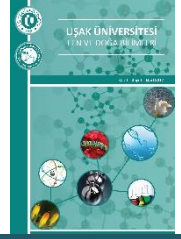




Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi

Usak University Journal of Science and Natural Sciences

<http://dergipark.gov.tr/usufedbid>
<https://doi.org/10.47137/usufedbid.1465003>



Derleme Makalesi (Review Article)

Probiyotik Mikroorganizmaların Çeşitli Gıdalarda Kullanımı

Kaan Can¹, Sümeyye Betül Bozatlı², Abdullah Dikici^{3*}

¹Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye

²Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Manisa, Türkiye

³Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye

Geliş: 5 Nisan 2024
Received: 5 April 2023

Revizyon: 6 Mayıs 2024
Revised: 6 May 2024

Kabul: 7 Mayıs 2024
Accepted: 7 May 2024

Özet

Fonksiyonel gıda pazarı her geçen gün değerini arttırmaktadır. Fonksiyonel gıda pazarının büyük bir kısmını oluşturan probiyotik gıda ürünleri, 2019 yılında yaklaşık 45 milyar dolar pazar payına sahipken 2025 yılına gelindiğinde bu payın 55 milyar doları geçmesi öngörülmektedir. Küresel çapta en çok tüketilen probiyotik ürün %71 ile probiyotik yoğurt olurken onu %16 ile fermente süt ürünleri ve %13 ile probiyotik gıda takviyeleri izlemektedir. Probiyotik taşıyıcı olarak genelde süt ürünleri kullanılmakta fakat laktoz intoleransına neden olması, yüksek kolesterol içeriği ve ekonomik nedenlerden dolayı son yıllarda tahıllar, baklagiller, meyveler, sebzeler ve et ürünleri üzerine de birçok çalışma yapılmıştır. Çalışmaların yoğunlaştığı *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türlerinin yanına sporlanarak ısıl işlem, asidite, sindirim enzimleri gibi zorlu şartlara direnç gösterebilen *Bacillus* türleri de eklenmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalar ile bu probiyotik mikroorganizmaların farklı gıda matrislerinde de canlılığını koruduğu ortaya konmuştur. Bu kapsamda, derleme çalışmamızda birçok farklı gıda türünde yapılan probiyotik denemelerine ve sonuçlarına yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Probiyotik, fonksiyonel gıda, sindirim, taşıyıcı gıda.

Use of Probiotic Microorganisms in Various Foods

Abstract

The functional food market is increasing its value every day. Probiotic food products, which constitute a large part of the functional food market, have a market share of approximately 45 billion dollars in 2019, while this share is expected to exceed 55 billion dollars by 2025. The most consumed probiotic product globally is probiotic yogurt with 71%, followed by fermented milk products with 16%, and probiotic food supplements with 13%. Dairy products are generally used as probiotic carriers, but due to lactose intolerance, high cholesterol content and economic reasons, many studies have been conducted on cereals, legumes, fruits, vegetables, and meat products in recent years. In addition to *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* species, *Bacillus* species, which can resist harsh conditions such as heat treatment, acidity, and digestive enzymes, have been added. Recent studies have shown that these probiotic microorganisms maintain their viability in different food matrices. In this context, probiotic trials and results in many different food types are included in our review study.

Keywords: Probiotic, functional food, digestion, carrier food.

*Corresponding author: Abdullah DİKİCİ

E-mail: kaan.can@usak.edu.tr (ORCID ID: 0000-0001-6225-1524)

E-mail: betul.kaya@cbu.edu.tr (ORCID ID: 0000-0003-3986-9021)

E-mail: a.dikici@usak.edu.tr (ORCID ID: 0000-0001-7302-8766)

©2024 Usak University all rights reserved.

1. Giriş

Probiyotik, Yunancada “Yaşam için” anlamına gelmektedir. İnsanlık, hayvansal ve bitkisel birçok besinden (bira, peynir, yoğurt ve şarap) probiyotik olarak yararlanmışır. Roma ve Mısır dönemlerinde hekimler yoğurdu gastrointestinal hastalıkları iyileştirmede kullanmışır [1,2,3,4]. 4. Yüzyılda Çin’de yaşayan bir hekim olan Ge Hong, diyare vakalarında fekal muhteviyatı, hastalarına oral yolla vererek tedavi uygulamaya çalışmışır [5]. Yüzyıllar sonra, Pasteur Enstitüsünde çalışan Nobel Ödüllü Rus biyolog İlya Metchnikoff ortaya koyduğu “The Prolongation of Life; Optimistic Studies” eserinde, bağırsaktaki zararlı mikroorganizmaların sağlığa faydalı olanlar ile değiştirilebileceğini açıklayarak probiyotik alanında öncü olmuştur. Günümüzde ise probiyotikler “vücuda yeteri kadar alındığında faydalı etkiler gözlenen canlı mikroorganizmalar” olarak tanımlanmaktadır [6,7].

Probiyotik içeren besinlerin insan sağlığına muhtelif faydaları vardır. Bunlar arasında, *Helicobacter pylori* enfeksiyonlarının tedavi edilmesinde destek sağlama, alerjik belirtilerin hafifletilmesi, gastrointestinal sistem şikâyetlerinin azaltılması, vücutta kalsiyum yararlanımının artırılması, kandaki kolesterol seviyesinin azaltılması ve birçok kanser türü riskinin azaltılması bulunmaktadır [8,9].

Mikroorganizmanın türüne göre insan sağlığı üzerine etkileri değişmektedir. En çok kullanılan probiyotikler Tablo 1’de belirtilmiştir. Sağlığa olan faydaları, probiyotikleri fonksiyonel gıda için ideal bir ürün haline getirmekte ve bu özellik endüstriyel pazarda oldukça büyük bir paya sahip olmasını sağlamaktadır. 2028 yılı itibariyle probiyotik pazarın toplam değerinin 95,25 milyar dolar olması beklenmektedir [10].

Mikroorganizmaların probiyotik olarak nitelendirilebilmesi için birtakım özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bunun için İnsan sağlığı üzerinde faydalı etkiler (Kolesterol seviyesini düşürmek, immün sistemi stimüle edici özellik göstermek vb.) göstermelidir [11,12]. Gıda içerisinde stabil kalabilmeli, gıda işleme teknolojisi basamaklarından etkilenmeden geçebilmelidir [13]. Gıda içerisinde olumsuz duyuşsal özelliklere yol açmamalı, tüketici açısından çekici özellikte olmalıdır. İnsan kaynaklı olmalı ve patojen özellik göstermemelidir [14]. Gastrointestinal kanal içerisindeki sindirim enzimleri, safra tuzları, asitlik gibi faktörlere dayanıklı olmalıdır [15,16]. Bağırsak lümenindeki epitel hücrelerine tutunabilmelidir [17]. Diğer mikroorganizmalar ile yarışma konusunda dirençli olarak kolonize olabilmelidir [18]. Ayrıca besinlerin, probiyotik olarak adlandırılabilmesi için en az 10^6 CFU/g canlı probiyotik mikroorganizma içermesi şarttır [19].

İnsanların gıda seçiminde, sağlık faydalarını göz önünde bulundurma eğilimi giderek artmaktadır. Bilinçli tüketiciler, besinlerdeki kalori, protein, vitamin, mineral, antioksidan vb. özelliklere dikkat etmenin yanında, sağlığa olan katkıları sebebi ile probiyotik gıdalara daha çok talep göstermektedir [25,26]. Bu kapsamda farklı probiyotik mikroorganizmalarla üretilen çeşitli taşıyıcı gıdalardan aşığı kısımda bahsedilecektir.

Tablo 1. Probiyotik Özellik Gösteren Mikroorganizmalar [20-24]

CİNS	TÜR
Küfler	<i>Aspergillus niger</i> , <i>A. oryzae</i>
Mayalar	<i>S. cerevisiae</i> , <i>S. boulardii</i> , <i>Candida torulopsis</i>
<i>Leuconostoc spp.</i>	<i>L. mesenteroides</i>
<i>Enterococcus spp.</i>	<i>E. faecalis</i> , <i>E. faecium</i>
<i>Streptococcus spp.</i>	<i>S. cremoris</i> , <i>S. intermedius</i> , <i>S. lactis</i> , <i>S. diacetilactis</i>
<i>Pediococcus spp.</i>	<i>P. cerevisiae</i> , <i>P. pentosaceus</i>
<i>Streptococcus spp.</i>	<i>S. cremoris</i> , <i>S. intermedius</i> , <i>S. lactis</i> , <i>S. diacetilactis</i>
<i>Bacillus spp.</i>	<i>B. subtilis</i> , <i>B. lentus</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. coagulans</i> , <i>B. clausii</i>
<i>Bifidobacterium spp.</i>	<i>B. adolescentis</i> , <i>B. bifidum</i> , <i>B. breve</i> , <i>B. infantis</i> , <i>B. longum</i> , <i>B. thermophilum</i> , <i>B. lactis</i> , <i>B. animalis</i>
<i>Lactobacillus spp.</i>	<i>L. cellebiosus</i> , <i>L. delbrueckii</i> , <i>L. lactis</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>L. reuteri</i> , <i>L. brevis</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. curvatus</i> , <i>L. fermentum</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. paracasei</i> , <i>L. johsonii</i> , <i>L. rhamnosus</i> , <i>L. helveticus</i> , <i>L. salivarius</i> , <i>L. gasseri</i>
<i>Bacteriodes spp.</i>	<i>B. capillus</i> , <i>B. suis</i> , <i>B. ruminicola</i> , <i>B. amylophilu</i>
<i>Clostridium spp.</i>	<i>C. butyricum</i>

2. Probiyotik Mikroorganizmalarla Yapılan Fonksiyonel Besin Çalışmaları

2.1. Süt Bazlı Gıdalar

2.2.1. Badem Sütlü Yoğurt

Yapılan çalışmada %3'lük *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium lactis* ve *Lactobacillus acidophilus* içeren starter kültür, %100, 75, 50, 25 ve 0 badem sütü içeren (geri kalan rekonstitüe süt) örneklerle inoküle edilmiş ve 21 gün boyunca 4°C'de depo edilmiştir. Hazırlanan yoğurt örneklerindeki badem sütü oranı arttıkça probiyotik canlı sayısının arttığı ve tüm örneklerde 6 log CFU/g üstünde seyrettiği belirtilmiştir. %100 badem sütü kullanılarak hazırlanan numunede depolama boyunca probiyotik mikroorganizma sayısı artmıştır. Çalışmada, badem sütü matrisinin starter kültürdeki probiyotiklerin gelişmesi için uygun olduğu ve yoğurdun fizikokimyasal özelliklerine negatif bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır [27].

2.2.2. Peynir

Cheddar peyniri üzerine yapılan çalışmada starter kültüre ek olarak *Lactobacillus plantarum* K25 probiyotik bakterileri eklenmiştir. *L. plantarum* K25 suşu, cheddar peynirinin üretim proseslerinde ve son üründe istenmeyen duyuşsal özelliklere neden olmamış ve canlılığını koruyabilmiştir. Üretilen peynir farelere yedirildiğinde ise serum kolesterol düzeyinde anlamlı bir düşüşe neden olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak *L. plantarum* K25 probiyotiği cheddar peyniri içinde canlı kalarak taşınabilmekte ve insan sağlığı için muhtemel faydalar sağlamaktadır [28].

Brezilya'da taze olarak tüketilen Minas Frescal peyniri üzerine yapılan çalışmada, *Lactobacillus longum* BL05 ve *Lactobacillus acidophilus* LA14 suşları eklenerek 2 hafta boyunca depo edilmiştir. Depolama esnasında peynir içerisindeki probiyotik canlı sayısı 6 log CFU/g üzerinde seyretmiştir. Üretilen peynir 2 hafta boyunca sıçanlara yedirilmiş ve sonrasında sıçanlar fiziksel egzersize tabi tutulmuştur. 14. gün sonunda yüksek şiddette egzersizin başışıklığı baskılama kuvvetinde azalma görülmüştür. Bu deney sonucunda Minas Frescal peynirinin *L. longum* BL05 ve *L. acidophilus* LA14 probiyotikleri için uygun bir taşıyıcı olduğu ve fiziksel performansı yukarı çıkarmak için kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır [29].

İtalya'da yaygın olarak tüketilen İtalico peyniri üzerine yapılan bir çalışmada *Lactobacillus reuteri* DSM 17938, *Lactobacillus casei* Shirota YIT9029, *Lactobacillus casei* ATCC393, *Lactobacillus casei* DN-113 001, *Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Lactobacillus rhamnosus* LbGG probiyotik türleri, peynirde 6 log CFU/g sayısında canlı kalmış, İtalico peynirinin laktik asit bakterilerini taşımada uygun olduğu gösterilmiştir [30].

Yunanistan'da yoğun olarak tüketilen coğrafi işaretli Feta peyniri üzerine yapılan çalışmada *Propionibacterium freudenreichii shermananii* suşu ilave edilmiştir. Çalışma sonucunda peynirin duyuusal ve dokusal özellikleri önemli ölçüde değişmemiş ve antikanser özellikleri olan asetat ve propiyonat ürettiği görülmüştür. Aynı zamanda 6 log CFU/g canlı *Propionibacterium freudenreichii* bakterisi taşıyarak probiyotik özellik için uygun bir gıda matrisi olduğu gösterilmiştir [31].

2.2.3. Dondurma

Sütlü dondurma üzerinde yapılan çalışmada, üretim tamamlandıktan sonra 8 log CFU/g canlı *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb-12 ve %2-4 oranlarında inaktif *Saccharomyces cerevisiae* hücre duvarı dondurma hamuruna eklenmiştir. 7 gün boyunca -13°C'de saklanan numunelerde patojen veya toksin tespit edilmemiştir. Depolama sonunda yapılan sayımda probiyotik canlı sayısının 6 log CFU/g üzerinde kaldığı fakat duyuusal değerlendirme sonuçlarında maya hücre duvarı takviyesinin numunelere hafif acı bir tat verdiği ve ürünün orijinal beyaz rengini de olumsuz etkilediği belirtilmiştir. Sonuç olarak dondurma probiyotik özellik gösterse dahi *Saccharomyces cerevisiae* hücre duvarı içeriği, ürünün duyuusal özelliklerine negatif yansımıştır. Tat, aroma ve renk özelliklerinin geliştirilmesi için daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir [32].

Diğer bir çalışmada ise klasik dondurma tarifi içerisinde yaban mersini ve/veya hünnap meyvesi ile *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079 eklemesi yapılmıştır. Ürün hazırlandıktan hemen sonra ve 60 gün depolama sonrası yapılan *L. acidophilus* DSM 20079 sayımları (8,42 ila 8,80 log CFU/g) arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Her iki meyve eklemesinin de istatistiksel olarak anlamlı bir duyuusal farklılık oluşturmadığı, muhtemel nedenin konsantrasyonun düşüklüğü olduğu açıklanmıştır [33].

2.2. Meyve Bazlı Gıdalar

2.2.1. Domates, Portakal, Elma Suyu

Elma, portakal ve domates suları üzerine yapılan çalışmada *Lactobacillus sanfranciscensis* probiyotiği 8 log CFU/ml olacak şekilde tüm meyve sularına eklenerek dört hafta boyunca 4°C'de depolanmıştır. Depolama esnasında üç meyve suyu örneğinde de probiyotik canlılık azalmış fakat depolama sonunda probiyotik gıdalar için önerilen 6 log CFU/ml canlı sayısını karşıladığı görülmüştür. Elma, portakal ve domates suyu örnekleri in vitro mide

ve bağırsak içeriği ile muamele edildiğinde *L. sanfranciscensis* sayılarında büyük düşüş olduğu görülmüştür. Sonuç olarak test edilen üç meyve suyu, *L. sanfranciscensis* için süte alternatif oluşturabileceği, gastrointestinal kanalda sindirim sırasında canlılığın artırılması için ise gıda matrislerin modifikasyonu ile yapılacak yeni çalışmalara ihtiyaç olduğu bildirilmiştir [34].

Yapılan diğer bir çalışmada *Heyndrickxia coagulans* GBI-30 6086 suşu, yoğurda ve portakal suyuna ilave edilerek 21 gün boyunca depolanmıştır. Depolama boyunca canlı probiyotik sayısı 8 log CFU/ml civarında seyretmiştir. Hazırlanan portakal suyu ve yoğurt, Wistar cinsi erkek sıçanlara 21 gün boyunca besin olarak verilmiştir. Probiyotik eklenen yoğurt ile beslenen sıçanların kan glukoz ve trigliserid seviyeleri düşerken faydalı *Bacillales* ve *Bifidobacteriales* cinslerinin kolonda arttığı görülmüştür. Portakal suyu ile beslenen sıçanların ise kan glukoz ve trigliserid seviyeleri anlamlı bir şekilde değişmemiş ve kolondaki faydalı mikroorganizma artışı probiyotik yoğurtla beslenen sıçanlara göre daha az olmuştur. Sonuç olarak *H. coagulans* GBI-30 6086 sporları için yoğurt ve portakal suyunun uygun bir taşıyıcı olduğu fakat gıda matrisinin, spor oluşturan probiyotikler için işlevselliği önemli derecede etkileyen bir faktör olduğu gösterilmiştir [35]. Çalışmanın devamında, in vitro sindirim sisteminde portakal suyu ve yoğurt içerisindeki *H. coagulans* GBI-30 6086'nın canlılığı izlenmiştir. Gastrik, duodenal ve jejunal sindirim kanalı taklit edilerek hazırlanan in vitro sindirim öncesi 8,14-8,37 log CFU/ml olan probiyotik sayısı 7,10-7,25 log CFU/ml seviyesine inmiştir. *H. coagulans* GBI-30 6086 sporları taşıyıcısı olarak yoğurt veya portakal suyunun kullanılması arasında anlamlı bir fark olmamakla beraber iki gıda matrisinin de sindirim sisteminden geçme konusunda iyi bir potansiyele sahip olduğu görülmüştür [36].

2.2.2. Kivi Suyu

Actinidia deliciosa cv. 'Xuxiang' ve *Actinidia chinensis* cv. 'Hongyang' olmak üzere iki farklı tür kivi ile yapılan çalışmada, meyvelerin suyu sıkıldıktan sonra pastörize edilmiş ve yaklaşık 8 log CFU/ml *Lactobacillus acidophilus* LA85, *Lactobacillus helveticus* LH76 ve *Lactobacillus plantarum* LP90 suşları eklenerek fermente edilmiştir. Son üründe probiyotik sayısı 9 log CFU/ml üzerinde çıkmıştır. Çalışmada toplam fenolik, flavonoid ve antioksidan ölçümü de yapılmış ve fermentasyon sonunda bu üç parametrede de iyileşme olduğu aktarılmıştır. Ayrıca yapılan duyu analizi sonucunda, ürün lezzetinin önemli ölçüde iyileştiği gösterilmiştir. Sonuç olarak probiyotik kivi içeceği üretiminde *Lactobacillus acidophilus* LA85 *Lactobacillus helveticus* LH76 ve *Lactobacillus plantarum* LP90 probiyotiklerinin kullanımı uygun olduğu görülmüştür [37].

2.2.3. Portakal Suyu

Portakal suyu üzerine yapılan çalışmada probiyotik *Lactobacillus acidophilus* B103, %1 ve %2 konsantrasyonlarında eklenmiş ve sonrasında portakal suları 4 ve 25°C'lerde 21 gün depolanmıştır. 4°C'de depolama, pH ve renk özelliklerinde istenmeyen bir değişikliğe neden olmazken 25°C'de depolanan numunelerde istatistiksel olarak anlamlı bir pH düşüşü ve renk değişimi olduğu görülmüştür. Depolama sonunda, 4°C'de saklanan %2 *L. acidophilus* B103 içeren örnekte en az renk değişimine, en yüksek duyu kabule ve en yüksek probiyotik sayısına (7,92 log CFU/ml) ulaşıldığı belirtilmiştir. Sonuç olarak *L. acidophilus* B103 taşınmasında portakal suyunun uygun olduğu görülmüştür [38].

2.2.4. Şeftali Suyu

Şeftali suyu üzerine yapılan çalışmada 0,1 ve 0,2 g/l konsantrasyonlarında *Levilactobacillus brevis* HL6 probiyotiği inoküle edilmiş ve 4°C'de 21 gün boyunca depo edilmiştir. Depolama esnasında şeftali sularının asitlik seviyeleri sabit kalmış, 0,2 g/L *L. brevis* HL6 içeren örnek 8,01 log CFU/ml ile en fazla sayıda probiyotiği içeren şeftali suyu olmuştur. Sonuç olarak *L. brevis* HL6 probiyotiğinin taşınmasında şeftali suyunun uygun bir matrise sahip olduğu görülmüştür [39].

2.2.5. Yaban Mersini ve Böğürtlen Suyu

Yapılan çalışmada yaban mersini ve böğürtlen sularına *L. plantarum* BNCC 337796, *S. thermophilus* CGMCC 1.8748 ve *B. bifidum* CGMCC 1.50901 probiyotik türleri 5×10^8 CFU/ml inoküle edilmiş ve hazırlanan numuneler 48 saatlik fermentasyona bırakılmıştır. 48 saat sonunda 0,4-0,7 log CFU/ml artış gözlenmiştir. Fermentasyon sonucu organik asitlerin içeriklerinin artışı ile pH azalmış ve ekşilik açısından duyu kalitede gelişim bildirilirken iki meyve suyunun da belirtilen bakteri suşları için uygun taşıyıcı olduğu gösterilmiştir [40].

2.2.6. Kayısı Suyu

Yapılan bu çalışmada kayısı sularına, yaklaşık 6 log CFU/ml *Bifidobacterium lactis* Bb-12, *Bifidobacterium longum* Bb-46, *Lactobacillus casei* 01 ve *Lactobacillus acidophilus* La-5 suşları mono ve karışık kültür olarak eklenmiştir. Daha sonra 37 °C'de 24 saat fermentasyonu sağlanmıştır. Monokültürlerde sırasıyla 7,2; 7,25; 7,06 ve 7,16 log CFU/ml canlı probiyotik sayısına ulaşılmıştır. Karışık kültürlerde ise canlı probiyotik sayısı 10 log CFU/ml seviyelerine kadar yükselmiştir. Sonuç olarak kayısı suyunun belirtilen suşlar için uygun olduğu görülmüştür [41].

2.2.7. Kurutulmuş Elma atıştırmağı

Bu çalışmada, elma atıştırmağılarına probiyotik *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 suşu eklenmiştir. Elma atıştırmağıları hazırlanırken vakum altında radyant enerji, dondurarak kurutma ve havayla kurutma yöntemleri kullanılmıştır. Ürünlerin raf ömrü 4 ve 25°C'de izlenmiştir. 25°C'de uygulanan dehidrasyon yönteminin değişmesi probiyotik stabiliteyi etkilemiştir. En iyi stabilizasyon sağlama yöntemi vakum altında radyant enerji+hava ile kurutma uygulaması olmuştur. Ardından hava ile kurutma ve dondurarak kurutma yöntemleri gelmiştir. 4°C'de depolamada ise 180 güne kadar probiyotik canlılık önemli bir farklılık göstermemiştir. Ayrıca in vitro mide suyunda, kurutulmuş elma dilimlerindeki probiyotik *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 suşunun canlı kalabildiği ortaya konmuştur. Böylece uygulanan muhafaza yönteminin, probiyotiklerin canlı kalması üzerine etkisi gösterilmiştir [42].

2.2.8. Kavun

Yapılan çalışmada, taze kesilmiş kavunlar, 10 log CFU/g düzeyinde *Lactobacillus plantarum* B2 ve *Lactobacillus fermentum* PBCC11.5 probiyotikleri içeren çözeltiye daldırarak kontamine edilmiş ve 4°C'de 11 gün boyunca depolanmıştır. Raf ömrünün sonunda *L. plantarum* B2 8,57 log CFU/g seviyesinde, *Lactobacillus fermentum* PBCC11.5 7,9 CFU/g seviyesinde tespit edilmiştir. Probiyotik eklemesinin riboflavin(B₂) içeriğini yaklaşık iki katına çıkarttığı ve *Listeria monocytogenes* aktivitesini azalttığı görülmüştür.

Sonuç olarak belirtilen suşlarla kontamine edilen kavunun besin içeriği zenginleştirilmiş ve ürün antipatojenik özellik göstermiştir [43].

2.3. Tahıl Bazlı Gıdalar

2.3.1. Mısır Bazlı İçecek

Yapılan çalışmada substrat olarak mısır, probiyotik bakteri olarak *Lactobacillus paracasei* LBC-81 maya olarak ise *Saccharomyces cerevisiae* CCMA 0731, *Saccharomyces cerevisiae* CCMA 0732 ve *Pichia kluyveri* CCMA 0615 kültürleri kullanılmıştır. Ürünler fermantasyon sonrası 28 gün süreyle depolanmıştır. Ürünün duyu analizi yüksek puan almamıştır fakat içeceğin herhangi bir tatlandırıcı, aroma verici içermediği ve tatlı bir tada sahip olmadığı dikkate alındığında, beklenen bir sonuçtur. Araştırmacılar, bu sorunun meyve özlerinin, aroma vericilerin veya tatlandırıcıların eklenmesiyle giderilebileceğini değerlendirmişlerdir. *Pichia kluyveri* mayası hariç gıda probiyotik gıda üretimi için gerekli 6 log CFU/ml'den daha yüksek canlılık sağlanmıştır. Yapılan çalışmada, laktoz intoleransı olan ya da vegan tüketiciler için alternatif olabilecek mısır bazlı fermente bir fonksiyonel içecek üretimi yapılmış ve ürünün geliştirilmeye açık olduğu belirtilmiştir [44].

2.3.2. Bira

Bira üzerine yapılan çalışmada, probiyotik olarak *Lactobacillus plantarum* CECT 9567, *Saccharomyces cerevisiae* kültürleri ve yöntem olarak geleneksel şerbetçiotu, kuru şerbetçiotu kullanılmıştır. Öncelikle örnekler 6 log CFU/ml *L. plantarum* CECT 9567 ve 6 log CFU/ml *S. cerevisiae* ilave edilip birincil fermantasyona bırakılmıştır. Şerbetçi otları ve şeker eklenmesinden sonra ise ikincil fermantasyona bırakılmıştır. Son durumda probiyotik canlılık, kullanılan tekniğe göre değişmekle birlikte 5,2-8,45 log CFU/g arasındadır. Örneklerin çoğunluğundaki probiyotik mikroorganizma sayısının 6 log CFU/g üzerinde olduğu ve duyu özellikler bakımından da probiyotik inokülasyonun anlamlı bir farklılık yaratmadığı belirtilmiştir. Çalışma sonunda belirtilen mikroorganizma ve teknikler kullanılarak probiyotik özellikte bira üretimi yapılabileceği sonucuna ulaşılmıştır [45].

2.3.3. Ekmek

Fırıncılık ürünleri pişirme esnasında 200 °C ve üzeri sıcaklıklara çıkmakta ve ısı işlem, probiyotik olarak en çok kullanılan cinsler olan *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* cinslerinin canlılığını kaybetmesine neden olmaktadır [46]. Sporlanma özelliği gösteren cinsler ise yüksek sıcaklığa, sindirim sistemi basamaklarına ve depolama şartlarına direnç gösterebilmektedir [47]. Yapılan çalışmada beyaz ve tam buğday ekmeğe hamurlarına *Heyndrickxia coagulans* GBI-30 sporları ilave edilmiştir. Pişirme işleminden hemen sonra ve 3, 7 ve 10. depolama günlerinde, dilim, kabuk ve ekmeğe kırıntısından numuneler alınmıştır. Beklenildiği üzere canlı spor sayısındaki en yüksek azalma, sıcaklık artışının en fazla olduğu kabuk kısmında görülmüştür. Uygulanan depolama sürecinde ise canlı spor sayısında anlamlı bir değişim görülmemiştir. Sonuç olarak beyaz ekmeğe ve tam buğday ekmeğe, *H. coagulans* GBI-30 sporları için uygun bir taşıyıcı olarak değerlendirilmiştir [48].

Yapılan diğer bir çalışmada ise ekmeğe hamuruna probiyotik *H. coagulans* GBI-30 ve prebiyotik inülin eklenmiştir. Sonrasında ise tek seferde pişirme ve yarı pişirme üzerine dondurularak tekrar pişirme işlemleri uygulanmıştır. Dondurularak depolamanın probiyotik içeriği üzerinde anlamlı bir etkisi olmamıştır. Dondurularak depolama sonrası yeniden pişirilen numunede 7.35 log CFU/g, tek seferde tam pişirme işlemi ise 5 log

CFU/g probiyotik canlı sayısına ulaşılmıştır. Çalışma sonunda, *H. coagulans* GBI-30 probiyotiği eklenerek probiyotik ekmek üretmek için, dondurulmuş kısmi pişirme yöntemi kullanımının daha uygun olduğu gösterilmiştir [49].

2.3.4. Kek

Kek üzerine yapılan çalışmada, un, sıvı yağ, kristal şeker, yumurta, kabartma tozu, vanilyadan oluşan karışıma 7 log CFU/g olacak şekilde *Alkalihalobacillus clausii* sporları eklenmiştir. Pişirme yöntemi olarak mikrodalga, buharlı fırın ve normal fırın yöntemleri kullanılmış ve iç sıcaklıklar sırasıyla 81,1; 80,6 ve 87,8 °C olarak ölçülmüştür. Pişirme işleminden sonra canlı spor sayıları; mikrodalgalı pişirmede 5,88 log CFU/g, buharlı pişirmede 5,74 log CFU/g, normal pişirmede 5,77 log CFU/g şeklinde olmuştur. Pişirmeye müteakip, oda sıcaklığında 5 gün, buzdolabında 15 gün süre ile depolanan keklerde canlı spor sayısının stabil kaldığı ve buzdolabında depolamanın kısmen daha etkili olduğu belirtilmiştir. İn vitro sindirim sistemi testine tabi tutulan kek örneklerinde, canlı spor sayılarında anlamlı bir azalma olmamış, iki saatlik *in vitro* bağırsak sisteminde spor formlarının vejetatif forma dönüşmesi sonucunda ise *A. clausii* sporlarının arttığı görülmüştür. *A. clausii* için kek gıda matrisinin uygun olduğu ve pişirme yöntemlerinin en az %79 canlılık sağladığı sonucuna varılmıştır [54].

2.3.5. Elma-Soya Sütü

Yapılan çalışmada elma suyu ve fermente soya sütü karışımına *L. acidophilus* inokülasyonu gerçekleştirilmiştir. *L. acidophilus* probiyotiği elma suyu içeren ve içermeyen içeceklerde iyi gelişim göstermiştir. 4°C'de 21 gün depolama sonrasında 8,73-9,11 log CFU/g aralığında probiyotik canlı sayılarına ulaşıldığı belirtilmiştir. Uygulanan duyuusal testlerde elma suyu ile hazırlanan fermente soya sütü içeceği yüksek kabul görmüş, üretilen içeceğin probiyotik içeriği düşünüldüğünde, bu içeceğin potansiyel bir endüstriyel fonksiyonel içecek olabileceği sonucuna varılmıştır [50].

2.3.6. Soya Sütü Petit-suisse Peyniri

Yapılan bu çalışmada süt kreması ve soya sütü karışımı içeren, yalnızca soya sütü içeren ve kontrol için sütle üretilen petit-suisse peynirlerine *L. acidophilus* La-5, *Bifidobacterium animalis* Bb-12 ve *Streptococcus thermophilus* suşları eklenmiştir. Peynirler 4°C'de 28 gün depolanmıştır. *B. animalis* Bb-12 canlılığı tüm ürünlerde 8 log CFU/g üzerindeyken depolamadan sonra azalma görülmüş fakat yine de canlı sayısı probiyotik gıda özelliğini (6 log CFU/g) sağlamaktadır. Duyusal testlerde süt içermeyen ürünlerin daha yüksek puan aldığı belirtilmiştir. Çalışma sonucunda, petit-suisse peyniri formülasyonunda süt içeriklerinin tamamen soya ile değiştirilmesinin mümkün olduğu gösterilirken potansiyel bir probiyotik gıda ortaya konulmuştur [51].

2.3.7. Soya Bazlı İçecek Okara

Bu çalışmada soya posasındaki çözünmeyen kısımdan yapılan okara içeceğine *Lactocaseibacillus rhamnosus* S24, *Lactocaseibacillus paracasei* 6244, *Lactobacillus acidophilus* 11073 suşları teker teker ve üçü birlikte inoküle edilmiş ve ürünün fermantasyonu sağlanmıştır. Fermantasyon sonucunda, ürünün antioksidan aktivitesinde ve duyuusal kalitesinde artış görülmüştür. *L. paracasei* 6244 eklemesi yapılan gruptaki canlı probiyotik sayısı 8,55 log CFU/ml ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. 4°C'de 15 gün depolanan okara içeceklerinin tümünde probiyotik canlılık 7 log CFU/ml üstünde seyretmiştir. Bu çalışma sonucunda soya fasulyesi çözünemeyen kısımları ile atık

azaltılarak izoflavon bakımından zengin yüksek aromalı bir endüstriyel probiyotik içecek elde edilebileceği gösterilmiştir [52].

2.3.8. Yulaf, Arpa ve Malt İçecekleri

Yapılan çalışmada substrat olarak yulaf, arpa ve malt unları, probiyotik mikroorganizma olarak *Lactobacillus acidophilus* NCIMB 8821, *Lactobacillus plantarum* NCIMB 8826 ve *Lactobacillus reuteri* NCIMB 11951 suşları kullanılmıştır. 37°C'de 10 saatlik fermantasyon sonucunda tüm içeceklerde 8 log CFU/ml canlı probiyotik sayısına ulaşılmıştır. Duyusal kabul edilebilirlik düzeylerine göre *Lactobacillus plantarum* ile formüle edilen içecekler daha yüksek puan alırken bunlar arasından *Lactobacillus plantarum* ve malt ile hazırlanan en çok beğenilen olmuştur. Bu çalışmada, tahıl ürünü olan arpa, malt ve yulafın belirtilen 3 probiyotik tür için uygun taşıyıcı olduğu görülmüş ve dokuz adet vegan özellikle fonksiyonel ürün geliştirilmiştir [53].

2.4. Et Bazlı Gıdalar

2.4.1. Fermente Sosis

Fermente sosis üzerine yapılan çalışmada, domuz etleri kıyma haline getirilip 24 saat marine edildikten sonra *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sakei* ve *Lactobacillus pentosaceus* türleri 7 log CFU/g olacak şekilde monokültür ve 1:1:1 oranında karışık kültür olarak et hamuruna karıştırılmıştır. 24 saatin sonunda probiyotik sayıları 7,72-9,25 log CFU/g seviyesine ulaşmıştır. 3,6 seviyesinde ölçülen pH, tat, renk ve aromanın oluşumunda önemli yer tutmakta ayrıca gıdaya antipatojenik özellik sağlamaktadır. Probiyotik ilavesi yapılan sosislerin kontrol grubuna göre duyusal tekstür profillerinin daha iyi olduğu belirtilmiştir. Duyusal özellikler kıyaslandığında renk, koku, doku, tat bakımından anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Kullanılan suşlar *E. coli* ve *S. aureus*'a karşı da inhibitör özellik göstermiştir. Sonuç olarak *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sakei* ve *Lactobacillus pentosaceus* türleri fermente sosis uygun starter kültürler olup potansiyel fonksiyonel et ürünü özelliği ortaya koymaktadır [55].

Yapılan diğer bir çalışmada *Lactobacillus plantarum* 299V ve *Lactobacillus rhamnosus* GG probiyotiklerinin yanında 7 log CFU/g *Lactobacillus rhamnosus* CTC 1679 suşu ilave edilerek fermente dana sosis yapılmıştır. Kullanılan suşların antimikrobiyal özellik gösterdiği ve 75 günlük depolama sonucunda *L. rhamnosus* CTC 1679 sayısının 8 log CFU/g seviyesinde olduğu görülmüştür. Sonuç olarak fermente sosis üretiminde *Lactobacillus rhamnosus* CTC 1679 suşunun rekabetçi özellik gösterdiği, ürünün, duyusal yönden tüketici için kabul edilebilir seviyede olduğu görülmüştür [56].

2.4.2. Fermente Salam

Fermente salam üzerine yapılan çalışmada, üretim aşamasında et hamuruna, probiyotik kültür olarak *Lactobacillus rhamnosus* 32 200B, *Lactobacillus plantarum* 115 400B, *Bifidobacterium lactis* BB12 suşları ayrı ayrı ve karma olarak eklenmiştir. Elde edilen ürünler +4°C'de 60 gün boyunca depolanmıştır. *Lactobacillus rhamnosus* 32 200B içeren salam için 7,41-9,67 log CFU/g; *Lactobacillus plantarum* 115 400B içeren salam için 6,93-10,30 log CFU/g; *Bifidobacterium lactis* BB12 içeren salam için 6,55-8,28 log CFU/g ve *L. rhamnosus* 32 200B + *L. plantarum* 115 400B'yi bir arada içeren salam için 7,56-8,56 log CFU/g olarak probiyotik sayımı yapılmıştır. Probiyotik suş ilavesi fermente salamların duyusal özelliklerini pozitif yönde etkilemiş ve lezzet, tekstür, renk parametrelerinde

gelişme kaydedilmiştir. Çalışma sonunda tüketici taleplerini karşılayan potansiyel probiyotik fermente salam üretimi tamamlanmıştır [57].

2.4.3. Kurutulmuş Fermente Salam-Sosis

Kurutulmuş fermente salam üzerine yapılan çalışmada, hamura 8 log CFU/g *Lactobacillus paracasei* probiyotiği ve %3 laktuloz prebiyotiği eklenmiştir. Son ürünlerde probiyotik sayısı, asitlik, nem, su aktivitesinde ve duyuşal özelliklerde anlamlı bir farklılık olmamıştır. Probiyotik kullanılan grupta nitrit kalıntısı daha az saptanmıştır. 28 gün depolama sonrası laktuloz içeren fermente kuru salam örneğinin 7,5 log CFU/g *Lactobacillus paracasei* probiyotiği içerdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak potansiyel bir probiyotik gıda ürünü ortaya konulmuştur [58].

Yapılan diğerk çalışmada, ticari starter kültüre ek olarak 8 log CFU/g *Lactobacillus plantarum* L125 suşu et hamuruna ilave edilmiş ve kuru fermente domuz sosisi üretimi gerçekleştirilmiştir. Olgunlaşma sonrasında 4°C ve 12°C'de depolama yapılmıştır. Depolama öncesi yapılan sayımlarda laktik asit bakteri sayıları, probiyotik eklenen grupta 8,21 log CFU/g, kontrol numunesinde 6,44 log CFU/g olarak tespit edilmiştir. Depolama sırasında yapılan ölçümlerde de probiyotik gıda olması için gereken 6 log CFU/g sayısı korunmuştur. Sonuç olarak *L. plantarum* L125'in starter kültür ile birlikte probiyotik sosis üretimi için uygun olduğu görülmüştür [59].

2.5. Diğerk Gıdalar

2.5.1. Yeşil Çay

Yapılan çalışmada altı farklı yeşil çay ekstart çeşidine *Lactobacillus paracasei* LAFTI-L26, *Lactobacillus acidophilus* LAFTI-L10 ve *Bifidobacterium animalis* ssp. lactis LAFTI-B94 inokülasyonu yapılmıştır. Seçilen probiyotik suşlar yeşil çay ekstraktlarında genel olarak 6 log CFU/g üzerinde hayatta kalarak probiyotik özellik için gereken canlı mikroorganizma sayısı sağlanmıştır. En yüksek canlı hücre sayısı *B. animalis* B94 suşunda görülmüştür. Çalışma sonunda farklı çeşitlerden yeşil çaylarda test edilen üç suşun iyi gelişim göstermesi nedeniyle bu yeşil çay ekstraktlarının probiyotik bakteriler için potansiyel bir gıda matrisi olabileceği sonucuna varılmıştır [60].

2.5.2. Çikolata

Çikolata üzerine yapılan çalışmada, *Lactobacillus acidophilus* NCFM® ve *Bifidobacterium lactis* HN019 probiyotikleri sütlü ve bitter türlerine eklenmiştir. Üretimden sonra ve depolama sırasında yapılan sayımlara göre *L. acidophilus* NCFM® probiyotik suşunun her iki çikolata türünde de *B. lactis* HN019 suşuna göre daha fazla canlı kalma özelliği gösterdiği, 4°C'de depolamanın canlılık için her iki suş için de daha uygun olduğu belirtilmiştir. Belirtilen probiyotiklerin eklenmesinin, viskoziteyi anlamlı ölçüde değıştirmedeğı ve duyuşal özelliklerde de kayda değerk probleme yol açmadığı görülmüştür. Çalışmada sütlü ve bitter çikolata ürünlerinin *Lactobacillus acidophilus* NCFM® ve *Bifidobacterium lactis* HN019 probiyotikleri için uygun taşıyıcılar olduğu ve ürünün geliştirilebilir bir fonksiyonel gıda olduğu sonucuna varılmıştır [61].

2.5.3. Kahve ve Çay

Yapılan çalışmada, çay ve kahveye *Heyndrickxia coagulans* MTCC 5856 sporları eklenmiş ve demleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Demleme işlemi sonrasında, *H. coagulans* MTCC

5856 sporlarının, yeşil çay, kahve ve siyah çayda, hayatta kalma oranlarının en az %94 olduğu, gastrointestinal sistemde tekrar çimlenerek gelişmeye devam ettiği görülmüştür. Çay ve kahveye *H. coagulans* MTCC 5856 eklenmesi ile yapılan demleme, probiyotik ekleme yapılmadan yapılan demlemeyle karşılaştırıldığında duyuşal profilde anlamlı bir değişim görülmemiştir. Oda sıcaklığında 24 ay depolama sonunda kahve ve çaydaki probiyotik canlılığın %99'un üzerinde kaldığı görülmüştür. Çalışma sonunda, *H. coagulans* MTCC 5856 sporlarının yüksek sıcaklıkta demlenen çay ve kahve gıdalarında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır [62].

3. Sonuç

Probiyotik mikroorganizmaların sağlığa olan etkileri, kullanılan suşu, doza ve içinde bulunduğu gıda matrisi bileşenlerine göre değişmekle birlikte oldukça çeşitlilik göstermektedir. Probiyotikler üzerine yapılan klinik çalışma sonuçları, bu mikroorganizmaların iritabl bağırsak sendromu, *Helicobacter* enfeksiyonları, inflamatuvar bağırsak hastalığı, diyare, konstipasyon ve alerjik hastalıklar üzerindeki olumlu sonuçları olduğunu göstermektedir. Bunların yanı sıra probiyotiklerin obezite, insülin direnci sendromu, alkolik olmayan karaciğer hastalığı ve tip 2 diyabet gibi hastalıkların tedavisinde kullanılabileceği, immünomodülasyon sağladığı, çeşitli kanser türleri üzerinde iyileştirici etkisi olduğu ve ayrıca kanserle ilişkili yan etkilerin giderilmesinde de etkili olduğu görülmüştür [63]. Bu faydalı mikroorganizmaları içeren fonksiyonel gıdaların çeşitliliği, yapılan çalışmalar ile gün geçtikçe artmakta ve pek çoğu tüketici beğenisine sunulmaktadır. Tüketici bilinç düzeyinin artması ve yapılan çalışmaların çeşitlenmesi ile probiyotik pazarı günden güne genişlemektedir. Bu gelişmeler ışığında farklı probiyotik mikroorganizmaların çeşitli gıdalarda kullanımı ile ilgili literatüre birçok çalışmanın eklenmesi ve potansiyel sağlık faydalarının ortaya konulması beklenmektedir.

Bilgilendirme

Bu derleme çalışması Kaan Can tarafından hazırlanan “*Bazı Gıdaların Üretim Aşamalarında Sporlu Probiyotiklerin Yaşamının Araştırılması*” başlıklı yüksek lisans tez çalışmasının literatür özeti kısmından üretilmiştir.

Çıkar Çatışması

Bu çalışmada yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Katkı Oranı

Yazarların çalışmadaki katkı oranları eşittir.

Etik Kurul Onayı

Makale araştırma ve yayın etiği kurallarına uyularak hazırlanmıştır. Etik kurul izni gerektirmemektedir.

Kaynaklar

1. European probiotic market insights – 2019, Europe-international probiotics association, IPA; 2020 [cited 2024 February 5]. Available from: <https://www.ipaeurope.org/wpcontent/uploads/2020/07/2019-Probiotic-MarketInsight.pdf>.
2. Soyuçok A, Kılıç GB. Süt Kaynaklı Olmayan Probiyotik Gıdalar, Türk Tarım –Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2017; 5(12): 1615-1625.
3. Kocaadam B, Tek NA. Ekmek, Şarap ve Yoğurdun Orjinleri ve Tarihsel Süreçleri, Beslenme ve Diyet Dergisi, 2016; 44(3): 272-279.
4. İmamli H, Akça F. Probiyotik Kullanımın Sağlığa ve Sportif Performansa Etkileri, Spormetre, 2018; 16(2): 196-208.
5. Gasbarrini G, Bonvicini F, Gramenzi A. Probiotics History, Journal of Clinical Gastroenterology, 2016; 50(2): 116-119.
6. FAO/WHO. Probiotics in food. Health and nutritional properties and guidelines for evaluation, Food and nutrition paper, 85, London: FAO; 2002. p. 1-56. Available from: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/382476b3-4d54-4175-803f-2f26f3526256/content>
7. Hill C, Guarner F, Reid G, Gibson GR, Merenstein DJ, Pot B, Morelli L, Canani RB, Flint HJ, Salminen S, Calder PC, Sanders ME. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics Consensus Statement on the Scope and Appropriate Use of the Term Probiotic, Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology, 2014; 11: 506–514.
8. Baysal, A. Beslenme, Ankara: Hatipoğlu Yayınevi; 2014.
9. Shiby VK, Mishra HN. Fermented Milks and Milk Products as functional foods- A review, Critical reviews in food science and nutrition, 2013; 53(5): 482-496.
10. Abedin MM, Chourasia R, Phukon LC, Sarkar P, Ray RC, Singh SP, Rai AK. Lactic acid bacteria in the functional food industry: Biotechnological properties and potential applications, Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2023, 1-19.
11. Gülgör G, Özçelik F. Bakteriyosin Üreten Laktik Asit Bakterilerinin Probiyotik Amaçlı Kullanımı, Akademik Gıda, 2014; 12(1): 63-68.
12. Sheata MG, El Sohaimy SA, El-Sahn MA, Youssef MM. Screening of Isolated Potential Probiotic Lactic Acid Bacteria for Cholesterol Lowering Property and Bile Salt Hydrolase Activity, Annals of Agricultural Sciences, 2016; 61(1): 65-75.
13. Gregoret V, Perezlindo MJ, Vinderola GJ, Reinheimer J, Binetti A. Comprehensive approach to determine the probiotic potential of human-derived Lactobacillus for Industrial Use, Food Microbiology, 2013; 34: 19-28.
14. Coşkun T. Fonksiyonel Besinlerin Sağlığımız Üzerine Etkileri, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 2005; 48: 69-84.
15. Endo A, Gueimonde M. Isolation, Identification and Characterisation of Potential New Probiotics, Advances in Probiotic Technology, Boca Raton: CRC Press; 2016.
16. Wang C, Cui G, Qu X. Mechanisms and Improvement of Acid Resistance in Lactic Acid Bacteria, Archives of Microbiology, 2018; 200(2): 195-201.
17. Oelschlager TA. Mechanisms of Probiotic Actions- A review, International Journal of Medical Microbiology, 2010; 300: 57-62.
18. Collado MC, Meriluoto J, Salminen S. In vitro Analysis of Probiotic Strain Combinations to Inhibit Pathogen Adhesion to Human Intestinal Mucus, Food Research International, 2007; 40(5): 629-636.
19. TGK, Türk Gıda Kodeksi. Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği, Resmi Gazete, 26.01.2017; 29960 (Mükerrer). Ankara; 2017. Available from: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/01/20170126M1-5.htm>

20. Isa K, Beauchampi N, Sata M, Wade K, Ohtani K., Nakanishi S, McCartney E, Tanaka M, Shimizu T, Kamiya S, Kruger C, Takahashi M. Safety assessment of the Clostridium butyricum MIYAIRI 588® probiotic strain including evaluation of antimicrobial sensitivity and presence of Clostridium toxin genes in vitro and teratogenicity in vivo. Human and Experimental Toxicology, 2016; 35(8): 818-832.
21. Güzel-Seydim Z, Yıldırım Z, Kök Taş T. Kalın bağırsak sağlığı: probiyotikler ve fonksiyonel etkileri. In: Fonksiyonel beslenme. Isparta: Sidas Medya Ltd. Şti., 2016. pp. 79-96.
22. Uymaz B. Probiyotikler ve Kullanım Alanları, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2010; 16(1): 95-104.
23. Sengun IY, Kilic G. Innovative Functional Fruit and Vegetable- Based Drinks Including Probiotics. Chapter 21. In: Sankaranarayanan A, Ameresan N, Dhanasekaran D. Fermented Food. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group; 2019. pp. 341-365.
24. Zheng J, Wittout S, Salvetti E, Franz CM, Harris HM, Mattarelli P, Watanabe K. A taxonomic note on the genus Lactobacillus: Description of 23 novel genera, emended description of the genus Lactobacillus Beijerinck 1901, and union of Lactobacillaceae and Leuconostocaceae, International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 2020; 70(4): 2782-2858.
25. Küçüköz K, Trzaskowska M. Nondairy Probiotic Products: Functional Foods That Require More Attention, Nutrients, 2022; 14: 473.
26. Akçelik N, Tezel BU, Şanlıbaba P, Akçelik M. Probiyotiklerin Geleceği. In: Akçelik N, Tezel BU, Şanlıbaba P, Akçelik M. Probiyotik Yüzyılı. Ankara: Gazi Kitabevi; 2020. pp. 549-576.
27. Ersan LY, Topçuoğlu E. Badem Sütü ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik ve Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2019; 33:(2) 321-339.
28. Zhang L, Zhang X, Liu C, Li C, Li S, Li T, Manufacture of Cheddar Cheese using probiotic *Lactobacillus plantarum* K25 and its cholesterol- lowering effects in a mice model, World of Journal of Microbiology and Biotechnology, 2013; 29(1): 127-135.
29. Lollo PCB, Cruz AG, Morato PN, Moura CS, Carvalho-Silva LB, Oliviera CAFD. Probiotic Cheese attenuates exercises induced immune suppression in Wistar rats, Journal of Dairy Science, 2012; 95(7): 3549-3558
30. Blaiotta G, Murru N, Di Cerbo A, Succi M, Coppola R, Aponte M. Commercially standardized process for probiotic “Italico” cheese production, LWT- Food Science and Technology, 2017; 19: 601-608.
31. Angelopoulou A, Alexanderaki V, Georgialaki M, Anastasiou R, Manolopoulou E, Tsakalidou E, Papadimitriou K. Production of probiotic Feta cheese using *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *Shermanii* as adjunct, International Dairy Journal, 2017; 66: 135-139.
32. Varga L, Andok T. Viability of Bifidobacteria in Soft-Frozen Ice Cream Supplemented with A *Saccharomyces Cerevisiae* Cell Wall Product, Acta Alimentaria, 2018; 47(3): 387-392
33. Şentürk G, Akın N, Göktepe ÇK, Denkteş B. The effects of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) and jujube fruit (*Ziziphus jujube*) on physicochemical, functional, and sensorial properties, and probiotic (*Lactobacillus acidophilus* DSM 20079) viability of probiotic ice cream, Food Science and Nutrition, 2024; 00: 1-13.

34. Zhu W, Lyu F, Naumovski N, Ajlouni S, Ranadheer CS. Functional Efficacy of Probiotic *Lactobacillus Sanfranciscensis* in Apple, Orange and Tomato Juices with Special Reference to Storage Stability and *In Vitro* Gastrointestinal Survival, *Beverages*, 2020; 6: 13.
35. Almada-Érix CN, Almada CN, Cabral L, Barros de Medeiros VP, Roquette AR, Santos-Junior VA, Fontes M, Gonçalves AESS, Dos Santos A, Lollo PC, Mangnani M, Sant'ana AS. Orange Juice and Yogurt Carrying Probiotic *Bacillus Coagulans* GBI-30 6086: Impact of Intake on Wistar Male Rats Health Parameters and Gut Bacterial Diversity, *Frontiers in Microbiology*, 2021; 12(23951): 1-12.
36. Almada-Érix CN, Almada CN, Souza GTS, Biachi JP, Bonatto MS, Schmiele M, Nabeshima EH, Maria Clerici MTPS, Magnani M, Sant'Ana A. Bread as probiotic carriers: Resistance of *Bacillus coagulans* GBI-30 6086 spores through processing steps, *Food Research International*, 2021; 155: 111040.
37. Wang Z, Feng Y, Yang N, Jiang T, Xu H, Lei H. Fermentation of kiwifruit juice from two cultivars by probiotic bacteria: Bioactive phenolics, antioxidant activities and flavor volatiles, *Food Chemistry*, 2022; 373: 131455.
38. Kardooni Z, Behbahani BA, Jooyandeh H, Noshad M. Probiotic viability, physicochemical, and sensory properties of probiotic orange juice, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 2023; 17: 1817-1822
39. Behbahani BA, Jooyandeh H, Hojjati M, Sheikhjan MG. Evaluation of probiotic, safety, and anti-pathogenic properties of *Levilactobacillus brevis* HL6, and its potential application as bio-preservatives in peach juice, *LWT - Food Science and Technology*, 2024; 191: 115601.
40. Wu Y, Li S, Ta Y, Li, D, Han Y, Show PL, Wen G, Zhou J. Fermentation of blueberry and blackberry juices using *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus thermophilus* and *Bifidobacterium bifidum*: Growth of probiotics, metabolism of phenolics, antioxidant capacity in vitro and sensory evaluation, *Food Chemistry*, 2021; 348: 129083.
41. Bujna E, Farkas NA, Tran AM, Dam MS, Nguyen QD. Lactic acid fermentation of apricot juice by mono- and mixed cultures of probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains, *Food Science Biotechnology*, 2018; 27: 547-554.
42. Noorbakhsh R, Yaghmaee P, Durance T. Radiant Energy under Vacuum (REV) Technology: A Novel Approach for Producing Probiotic Enriched Apple Snacks, *Journal of Functional Foods*, 2013; 5: 1049-1056.
43. Russo P, Peña N, de Chiara MLV, Amodio ML, Colelli G, Spano G. Probiotic Lactic Acid Bacteria for the Production of Multifunctional Fresh-Cut Cantaloupe, *Food Research International*, 2015; 77: 762-772.
44. Menezes AGT, Ramos CL, Dias DR, Schwan RF. Combination of probiotic yeast and lactic acid bacteria as starter culture to produce maize-based beverages, *Food Research International*, 2018; 111: 187-197.
45. Domínguez-Tornay A, Díaz AB, Lasanta C, Duran-Guerrero E, Castro R. Co-fermentation of lactic acid bacteria and *S. cerevisiae* for the production of a probiotic beer: Survival and sensory and analytical characterization, *Food Bioscience*, 2024; 57: 103482.
46. Zhang L, Huang S, Ananingsih VK, Zhou W, Chen XD. A study on *Bifidobacterium lactis* Bb12 viability in bread during baking, *Journal of Food Engineering*, 2014; 122(1): 33-37.
47. Cao J, Yu Z, Liu W, Zhao J, Zhang H, Zhaia Q, Chen W. Probiotic characteristics of *Bacillus coagulans* and associated implications for human health and diseases, *Journal of Functional Foods*, 2020; 64: 103643.

48. Almada-Erix CN, Almada CN, Souza Pedrosa GT, Lollo PC, Magnani M, Sant'Ana SA. Development of a semi-dynamic in vitro model and its testing using probiotic *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086 in orange juice and yogurt. *Journal of Microbiological Methods*, 2021; 183: 106187.
49. Majzoobi M, Aghdam MBK, Eskandari MH, Farahnaky A. Quality and microbial properties of symbiotic bread produced by straight dough and frozen part-baking methods, *Journal of Texture Studies*, 2019; 50(2):165-171.
50. İçier F, Gündüz GT, Yılmaz B, Memeli Z. Changes on some quality characteristics of fermented soy milk beverage with added apple juice, *LWT-Food Science and Technology*, 2015; 63(1): 57-64.
51. Matias NS, Bedani R, Castro IA, Saad SM. A probiotic soy-based innovative product as an alternative to petit-suisse cheese, *LWT-Food Science and Technology*, 2014.; 59(1): 411-417.
52. Li Y, Song H, Zhang Z, Li R, Zhang Y, Yang L, Li J, Zhu D, Liu J, Yu H, Liu H. Effects of fermentation with different probiotics on the quality, isoflavone content, and flavor of okara beverages, *Food Science and Nutrition*, 2024; 00: 1-15.
53. Salmerón I, Thomas K, Pandiella, SS. Effect of Potentially Probiotic Lactic Acid Bacteria on the Physicochemical Composition and Acceptance of Fermented Cereal Beverages, *Journal of Functional Foods*, 2015; 15: 106-115.
54. Ersoy G, Arslan S, Erbas M. Cake production with probiotic *Alkalihalobacillus clausii* spores, *Journal of Food Science*, 2023; 48: 16-24.
55. Liu Y, Gao S, Cui Y, Wang L, Duan J, Yang X, Liu X, Zhang S, Sun B, Yu H, Gao X. Characteristics of Lactic Acid Bacteria as Potential Probiotic Starters and Their Effects on the Quality of Fermented Sausages, *Foods*, 2024; 13: 198.
56. Jofre A, Aymerich T, Garriga M. Probiotic fermented sausages: Myth or reality?, *Procedia Food Science*, 2015; 5: 133-136.
57. Tükel O. Probiyotik Bakterilerle Fermente Salam Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, 2021.
58. Coelho SR, Lima ÁA, Martins ML, Júnior AAB, de Almeida Torres Filho R, Ramos ADLS, Ramos EM. Application of *Lactobacillus paracasei* LPC02 and lactulose as a potential symbiotic system in the manufacture of dry-fermented sausage, *LWT Food Science and Technology*, 2019; 102: 254-259.
59. Pavli FG, Argyri AA, Chorianopoulos NG, Nychas GJE, Tassou CC. Effect of *Lactobacillus plantarum* L125 strain with probiotic potential on physicochemical, microbiological and sensorial characteristics of dry-fermented sausages, *LWT Food Science and Technology*, 2020; 118: 108810.
60. López de Lacey AM, Pérez-Santín E, López-Caballero ME, Montero P. Survival and metabolic activity of probiotic bacteria in green tea, *LWT-Food Science and Technology*, 2014; 55: 314-322.
61. Lalicic-Petronijevic J, Popov-Raljic J, Obradovic D, Radulovic Z, Paunovic D, Petrušić M, Pezo L. Viability of probiotic strains *Lactobacillus acidophilus* NCFM® and *Bifidobacterium lactis* HN019 and their impact on sensory and rheological properties of milk and dark chocolates during storage for 180 days, *Journal of Functional Foods*, 2015; 15: 541-550.
62. Majeed M, Majeed S, Nagabhushanam K, Arumugam S, Beede K, Ali F. Evaluation of probiotic *Bacillus coagulans* MTCC 5856 viability after tea and coffee brewing and its growth in GIT hostile environment, *Food Research International*, 2019; 121: 497-505.
63. Markowiak P, Śliżewska K. Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health, *Nutrients*, 2017; 9(9): 1021.