



Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yyufbed>



Araştırma Makalesi

Bazı Fermente Ürünlerde Gastrointestinal Sindirim Koşulları Öncesi ve Sonrası Laktik Asit Bakteri Miktarının Belirlenmesi

Aslıhan ALAV¹, Raciye MERAL^{*2}

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, 65080, Van, Türkiye

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 65080, Van, Türkiye
Aslıhan ALAV, ORCID No: [0000-0002-0268-0666](https://orcid.org/0000-0002-0268-0666), Raciye MERAL, ORCID No: [0000-0002-4239-0735](https://orcid.org/0000-0002-4239-0735)

*Sorumlu yazar e-posta: racyemeral@yyu.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 08.03.2023
Kabul: 20.06.2023
Online Aralık 2023

DOI:[10.53433/yyufbed.1261980](https://doi.org/10.53433/yyufbed.1261980)

Anahtar Kelimeler

Fermente gıdalar,
Laktik asit bakterileri,
Probiyotik mikroorganizmalar

Öz: Fermente gıdalar, konakçı canlının bağırsağında canlı ve yeterli sayıda bulduklarında konakçının sağlığını olumlu yönde etkileyen probiyotik mikroorganizmaları içeren gıdalardır. Bununla birlikte, bu gıdaların probiyotik mikroorganizma içermesi, “probiyotik gıda” olarak tanımlanmaları için yeterli değildir. Bu çalışma, yaygın olarak tüketilen bazı fermente ürünlerin laktik asit bakteri (LAB) sayısı ve simüle edilmiş gastrointestinal sindirim sonrası LAB sayılarını belirleyerek bu gıdaların probiyotik gıda olma potansiyellerini ortaya koymak ve tüketicilerde farkındalık oluşturmak için yapılmıştır. Çalışma sonucunda en yüksek LAB içeren fermente ürünler sırası ile endüstriyel kefir (7.52 log kob/g), geleneksel yapım kefir (6.99 log kob/g), geleneksel turşu (6.84 log kob/g), koyun sütünden yapılan ev yoğurdu (5.41 log kob/g), inek sütünden yapılan ev yoğurdu (4.76 log kob/g) olarak belirlenmiştir. Simüle edilmiş gastrointestinal sindirim sonrası LAB sayılarında en yüksek değerin ev yapımı kefir (5.01 log kob/g), endüstriyel kefir (4.1 log kob/g), koyun sütünden yapılmış ev yoğurdu (3.14 log kob/g) ve geleneksel turşu (2 log kob/g) olduğu ortaya konulmuştur. Sonuç olarak kefirin yüksek oranda LAB içerdiği tespit edilmiştir. Simüle edilmiş sindirim sonrasında da LAB miktarının büyük bir kısmının korunduğu belirlenmiştir. Kefirin probiyotik gıda olma potansiyelinin olduğu ve düzenli tüketildiğinde probiyotiklerden beklenen etkiyi sağlayabileceği düşünülmüştür.

Determination of Lactic Acid Bacteria Amount of Some Fermented Products Before and After Gastrointestinal Digestive Conditions

Article Info

Received: 08.03.2023
Accepted: 20.06.2023
Online December 2023

DOI:[10.53433/yyufbed.1261980](https://doi.org/10.53433/yyufbed.1261980)

Keywords

Fermented foods,
Lactic acid bacteria,
Probiotic microorganisms

Abstract: Probiotics are microorganisms that positively affect the health of the host when they are alive and in sufficient numbers in the gut of the host. The positive effects of fermented foods containing live microorganisms on health gain the popularity of these foods and give them the feature of being a food containing probiotic microorganisms, as well. In this study, pH analysis, enumeration of lactic acid bacteria (LAB), and enumeration of LAB after simulated gastrointestinal digestion were examined on samples of some fermented foods. As a result of the study, the fermented products containing the highest LAB were determined as industrial kefir (7.52 log cfu/g), homemade kefir (6.99 log cfu/g), homemade pickles (6.84 log cfu/g), homemade yogurt made from sheep's milk (5.41 log cfu/g), and homemade yogurt made from cow's milk (4.76 log cfu/g), respectively. As a result of sowing after simulated gastrointestinal digestion, when the enumeration of LAB was examined, it was determined that the highest value was homemade kefir, industrial kefir, homemade yogurt made from sheep's milk, and homemade pickles. As a result, it was determined that kefir food contains high LAB. Since

most of the LAB amount is preserved after simulated digestion, it is thought to be promising as food containing probiotic microorganisms, and may also have a positive effect on health when consumed regularly.

1. Giriş

Probiyotik kelimesi, “yaşam için” anlamına gelen “*pro-life*” veya “*for-life*” kelimelerinden üretilmiştir (Raghuwanshi ve ark., 2015). Terim başlangıçta bir mikroorganizma tarafından üretilen ve diğerlerinin büyümesini uyarıcı maddeleri tanımlamak için kullanılmıştır (Kechagia ve ark., 2013). Zaman içerisinde tanımlamada değişiklikler yapılmış ve nihayetinde 2001 yılında Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve DSÖ adına çalışan uluslararası bilim adamlarından oluşan bir Uzman Danışma kurulu, probiyotik tanımını şu şekilde yeniden düzenlemiştir: “*probiyotik mikroorganizmalar, yeterli miktarlarda uygulandığında konakçıya sağlık yararı sağlayan canlı mikroorganizmalardır*”. Probiyotik mikroorganizmaların sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin bilimsel ve klinik kanıtlarla ortaya konulmasıyla probiyotik ürünlerin gelişmesi hızlanmış ve piyasaya probiyotik ürün olduğu iddiasıyla ek çok ürün sunulmuştur. Bu durum, ne yazık ki probiyotik teriminin yanlış kullanımını da önemli bir sorun haline getirmiş ve birçok üründe bu terim, gerekli kriterleri karşılamadan kullanılmaya başlanmıştır (Hill ve ark., 2014). Potansiyel bir probiyotik suşun yararlı etkilerini gösterebilmesi için bazı özelliklere sahip olması beklenir. Bu özellikler;

- Oral uygulama için çok önemli gibi görünen asit ve safra toleransı,
- Mukozal ve epitelyal yüzeylere tutunma ve kolonizasyon,
- Başarılı immün modülasyon,
- Patojenik bakterilere karşı antimikrobiyal aktivite,
- Safra tuzu hidrolaz aktivitesi
- Patojen mikroorganizmaların gastrointestinal sistemin duvarına yapışmasını engelleme (Adams, 2010; Kechagia ve ark., 2013) şeklinde sıralanmaktadır.

Tanımları göz önüne alındığında, probiyotik özellikler gösterebilen en önemli temsilcilerden bazıları Çizelge 1’de listelenmiştir (Kechagia ve ark., 2013). Probiyotiklerin, insan sağlığı üzerinde olumlu etkilerinin olması için vücutta etkili minimum konsantrasyonların belirlenmesinde gerekli olan bilgiler halen yetersizdir. Genel olarak probiyotik bakterilerinin canlı olarak gıda ürününde en az 10^6 - 10^9 kob/g-ml düzeyinde olması gerektiği bildirilmekte, içinde buldukları gıdaların raf ömrü süresince bu mikroorganizmaların canlılıklarını koruyabilmesinin önemli olduğu vurgulanmaktadır (Bilginer & Çetin, 2019). Bazı kaynaklar ise genel kabul gören görüşün, minimum 10^8 - 10^9 kob/g canlı hücre olduğu yönündedir (Ying ve ark., 2013; Haffner ve ark., 2016).

Fermentasyon, biyokimyacılar tarafından “organik bileşiklerin hem elektron vericisi hem de alıcısı olarak hareket ettiği ATP üreten bir süreç” olarak tanımlanmasına rağmen, bazı fermente gıdalar aerobik ortamlarda üretildiğinden, Uluslararası Bilimsel Probiyotikler ve Prebiyotikler Birliği (ISAPP), fermente gıdaları ve içecekleri “*istenilen mikrobiyal büyüme ve gıda bileşenlerinin enzimatik dönüşümleri yoluyla yapılan gıdalar*” olarak tanımlamaktadır. Tanım, mikroorganizmaların aktivitesini gerektirmektedir. Bitki, hayvan veya diğer kaynaklardan elde edilen endojen veya eksojen enzimler mevcut olabilese de, bu enzimlerin aktiviteleri, tek başına bir gıdanın fermente olarak kabul edilmesi için yeterli değildir (Marco ve ark., 2021). Fermente gıdalar, özellikle uzun süreli depolamadan sonra veya pastörizasyon (örneğin, soya sosu) veya fırınlama (örneğin, mayalı ekmek) gibi işlemlerden sonra önemli sayıda cansız mikrobiyal hücre içerebilir. Birçok fermentasyona, çeşitli hücre yüzey bileşenleri, laktik asit, kısa zincirli yağ asitleri ve diğer metabolitlerin yanı sıra biyoaktif peptidler dahil olmak üzere insan sağlığıyla ilişkilendirilen bir dizi hücre yapısı ve metabolit üretebilen laktik asit bakterileri (LAB) aracılık eder (Salminen ve ark., 2021).

LAB, fermentasyonda ana ürün olarak laktik asit üreten, gram pozitif, sporsuz, katalaz negatif, optimum gelişme sıcaklıkları 30-40°C ve optimum pH değeri 5.5-6.2 olan bakteri cinsinin oluşturduğu gruptur (Demircan, 2017; Taylan, 2017; Huang ve ark., 2018). Fermente gıdalar ve içecekler LAB içerdiklerinden dolayı bazen “probiyotik gıdalar” veya “probiyotikler içerir” şeklinde nitelendirilmekte veya etiketlenmektedir. Bu beyanlar, üreticilerin tüketicilere; üründe yaşayan, sağlığı geliştiren

mikroorganizmaların bulunduğunu iletme çabalarını yansıtmaktadır ancak 2013 yılında ISAPP, “probiyotik” teriminin yalnızca iyi tanımlanmış ve karakterize edilmiş canlı mikroorganizmalar tarafından sağlanan kanıtlanmış bir sağlık yararı olduğunda kullanılmasını gerektiğini bildirmiştir. ISAPP’ a göre probiyotik ürünün sağlık yararı, (en az birinde) canlı mikroorganizmalardan kaynaklanmalı ve gıdanın herhangi bir besinsel yararının ötesine geçmelidir. Bu nedenlerden dolayı "fermente gıda" ve “probiyotikler” terimlerinin birbirinin yerine kullanılmayacağı bildirilmiştir.

Çizelge 1. Probiyotik mikroorganizma olduğu düşünülen türler (Kechagia ve ark., 2013; Fakruddin ve ark., 2017; Paparo ve ark., 2020)

| <i>Lactobacillus</i> türleri | <i>Bifidobacterium</i> türleri |
|----------------------------------|--|
| <i>L. acidophilus</i> | <i>B. adolescentis</i> |
| <i>L. casei</i> | <i>B. animalis</i> |
| <i>L. crispatus</i> | <i>B. bifidum</i> |
| <i>L. gasseri</i> | <i>B. animalis</i> sub. <i>lactis</i> |
| <i>L. johnsonii</i> | <i>B. infantis</i> |
| <i>L. paracasei</i> | <i>B. longum</i> |
| <i>L. plantarum</i> | |
| <i>L. reuteri</i> | |
| <i>L. rhamnosus</i> | |
| Diğer LAB | LAB olmayan diğer türler |
| <i>Enterococcus faecalis</i> | <i>Bacillus cereus</i> var. <i>Toyoi</i> |
| <i>E. faecium</i> | <i>Escherichia coli</i> strain Nissle 1917 |
| <i>Leuconostoc mesenteroides</i> | <i>Bacillus clausii</i> |
| | <i>Propionibacterium freudenreichii</i> |
| | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> |
| | <i>S. boulardii</i> |

Bu bağlamda, bu çalışmada, sıklıkla tüketilen bazı fermente gıdaların probiyotik ürün olabilir potansiyeli araştırılmış ve tüketici farkındalığı oluşturulması hedeflenmiştir. Bu amaçla, LAB içeren bazı fermente gıdalarda, simüle edilmiş gastrointestinal sindirim öncesi ve sonrası toplam LAB sayıları belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada, analitik saflıkta kimyasal maddeler (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, Amerika; Merck Darmstadt, Almanya) kullanılmıştır. Endüstriyel kefir, endüstriyel yoğurt, endüstriyel şalgam suyu ve ekşi mayalı ekmek Van ve Ankara’ da bulunan yerel marketlerden temin edilmiştir. Karışık ev turşusu, inek ve koyun sütünden yapılan geleneksel yoğurt ve tarhana Van’ da bulunan yerel üreticilerden temin edilmiştir. Kefir üretimi YYÜ Gıda Mühendisliği laboratuvarında üretilmiştir. Kefir üretimi için inek sütü 87° C’de 6 dakika pastörize edilmiş ve 25° C’ye kadar soğutulmuştur. Daha sonra 1000 mL süte, 20 g kefir mayası inoküle edilmiş ve örnek 24 saat boyunca 25° C’de fermantasyona tabii tutulmuştur.

2.2. Toplam laktik asit bakterisi (TLAB) sayımı

TLAB sayımı analizi, yayma plak yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Tüm örneklerden 10 g alınarak steril poşetlere aktarılmıştır. Üzerine %0.85’lik 90 mL serum fizyolojik sıvısı eklenerek 10⁻⁶ ya kadar seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Man-Rogosa-Sharpe (MRS) agar içeren petri kutularına yayma plak yöntemine göre inokülasyon yapılmış ve bu petri kutuları, 30°C’ye ayarlanmış, inkübatörde, anaerobik koşullarda 72 saat süresince bekletilmiştir. Sonuçlar koloni oluşturan birim (kob) (log kob/g) bazında değerlendirilmiştir (Maturin, 2001).

2.3. Simüle edilmiş gastrointestinal sindirim ortamının oluşturulması

Steril koşullarda tüm örneklerden 1 g alınıp üzerine 9 ml steril %0.85'lik serum fizyolojik su eklenerek homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnek numunelerinin pH'sı 2.5-3 değerine 1 M HCl kullanılarak getirilmiştir. Bir membran filtre (0.45 µm) kullanılarak sterilize edilen pepsin çözeltisi, 1000 mL alınıp pH değeri ayarlanmış örneklere eklenmiştir. Örnekler, mide sıvısına maruz kalma simülasyonu için çalkalamalı etüvde, 37 °C'de 2 saat 150 rpm'de inkübe edilmiştir. Bu aşama bittikten sonra örnek pH'sı 1M NaHCO₃ ile 7.2'ye ayarlanmıştır. Ardından örneklerin içerisine 7.5 mL membran filtre (0.45 µm) ile sterilize edilen safra pankreatin solüsyonu ve 7.5 mL membran filtre (0.45 µm) ile sterilize edilen NaCl-KCl tuzları eklenmiş ve örnekler 37 °C'de 2 saat 150 rpm'de inkübe edilmiştir (Yılmaz ve ark., 2020).

İnkübasyondan alınan örneklerden %0.85'lik serum fizyolojik su ile seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. MRS agara inokülasyon sonrası 30°C'ye ayarlanmış inkübatörde, anaerobik koşullarda 72 saat süresince inkübasyona bırakılmıştır. Sonuçlar log kob/g olarak ifade edilmiştir.

2.4. Canlılık oranlarının belirlenmesi

Örneklerde simüle edilmiş gastrointestinal sindirim öncesi ve sonrası toplam LAB sayısı belirlenmiş ve LAB canlılık oranları aşağıdaki formüle göre (1) verilmiştir.

$$\% \text{ Canlılık} = \frac{\text{Sindirim sonrası TLAB}}{\text{Sindirim öncesi TLAB}} \times 100 \quad (1)$$

2.5. pH analizi

Tüm örneklerden 2 g tartılıp üzerine 20 mL saf su eklenerek homojenize edilmiş ve pH metrenin (Hanna Instruments Digital, Bench-model pH Meter Model HI-2210) probu homojenize örnek numunelerinin içerisine daldırılarak ölçüm işlemi gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Simüle edilmiş gastrointestinal sindirim öncesi ve sonrası TLAB sayımı sonuçları

Analize alınan gıda örneklerin simüle edilmiş gastrointestinal in vitro sindirim öncesi ve sonrası TLAB sonuçları Çizelge 2'de sunulmuştur. Sindirim öncesi toplam LAB sayısı 4.76 kob/g ile 7.52 kob/g arasında değişmiştir. En yüksek LAB sayısı; endüstriyel kefir örneğinde saptanmıştır. Endüstriyel kefir; 6.99 kob/g ile ev kefir, 6.84 kob/g ile ev turşusu, 5.41 kob/g koyun sütünden yapılan geleneksel yoğurt, 4.76 kob/g ile inek sütünden yapılan geleneksel yoğurt takip etmiştir. Endüstriyel karışık turşu, endüstriyel şalgam, ev tarhanası ve ekşi mayalı hamurdan yapılan ekmek örneklerinde LAB bulunamamıştır.

Kefir, doğal probiyotik mikroorganizma içeren bir gıdadır. Kefir daneleri zengin bir bakteri topluluğuna sahiptir ve *Lactobacillus* türleri baskın bakteri türleri arasındadır. *Leuconostoc*, *Streptococcus* ve *Lactococcus* türleri de kefir LAB izolatları arasında olup LAB ile birlikte başlıca *Acetobacter* spp. kefir tanelerinde bulunduğu da gösterilmiştir (Purutoğlu ve ark., 2020). Tan ve Ertekin (2017), kefir örneklerinin LAB sayısının depolamanın ilk gününde, 10⁸ kob/g olduğunu, depolama ile LAB sayısının 1 log kob/g düştüğünü daha sonra ise bakteri miktarının tekrar aynı seviyeye ulaştığını belirlemişlerdir. Karabıyıklı ve Daştan (2016), piyasadan topladıkları endüstriyel kefir örneklerinde 1.14, 5.74 ve 7.86 log kob/g LAB bulunduğunu ifade etmişlerdir. Aynı çalışmada geleneksel olarak üretilen kefirlerde 6.54 ile 7.55 log kob/ml LAB bulunduğu belirlenmiştir. Bu anlamda bu çalışmada elde edilen LAB sayılarının, Karabıyıklı ve Daştan (2016) ve Tan ve Ertekin (2017) tarafından bildirilen sonuçlarla uyumlu olduğu görülmüştür.

Çizelge 2. TLAB sayımı sonuçları (log kob/g)

| Ürünler | TLAB-1* | TLAB-2** | Canlılık oranı (%) |
|----------------------------------|-----------|-----------|--------------------|
| Geleneksel Kefir | 6.99±0.14 | 5.01±0.03 | 71.67 |
| Endüstriyel Kefir | 7.52±0.23 | 4.1±0.08 | 54.52 |
| İnek Sütünden Yapılan G***Yoğurt | 4.76±0.36 | TE | |
| Koyun Sütünden Yapılan G.Yoğurt | 5.41±0.02 | 3.14±0.54 | 58.04 |
| Endüstriyel Yoğurt-A | TE**** | TE | |
| Endüstriyel Yoğurt-B | TE | TE | |
| G. Karışık Turşu | 6.84±0.05 | 2±0 | 29.23 |
| Endüstriyel Karışık Turşu | TE | TE | |
| Endüstriyel Şalgam | TE | TE | |
| G.Tarhana | TE | TE | |
| Endüstriyel Ekşi Ekmek | TE | TE | |

*: Sindirim öncesi TLAB** Sindirim sonrası TLAB ***: Geleneksel ****TE: Tespit edilemedi

Geleneksel kefir numunesinde simüle edilmiş gastrointestinal sindirim sonrasında LAB miktarının yaklaşık 2 log kob/g düştüğü, endüstriyel kefir numunesinde 3,5 log kob/g düştüğü saptanmış, bu değerler geleneksel kefir örneğinde 5.01 log kob/g, endüstriyel kefir örneğinde ise 4.1 log kob/g olmuştur. [Yılmaz ve ark. \(2020\)](#), ürettikleri kefir örneklerinde simüle edilmiş gastrointestinal sindirim öncesi ve sonrası LAB sayımı analizi yapmışlardır. Kefir numunelerinin LAB sonucunun 9.79 log kob/g olduğu, simüle edilmiş gastrointestinal sindirim sonrası LAB sonucunun ise 6.65 log kob/g olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada kefir numunelerinin simüle edilmiş gastrointestinal sindirimi sonrası laktik asit bakteri içeriğinin 2-3.5 log kob/g azaldığı görülmüştür.

Bu çalışmada, LAB'ların canlı kalma oranlarına bakıldığında her iki kefir örneğinde de %50'nin üzerinde canlılık olduğu ancak geleneksel kefirde bu oranın daha yüksek olduğu belirlenmiştir (%71.67). Bu durumun endüstriyel kefirdeki suşların sindirim koşullarına daha dayanıksız olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

İnek ve koyun sütünden yapılan geleneksel yoğurt örneklerinde laktik asit bakteri miktarının sırası ile 4.76 log kob/g ve 5.41 log kob/g olduğu belirlenmiştir. [Karacaoğlu ve Özdemir \(2021\)](#), tarafından yürütülen çalışmada, Erzurum çevresinde yoğurt üretiminin yapıldığı firmalardan toplanan numunelerde LAB sayımı analizi yapılmıştır. Analiz sonuçları incelendiğinde yoğurt örneklerinde LAB sayısının, 10^3 ve 10^7 kob/g aralığında olduğu tespit edilmiştir. [Durak ve ark. \(2008\)](#) tarafından yapılan başka bir çalışmada yoğurtlarda LAB sayısının 50×10^6 - 300×10^6 log kob/g arasında değiştiği belirlenmiştir. Sütün kaynağı, temin edildiği bölge, kullanılan kültürün mikroorganizma kompozisyonu mikrobiyal florayı etkilemektedir.

Endüstriyel yoğurt örneklerinde ise LAB tespit edilememiştir. Simüle edilmiş gastrointestinal sindirim sonrası yapılan laktik asit bakteri sayımında, inek sütünden yapılan geleneksel yoğurt örneğinde LAB tespit edilememiştir. Koyun sütünden yapılan örnekte LAB'ların bir kısmı canlı kalmış ve bu örnekte 3.14 log kob/g LAB tespit edilmiştir. Koyun sütünden yapılan yoğurta LAB'ların canlı kalma oranı %58.4 olarak belirlenmiştir. Canlı mikroorganizmaların tüketilen üründe var olması yönünde bir tercih yapılacağı zaman, koyun sütünden yapılan yoğurdun daha iyi olabileceği bu çalışma ile belirlenmiştir.

Endüstriyel turşu örneğinde simüle edilmiş sindirim öncesi ve sonrası LAB bulunamamıştır. Geleneksel turşu örneğinde ise 6.84 log kob/g LAB belirlenmiştir. [Şenol ve ark. \(2019\)](#) tarafından yapılan çalışmada, endüstriyel turşu, limon tuzu ilaveli ve limon tuzu olmadan üretilen geleneksel turşu örneklerinde LAB sayımı yapılmıştır. Bu araştırmacılar endüstriyel turşu örneğinde laktik asit bakterisi bulunmadığını, limon tuzu ilaveli ve limon tuzu olmadan üretilen geleneksel üretim örneklerinde ise sırası ile 4.19 log kob/g ve 4.15 log kob/g LAB bulunduğunu ortaya koymuşlardır. Belirtilen bu değerler, bizim elde ettiğimiz değerlerden yüksektir. Aradaki farklılıklar muhtemelen sebzelerin mikroflora farklılığı ile turşunun bekletilme sürelerinin farklılığından kaynaklanmaktadır.

Turşu, laktik asit fermantasyonu ile üretilen bir ürün olduğundan potansiyel bir probiyotik mikroorganizma kaynağı olarak düşünülmektedir ki mevcut çalışmada belirlenen toplam LAB sayısı probiyotik gıdalarda bulunması gereken toplam probiyotik bakteri sayısı alt sınırı olan 10^6 değerinden yüksektir. Ancak, LAB'lar probiyotik mikroorganizmaların önemli bir gurubunu oluştursa da bütün LAB'lar probiyotik bakteri sınıfına dahil değildir. Bu nedenle, bu çalışmada toplam LAB sayısının, $6.84 \log \text{ kob/g}$ olması, bu mikroorganizmaların probiyotik mikroorganizma olarak nitelendirilmesi anlamına gelmemelidir. Nitekim, bu iddia Tokatlı ve ark. (2015) tarafından da doğrulanmıştır. Bu araştırmacılar, geleneksel çubuk turşularından izole edilen ve probiyotik olduğu düşünülen LAB'ların mide ortamında dayanıklılığını, safra tuzlarına karşı direncini ve pepsin-pankreatin varlığında canlılıklarını incelenmiştir. Elde edilen 39 suştan 22 tanesinin probiyotik mikroorganizma olma potansiyeline sahip olduğunu saptamışlardır.

Bir mikroorganizmanın probiyotik mikroorganizma olarak nitelendirilmesi koşullarından birisi bu mikroorganizmaların, bağırsaklarda canlılığını sürdürerek, çoğalarak ve kolonize olarak, patojen mikroorganizmalar ile besin gibi bileşenler için rekabete girmesidir. Bu çalışmada, geleneksel turşuda $6.84 \log \text{ kob/g}$ olan LAB sayısının simüle edilmiş gastrointestinal sindirim sonrası, $2 \log \text{ kob/g}$ a düşmüş olması turşudaki mevcut LAB'ların bağırsak sisteminde canlılıklarını önemli oranda yitirdiğinin delilidir. Nitekim geleneksel karışık turşuda LAB canlı kalma oranının %29.23 olduğu ortaya konulmuştur.

Turşu, meyve sebzelerin yüksek tuz içeren (%10 civarında) (Diker ve ark., 2021) salamura dayaaklılık kazandığı bir üründür. Aşırı tuz alımının kan basıncının yükselmesiyle ölüm ve sakatlık sorunlarına neden olan kardiyovasküler hastalık riskini arttırdığı bilinmektedir. DSÖ'ye göre yetişkinlerde günlük tuz miktarı tüketimi %5'in altına düşürülmelidir. Tuz alımını günde 1 g azaltmanın, iskemik kalp hastalığı riskini yaklaşık %4 ve inme riskini yaklaşık %6 azaltabileceği bildirilmektedir (Tan ve ark., 2022).

Sonuç olarak turşuda LAB bulunduğu ancak LAB'ların canlılıklarını önemli oranda yitirdiği ve canlılık oranının %29'a düştüğü belirlenmiştir. Bununla birlikte PCR gibi moleküler testler ve diğer probiyotik mikroorganizma varlığını ortaya koyacak kültürel sayımlar ile probiyotik mikroorganizma varlığı tam olarak ortaya koyacak ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Endüstriyel şalgam suyu, ekşi mayalı hamurdan yapılan ekmek ve tarhana örneklerinde simüle edilmiş gastrointestinal sindirim öncesi ve sonrası yapılan laktik asit bakteri sayımında bu örneklerde LAB olmadığı tespit edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda bu örneklerin LAB sayıları ile ilgili farklı sonuçlar rapor edilmiştir. Örneğin, Özer ve Çoksöyler (2015), geleneksel yolla üretilen 3 farklı şalgam suyu, piyasadan toplanan 14 farklı şalgam suyu ve bozulmuş veya bozulmakta olan 9 farklı şalgam suyu örneklerinde laktik asit bakteri tayini yapmışlardır. Üretilen 3 şalgam suyunda LAB sayısının; 1.8×10^6 , 1.1×10^6 ve $1.6 \times 10^7 \text{ kob/g}$ olduğu belirlenmiştir. Piyasadan toplanan 14 farklı şalgam suyunda LAB miktarı; en az $2.4 \times 10^4 \text{ kob/g}$ ve en yüksek ise $8.6 \times 10^7 \text{ kob/g}$, bozulmuş veya bozulmakta olan 9 farklı şalgam suyu örneklerinde laktik asit bakteri miktarı; en az $1.4 \times 10^6 \text{ kob/g}$ ve en yüksek $4.9 \times 10^8 \text{ kob/g}$ olarak saptanmıştır. Cetin ve Duru Arslan (2020), kontrol şalgam örneğinde $1.98 \log \text{ kob/g}$, %6 mısır kırma katkılı şalgam örneğinde $1.8 \log \text{ kob/g}$, %6 buğday kırma katkılı şalgam örneğinde $2.13 \log \text{ kob/g}$, %3 melas katkılı şalgam örneğinde $3.09 \log \text{ kob/g}$ LAB olduğunu ortaya koymuştur.

Benzer şekilde, Şenol ve ark. (2019), Trakya, Kahramanmaraş yörelerine ait tarhanalar ile endüstriyel tarhana numunelerinde LAB bulunmadığını rapor etmiştir. Kayseri, Kastamonu ve Antalya yörelerine ait tarhana numunelerinde ise sırası ile; 10^6 , 10^5 ve 10^4 kob/g LAB olduğu aynı çalışmada belirlenmiştir. Başka bir çalışmada Kivanc ve Funda (2017), 7 günlük fermantasyon sürecinin başında ve sonunda LAB sayısını incelemiştir. Fermantasyonun ilk gününde $1.32 \times 10^2 \text{ kob/g}$ olan LAB sayısının fermantasyonun son gününde $4.2 \times 10^4 \text{ kob/g}$ 'a yükseldiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, şalgam ve tarhanalarda LAB sayısının bölgeden bölgeye ve fermentasyon süresine göre değişebileceğini göstermekte ve bizim bulgularımızı doğrulamaktadır.

Ekşi mayalı ekmek numunesi laktik asit bakteri sayımı ve simüle edilmiş gastrik koşullar sonrası yapılan laktik asit bakteri sayımı sonucunda örneklerde LAB tespit edilememiştir veya $< 10^2$ olarak belirlenmiştir. Ekşi maya yüksek oranda LAB içermektedir. Bakırcı ve Ergun (2017), İzmir ilinde bulunan 10 farklı yerel fırından aldıkları ekşi hamur örneklerinde $1.2 \times 10^7 \text{ kob/g}$ - $2.5 \times 10^8 \text{ kob/g}$ LAB olduğunu tespit etmişlerdir. Ekşi mayada yüksek oranda LAB bulunmasına ve bunların probiyotik olma potansiyelleri yüksek olmasına rağmen (Li ve ark., 2019; Kaya ve ark., 2022) ekşi mayalı hamurdan

yapılan ve 220°C ve üzerindeki sıcaklıklarda pişirilen ekmeklerde LAB bulunmaması beklenen bir durumdur.

Sonuç olarak geleneksel turşu ve kefir örneklerinde LAB sayısının 6 log ve üzerinde olduğu diğer örneklerde ise 6 log altında LAB bulunduğu belirlenmiştir. Bütün örneklerde simüle edilmiş sindirim sonrası LAB miktarında önemli düşümler kaydedilmiş ve canlılık oranları geleneksel kefir için %71.67, endüstriyel kefir için %54.2, yoğurt (koyun sütünden yapılan) %58.04 ve geleneksel turşu için %29.23 olmuştur. Her iki kefir örneğinde ise yaklaşık 7 log kob/g LAB bulunduğu, in vitro sindirim sonucu LAB sayısında 2-3 log düşüş olduğu belirlenmiştir.

3.2. pH analizi

Örneklerin pH analiz sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir. Çalışmada, geleneksel kefir örneğinin pH değeri 4.03 ve endüstriyel kefir örneğinin pH değeri 4.19 bulunmuştur. Sütün kefir taneleri ile aşılmasından sonra fermantasyon ile pH değeri kademeli olarak düşmekte, laktik asit bakterileri ve maya popülasyonları artmaktadır. Kefirin 22 saatlik fermantasyon sonunda pH değerinin 4.55, laktik asit bakteri miktarının ise 8.64 log kob/g olduğu bildirilmiştir (Guzel-Seydim ve ark., 2005).

Koyun sütünden yapılan ev yoğurdu, inek sütünden yapılan ev yoğurdu ve endüstriyel yoğurt numunelerinin pH değerleri sırası ile 3.58, 3.75, 3.99 olarak tespit edilmiştir. Çelikel Güngör ve ark. (2020), koyun sütünden yapılan yoğurt, inek sütünden yapılan yoğurt ve endüstriyel yoğurt örneklerinde pH analizi yapmış ve sonuçları sırası 3.66, 3.83, 4.41 olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 3. pH değerindeki değişimler

| Ürünler | pH Analizi |
|----------------------------------|------------|
| Geleneksel Kefiri | 4.03 |
| Endüstriyel Kefir | 4.19 |
| İnek Sütünden Yapılan G. Yoğurt | 3.75 |
| Koyun Sütünden Yapılan G. Yoğurt | 3.58 |
| Endüstriyel Yoğurt-A | 3.99 |
| Endüstriyel Yoğurt-B | 4.01 |
| Karışık Geleneksel Turşu | 3.24 |
| Karışık Endüstriyel Turşu | 3.57 |
| Endüstriyel Şalgam | 3.27 |
| Geleneksel Tarhana | 5.01 |
| Endüstriyel Ekşi Ekmek | 5.44 |

Karışık ev turşusu ve endüstriyel turşu numunesinde pH değeri sırası ile 3.24, 3.57 olarak belirlenmiştir. Çetin (2011), depolamanın ilk gününde turşu örneğinde pH değerinin 3.58 olduğunu belirlemiştir.

Endüstriyel şalgam numunesinin pH değeri 3.27 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar Bayram ve ark. (2014) tarafından bildirilen sonuçlar ile uyumludur.

Ev tarhanası örneğinin 5.01 pH değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Avcı ve ark. (2019), buğday unu+kefir, buğday unu+yoğurt, mısır unu+kefir, mısır unu+yoğurt formülasyonlarını kullanarak, üç farklı fermantasyon süresinde üretilen tarhana örneklerinin pH değerlerini incelemişlerdir. En düşük pH değeri, buğday unu+yoğurt fomülasyonu ile 24 saat fermente edilen tarhana örneğinde 6.67 pH olarak belirlenmiştir. En yüksek pH değerinin, mısır unu+kefir formülasyonu ile 48 saat fermente edilen tarhana örneğinde 5.88 pH olduğu tespit edilmiştir.

Laktik asit bakterilerinin ürettikleri laktik asit ile ortamın pH’sını düşürdükleri bilinmektedir. Bizim çalışmamızda pH değeri en düşük olan karışık geleneksel turşu örneğinin (3.24) en yüksek LAB değerlerine (6.84) sahip örneklerden biri olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan pH değeri en düşük örneklerden birisi olan endüstriyel şalgam örneklerinde (3.27) LAB bulunmamıştır. Bu durum, bu üründe koruyucu madde bulunması nedeniyle LAB’ların inhibe olması şeklinde açıklanabilir.

4. Sonuç

Bu çalışmada bazı fermente gıdaların, LAB sayıları ve LAB' ların simule edilmiş gastrointestinal sindirim sonrası canlı kalma oranları incelenmiştir. Bir gıdanın probiyotik olarak tanımlanabilmesi için sağlık yararlarından en az birinin canlı mikroorganizma tarafından sağlanması, bir mikroorganizmanın probiyotik olarak nitelendirilebilmesi için ise o mikroorganizmanın diğer pek çok özelliğe ilaveten bağırsaklarda canlı kalma ve kolonize olması özelliğine sahip olması gerekmektedir. Ayrıca bir gıdada en az 10^6 canlı probiyotik bakteri olması gerektiği de bildirilmektedir. Bu bağlamda bu çalışmada analize alınan örneklerin toplam LAB sayılarının, (kefir ve geleneksel turşu hariç) bu limitin altında kaldığı görülmüştür. Ayrıca bu gıdaların tamamında LAB' ların canlılığının bağırsak sisteminde önemli oranda yitirdiği de belirlenmiştir. Ancak probiyotik mikroorganizmaların tamamının LAB grubunda olmadığı ve bu çalışmada o grupların belirlenmediği de göz önünde bulundurulduğunda başka kültürel ve moleküler testler ile bu gıdalardaki probiyotik mikroorganizma sayısının kesin olarak ortaya konulması gerekmektedir. Bununla birlikte, LAB grubundaki mikroorganizmaların tamamının probiyotik özelliğe sahip olmadığı da unutulmamalıdır. Bu nedenle, yüksek tuz içeriği nedeniyle sağlık üzerindeki olumsuz etkilere sahip olduğu bilinen turşunun benzer şekilde yüksek oranda karbonhidrat içeren ekşi mayalı ekmeğin “probiyotik kaynağı” olduğu için tüketilmesinin bireylere faydadan çok zarar sağlayacağı düşünülmektedir. Probiyotik mikroorganizma kaynağı olarak turşu yerine, kefir ve koyun sütünden yapılan yoğurdun tüketilmesi, tüketici sağlığı açısından daha doğru bir tercih olacaktır. Yoğurt gibi sağlık üzerindeki etkileri çok sayıda klinik çalışma ile ortaya konan gıdaların sağlığa faydalı canlı ve aktif mikroorganizma içeren gıdalar olduğu, bu ürünlerin günlük diyetin bir parçası olarak düzenli olarak tüketilmesiyle probiyotik mikroorganizmalardan beklenen etkinin de elde edilebileceği bu çalışmadan çıkarılan sonuçlardan birisidir.

Kaynakça

- Adams, C. A. (2010). The probiotic paradox: live and dead cells are biological response modifiers. *Nutrition Research Reviews*, 23(1), 37-46. doi:10.1017/S0954422410000090
- Avcı, A., Akçay, F. A., Can, C., & Demir, S. (2019). Mısır unu ve kefir kullanılarak üretilen tarhanaların bazı özelliklerinin belirlenmesi. *Food and Health*, 5(3), 168-174. doi:10.3153/FH19018
- Bakırcı, F., & Köse, E. (2017). Ekşi hamurlardan laktik asit bakterileri ve mayaların izolasyonu ve tanımlanması. *Akademik Gıda*, 15(2), 149-154. doi:10.24323/akademik-gida.333670
- Bayram, M., Erdoğan, S., Esin, Y., Saraçoğlu, O., & Kaya, C. (2014). Farklı siyah havuç miktarlarının şalgam suyunun bileşimine ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi. *Akademik Gıda*, 12(1), 29-34.
- Bilginer, H., & Çetin, B. (2019). Probiyotikler ve belirlenmelerinde kullanılan in vitro testler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(3), 312-325. doi:10.17097/ataunizfd.549552
- Çelikel Güngör, A., Gürbüz, S., Akın, M. S., Akın, M. B., & Palabıçak, B. (2020). Mardin'de satılan çiğ sütlerin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 9(1), 1-5. doi:10.31196/huvfd.643972
- Çetin, B. (2011). Production of probiotic mixed pickles (Tursu) and microbiological properties. *African Journal of Biotechnology*, 10(66), 14926-14931. doi:10.5897/AJB11.2621
- Cetin, I., & Duru Arslan, A. (2020). Determination of some quality properties of ensiled forage turnip (*Brassica rapa*) with different additives. *Fresenius Environmental Bulletin*, 29(4), 2766-2771.
- Demircan, B. (2017). *Probiyotik laktik asit bakterileri kullanılarak bitkisel süt ikamelerinden fermente içecek tasarımı*. (MSc), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü İstanbul, Türkiye.
- Diker, A., Akar, E., Akgün, R., & Tarhan, Ö. (2021). Farklı Sirke Türleri ile Yapılan Hıyar Turşularının Bazı Kalite Parametrelerinin İncelenmesi. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 26, 30-39.
- Durak, Y., Keleş, F., Uysal, A., & Aladağ, M. O. (2008). Konya yöresi taze ev yapımı yoğurtların mikrobiyolojik özelliklerinin araştırılması. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 22(44), 113-117.
- Fakruddin, M. D., Hossain, M. N., & Ahmed, M. M. (2017). Antimicrobial and antioxidant activities of *Saccharomyces cerevisiae* IFST062013, a potential probiotic. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 17, 1-11. doi:10.1186/s12906-017-1591-9
- Guzel-Seydim, Z., Wyffels, J. T., Seydim, A. C., & Greene, A. K. (2005). Turkish kefir and kefir grains:

- microbial enumeration and electron microscobic observation. *International Journal of Dairy Technology*, 58(1), 25-29. doi:10.1111/j.1471-0307.2005.00177.x
- Haffner, F. B., Diab, R., & Pasc, A. (2016). Encapsulation of probiotics: Insights into academic and industrial approaches. *AIMS Materials Science*, 3(1), 114-136. doi:10.3934/matricsci.2016.1.114
- Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., ..., & Salminen, S. (2014). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 11(8), 506-514. doi:10.1038/nrgastro.2014.66
- Huang, C. H., Li, S. W., Huang, L., & Watanabe, K. (2018). Identification and classification for the *Lactobacillus casei* group. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1974. doi:10.3389/fmicb.2018.01974
- Karabiyıklı, Ş., & Daştan, S. (2016). Geleneksel ve fonksiyonel bir gıda olan kefirin mikrobiyolojik profili. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1), 75-83.
- Karacaoğlu, Ş., & Özdemir, S. (2021). Mahalli ve ulusal düzeyde üretilerek Erzurum piyasasında tüketime sunulan yoğurtların bazı mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal açısından karşılaştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 22, 381-392. doi:10.31590/ejosat.845025
- Kaya, Y., Erten, T., Vurmaz, M., İspirli, H., Şimşek, Ö., & Dertli, E. (2022). Comparison of the probiotic characteristics of Lactic Acid Bacteria (LAB) isolated from sourdough and infant feces. *Food Bioscience*, 47, 101722. doi:10.1016/j.fbio.2022.101722
- Kechagia, M., Basoulis, D., Konstantopoulou, S., Dimitriadi, D., Gyftopoulou, K., Skarmoutsou, N., & Fakiri, E. M. (2013). Health benefits of probiotics: a review. *ISRN Nutrition*, 2013, 481651. doi:10.1016/j.fbio.2022.101722
- Kivanc, M., & Funda, E. G. (2017). A functional food: a traditional Tarhana fermentation. *Food Science and Technology*, 37, 269-274. doi:10.1590/1678-457X.088
- Li, Y., Liu, T., Zhao, M., Zhong, H., Luo, W., & Feng, F. (2019). In vitro and in vivo investigations of probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from Chinese traditional sourdough. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103, 1893-1903. doi:10.1007/s00253-018-9554-8
- Marco, M. L., Sanders, M. E., Gänzle, M., Arrieta, M. C., Cotter, P. D., De Vuyst, L., ..., & Merenstein, D., Reid, G., Wolfe, B. E., Hutkins, R. (2021). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on fermented foods. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 18(3), 196-208. doi:10.1038/s41575-020-00390-5
- Maturin, L. J. (2001). Aerobic plate count. In: *Bacteriological analytical manual online*. [Http://www.cfsan.fda.gov/~Ebam/Bam-3.html](http://www.cfsan.fda.gov/~Ebam/Bam-3.html)
- Özer, N., & Çoksöyler, F. N. (2015). Şalgam suyunun bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Gıda*, 40(1), 31-38. doi:10.15237/gida.GD14068
- Paparo, L., Tripodi, L., Bruno, C., Pisapia, L., Damiano, C., Pastore, L., & Berni Canani, R. (2020). Protective action of *Bacillus clausii* probiotic strains in an in vitro model of Rotavirus infection. *Scientific Reports*, 10(1), 12636. doi:10.1038/s41598-020-69533-7
- Purutoğlu, K., İspirli, H., Yüzer, M. O., Serencam, H., & Dertli, E. (2020). Diversity and functional characteristics of lactic acid bacteria from traditional kefir grains. *International Journal of Dairy Technology*, 73(1), 57-66. doi:10.1111/1471-0307.12633
- Raghuwanshi, S., Misra, S., Sharma, R., & Bisen, P. S. (2015). Indian perspective for probiotics: A review. *Indian Journal of Dairy Science*, 68(3), 195-205.
- Salminen, S., Collado, M. C., Endo, A., Hill, C., Lebeer, S., Quigley, E. M. M., ..., & Vinderola, G. (2021). The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 18(9), 649-667. doi:10.1038/s41575-021-00440-6
- Şenol, E., Halime, U., Kaynar, K., Güven, Ş. H., & Durak, M. Z. (2019). Farklı yörelerden toplanan geleneksel fermente ürünlerin (turşu suyu, tarhana ve ekşi maya) probiyotik içeriğinin fourier dönüşümlü infrared spektrofotometre (FTIR) ile belirlenmesi. *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(3), 9-13.
- Tan, K., & Ertekin, Ö. (2017). Yerli ineklerden elde edilen sütlerden üretilen kefirin ph ve laktik asit bakteri değerleri. *Bilim ve Gençlik Dergisi*, 5(2), 155-159.
- Tan, M., He, F., Morris, J. K., & MacGregor, G. (2022). Reducing daily salt intake in China by 1 g could prevent almost 9 million cardiovascular events by 2030: a modelling study. *BMJ Nutrition*,

- Prevention & Health*, 5(2), 164-170. doi:10.1136/bmjnp-2021-000408
- Taylan, G. (2017). *Manda süt ürünlerinden izole edilen laktik asit bakterilerinin tanımlanması ve probiyotik özelliklerinin belirlenmesi*. (MSc), Çanakkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Çanakkale, Türkiye.
- Tokatlı, M., Gülgör, G., Bağder Elmacı, S., Arslankoz İşleyen, N., & Özçelik, F. (2015). In vitro properties of potential probiotic indigenous lactic acid bacteria originating from traditional pickles. *BioMed Research International*, 2015, 1-8. doi:10.1155/2015/315819
- Yıldız, B., Çakıcı, A., Uslu, D. Y., & Hasan, U. (2021). Ekmek üretiminde ekşi maya üzerine taze meyvelerin kullanımının etkisi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(1), 150-159. doi:10.28948/ngumuh.756207
- Yılmaz, M. T., Taylan, O., Karakas, C. Y., & Dertli, E. (2020). An alternative way to encapsulate probiotics within electrospun alginate nanofibers as monitored under simulated gastrointestinal conditions and in kefir. *Carbohydrate Polymers*. 244, 116447. doi:10.1016/j.carbpol.2020.116447
- Ying, D., Schwander, S., Weerakkody, R., Sanguansri, L., Gantenbein-Demarchi, C., & Augustin, M. A. (2013). Microencapsulated *Lactobacillus rhamnosus* GG in whey protein and resistant starch matrices: Probiotic survival in fruit juice. *Journal of Functional Foods*, 5(1), 98-105. doi:10.1016/j.jff.2012.08.009