, Topçu A, Saldamlı İ (2007).** Probiyotik yoğurt üretiminde soya sütü kullanımının yoğurdun kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi. *Gıda*, 32 (1), 3-11.
- Öztürkkoğlu-Budak S, Akal C, Yetişemiyen A (2016).** Effect of dried nut fortification on functional, physicochemical, textural, and microbiological properties of yogurt. *J Dairy Sci*, 99 (11), 8511-8523.
- Rahmani F, Gandomi H, Noori N, Faraki A, Farzaneh M (2021).** Microbial, physicochemical and functional properties of probiotic yogurt containing *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* enriched by green tea aqueous extract. *Food Sci Nutr*, 9 (10), 5536-5545.
- Ranasinghe JGS, Perera WTR (2016).** Prevalence of *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* stability in commercially available yogurts in Sri Lanka. *Asian J Med Sci*, 7 (5), 97-101.
- Rugji J, Çalışkan Z, Dınçoğlu AH et al. (2022).** Prebiotic effect of D-allulose and β-glucan on whey beverage with *Bifidobacterium animalis* and investigation of some health effects of this functional beverage on rats. *Food Sci Technol Campinas*, 42, e07022.
- Rybka S (1994).** The enumeration of *Lactobacillus*, *Streptococcus* and *Bifidobacterium* species in yogurt. B.Sc. dissertation, University of New South Wales, Sydney.
- Shah NP (2000).** Probiotic bacteria: Selective enumeration and survival in dairy foods. *J Dairy Sci*, 83, 894-907.
- Shori AB (2017).** Microencapsulation improved probiotics survival during gastric transit. *HAYATI J Biosci*, 24 (1), 1-5.
- Tekinşen OC, Atasever M, Keleş A, Tekinşen KK (2002).** Süt, Yoğurt, Tereyağı, Peynir Üretim Kontrol. 1. Baskı. Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Türk Gıda Kodeksi İçme Sütleri Tebliği (Tebliğ No: 2019/12).** Resmî Gazete, 27 Şubat 2019. Sayı: 30699, Ankara.
- Yeşilyurt N, Yılmaz B, Ağagündüz D, Capasso R (2021).** Involvement of probiotics and postbiotics in the immune system modulation. *Biologics*, 1 (2), 89-110.
- Yılmaz Ersan, L 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.