

TÜRKİYE'DE SATIŞA SUNULAN ŞALGAM SULARININ LAKTİK ASİT BAKTERİLERİ POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Berna ÖZTÜRK, Gülten KILIÇ, Ayşegül KIRMIZIGÜL PEKER,
Kıvanç ATLAMA, Yunus YAHŞI, İlkin YÜCEL ŞENGÜN***
Ege Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

Geliş / Received: 04.03.2024; Kabul / Accepted: 02.05.2024; Online baskı / Published online: 26.07.2024

Öztürk, B., Kılıç, G., Kırmızıgül Peker, A., Atlama, K., Yahşi, Y., Yücel Şengün, İ. (2024). Türkiye'de satışa sunulan şalgam sularının laktik asit bakterileri potansiyelinin değerlendirilmesi. GIDA (2024) 49 (4) 703-713 doi: 10.15237/ gida.GD24031

Öztürk, B., Kılıç, G., Kırmızıgül Peker, A., Atlama, K., Yahşi, Y., Yücel Şengün, İ. (2024). Investigation of the microbiological properties of shalgam juice exposed for sale in Turkey. GIDA (2024) 49 (4) 703-713 doi: 10.15237/ gida.GD24031

ÖZ

Son yıllarda doğal fermentasyonla üretilen birçok fermente ürünün probiyotik potansiyelinin bulunduğu çeşitli çalışmalar kapsamında belirlenmiştir. Ülkemize özgü geleneksel sebze bazlı fermente gıdalardan olan, laktik asit bakterileri (LAB) ve mayalar açısından zengin bir mikrobiyotaya sahip şalgam suyunun probiyotik potansiyelinin bulunduğu ve bu ürünün tüketiminin sağlık açısından oldukça faydalı olduğu bildirilmektedir. Bununla birlikte, bir gıdaya probiyotik denilebilmesi ve bu gıdanın sağlık üzerine olumlu etkiler gösterebilmesi için içeriğinde en az 10^6 KOB/mL-g düzeyinde canlı probiyotik hücre bulunması gerekmektedir. Bu çalışma, Türkiye'nin farklı illerinde satışa sunulan geleneksel ve ticari olarak üretilmiş şalgam sularının yeterli miktarda canlı hücre içerip içermediğini incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada örneklerin LAB sayıları 1.55-6.51 log KOB/mL aralığında belirlenirken, maya sayıları 1.13-5.32 log KOB/mL aralığında bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlar, piyasada satışa sunulan birçok şalgam suyunun probiyotik özellik gösterecek seviyede canlı hücre içermediğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, şalgam sularından kültüre edilen mikroorganizmaların probiyotik özellikte olup olmadıklarının belirlenmesi ayrı bir çalışma konusu olarak değerlendirilmelidir.

Anahtar kelimeler: Şalgam suyu, probiyotik, laktik asit bakterisi, maya

INVESTIGATION OF THE MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF SHALGAM JUICE EXPOSED FOR SALE IN TURKEY

ABSTRACT

In recent years, it has been determined in various studies that many fermented products produced by natural fermentation have probiotic potential. It is reported that shalgam juice, which is one of the traditional vegetable-based fermented foods unique to our country and has a microbiota rich in lactic acid bacteria (LAB) and yeasts, has probiotic potential and the consumption of this product is

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author:

✉:ilkin.sengun@ege.edu.tr

☎ (+90) 232 311 30 28

☎ (+90) 232 342 75 92

Berna Öztürk; ORCID no: 0000-0003-1104-1863

Gülten Kılıç; ORCID no: 0000-0001-6125-6219

Ayşegül Kırmızıgül Peker; ORCID no: 0000-0003-4723-7374

Kıvanç Atlama; ORCID no: 0000-0001-6881-8704

Yunus Yahşi; ORCID no: 0000-0002-4153-686X

İlkin Yücel Şengün; ORCID no: 0000-0001-6940-2129

beneficial for health. However, in order to call the product as “probiotic food”, and to have positive effects on health, it must contain at least 10^6 CFU/mL-g of viable probiotic cells. This study was carried out to examine whether traditional and commercially produced turnip juices sold in different provinces of Turkey contain sufficient amounts of viable cells. In the study, the LAB counts of the samples were determined between 1.55-6.51 log CFU/mL, while the yeast counts of the samples were found between 1.13-5.32 log CFU/mL. These results revealed that shalgam juices commonly do not contain viable cells sufficient to call the product as probiotic. In addition, there is a need for studies in which the culturable microorganisms obtained from shalgam juices should be investigated in terms of probiotic properties.

Keywords: Shalgam juice, probiotic, lactic acid bacteria, yeast

GİRİŞ

Son yıllarda, insan vücudunda spesifik fonksiyonları ve sistemleri etkileyen, enerji ve besin ögesi olmasının yanı sıra önemli sağlık faydaları sağlayan gıdalara olan yönelim artış göstermiştir. Bu artış, hayat kalitesini arttıran ürünlerle ilgilenen ve sağlığına duyarlı tüketicilerin sayısının artması, teknolojik inovasyonlar ve fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesi ile hız kazanmaktadır. Fonksiyonel gıdalar, insan vücudunda çeşitli fizyolojik faydalar gösteren veya kronik hastalık riskini azaltma gibi temel beslenme görevinin ötesinde etkileri bulunan, normal diyetin bir parçası olarak tüketilen ürünler olarak tanımlanabilmektedir (Martins vd., 2013). Günümüzde çeşitli fonksiyonel gıda örnekleri bulunmasına rağmen fonksiyonel gıda pazarının önemli bir kısmını probiyotik ürünler oluşturmaktadır (Erik ve Ormanci, 2022).

Probiyotikler, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından “yeterli miktarda alındığında konakçı sağlığı üzerinde olumlu etki gösteren canlı mikroorganizmalar” olarak tanımlanmaktadır (WHO/FAO, 2002). Bu mikroorganizmalar bağırsak mikrobiyotasını değiştirerek bağırsaklık sisteminin güçlendirilmesine katkı sağlamakta, ayrıca bakteriyosin, organik asit, hidrojen peroksit, kısa zincirli yağ asitleri ve ekzopolisakkarit gibi farklı birçok metabolit üreterek de sağlık üzerine önemli etkiler sağlamaktadır. Probiyotiklerin, antikarsinogenik, antioksidatif, antiinflamatuvar, antimikrobiyal, antiobezite ve antidiyabetik özelliklerin yanı sıra konağın metabolizma, solunum sistemi ve beyin fonksiyonları üzerine de olumlu etkiler gösterdiği bildirilmiştir (Amirani

vd., 2020; Fusco vd., 2023). Probiyotiklerin gıdanın gramında veya mililitresinde en az 10^6 koloni oluşturan birim (KOB) düzeyinde bulunması ve ayrıca vücuda alındığında canlı kalarak kolonize olması gerekmektedir (Angelin ve Kavitha, 2020). Diyetle ilgili konularda artan farkındalık ve probiyotiklerin sağlık yararları hakkında giderek artan bilimsel kanıtlar, tüketicilerin probiyotik gıdalara olan ilgisini arttırmıştır. Yoğurt, süt tozu, dondurulmuş fermente sütlü tatlılar, peynir ve peynir ürünleri, dondurmalar, bebek mamaları, tahıllar ve meyve suları gibi gıdaların starter kültür ilavesiyle probiyotik gıda olarak üretilmeleri son yıllarda oldukça popüler hale gelmiştir (Ghorbani vd., 2023; Kamel vd., 2023; Naseem vd., 2023). Meyve ve sebze bazı ürünler antioksidanlar, polifenoller, vitaminler, diyet lifleri gibi yararlı besin maddelerini yüksek oranda içermektedir. Bu gıdalar şeker ve besin içeriği yüksek ürünler olduğundan probiyotiklerin gelişimi için uygun ortamlar sunmaktadır. Bununla birlikte, çeşitli meyve (nar, kızılcık, ananas, portakal, domates vb.) ve sebzelerden (pancar, lahanaya, şalgam, havuç vb.) laktik asit fermantasyonu ile birçok fermente içecek üretimi gerçekleştirilebilmektedir (Granato vd., 2010; Yahşi, 2022).

Ülkemize özgü sebze bazı fermente ürünler arasında yer alan şalgam suyu, Türk Standartları Enstitüsü’ne göre “Bulgur unu (setik), ekşi hamur, içilebilir su ve yemeklik tuzun karıştırılıp laktik asit fermantasyonuna tabi tutulduktan sonra elde edilen özütün, şalgam (*Brassica rapa* L.), mor havuç (*Daucus carota* L.) ve istenirse acı toz biber ilave edilerek hazırlanan karışımın tekrar laktik asit fermantasyonuna tabi tutulması ile elde edilen ve

istendiğinde ısı işlem ile dayanıklı hale getirilen ürün” şeklinde tanımlanmaktadır (TSE, 2003). TS 11149 Şalgam Suyu Standardı’na göre şalgam suyunun pH değerinin 3.3-3.8 aralığında ve toplam asitlik miktarının en az 6 g laktik asit/L olması gerekmektedir. Şalgam suyu, koyu kırmızı renkte, ekşi ve lezzetli bir tadı olan, zengin vitamin (A, B ve C vitaminleri) ve mineral (kalsiyum, potasyum, magnezyum, iyot ve demir) içeriğine sahip, besleyici değeri yüksek bir içecek olup, Türkiye’de yaygın olarak Batı ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde üretilip tüketilmektedir. Şalgam suyu, vücuttaki toksinlerin atılması, böbrek taşının azaltılması, akciğer ve bronşların temizlenmesi, akne, egzama gibi cilt hastalıklarının tedavisine yardımcı olması gibi sağlık üzerine birçok yararlı etkiye sahiptir (Coskun, 2017). Ayrıca içerdiği laktik asitten dolayı sindirimi kolaylaştırdığı, sahip olduğu mineraller sayesinde kemik ve diş yapısını güçlendirdiği, sınırları yatıştırdığı, mide ve karaciğer fonksiyonlarını olumlu yönde etkilediği bildirilmektedir (Üçok ve Tosun, 2012).

Şalgam suyu fermantasyonunda çeşitli laktik asit bakterileri (LAB) ve mayaların rol aldığı bildirilmektedir (Panghal vd., 2018). Yapılan çalışmalarda, geleneksel yöntemlerle üretilen şalgam suyunun fermantasyonunda rol alan LAB’nin *Lactocaseibacillus casei*, *L. paracasei*, *Lactiplantibacillus pentosus*, *L. plantarum*, *Levilactobacillus brevis*, *Limosilactobacillus fermentum*, *L. reuteri*, *Lentilactobacillus buchneri*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus acidophilus*, *L. delbrueckii*, *L. helveticus*, *L. gasseri*, *L. sharpeae*, *Fructilactobacillus fructivorans*, *F. sanfranciscensis* ve *Pediococcus pentosaceus* olduğu, mayaların ise daha çok *Candida krusei*, *Pichia kudriavzevii*, *P. fermentans*, *P. saitoi*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Turulopsis holmii* olarak tanımlandığı tespit edilmiştir (Erten vd., 2008; Tangüler, 2010; Tanguler ve Erten, 2012a, b; Samantır, 2014; Ekinci vd., 2016; Coskun, 2017; Bircan ve Erten, 2018; Kafkaskıray, 2020; Akman vd., 2021; Kahve vd., 2022; Mujdeci vd., 2023). Bununla birlikte, bu üründen izole edilip tanımlanan mikroorganizma türleri içerisinde “probiyotik” özellikte türler olabileceği,

dolayısıyla şalgam suyunun probiyotik içecek olarak değerlendirilebileceği belirtilmektedir. Ancak, bir gıdaya probiyotik denilebilmesi ve sağlık üzerine olumlu etkiler gösterebilmesi için içeriğinde en az 10^6 KOB/ml-g düzeyinde probiyotik hücre bulunmalıdır (Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği, 2017). Bununla birlikte, günümüzde endüstriyel olarak üretilen şalgam sularının probiyotik içeriği, üretimde kullanılan hammadde, üretim yöntemi gibi faktörlere bağlı olarak önemli ölçüde değişim göstermektedir.

Bu çalışma kapsamında, Türkiye’nin farklı illerinde satışı sunulan geleneksel ve ticari olarak üretilmiş şalgam sularının yeterli miktarda canlı hücre içerip içermediğini tespit etmek amaçlanmıştır. Bu amaçla, 15 farklı şalgam suyu örneğinin LAB ve maya sayıları tespit edilmiştir. Ayrıca, örneklerin fizikokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla pH ve toplam asitlik analizleri yapılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Şalgam Suyu Örneklerinin Temini

Çalışmada materyal olarak, geleneksel ev yapımı 4 adet (D, J, M, N) ve ticari olarak üretimi yapıp satışı sunulan 11 adet (A, B, C, E, F, G, H, K, L, P, R) olmak üzere toplam 15 şalgam suyu örneği kullanılmıştır. Şalgam suyu örnekleri Türkiye’nin farklı illerinden temin edilmiştir (Çizelge 1). Soğuk koşullarda laboratuvara getirilen örnekler en hızlı şekilde analize alınmış ve 4°C’de muhafaza edilmiştir.

pH Analizi

Şalgam suyu örneklerinin pH değeri, pH metre (Hanna HI2002-02, ABD) kullanılarak ölçülmüştür (AOAC, 2007).

Toplam Asitlik

Şalgam suyu örneklerinin toplam asitlik değerleri titrimetrik yöntem kullanılarak tayin edilmiş ve sonuçlar g laktik asit/L cinsinden ifade edilmiştir (AOAC, 2007).

Çizelge 1. Şalgam suyu örnekleri
Table 1. *Shalgam juice samples*

Örnek kodu <i>Sample code</i>	Hammadde/İçerik <i>Raw material/Content</i>	Üretim yeri <i>Production place</i>
A	Mor havuç, şalgam turpu, bulgur unu, ekşi hamur, sarımsak, sodyum benzoat, acı kırmızı biber aroması (doğal), tuz, su	Kırıkhan/Hatay
B	Mor havuç, şalgam turpu, bulgur unu, tuz, su	Osmaniye
C	Mor havuç, şalgam turpu, bulgur, maya, sodyum benzoat, süs biberi, tuz, su	Ereğli/Konya
D	Mor havuç, şalgam turpu, pancar, bulgur, ekşi mayalı ekmek, toz şeker, limon, kaya tuzu, su	Osmaniye
E	Mor havuç, bulgur unu, tuz	Osmaniye
F	Mor havuç, şalgam turpu, bulgur, acı biber, tuz, su	Turgutlu/Manisa
G	Mor havuç, şalgam turpu, bulgur unu, maya, sarımsak, sodyum benzoat, süs biberi, tuz, su	Ereğli/Konya
H	Mor havuç, bulgur unu, tuz, su	Osmaniye
J	Mor havuç, şalgam turpu, pancar, ekmek, limon tuzu, tuz, su	Osmaniye
K	Mor havuç, bulgur unu, tuz, su	Osmaniye
L	Organik mor havuç, organik bulgur, sodyum klorür, su	Seyhan/Adana
M	Mor havuç, şalgam turpu, pancar, ekmek, limon tuzu, tuz, su	Osmaniye
N	Mor havuç, şalgam turpu, pancar, ekmek, limon tuzu, tuz, su	Osmaniye
P	Mor havuç, şalgam turpu, sodyum benzoat, acı biber, tuz, su	Elmadağ/Ankara
R	Mor havuç, şalgam turpu, bulgur, ekşi hamur, sarımsak, sodyum benzoat, tuz, su	Yüreğir/Adana

Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizler öncesi örnek hazırlığı

Örneklerin 1. dilüsyonu %0.1 Peptonlu Su (PW, pH 7.0 ± 0.2 , Oxoid CM0009, İngiltere) kullanılarak hazırlanmıştır. Daha sonra örneklerin diğer dilüsyonları PW (%0.1) kullanılarak hazırlanmış ve uygun dilüsyonlardan petrilere paralel ekimler yapılmıştır.

LAB sayımı

LAB sayımı amacıyla, uygun dilüsyonlardan 0.1 g/L sikloheksimit içeren Man Rogosa and Sharp Agar (MRS, pH 6.2 ± 0.2 , Conda 202252, İspanya) ve M17 Agar (pH 7.2 ± 0.2 , Merck 115108, Almanya) besiyerlerine dökme plak yöntemine göre çift katlı ekimler yapılmış, ekim yapılan petriler 30°C 'de 3-5 gün inkübe edilmiştir (ISO 15214, 1998).

Maya sayımı

Örneklerde bulunan maya sayısını belirlemek amacıyla, uygun dilüsyonlardan %10 tartarik asit (Merck KGaA Art-802, Darmstadt, Almanya) kullanılarak asitlendirilmiş Potato Dextrose Agar (PDA, pH 5.6 ± 0.2 , Merck 110130, Almanya) besiyerine dökme plak yöntemine göre ekim yapılmış ve ekim yapılan petriler 25°C 'de 3-5 gün inkübe edilmiştir (FDA-BAM, 2001).

İstatistiksel Değerlendirme

Bu çalışma kapsamında tüm denemeler üç tekerrür ve iki paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları SPSS 20 paket programı ile tek yönlü ANOVA ve Duncan çoklu karşılaştırma metodları kullanılarak $P < 0.05$ önem seviyesinde değerlendirilmiştir (SPSS, 2011).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Şalgam Suyu Örneklerinin Fizikokimyasal Özellikleri

Şalgam suyu örneklerinin pH değerleri 3.49 ve 6.28 aralığında, toplam asitlik değerleri ise 0.30 ve 14.55 g laktik asit/L aralığında değişim

göstermiştir (Çizelge 2). En yüksek pH değerinin J kodlu şalgam suyu örneğinde olduğu, pH değerine paralel olarak en düşük toplam asitlik değerinin J kodlu örnekte ($P<0.05$), en yüksek asitlik değerinin ise M kodlu örnekte bulunduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Çizelge 2. Şalgam suyu örneklerinin pH ve toplam asitlik değerleri
Table 2. pH and total acidic values of şalgam juice samples

Örnek kodu Sample code	pH	Toplam asitlik (g laktik asit/L) Total acidity (g lactic acid/L)
A	3.53±0.01 ^b	11.40±0.71 ^f
B	3.49±0.01 ^a	9.80±0.14 ^e
C	3.94±0.01 ^j	7.55±0.21 ^c
D	4.12±0.01 ^k	11.30±0.14 ^f
E	3.62±0.01 ^e	6.55±0.21 ^b
F	3.51±0.02 ^{ab}	9.00±0.14 ^d
G	3.86±0.00 ^t	8.90±0.00 ^d
H	3.67±0.01 ^g	8.80±0.14 ^d
J	6.28±0.04 ^m	0.30±0.14 ^a
K	3.59±0.02 ^d	12.25±0.07 ^g
L	3.71±0.02 ^h	7.10±0.42 ^{bc}
M	3.60±0.00 ^{de}	14.55±0.49 ^h
N	3.65±0.01 ^f	11.30±0.57 ^f
P	3.55±0.01 ^c	12.30±0.14 ^g
R	3.64±0.01 ^f	8.90±0.71 ^d

* Aynı sütunda yer alan farklı harflere (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, m) sahip değerler $P < 0.05$ 'te önemli ölçüde farklıdır.
* Values in the same column with different letters (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, m) are significantly different at $P < 0.05$.

Şalgam suyunun pH ve toplam asitlik değerleri, fermentasyon süresince üretilen laktik asit ile ilişkilendirilmektedir. Ayrıca, pH ve toplam asitlik değerleri son ürünün organoleptik özellikleri açısından önem arz etmektedir. TS 11149 Şalgam Suyu Standardına göre şalgam suyunun pH değerinin 3.3-3.8 aralığında ve toplam asitlik miktarının en az 6 g laktik asit/L olması gerekmektedir. Bu verilerle karşılaştırıldığında, incelemeye alınan şalgam suyu örneklerinden J kodlu geleneksel ev yapımı şalgam suyu örneğinin pH ve toplam asitlik değerlerinin standarda uygun olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, C, D

ve G kodlu örneklerin pH değerlerinin 3.8'in üzerinde olması nedeniyle standarda uygun olmadığı, toplam asitlik açısından değerlendirildiğinde ise J kodlu örnek hariç tüm örneklerin standarda uyum gösterdiği belirlenmiştir.

Ağırman (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı tuzlar kullanılarak geleneksel yöntem ile üretilen şalgam sularının pH değerlerinin 3.26 ve 3.48 arasında değiştiği, toplam asitlik değerlerinin laktik asit cinsinden 7.40 ve 8.71 g/L aralığında olduğu tespit edilmiştir. Yapılan başka bir

çalışmada, farklı işletmelerden satın alınan şalgam suyu örneklerinin pH değerlerinin 3.28 ve 3.48 arasında değişim gösterdiği, toplam asitlik değerlerinin ise laktik asit cinsinden 6.54 ve 7.25 g/L aralığında değiştiği tespit edilmiştir (Tangüler, 2010). Tanguler vd. (2015) tarafından yapılan başka bir çalışmada, direkt yöntem (sadece havuç fermantasyonu içeren yöntem), geleneksel yöntem ve starter kültür (*L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. plantarum*) ilave edilerek şalgam suyu üretimi gerçekleştirilmiş ve 25°C'de 10 günlük fermantasyon sonunda örneklerin pH değerlerinin 3.42-3.55 aralığında, toplam asitlik değerlerinin ise 6.33-9.22 g laktik asit/L aralığında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada, direkt ve geleneksel yöntemlerle şalgam suyu üretimi yapılmış, fermantasyon sonunda (25°C'de 10 gün) örneklerin pH değerlerinin 3.43-3.73 aralığında, toplam asitlik değerlerinin ise 6.35-7.00 g laktik asit/L aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Tanguler vd., 2021). Çırak (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, şalgam suyu üretiminde geleneksel yöntem kullanılmış ve farklı fermantasyon sıcaklığı uygulamasının (15°C, 20°C, 25°C, 30°C ve 35°C) şalgam suyu kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Sıcaklık artışıyla birlikte fermantasyon süresinin kısaldığı, en yüksek toplam asitlik değerinin laktik asit cinsinden 20°C ve 25°C'de fermente edilen örneklerde sırasıyla 7.96 g/L ve 8.23 g/L olduğu tespit edilmiştir. 35°C'de fermente edilen örneklerde ise toplam asitlik değeri 5.49 g/L ile en düşük değer olarak belirlenmiştir. Tarafımızca yürütülen çalışma kapsamında incelenen çoğu şalgam suyu örneğinin pH ve toplam asitlik değerlerinin literatür verileri ile paralellik gösterdiği, A, D, K, M, N ve P kodlu örneklerin toplam asitlik değerlerinin literatür verilerine göre daha yüksek, J kodlu örneğin ise toplam asitlik değerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Gerçekleştirdiğimiz çalışmadan elde ettiğimiz sonuçlar, şalgam suyu örneklerinin birçoğunun pH ve toplam asitlik değerlerinin üretim sırasında kullanılan yöntem, starter kültür ve fermantasyon koşullarına bağlı olarak farklılık gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, kontrolsüz

şartlarda geleneksel yöntemlerle üretilen şalgam sularının istenilen asitlik seviyesine ulaşamayabileceği görülmektedir.

Şalgam Suyu Örneklerinin Mikrobiyolojik Özellikleri

Bu çalışmada 15 farklı şalgam suyu örneğinde bulunan LAB sayıları MRS ve M17 Agar olmak üzere iki farklı besiyeri kullanarak belirlenmiştir. MRS ve M17 Agar besiyerlerinin içerisinde yer alan bileşenlerdeki farklılıklar, bu ortamlarda gelişebilen LAB türlerinin farklılık göstermesine neden olmaktadır. *Enterococcus* ve *Streptococcus* türlerinin sayımı için genellikle M17 Agar, diğer LAB türlerinin sayımı amacıyla ise çoğunlukla MRS Agar kullanılmaktadır (Hayek ve ark., 2019). Sayım amacıyla MRS Agar besiyeri kullanıldığında, E ve P kodlu örnekler dışında diğer örneklerin LAB sayıları 3.38 ve 6.51 log KOB/mL aralığında değişirken, M17 Agar besiyeri kullanıldığında, E, K, L, M ve P kodlu örnekler haricinde diğer örneklerin LAB sayıları 1.55 ve 4.78 log KOB/mL aralığında belirlenmiştir (Çizelge 3). En yüksek LAB sayısı her iki besi ortamında da D kodlu örnekten elde edilmiştir ($P < 0.05$). MRS Agar besiyerinde E ve P kodlu örneklerin, M17 Agar ortamında ise E, K, L, M ve P kodlu örneklerin LAB sayılarının tespit edilebilir limitlerin altında olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, en düşük LAB sayısının her iki ortamda da A kodlu örnekte olduğu gözlemlenmiştir ($P < 0.05$). Örneklerin LAB sayıları ile toplam asitlik miktarı ve benzoat içeriği arasında bir korelasyon olmadığı tespit edilmiştir. LAB sayılarındaki farklılık, örneklerde bulunan besin öğelerinin konsantrasyonlarındaki farklılıklardan kaynaklanabilir. MRS Agar besiyerinde D ve H kodlu örnekler dışında, M17 Agar besiyerinde ise tüm örneklerde LAB sayılarının 6 log KOB/mL'nin altında olduğu görülmekte ve ayrıca, bu iki besiyerinde kültüre edilen LAB'nin de probiyotik özellikte olup olmadıkları bilinmemektedir. Bu durum, piyasada satışa sunulan ve çoğunlukla probiyotik olarak değerlendirilen birçok şalgam suyunun probiyotik özellik gösterecek seviyede canlı hücre içermediğini göstermektedir.

Şalgam suyu örnekleri maya sayıları açısından değerlendirildiğinde, E ve P kodlu örnekler dışında diğer örneklerin maya sayılarının 1.13 ve 5.32 log KOB/mL arasında değişim gösterdiği (Çizelge 3), en yüksek maya sayısının ise J kodlu şalgam suyu örneğinde bulunduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$). Bu durum, J kodlu örnekte yüksek seviyede bulunan mayaların, LAB tarafından

üretilen laktik asidi parçalayarak asitliğin düşmesine (Karabıyıklı ve Erdoğan, 2019) ve son ürünün yeterli miktarda asitliğe sahip olmamasına neden olmuştur (Çizelge 2). Bununla birlikte, LAB sayısına benzer şekilde E ve P kodlu örneklerde maya sayılarının tespit limitinin altında olduğu ve en düşük maya sayısının A kodlu örnekte elde edildiği gözlemlenmiştir.

Çizelge 3. Şalgam suyu örneklerinin laktik asit bakteri ve maya sayısı
Table 3. The counts of lactic acid bacteria and yeast of shalgam juice samples

Örnek kodu Sample code	log KOB/mL		Maya
	log CFU/mL		
	Laktik asit bakterileri Lactic acid bacteria		
	MRS	M17	
A	3.38±0.29 ^b	1.55±0.08 ^b	1.13±0.07 ^b
B	5.18±0.14 ^e	1.98±0.04 ^c	4.27±0.02 ^g
C	5.15±0.09 ^e	2.98±0.08 ^d	3.29±0.12 ^e
D	6.51±0.16 ^h	4.78±0.05 ^h	2.12±0.12 ^c
E	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a
F	4.53±0.29 ^d	2.08±0.12 ^c	4.75±0.11 ^h
G	5.82±0.00 ^{fg}	4.30±0.16 ^g	3.42±0.35 ^e
H	6.03±0.12 ^g	3.62±0.31 ^e	4.72±0.20 ^h
J	5.90±0.05 ^{fg}	4.24±0.10 ^g	5.32±0.00 ⁱ
K	4.58±0.03 ^d	<1 ^a	4.79±0.06 ^h
L	3.98±0.13 ^c	<1 ^a	2.99±0.04 ^d
M	4.24±0.04 ^c	<1 ^a	4.02±0.06 ^g
N	5.72±0.01 ^f	1.92±0.18 ^c	3.18±0.02 ^{de}
P	<1 ^a	<1 ^a	<1 ^a
R	5.05±0.10 ^e	3.97±0.15 ^f	3.70±0.13 ^f

* Aynı sütunda yer alan farklı harflere (a, b, c, d, e, f, g, h, i) sahip değerler $P < 0.05$ 'te önemli ölçüde farklıdır.

* Values in the same column with different letters (a, b, c, d, e, f, g, h, i) are significantly different at $P < 0.05$.

Piyasada satışa sunulan şalgam sularının mikrobiyolojik özelliklerinin incelendiği sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Gök (2017) tarafından yürütülen bir çalışmada, Adana'da satışa sunulan 25 adet ticari şalgam suyunun Türk Gıda Kodeksi uygunlukları araştırılmış ve şalgam suyu örneklerinin LAB sayıları 2.18 ve 5.95 log KOB/mL, maya sayıları ise 1.47 ile 5.77 log KOB/mL aralığında tespit edilmiştir. Yapılan farklı bir çalışmada, Adana ve Mersin'de satışa sunulan 14 adet şalgam suyu örneğinin LAB

sayıları 4.38-7.93 log KOB/mL, maya sayıları ise 3.79 ve 6.26 log KOB/mL aralığında belirlenmiştir (Özer ve Çoksöyler, 2015). Bu sonuçlar tarafımızca elde edilen verilere benzer şekilde, piyasada satışa sunulan birçok şalgam suyunun LAB ve maya sayılarının 6 log KOB/mL'nin altında olduğunu ve satışa sunulan şalgam sularının probiyotik özellik gösterecek seviyede canlı hücre içermediğini ortaya koymaktadır.

Literatürde farklı üretim yöntemleri kullanılarak üretilen şalgam suyu örneklerinin mikrobiyolojik özelliklerinin incelendiği farklı çalışmalar bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmalarda, direkt yöntem, geleneksel yöntem ve/veya starter kültür (*L. plantarum*, *L. delbrueckii*, *L. brevis*, *L. lactis*, *L. fermentum*, *L. pentosus*, *L. buchneri*, *L. paracasei* ve *P. pentosaceus*) ilavesi ile, farklı konsantrasyonlarda hammadde ve farklı fermantasyon koşulları kullanılarak üretilen şalgam suyu örneklerinin LAB sayılarının 6.59-9.40 log KOB/mL ve maya sayılarının ise 6.05-7.73 log KOB/mL aralığında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Tangüler, 2010; Tangüler ve Erten, 2013; Ağırman, 2014; Tanguler vd., 2014; Tanguler vd., 2015; Çankaya ve Tangüler, 2018; Tangüler, 2021). Elde edilen bu sonuçlar, şalgam suyu üretiminde kullanılan hammadde, üretim yöntemi, starter kültür olarak kullanılan LAB türü ve fermantasyon koşulları gibi faktörlerin, ürünün mikrobiyolojik özelliklerini önemli ölçüde etkilediğini ve farklı üretim teknikleri ve özellikle starter kültür ilavesi ile şalgam suyunda bulunan LAB sayılarının 6 log KOB/mL'nin üzerine çıkarılabileceğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, elde edilen bu sonuçlar starter kültür olarak probiyotik hücrelerin ilavesi ile üretilecek şalgam suyunun belirli sayıda ($>10^6$ KOB/mL) probiyotik hücre içerebileceğini ve istenilen ürün özelliklerine sahip standart kalitede probiyotik şalgam suyu üretiminin gerçekleştirilebileceğini göstermektedir.

SONUÇ

Son yıllarda tüketicilerin sağlık üzerine olumlu etkilere sahip olan gıdaları tüketmeye yönelik eğilimlerinin artması ile birlikte, aslında çok eski yıllardan bu yana üretilen şalgam suyunun ülke genelinde üretim ve tüketiminin daha da yaygınlaştığı, özellikle de üretimin yerel ve ufak ölçekli üreticilerden büyük ölçekli ticari üretime evrildiği görülmektedir. Şalgam suyu, genel olarak starter kültür kullanılmadan spontan fermantasyon yolu ile üretilmektedir. Dolayısıyla, ülkemizde aktif olarak şalgam suyu üretimi yapan firmaların ürünleri incelendiğinde, bu çalışmanın verilerinde de olduğu gibi her birinin çok farklı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklere sahip

olduğu görülmektedir. Bu durum, şalgam suyunun spontan fermantasyon sonucunda üretilmesinin doğal bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Burada en önemli problem, halk arasında probiyotik olarak bilinen bu ürünün çoğu zaman canlı probiyotik hücre içermemesi, içerdiği durumlarda ise bu sayının sağlık üzerine olumlu etki gösterecek seviyede ($>10^6$ KOB/mL) olmamasıdır. Bu çalışmada, E ve P kodlu örneklerin LAB ve maya sayılarının tespit limitlerinin altında olmasının, üretim sonrası ürünlerin raf ömrünü uzatmak amacı ile ısı işleme tabi tutulmuş olması ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Bu sonuç, piyasada satışa sunulan şalgam sularının, kullanılan üretim yöntemine bağlı olarak canlı hücre içermeyebileceğini kanıtlar niteliktedir. Bununla birlikte, MRS Agar besiyerinde D ve H kodlu örnekler dışında, M17 Agar besiyerinde ise tüm örneklerde LAB sayılarının 6 log KOB/mL'nin altında olduğu, maya sayılarının da tüm örneklerde bu limitin altında bulunduğu görülmektedir. MRS ve M17 Agar besiyerinde kültüre edilen LAB'nin farklı türler olabileceği, bu türlerin hepsinin probiyotik özellikte olduğu ve ayrıca yapılan çalışmalarda bazı mayaların probiyotik özellikte olabileceğinin bildirilmesi nedeniyle PDA besiyerinde kültüre edilen mayaların da probiyotik özellikte olabileceği göz önüne alınırsa, ancak bu durumda bu örneklerin probiyotik özellikte olabileceği söylenebilir. Ülkemize özgü geleneksel fermente gıdalarımızdan olan şalgam suyunun probiyotik olarak adlandırılabilmesi için gerekli olan probiyotik sayısının (>6 log KOB/mL) ortama adapte olabilecek probiyotik hücrelerin proses sırasında şalgam suyuna starter kültür olarak ilave edilmesi ile bu problemin çözüme kavuşabileceği düşünülmektedir. Bu kapsamda şalgam suyu örneklerinden izolasyon ve tanılama yapıldıktan sonra elde edilen izolatların probiyotik özellikte olduğunun detaylı analizlerle tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, probiyotik olduğu belirlenen hücrelerin ilave edilmesiyle standart kalitede probiyotik şalgam suyu üretiminin gerçekleştirileceği ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Bu makale ile ilgili olarak başka kişiler ve/veya kurumlar arasında bir çıkar çatışması yoktur.

YAZARLARIN KATKISI

BÖ, GK, AKP, KA, YY laboratuvar analizlerini gerçekleştirmiştir. İYŞ fikir/kavram, tasarım, denetleme/danışmanlık, yöntem, analiz ve yorum ile makalenin genel düzeni aşamasına katkı sağlamıştır. Tüm yazarlar makalenin yazımına katkıda bulunmuş, son halini okumuş ve onaylamışlardır. Makalenin hazırlanmasında başka kişi ve/veya kurumların katkısı yoktur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (BAP) tarafından desteklenmiştir (Proje No: FOA-2020-21427).

KAYNAKLAR

Ağırman, B. (2014). Şalgam suyu üretiminde farklı klorür tuzları kullanılarak sodyum klorür miktarının azaltılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, Türkiye, 99 s.

Akman, P.K., Ozulku, G., Tornuk, F., Yetim, H. (2021). Potential probiotic lactic acid bacteria isolated from fermented gilaburu and shalgam beverages. *LWT- Food Science and Technology* 149: 111705, doi: 10.1016/j.lwt.2021.111705.

Amirani, E., Milajerdi, A., Mirzaei, H., Jamilian, H., Mansournia, M.A., Hallajzadeh, J. Ghaderi, A. (2020). The effects of probiotic supplementation on mental health, biomarkers of inflammation and oxidative stress in patients with psychiatric disorders: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Complementary Therapies in Medicine* 102361, doi: 10.1016/j.ctim.2020.102361.

Angelin, J., Kavitha, M. (2020). Exopolysaccharides from probiotic bacteria and their health potential. *International Journal of Biological Macromolecules* 162: 853-865, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.06.190.

AOAC (2007). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists International. 18th Edition, Washington DC, USA.

Bircan, S. Erten, H. (2018). Şalgam suyundan izole edilen bazı laktik asit bakterilerinin moleküler karakterizasyonu ve bunların starter kültür olarak kullanıma potansiyellerinin belirlenmesi. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 35(6): 73-81.

Çankaya, A., Tangüler, H. (2018). Şalgam suyu üretiminde gerçekleştirilen havuç fermantasyonu sırasında mikrobiyal değişim üzerine sıcaklığın etkisi. *Türk Tarm-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 6(6): 749-755.

Çırak, M.A. (2016). Şalgam suyu üretiminde farklı fermantasyon sıcaklığı uygulamasının kalite üzerine etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, Türkiye, 82s.

Coskun, F. (2017). A traditional Turkish fermented non-alcoholic grape-based beverage, "Hardaliye", *Beverages* 3(1): 2, doi: 10.3390/beverages3010002.

Ekinci, F.Y., Baser, G.M., Özcan, E., Üstündağ, Ö.G., Korachi, M., Sofu, A., Blumberg, J.B., Chen, C.Y.O. (2016). Characterization of chemical, biological, and antiproliferative properties of fermented black carrot juice, shalgam. *European Food Research and Technology* 242(8): 1355-1368, doi: 10.1007/s00217-016-2639-7.

Erik, S., Ormancı, F.S. (2022). Probiyotik kültür ile üretilen peynirler. *Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi* (3): 43-54.

Erten, H., Tanguler, H., Canbaş, A. (2008). A traditional Turkish lactic acid fermented beverage: Shalgam (Shalgam). *Food Reviews International* 24(3): 352-359, doi: 10.1080/87559120802089324.

FDA-BAM (Food and Drug Administration-Bacteriological Analytical Manual) (2001). Yeasts, molds and mycotoxins. <https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethod/s/ucm071435.htm>, (Accessed: 28 January 2023).

- Ghorbani, S., Shekarfroush, S.S., Niakousari, M., Gheisari, H.R., Janipour, R. (2023). Formulation and assessing characteristics of probiotic ice cream fortified with free and encapsulated iron. *Journal of Food Measurement and Characterization* 17(1): 499-507, doi: 10.1007/s11694-022-01647-0.
- Gök, S. (2017). Adana İlinde Satışa Sunulan Şalgam Sularının Kalite Özelliklerinin ve Türk Gıda Kodeksine Uygunluğunun Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, Türkiye, 60 s.
- Hayek, S.A., Gyawali, R., Aljaloud, S.O., Krastanov, A., Ibrahim, S.A. (2019). Cultivation media for lactic acid bacteria used in dairy products. *Journal of Dairy Research* 86(4): 490-502, doi: 10.1017/S002202991900075X.
- ISO 1998. ISO 15214:1998 Microbiology of food and animal feeding stuffs -- Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria. -- Colony-count technique at 30 degrees C. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:15214:ed-1:v1:en> (Accessed: 28 January 2023).
- Kafkaskıray, E.S. (2020). Şalgam suyu fermantasyon sürecinin mikrobiyal profilinin moleküler yöntemlerle belirlenmesi. İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Türkiye, 106 s.
- Kahve, H.I., Akbulut, M., Coklar, H. (2022). Identification and technological characterization of endogenous yeast isolated from fermented black carrot juice, shalgam. *LWT- Food Science and Technology* 154: 112823, doi: 10.1016/j.lwt.2021.112823.
- Kamel, D.G., Hammam, A.R., El-Diin, M.A.N., Awasti, N., Abdel-Rahman, A.M. (2023). Nutritional, antioxidant, and antimicrobial assessment of carrot powder and its application as a functional ingredient in probiotic soft cheese. *Journal of Dairy Science* 106(3): 1672-1686, doi: 10.3168/jds.2022-22090.
- Karabıyıklı, Ş., Erdoğan, S. (2019). Peynir üretiminde mikroorganizmaların rolü ve önemli mikroorganizma grupları. *Journal of New Results in Engineering and Natural Sciences*, (9): 35-45.
- Martins, E.M.F., Ramos, A.M., Vanzela, E.S.L., Stringheta, P.C., de Oliveira Pinto, C.L., Martins, J.M. (2013). Products of vegetable origin: A new alternative for the consumption of probiotic bacteria. *Food Research International* 51(2): 764-770, doi: 10.1016/j.foodres.2013.01.047.
- Mujdeci, G.N., Tanguler, H., Macit, H., Kabak, B. (2023). Effect of three different preservatives on the microbiota of Shalgam, a traditional lactic acid fermented beverage. *Foods* 12(22), 4075, doi: 10.3390/foods12224075.
- Naseem, Z., Mir, S.A., Wani, S.M., Rouf, M.A., Bashir, I., Zehra, A. (2023). Probiotic-fortified fruit juices: Health benefits, challenges, and future perspective. *Nutrition* 115: 112154, doi: 10.1016/j.nut.2023.112154.
- Özer, N., Çoksöyler, F.N. (2015). Şalgam suyunun bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. *Gıda*, 40(1): 31-38, doi: 10.15237/gida.GD14068.
- Panghal, A., Janghu, S., Virkar, K., Gat, Y., Kumar, V., Chhikara, N. (2018). Potential non-dairy probiotic products-A healthy approach. *Food Bioscience* 21: 80-89, doi: 10.1016/j.fbio.2017.12.003.
- Samantır, N. (2014). Şalgam suyundan izole edilen laktik asit bakterilerinin 16S rRNA ile tanımlanması ve bazı gelişme parametrelerinin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye, 85 s.
- SPSS (2011). Statistical Package, SPSS for Windows, Ver. 20.0, Chicago.
- Tangüler, H. (2010). Şalgam suyu üretiminde etkili olan laktik asit bakterilerinin belirlenmesi ve şalgam suyu üretim tekniğinin geliştirilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

- Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana, Türkiye, 367 s.
- Tangüler, H. (2021). The effect of using different size purple carrots and *Lactobacillus plantarum* on the properties of fermented shalgam (Şalgam). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 9(10): 1759-1766, doi: 10.24925/turjaf.v9i10.1759-1766.4246.
- Tanguler, H., Cankaya, A., Agcam, E., Uslu, H. (2021). Effect of temperature and production method on some quality parameters of fermented carrot juice (Shalgam). *Food Bioscience* 41: 100973, doi: 10.1016/j.fbio.2021.100973.
- Tanguler, H., Erten, H. (2012a). Occurrence and growth of lactic acid bacteria species during the fermentation of shalgam (salgam), a traditional Turkish fermented beverage. *LWT-Food Science and Technology* 46: 36-41, doi: 10.1016/j.lwt.2011.10.026.
- Tanguler, H., Erten, H. (2012b). Chemical and microbiological characteristics of shalgam (şalgam); a traditional Turkish lactic acid fermented beverage. *Journal of Food Quality* 35: 298-306, doi: 10.1111/j.1745-4557.2012.00447.x.
- Tangüler, H., Erten, H. (2013). Selection of potential autochthonous starter cultures from shalgam, a traditional Turkish lactic acid-fermented beverage. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 37(2): 212-220, doi: 10.3906/tar-1205-37.
- Tanguler, H., Gunes, G., Erten, H. (2014). Influence of addition of different amounts of black carrot (*Daucus carota*) on shalgam quality. *Journal of Food Agricultural Environmental* 12(2): 60-65.
- Tanguler, H., Saris, P. E., Erten, H. (2015). Microbial, chemical and sensory properties of shalgams made using different production methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 95(5): 1008-1015, doi: 10.1002/jsfa.6781.
- Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği (2017). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/01/20170126M1-5.htm> (Erişim Tarihi: 5 Eylül 2023).
- Türk Standartları Enstitüsü (2003). TS 11149 Şalgam Suyu Standardı, Ankara.
- Üçok, E.F., Tosun, H. (2012). Şalgam suyu üretimi ve fonksiyonel özellikleri. *Celal Bayar University Journal of Science* 8(1): 17-26.
- WHO/FAO (2002). Probiotics in Food Health and Nutritional Properties and Guidelines for Evaluation.
- Yahşi, Y. (2022). Bitkisel kaynaklı protein ve probiyotik ile zenginleştirilmiş meyve ve sebze bazlı içeceklerin geliştirilmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İzmir, Türkiye, 176 s.