



GLUTENSİZ ŞALGAM SUYU ÜRETİMİ VE TS11149 ŞALGAM SUYU STANDARDINA UYGUNLUĞUNUN ARAŞTIRILMASI

Şeyda Yanardağ Karabulut^{1*}, Sami Bulut²

¹ Kırklareli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kırklareli, Türkiye

² Trakya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Edirne, Türkiye

Geliş/Received: 03.09.2023; Kabul /Accepted: 17.02.2024; Online baskı /Published online: 06.03.2024

Yanardağ Karabulut, Ş., Bulut, S. (2024). Gluteniz şalgam suyu üretimi ve TS 11149 şalgam suyu standardına uygunluğunun araştırılması. GIDA (2024) 49 (2) 269-283 doi: 10.15237/ gida.GD23100

Yanardağ Karabulut, Ş., Bulut, S. (2024). Production of gluten-free shalgam juice and its compliance with the TS11149 turnip juice standard. GIDA (2024) 49 (2) 269-283 doi: 10.15237/ gida.GD23100

ÖZ

Bu çalışmada geleneksel bir Türk içeceği olan şalgam suyunun üretiminde kullanılan bulgur unu yerine %60 mısır ve %40 pirinç unu karışımı kullanılarak gluteniz şalgam suyu üretilmiş ve TS11149 şalgam suyu standardına uygunluğu araştırılmıştır. Elde edilen veriler gluteniz şalgam suyunun duyuşal olarak, renk ve ekşilik hariç, bulgur unlu şalgam suyu ile karşılaştırılabilir nitelikte olduğunu göstermiştir. Bulgur unu (gluten) içeren ve gluten içermeyen şalgam sularının üretildiği bu karşılaştırmalı çalışmadan elde edilen veriler; üretilen şalgam sularının toplam asit (9.37-6.76>6 g/L), kül (13.94-12.98<20 g/L) ve tuz (1.55-1.47<%2) kriterleri bakımından TS11149 ile uyumlu olduğu, pH (2.83-2.87<3.3-3.8) ve toplam kuru madde (21.49-18.06<25 g/L) değerlerinin TS11149'daki değerlerden düşük olduğu, toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısının ilgili standarttaki limit değerden (6.15-7.77>5 log KOB/mL) yüksek olduğu ve sadece bulgur unu ile üretilen şalgam suyunun briksinin standarttaki limit değeri (2.83>2.5 °B) karşıladığı şeklindedir. Literatür verileri ve bu çalışma ile elde edilen sonuçlar TS11149 şalgam suyu standardında revizyon yapılması gerektiğini ortaya çıkarmıştır.

Anahtar kelimeler: Gluteniz şalgam suyu, TS11149 şalgam suyu standardı

PRODUCTION OF GLUTEN-FREE SHALGAM JUICE AND ITS COMPLIANCE WITH THE TS11149 TURNIP JUICE STANDARD

ABSTRACT

In this study, turnip juice, which is a traditional Turkish beverage was produced gluten-free by using a mixture of 60% corn and 40% rice flour instead of bulgur flour used in the production of traditional turnip juice and its compliance with the TS11149 turnip juice standard was investigated. Gluten-free turnip juice was sensorially comparable to standard turnip juice, except for color and sourness. The data obtained from this comparative study, in which bulgur flour containing and gluten-free turnip juices were produced, showed that the produced turnip juices contained total acid (6.53-9.1>6 g/L), ash (12.98-13.94<20 g/L) and salt (1.47-1.55<2%) is compatible with TS11149 in terms of criteria, pH (2.81-2.82<3.3-3.8) and total dry matter (18.06-21.49<25 g/L) values are lower than the values in TS11149; the total number of mesophilic aerobic bacteria is higher than the limit value in the relevant standard (6.15-7.77>5 log CFU/mL) and the brix of turnip juice produced only with bulgur

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉: seyda karabulut@klu.edu.tr

☎ (+90) 288 214 0514

☎ (+90) 288 214 0516

Şeyda Yanardağ Karabulut; ORCID no: 0000-0002-9649-5874

Sami Bulut; ORCID no: 0000-0002-6677-1612

flour meets the limit value in the standard ($2.83 > 2.5$ °B). The literature data and the results obtained with this study revealed that a revision should be made in the TS11149 turnip juice standard.

Keywords: Gluten-free shalgam juice, TS11149 turnip juice standard

GİRİŞ

TS11149 şalgam suyu standardında şalgam suyu, “Bulgur unu, ekşi hamur, içme suyu ve yemeklik tuzun karıştırılıp laktik asit fermentasyonuna tabi tutulduktan sonra elde edilen özütün, kara havuç (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef), şalgam ve istenirse acı toz biber ilave edilerek hazırlanan karışımın tekrar laktik asit fermentasyonuna tabi tutulması ile elde edilen ve istenildiğinde ısı işlem ile dayanıklı hale getirilen bir ürün” olarak tanımlanmıştır.

İştah açıcı ve sindirimi düzenleyici geleneksel bir ürün (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984, Özler ve Kılıç, 1996) olan şalgam (*Brassica rapa* subsp. *rapa*) suyunun kalsiyum, demir ve A, C, B grubu vitaminlerince (Canbaş ve Fenercioğlu, 1984) ve fenolik maddelerce zengin olduğu, vücuttan toksinleri uzaklaştırdığı, böbrek taşı oluşumunu azalttığı, akne, egzama, apse ve hematomu tedavi etmeye, idrar söktürmeye, akciğer ve bronşları temizlemeye yardımcı olduğu belirtilmiştir (Coşkun, 2017).

Fonksiyonel gıda olarak da değerlendirilebilecek olan şalgam suyunun üretiminde ekşi hamur ve bulgur unu kullanıldığından gluten hassasiyeti olanlar için uygun bir içecek olmayabilmektedir. Bulgur, önceden jelatinize edilmiş geleneksel ve fonksiyonel bir buğday ürünü olup, genel olarak durum buğdayından temizleme, kaynatma, kurutma, kısmen kepek ayırma, öğütme ve eleme proses adımları ile üretilmektedir (Candal-Uslu vd., 2020). Gluten buğday, arpa, yulaf ve çavdarın esas proteini olup, glutenin ve gliadin bileşenlerinden oluşmaktadır (Guandalini ve Polanco, 2015). Gluten içeren buğday türevleri ise bulgur, setik ve kuskustur (Saturni vd., 2010; Sapone vd., 2012; Lamacchia vd., 2014; Fardet, 2015; Elli vd., 2019; Candal-Uslu vd., 2020). İleri düzeyde gluten hassasiyeti, çölyak hastalığı olarak bilinmektedir. Ancak çölyak olmadığı halde glutene karşı duyarlılık gösteren bireylerin de olduğu bildirilmiştir. Çölyak dışı gluten duyarlılığı olarak adlandırılan bu durum daha ziyade kadınlarda, genç ya da orta yaştaki bireylerde

görülmektedir (C-Bulsa, 2015; Guandalini ve Polanco, 2015; Roszkowska vd., 2019). Belirtileri; kabızlık ve/veya ishal, şişkinlik, karın ağrısı, (Guandalini ve Polanco, 2015; Rostami vd., 2015) mide bulantısı, epigastrik ağrı, gastroözofageal reflü, yorgunluk, baş ağrısı, fibromiyalji benzeri eklem / kas ağrısı, bacak veya kol uyuşması, deri döküntüsü, depresyon ve anemidir (Guandalini ve Polanco, 2015; Roszkowska vd., 2019). Yapılan çalışmalar glutenin yanı sıra buğdayda bulunan amilaz-tripsin inhibitörleri, fermente edilebilir kısa zincirli karbonhidratlar ve amilaz gibi bileşenlerin de çölyak dışı gluten duyarlılığı olan bireylerde görülen semptomların (özellikle hassas bağırsak sendromu) ortaya çıkma olasılığını artırdığını göstermiştir (Catassi vd., 2013; Roszkowska vd., 2019; Cárdenas-Torres vd., 2021). Ayrıca çölyak dışı gluten hassasiyeti tanısı için çölyak (lökosit antijeni (HLA)-DQ2 ve/veya HLA-DQ8 haplotipleri) ve buğday alerjisinde (immünoglobulin E antikorları) olduğu gibi hassas ve tekrarlanabilir biyobelirteçlerin bulunmaması nedeniyle plasebo kontrollü gluten testlerinin yapılması gerekmektedir (Cárdenas-Torres vd., 2021). Tanısının zor olması, gluten dışı fermente edilebilir oligo-, di-, monosakkaritler ve poliollerin de (FODMAP) semptomlara neden olabilmesi ve bireyden bireye hassasiyet gösterilen bileşiklerin sayı / tür ve tolerans eşik değerlerinin değişken olması nedeniyle “gutesiz” ibaresinin gıda etiketlerinde kullanımında daha dikkatli ve temkinli olunması gerektiğini göstermektedir.

Codex Alimentarius, Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından kabul gören yaklaşıma göre içeriğinde 20 ppm’den daha az gluten içeren gıdaların etiketinde “gluten içermez” ibaresi bulunabilir (Verma vd., 2017). Ülkemizde de aynı yaklaşım benimsenmiş olup etiket üzerine “gluten içermez” ibaresinin konulabilmesi için gıdanın içeriğinde 20 ppm’den daha az gluten olması gerektiği Türk Gıda Kodeksi Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği’nde belirtilmiştir (Anonymous, 2012).

Piyasada satılan bazı şalgam sularında “gluten içermez” ibaresi bulunsa da üreticilerle yapılan görüşmelerden, bu şalgam sularının üretiminde bulgur kullanıldığı anlaşılmıştır ancak son üründe 20 ppm’den daha az gluten bulunduğu için bu ibare etikette yer almaya devam etmektedir. Bu durum şalgam suyunun fermantasyonunda rol alan laktik asit bakterilerinden (Tanguler ve Erten, 2012b; Altay vd., 2013; Okcu vd., 2016; Yetiman vd., 2022) özellikle proteolitik laktobasillerin gluteni proteolize ederek toksisitesini azaltması (Moroni vd., 2009; D’Amico vd., 2023) ile açıklanabilir.

Ekşi hamur üzerinde yapılan çalışmalarda laktik asit bakterileri (LAB) tarafından fermente edilen hamurda glutenin depolimerize olduğu, laktobasillerin proteolitik aktivitesi sonucunda toksik gluten epitoplarını da içeren peptitlerin parçalandığı ve bunun sonucunda glutenden kaynaklı alerjik reaksiyonların ve yangının (iltihaplanma) azalabileceği rapor edilmiştir (Moroni vd., 2009; Bender ve Schönlechner, 2020; Canesin ve Cazarin, 2021; D’Amico vd., 2023; Ribet vd., 2023). D’Amico vd. (2023) ekşi mayalı hamur fermantasyonunda laktobasillerin ve fungal proteazların birlikte kullanılmasıyla glutenin etkili bir şekilde parçalanabileceğini ve elde edilen ekmeklerin çölyak hastaları tarafından da kullanılabilirliğini belirtmiştir (Rizzello vd., 2007; De Angelis vd., 2010). Ayrıca ekşi mayalı hamurdan yapılan ürünlerin besin değerinin ve sindirilebilirliğinin arttığına ve fitik asit ve gluten gibi anti-besleyici (anti-nutrient) faktörlerin azaldığına dair iddiaların in-vitro çalışmalara dayandığı, randomize klinik denemelerle desteklenmediği kaydedilmiştir. Etiketinde “gluten içermez” ibaresi bulunan ürünlerde 20 ppm’den daha fazla gluten bulunabileceğini kaynaklara (Verma vd., 2017; Falcomer vd., 2020) dayandıran yazarlar bu durumun 20 ppm’den daha az glutene maruz kaldıklarında bile ciddi reaksiyonlar gösterebilecek olan ileri derecede çölyak hastaları için olumsuz sonuçlar doğurabileceğini vurgulamışlardır.

Şalgam suyu fermantasyonu sırasında bulgur gluteninin parçalandığı ve son üründe 20 ppm’den daha az gluten bulunduğu için “gluten içermez”

ibaresinin etiketlerde yer aldığı anlaşılmalı birlikte, bu şalgam sularının çölyak hastaları tarafından güvenle kullanılabilirliğine dair klinik bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle şalgam suyunun fermantasyonunda kullanılan bulgur unu yerine mısır ve pirinç unu gibi karbonhidrat ve protein kaynaklarının kullanılabilirliğinin araştırılması çölyak hastaları için tamamen güvenli ve pazarlaması daha kolay bir ürünün piyasaya sunulabilmesi açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmada geleneksel yöntemle bulgur unu kullanılarak elde edilen şalgam suyu ile mısır ve pirinç unu kullanılarak elde edilen glutensiz şalgam suyu karşılaştırılmış ve TS 11149 şalgam suyu standardına uygunluğu araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

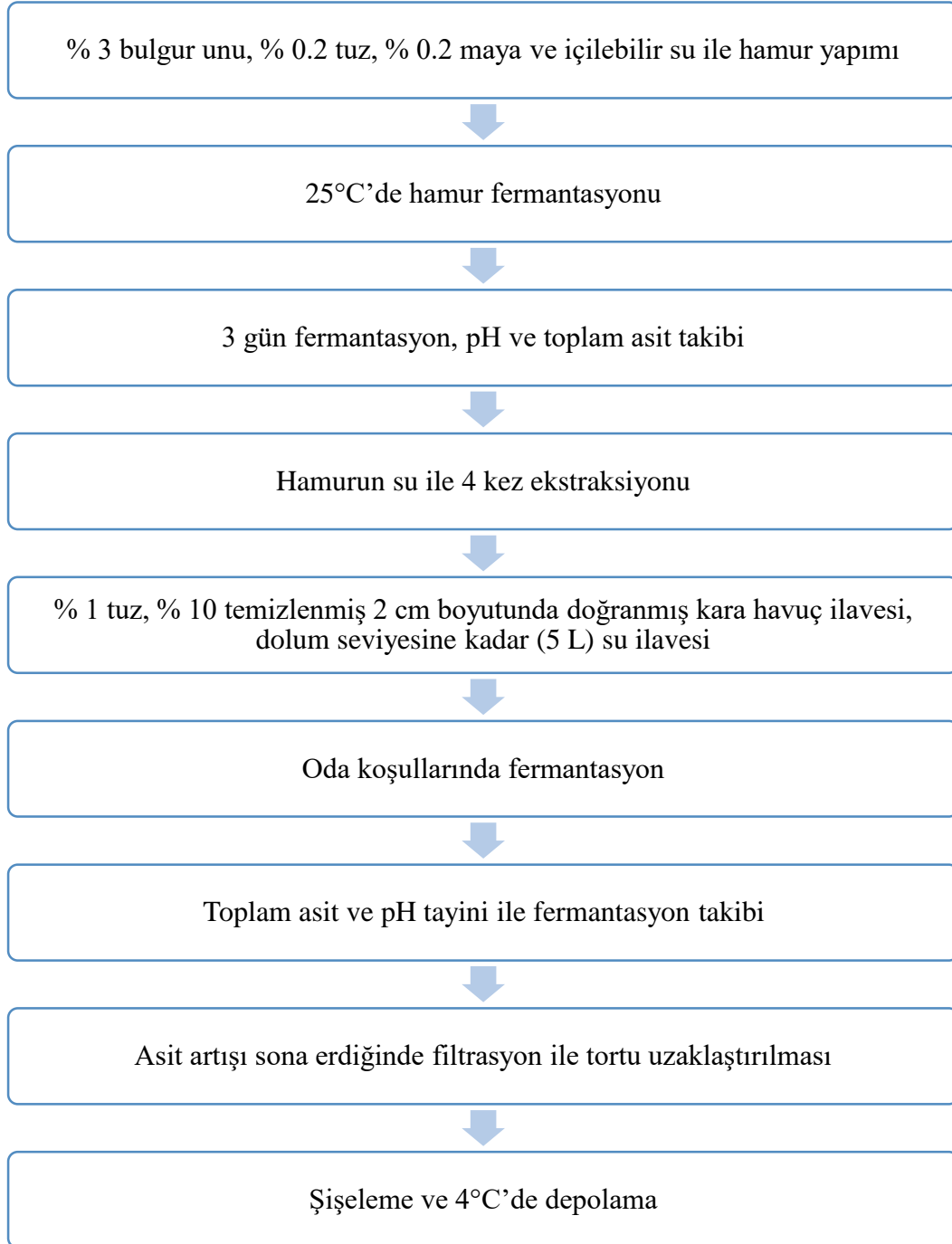
Şalgam suyu üretimi geleneksel fermantasyon yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla kullanılacak olan siyah havuç Mersin halinden temin edilerek buzdolabında saklanmış ve kullanılacağı zaman buzdolabından çıkarılıp yıkanarak yaklaşık 2-3 cm boyutlarında doğranmıştır. Deneylerde kullanılan kaya tuzu (Bağdat, Migros, Kırklareli), maya (*Saccharomyces cerevisiae*, Dr Oetker, Migros, Kırklareli) yerel bir marketten ve bulgur unu ise bir bulgur değirmeninden (Asri değirmen, Malatya) temin edilmiştir. Sodyum hidroksit, Plate Count agar, MRS (Man, Rogosa And Sharpe) agar, Dichloran Rose bengal agar ve potasyum klorür Merck (Almanya)’ten temin edilmiştir.

Şalgam suyu üretimi

Bulgur unu içeren şalgam suyu üretimi için Üçok ve Tosun (2012) tarafından kullanılan yöntem kısmen modifiye edilerek kullanılmıştır. Bu amaçla %3 bulgur unu, %0.2 tuz, %0.2 kuru maya içme suyu ile hamur haline getirilmiştir. Elde edilen hamur oda koşullarında üç gün boyunca fermantasyona bırakıldıktan sonra içme suyu ile hamur 4-5 kez ekstrakte edilmiş ve bu ekstrakta %1 kaya tuzu, %20 siyah havuç ilave edilip içme suyu ile hacmine tamamlanmıştır. Oda koşullarında gerçekleştirilen fermantasyon süresi boyunca her gün 2 tekrarlı olarak pH ve toplam asit değerleri ölçülmüş, pH ve/veya toplam asit

değerleri 3 gün süresince sabit kaldığında fermantasyon sonlandırılmıştır. Bu aşamadan sonra kaba filtre kağıtları ile süzülen şalgam suları

bir litrelik steril cam şişelere doldurulup +4°C'de 200 gün depolanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Şalgam suyu üretim akım şeması. Üçok ve Tosun (2012) tarafından yapılan çalışmadan adapte edilmiştir.

Figure 1. Shalgam juice production flow chart Adapted from the study by Üçok and Tosun (2012).

Glutensiz şalgam suyu üretiminde bulgur unu yerine, ön denemelerden elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurularak, %60 mısır unu ve %40 pirinç unundan oluşan karışım kullanılmış olup diğer tüm bileşenler için formülasyon aynı kalmıştır. Fermantasyon takibi, sonlandırılması, elde edilen şalgam suyunun filtrelenmesi, şişelenmesi ve depolanması geleneksel fermantasyonda açıklandığı gibi gerçekleştirilmiştir.

Fizikokimyasal analizler

Elde edilen şalgam sularının TS 11149 standardına uygunluğunu belirlemek amacıyla aşağıda belirtilen fizikokimyasal analizler iki paralelli olarak çalışılmıştır.

pH ve toplam asit analizi

Örneklerin pH'sı el tipi pH metre (Hanna, HI99163, ABD) ile ölçülmüştür. Hamurda ve şalgam sularında toplam asit tayini titrasyon yöntemi ile belirlenmiş ve toplam asitlik laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

Kuru madde tayini

Kaynar su banyosunda (Daihan, WB6, Güney Kore) suyu uçurulan örnekler etüvde (Nüve, FN055, Türkiye) 105°C'de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur (Cemeroğlu, 2013).

Tuz tayini

Mohr metodundan yararlanılmıştır. Bu amaçla 10 mL örnek seyreltilip pH'sı nötralize edildikten sonra potasyum kromat indikatörü eşliğinde 0.1N gümüş nitratla esmer kırmızı renk oluşana kadar titre edilmiştir. Gerekli hesaplamalar yapılarak % tuz miktarı belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2013).

Kül tayini

Örnekler kaynar su banyosunda suyu tamamen buharlaştırıldıktan sonra kül fırınında (Daihan, Wisd FHPX-03, Güney Kore) 105°C'de 1 saat kurutulmuştur. 550°C'de 6-8 saat sabit ağırlıkta beyaz kül oluşana kadar yakılmıştır (Cemeroğlu, 2013).

Mikrobiyolojik analizler

Elde edilen şalgam sularının TS 11149 standardına uygunluğunu, laktik asit bakterileri, maya ve küf

sayılarını belirlemek amacıyla aşağıda belirtilen mikrobiyolojik analizler üç paralelli olarak çalışılmıştır.

TMAH analizi

pH'sı 7.1'e ayarlanmış Fosfat tamponu (PBS) ile hazırlanan örnek dölüsyonlarının ekimleri damlatma yöntemiyle (Bulut vd., 2014; Whitmire ve Merrell, 2012), pH'sı 7.0±0.2 olan Plate Count Agar'a (PCA, Merck) üç paralelli olarak yapılmıştır. 30°C'de 24-48 saat inkübasyon (Daihan, Wisecube WIG-155, Güney Kore) sonunda oluşan koloniler sayılmıştır.

LAB (laktik asit bakterileri sayısı) analizi

Fosfat tamponu (PBS) ile hazırlanan örnek dölüsyonlarının ekimleri damlatma yöntemiyle pH'sı 5.6–5.9 olan MRS Agar'a (Man, Rogosa and Sharpe, Merck) üç paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. 30°C'de 48-72 saat inkübasyon (Daihan, Wisecube WIG-155, Güney Kore) sonunda oluşan koloniler sayılmıştır (Pektaş, 2014).

Toplam maya ve küf analizi

Fosfat tamponu (PBS) ile hazırlanan örnek dölüsyonlarının ekimleri yayma yöntemiyle pH'sı 5.6±0.2 olan Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC) Agar'a (Merck) üç paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. 25°C'de 5 gün inkübasyon (Nüve, ES 120, Türkiye) sonunda gelişen koloniler sayılmıştır (Özer ve Çoksöyler, 2015).

Duyusal analiz

Örnekler uygulanan duyusal analiz 5 skalalı (1: Çok kötü, 2: Kötü, 3: Orta, 4: İyi, 5: Çok iyi) puanlama testidir (Özdemir vd., 2021). Örnek grupları kontrol olarak ticari bir markanın şalgam suyu ile kıyaslanarak değerlendirilmiştir. Panelistlere yaklaşık 30 ml olarak sunulan her bir örneğin renk, koku, lezzet, ekşilik, genel beğeni olarak 1'den 5'e kadar puanlanması istenmiştir. Her bir panel 7 kişi ile gerçekleştirilmiştir. Panelistlere bulgur unlu şalgam suyu, glutensiz şalgam suyu ve ticari şalgam suyu (market örneği) örneklerinden oluşan duyusal panel raf ömrü süresince belirli periyotlarla uygulanmıştır.

İstatistiksel analiz

İstatistiki analizler için SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) istatistik programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Duncan çoklu karşılaştırma testleri ile istatistik analizleri gerçekleştirilmiştir. Ortalamalar $P < 0.05$ önem düzeyinde karşılaştırılmıştır.

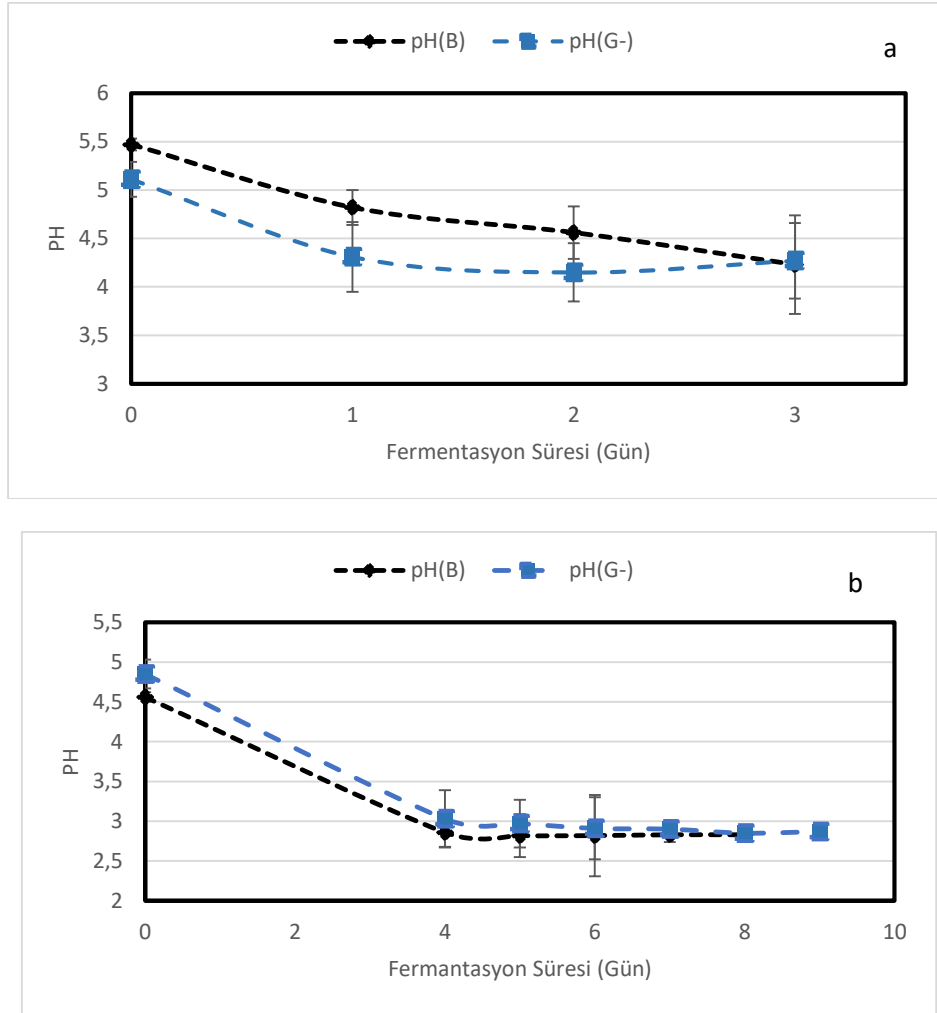
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Fizikokimyasal özellikler

TS 11149 şalgam suyu standardına göre şalgam suyunun pH'sı 3.3-3.8, titre edilebilir asitlik (laktik asit olarak) en az 6.0 g/L, çözünür katı madde en az %2.5 (m/m), tuz oranı ve kül miktarı en çok

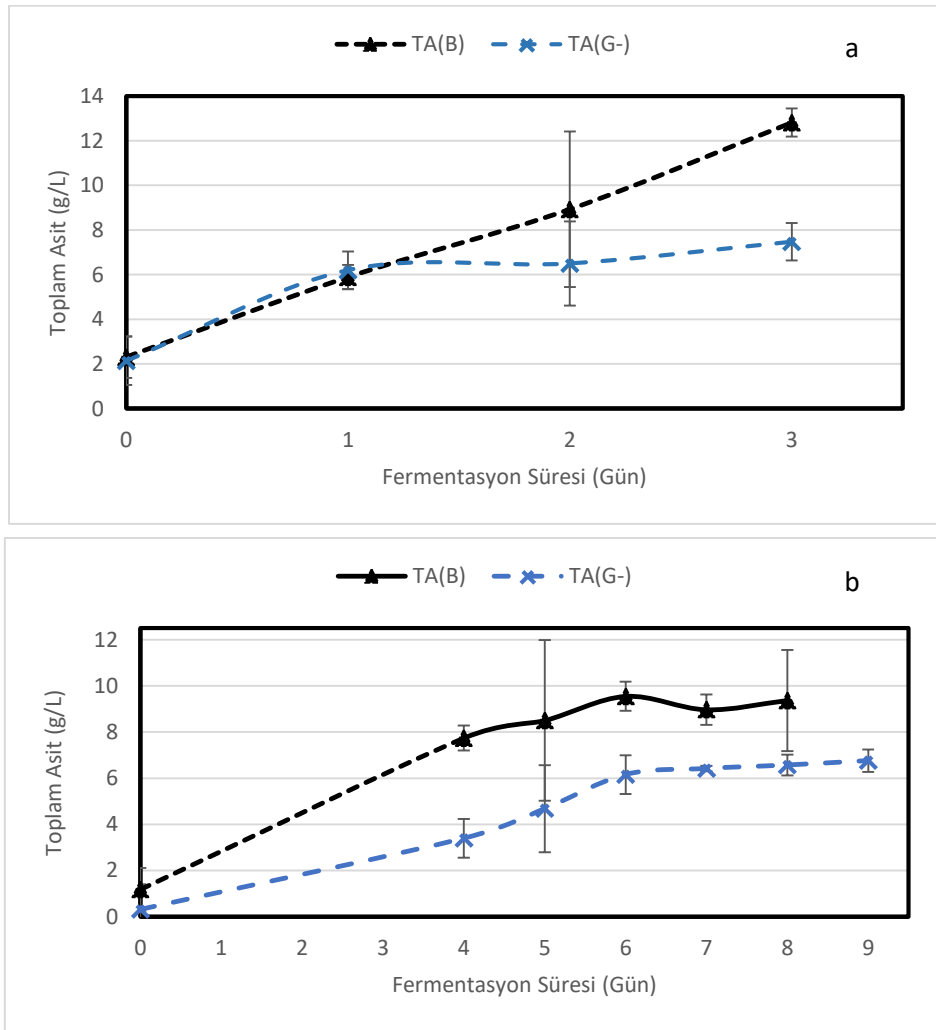
%2.0 (m/v) olmalıdır (Özer ve Çoksöyler, 2015; Ekinci vd., 2016).

Şekil 2a'da görüldüğü üzere bulgur unlu ve glutensiz şalgam suları için hazırlanan hamurların pH'sı sırasıyla 5.47 ve 5.11 iken, 3 günlük fermantasyon sonunda pH sırasıyla 4.23 ve 4.27 olarak kaydedilmiştir. Laktik asit cinsinden toplam asitlik ise, bulgur unlu ve glutensiz şalgam suları için hazırlanan hamurlarda başlangıçta 2.31 ve 2.14 g/L iken, 3 günlük fermantasyon sonunda bulgur unlu şalgam suyu için 12.81 g/L ve glutensiz şalgam suyu için ise 7.47 g/L olarak ölçülmüştür (Şekil 3a).



Şekil 2. Fermantasyon süresince pH değişimi (G-: glutensiz; B: bulgur unlu; a: hamur fermantasyonu; b: havuç fermantasyonu)

Figure 2. pH change during fermentation (G-: gluten-free; B: containing bulgur flour; a: dough fermentation; b: carrot fermentation).



Şekil 3. Fermantasyon süresince toplam asit değişimi (G-: glutensiz; B: bulgur unlu şalgam suyu; a: hamur fermantasyonu; b: havuç fermantasyonu)

Figure 3. Total acid change during fermentation (G-: gluten-free; B: containing bulgur flour; a: dough fermentation; b: carrot fermentation).

Şekil 2b'de görüldüğü üzere havuç fermantasyonu başlangıcında bulgur unlu ve glutensiz şalgam sularının pH değerleri sırasıyla 4.56 ve 4.85 iken, 7. günde 2.83 ve 2.90'a düşmüş, ilerleyen günlerde pH'da önemli bir değişiklik kaydedilmediğinden bulgur unlu şalgam suyu 8. günde 2.83 pH değeri ile, glutensiz şalgam suyu ise 9. günde 2.87 pH değeri ile filtre edilip, şişelenmiş ve +4 °C'de depolanmıştır.

Şekil 3b'de görüldüğü üzere havuç fermantasyonu başlangıcında bulgur unlu ve glutensiz şalgam suları için sırasıyla 1.18 ve 0.32 g laktik asit/L olan

toplam asitlik değerleri fermantasyon sonunda 9.37 ve 6.76 g laktik asit/L değerlerine ulaşmıştır. Çizelge 1'de, bulgur unlu ve glutensiz şalgam sularının fermantasyonları sonlandırıldığında ölçülen pH ve TA değerlerinin, literatür sonuçları ve TS 11149 ile kıyaslanması gösterilmiştir. Üretilen şalgam sularının toplam asit değerleri, bulgur unlu ve glutensiz şalgam suyu için sırasıyla, 9.10 ± 0.09 ve 6.53 ± 0.24 g laktik asit/L olarak belirlenmiş olup TS 11149 şalgam suyu standardı ile (>6 g laktik asit/L) uyumludur. Literatür çalışmaları incelendiğinde, şalgam sularının toplam asitliğinin 3.7-12.6 g/L arasında değiştiği

görülmektedir (Özler ve Kılıç, 1996; Deryaoğlu, 2005; Utuş, 2008; Özdestand ve Üren, 2010; Çakır, 2011; Tangüler ve Erten, 2012a; Tangüler ve Erten, 2012b; Bayram vd., 2014; Tangüler vd., 2014; Özer ve Çoksöyler, 2015; Mete vd., 2017; Tangüler vd., 2017; Ağırman ve Erten, 2018; Boyacı- Gündüz vd., 2018; Güven vd., 2019). Bu çalışmada üretilen şalgam sularının pH değerleri, bulgur unlu ve glutensiz şalgam suyu için sırasıyla, 2.83 ± 0.01 ve 2.87 ± 0.01 olarak belirlenmiştir. TS 11149'da pH 3.3-3.8 olarak belirtilmişken, literatür bulguları için bu değer 3.25-4.25 aralığında değişmektedir (Özler ve Kılıç, 1996; Deryaoğlu, 2005; Utuş, 2008; Özdestand ve Üren, 2010; Çakır, 2011; Tangüler ve Erten, 2012a; Tangüler ve Erten, 2012b; Bayram vd., 2014; Tangüler vd., 2014; Özer ve Çoksöyler, 2015; Mete vd., 2017; Tangüler vd., 2017; Ağırman ve Erten, 2018; Boyacı- Gündüz vd., 2018; Güven vd., 2019). Çizelgeden görüleceği üzere, üretilen şalgam sularının toplam asit değerleri literatür ve standart ile paralellik gösterirken, pH değeri literatür verilerine ve TS standardına göre düşük

kalmaktadır. Düşük pH, fermantasyon sürecinin daha etkin bir şekilde gerçekleştiğini göstermektedir. Mikrobiyolojik sonuçlar (Çizelge 4) şalgam fermantasyonunun mayalar ve LAB'leri tarafından gerçekleştirildiğini göstermektedir. Mayaların büyük ölçüde hamur fermantasyonu için kullanılan *S. cerevisiae*'dan, LAB'nin ise bulgur ve kara havucun doğal florasında bulunan LAB'nden oluştuğu varsayılabilir. *S. cerevisiae*'nin pH 2.5'e kadar gelişim gösterebileceği bildirilmiştir (Liu vd., 2015). LAB'nin nötral pH'larda optimum gelişim gösterdiği bilinmekle birlikte gelişim gösterebilecekleri minimum pH değerlerinin LAB suşlarına göre farklılıklar gösterdiği (Hutkins vd., 1993) ve pH 3.1'de gelişim gösteren LAB'lerinin olduğu bildirilmiştir (Yu vd., 2022). Bu çalışmada elde edilen şalgam sularının pH'larının düşük olması fermantasyonda mayaların etkin bir rol aldığına işaret edebilir. Ayrıca, kullanılan mor havuç miktarı, mor havuçların doğranma boyutu ve şeker içeriği de iyi bir fermantasyon sonucunda düşük pH elde edilmesinde rol oynamış olabilir.

Çizelge 1. Üretilen bulgur unlu (B) ve glutensiz (G-) şalgam sularının fermantasyonları sonlandırıldığında ölçülen pH ve TA değerleri, literatür sonuçları ve TS 11149 ile kıyaslanması.

Table 1. Comparison of the pH and TA values measured when the fermentation of the produced bulgur flour (B) and gluten-free (G-) turnip juices was terminated with the literature results and TS 11149.

	pH	TA(g/L)
TS 11149 Şalgam Suyu Standardı	3.3-3.8	>6
B	2.83 ± 0.01	9.37 ± 0.09
G-	2.87 ± 0.01	6.76 ± 0.27
Güven vd. (2019)	3.49-3.96	5.98-10.8
Tangüler vd. (2017)	3.43-3.56	6.36-9.27
Ağırman ve Erten (2018)	3.26-3.47	7.4-8.71
Boyacı Gündüz vd. (2018)	3.62	9.16
Mete vd. (2017)	3.5	4.5
Özer ve Çoksöyler (2015)	3.4	7.3
Bayram vd. (2014)	3.58-3.62	3.7-5.0
Tangüler vd. (2014)	3.42-3.55	6.33-9.22
Tangüler ve Erten (2012a)	3.28-3.48	6.54-7.25
Tangüler ve Erten (2012b)	3.5	6.81-8.27
Çakır (2011)	3.31-4.13	6.3-12.6
Özdestand ve Üren (2010)	3.15-4.25	5.30-10.28
Utuş (2008)	3.45-3.53	7.15-7.75
Deryaoğlu (2005)	3.38-3.49	7.19-7.69
Özler ve Kılıç (1996)	3.34-3.37	5.2-8.9

G-: glutensiz; B: bulgur unlu ; \pm standart sapma. G-: gluten-free; B: containing bulgur flour; \pm standard deviation.

TS 11149 şalgam suyu standardına göre briks en az %2.5 (m/m), tuz ve kül miktarı en çok %2 ve toplam kuru madde en az %2.5 olmalıdır. Üretilen şalgam sularının briks, tuz ve kül değerleri, bulgur unlu ve glutensiz şalgam suları için sırasıyla, 2.83 °B, 2.08 °B; % 1.55, % 1.47 ve 13.94 g/L, 12.98 g/L olarak belirlenmiştir. Şalgam sularının tuz ve kül değerleri standarda uygun olup, glutensiz şalgam suyunun briks değeri standarttaki minimum değerlerin altında kalmaktadır. Bu durum, glutensiz şalgam suyunun üretiminde kullanılan mısır ve pirinç unlarının suda çözünen madde miktarı üzerine etkisi ve fermantasyonun etkin bir şekilde gerçekleşmesi ile açıklanabilir. Literatür verilerine göre (Çizelge 3) briks ve kül değerleri sırasıyla 2.5-4.0 °B; 13.2-19.7 g/L aralığında olup (Utuş, 2008; Çakır, 2011; Ağırman ve Erten, 2018) TS 11149 ile uyumludur.

Bulgur unlu (21.49±0.10 g/L) ve glutensiz (18.06±0.11 g/L) şalgam sularının toplam kuru madde değerleri, standarttaki minimum değer (25 g/L) altında kalmaktadır. Bu çalışmada elde edilen şalgam sularında briks ve toplam kuru madde içeriğinin düşük olması, fermantasyonun daha etkin bir şekilde gerçekleşmesi ile açıklanabilir. Nitekim fermantasyon sonunda ulaşılan düşük pH ve yüksek toplam asitlik, fermantasyonun etkin bir şekilde gerçekleştiğini, dolayısı ile mikrobiyal floranın besin maddelerini daha fazla metabolize ettiğini göstermektedir. Literatür verileri de laboratuvar çalışmalarından elde edilen şalgam sularının toplam kuru madde içeriklerinin çoğunlukla TS 11149'de belirtilen 25 g/L'den daha düşük olduğunu göstermektedir (Utuş, 2008; Güven vd., 2019).

Çizelge 2. Şalgam sularında yapılan analiz sonuçları.

Table 2. Analysis results of turnip juices.

Analizler	G-	B	TS 11149
Kül (g/L)	12.98±0.06	13.94±0.02	<20
Toplam kuru madde(g/L)	18.06±0.11	21.49±0.10	>25
Briks	2.08±0.00	2.83±0.00	>2.5
%Tuz	1.47±0.06	1.55±0.01	<2.0

G-: glutensiz; B: bulgur unlu ; ± standart sapma. G-: *gluten-free*; B: *containing bulgur flour*; ± *standard deviation*.

Çizelge 3. Şalgam sularının kimyasal özelliklerinin literatür ile kıyaslanması.

Table 3. Comparison of the chemical properties of turnip juices with the literature.

	Toplam kuru madde, g/L	Briks, %	Kül, g/L
B	21.49±0.10	2.83±0.00	13.94±0.02
G-	18.06±0.11	2.08±0.00	12.98±0.06
Güven vd. (2019)	16.48-30.09	-	-
Ağırman ve Erten (2018)	26.77-32.37	-	17.76-18.95
Özer ve Çoksöyler (2015)	34.0	-	-
Çakır (2011)	-	2.5-4.0	13.2-19.7
Özdehan ve Üren (2010)	23.3-36.7	-	-
Utuş (2008)	22.65-23.8	-	14.12-16.25
Deryaoğlu (2005)	26.0-26.6	-	-

G-: glutensiz; B: bulgur unlu; ± standart sapma. G-: *gluten-free*; B: *containing bulgur flour*; ± *standard deviation*.

Mikrobiyolojik özellikler

TS 11149 şalgam suyu standardına göre şalgam suyunda TMAB sayısı en fazla 1.0×10^5 KOB/mL, koliform bakteri sayısı ise en fazla 1100 KOB/mL olmalıdır (Özer ve Çoksöyler, 2015; İkinci vd., 2016).

Çizelge 4'teki verilere göre, üretilen şalgam sularının TMAB, LAB ve maya-küf sayıları, bulgur unlu şalgam suları için sırasıyla 6.15, 6.52 ve 3.57 log KOB/mL ve glutensiz şalgam suyu için ise sırasıyla 7.77, 7.36 ve 4.26 log KOB/mL olarak belirlenmiştir. Literatürde ise bu değerler sırasıyla 4.77-8.09; 6.51-8.61 ve 4.51-7.60 log KOB/mL

aralığındadır (Utuş, 2008; Tangüler vd., 2014; Özer ve Çoksöyler, 2015; Ağırman ve Erten, 2018; Çankaya ve Tangüler, 2018). Üretilen şalgam sularının TMAB ve LAB sayıları literatür ile paralel; maya-küf sayıları ise literatür sonuçlarından daha düşüktür. Hem üretilen şalgam sularının hem de literatür sonuçlarının, Özer ve Çoksöyler (2015) tarafından yapılan çalışma hariç, TMAB sayısı standartta tanımlanan limit değerinin üzerindedir. Bunun nedeni şalgam

suyu fermantasyonunda mayaların rol almasıdır. Hem maya hem laktik asit fermantasyonu ile elde edilen bir ürün olan şalgam suyunda TMAB sayısının yüksek çıkması beklenen bir neticedir. Nitekim laboratuvarımızda yapılan bir çalışmada, mayaların TMAB sayımı için uygulanan protokol sonucunda PCA'da koloni oluşturduğu gözlemlenmiştir (yayınlanmamış sonuçlar).

Çizelge 4. Şalgam sularının fermantasyon sonlandırıldığındaki TMAB, LAB ve Maya-Küf sayısının (log KOB/mL) literatürdeki fermantasyon sonu değerleri ile kıyaslanması.

Table 4. Comparison of the TMAB, LAB and Yeast-Mold numbers (log CFU/mL) of turnip juices at the end of fermentation with the end-of-fermentation values in the literature.

	TMAB, log KOB/mL	LAB, log KOB/mL	MK, log KOB/mL
B	6.15	6.52	3.57
G-	7.77	7.36	4.26
Ağırman ve Erten (2018)	6.73-7.17	8.0-8.61	6.89-7.12
Çankaya ve Tangüler (2018)	7.87-8.09	6.59-8.27	6.39-7.59
Özer ve Çoksöyler (2015)	4.77	6.51	4.51
Tangüler vd. (2014)	7.03-7.46	7.43-7.74	6.96-7.50
Utuş (2008)	7.08-7.64	7.46-7.49	7.18-7.60
TS 11149 Şalgam Suyu Standardı	<5.0	-	-

G-: glutensiz; B: bulgur unlu. G-: *gluten-free*; B: *containing bulgur flour*

Duyusal özellikler

Bulgur unlu ve glutensiz şalgam suyunun duyusal beğenisinin kıyaslanabilmesi için raf ömrünün ilk 198 günü boyunca düzenli periyotlarla duyusal

analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 5'te özetlenmiştir.

Çizelge 5. +4°C'de depolanan örneklerde raf ömrü boyunca yapılan duyusal panel sonuçlarının ortalaması

Table 5. Average of sensory panel results during shelf life of samples stored at +4°C.

Örnek	Renk	Koku	Lezzet	Ekşilik	Genel Beğeni
B	3.98±0.79 ^a	3.51±0.96 ^a	3.26±0.91 ^a	3.65±1.08 ^a	3.30±0.80 ^a
G-	3.11±1.03 ^b	3.27±1.16 ^a	2.93±0.96 ^a	3.09±1.08 ^b	2.94±1.40 ^a
M	3.82±1.10 ^a	2.94±1.43 ^a	3.41±1.37 ^a	3.13±1.08 ^{ab}	3.32±1.36 ^a

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($P \leq 0.05$). Sonuçlar ortalama \pm standart sapma şeklinde verilmiştir.

*Mean values represented by the same letters within the same column are not significantly different at $P \leq 0.05$. Data are expressed as means \pm standard deviations

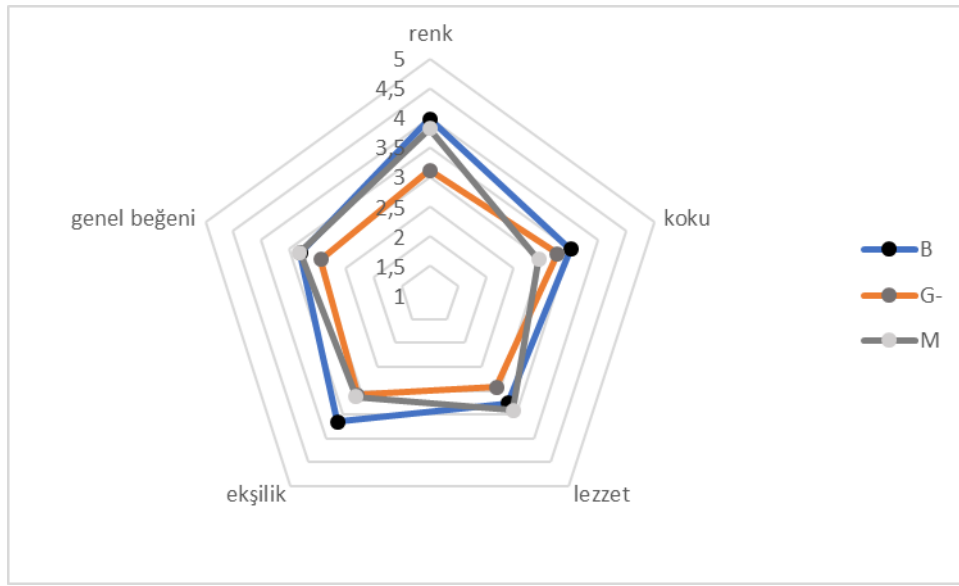
B: bulgur unlu şalgam suyu, G-: Glutensiz şalgam suyu, M: Market örneği. B: *shalgam containing bulgur flour*, G-: *Gluten-free shalgam*, M: *Market sample*.

Duyusal beğeninin korunduğu ve depolamanın olumsuz etkilerinin henüz gözlenmediği, depolamanın 19., 93., 121., 152., 178. ve 198. günlerinde yapılan duyusal analizlerde (toplam 42

kişi) elde edilen verilerin istatistiksel analiz sonuçlarına göre, glutensiz şalgam suyunun (3.11±1.03) hem üretilen bulgur unlu şalgam suyu (3.98±0.79) ile, hem de market örneği (3.82±1.10)

(ticari bir markanın şalgam suyu) ile arasındaki renk farklılığı istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$). Glutensiz şalgam suyunun ortalama renk skoru diğer iki gruptan düşüktür. Örneklerin koku bakımından en yüksek skoru bulgur unlu şalgam suyunda iken (3.51 ± 0.96); en düşük skoru ise market örneğinde (2.94 ± 1.43) görülmüştür. Lezzet bakımından en yüksek puan 3.41 ± 1.37 ile market örneğinde iken en düşük puan 2.93 ± 0.96 ile glutensiz şalgam suyunda görülmüştür. Genel beğenisi en yüksek olan örnek grubu market örneği (3.32 ± 1.36) iken en düşük olan ise

glutensiz şalgam suyu (2.94 ± 1.40) olmuştur. Bulgur unlu örneğin ekşiliğinin (3.65 ± 1.08) glutensiz şalgam suyunun ekşiliğinden (3.09 ± 1.08) farklılığı istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$). Ekşilikte en beğenilen ürün bulgur unlu şalgam suyu olmuştur. Ancak örnek gruplarının koku lezzet ve genel beğeni değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli değildir ($P < 0.05$). Şekil 4'te ürün gruplarının duyuşsal beğenisi örümcek ağı diyagramı ile özetlenmiştir.



Şekil 4. Duyusal analiz sonuçlarının örümcek ağı diyagramı olarak görünümü (B: bulgur unlu şalgam suyu, G-: Glutensiz şalgam suyu, M: Market örneği.)

Figure 4. Appearance of the results of sensory analysis as a spider web diagram (B: turnip juice containing bulgur flour, G-: Gluten-free turnip juice, M: Market sample)

SONUÇ

Bu çalışmada mısır ve pirinç unu ile üretilen glutensiz şalgam suyunun briks ve toplam asit değerlerinin sırasıyla bulgur unu içeren ürüne göre %0.75 ve 2.61 g/L daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu farklılığın formülasyon ve fermentasyonun etkinlik derecelerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. İstatistiksel olarak yapılan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre glutensiz şalgam suyunun, renk kriteri dışında, market örneği ile rekabet edebilecek duyuşsal beğeniye sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Bu karşılaştırmalı çalışmada kullanılan glutensiz şalgam suyu formülasyonu ile elde edilen sonuçların çölyak hastalarının ihtiyacına cevap verebilecek nitelikte şalgam suyunun piyasaya kazandırılmasına yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Nitekim, fermente bir içecek olan şalgam suyu, bulgur unu içerdiğinden, çölyak hastalarının tüketimi için uygun olmayabilir.

Şalgam suyu üretiminde ekmek mayasının (*S. cerevisiae*) kullanıldığı (Tangüler ve Erten, 2012a; Tangüler ve Erten, 2013; Tangüler vd., 2014; Okçu vd., 2016; Tangüler vd., 2017; Boyacı-Gündüz vd., 2018; Çankaya ve Tangüler, 2018;

Tarıseven vd., 2018), maya kullanılmadan elde edilen şalgam sularında yapılan mikrobiyolojik analizlerde de yüksek sayıda maya tespit edildiği literatürde yer almaktadır. Bu durum şalgam suyu fermantasyonunda *S. cerevisiae* veya yabani mayaların rol aldığına işaret etmektedir. Bu nedenle, TS 11149 şalgam suyu standardında, şalgam suyunun “laktik asit fermantasyon ürünü” olarak tanımlanması doğru bulunmamış olup, “şalgam suyunun maya ve laktik asit bakterilerinin fermantasyonu neticesinde elde edildiğinin” belirtilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Ayrıca, tüm fermente ürünlerde olduğu gibi, şalgam sularında da TMAB sayısının ürün kalitesi veya güvenliğinin ölçüsü olarak kullanılması doğru olmayıp TMAB sayısının (<5 log) kriter olmaktan çıkarılmasının doğru olacağı düşünülmektedir. Nitekim, Çizelge 4’te de gösterildiği üzere bu standardı yakalamak geleneksel olarak üretilmiş ve pastörize edilmemiş bir ürün için çoğunlukla mümkün olamamaktadır. Pratikte ürünün ticaretini zorlaştırabilecek, üretici, perakendeci ve tüketiciler arasında anlaşmazlıklara ve kafa karışıklığına neden olabilecek durumlara meydan vermemek adına, söz konusu standartta ilgili değişikliklerin yapılması gerektiği düşünülmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar, bu araştırma makalesiyle ilgili olarak başka kişiler ve/veya kurumlar arasında çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

YAZARLARIN KATKISI

Bu çalışma Sami Bulut danışmanlığında 2020 tarihinde tamamlanan “Glutensiz ve Katkısız Şalgam Suyu Üretimi ve Yüksek Hidrostatik Basınç ile Raf Ömrünün Uzatılması” başlıklı yüksek lisans tezi esas alınarak hazırlanmıştır (Yüksek Lisans, Trakya Üniversitesi, Edirne, Türkiye, 2020). Şalgam suyu üretimi ve analizleri Şeyda Yanardağ Karabulut tarafından gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analizler ve makale yazımına tüm yazarlar katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

Anonymous (2003). TS 11149 şalgam suyu standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonymous (2012). Türk gıda kodeksi. Gluten intoleransı olan bireylere uygun gıdalar tebliği (2012/4). Tarım ve Orman Bakanlığı. 4 Ocak 2012 tarih ve 28163 sayılı Resmî Gazete, Ankara.

Ağırman, B., Erten, H. (2018). The influence of various chloride salts to reduce sodium content on the quality parameters of şalgam (shalgam): a traditional Turkish beverage based on black carrot. *Journal of Food Quality*, doi:10.1155/2018/3292185.

Altay, F., Karbancıoğlu-Güler, F., Daskaya-Dikmen, C., Heperkan, D. (2013). A review on traditional Turkish fermented non-alcoholic beverages: Microbiota, fermentation process and quality characteristics. *International Journal of Food Microbiology*, 167: 44-56.

Bayram, M., Erdoğan, S., Esin, Y., Saraçoğlu, O., Kaya, C. (2014). Farklı siyah havuç miktarlarının şalgam suyunun bileşimine ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisi. *Akademik Gıda*, 12(1): 29-34.

Bender, D., Schönlechner, R. (2020). Innovative approaches towards improved gluten-free bread properties. *Journal of Cereal Science*, 91, 102904.

Boyacı Gündüz, C. P., Ağırman, B., Erten, H. (2018). Şalgam powder production from fermented şalgam: a traditional Turkish lactic acid beverage. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 10(2): 37-47.

Bulut, S., Chapleau, N., Lamballerie, M., Le-Bail, A. (2014). High pressure processing of chicken meat: change in total aerobic counts after pressure treatment and during chilled storage. *British Microbiology Research Journal*, 4(5): 540-549.

Canbaş, A., Fenercioğlu, H. (1984). Şalgam suyu üzerinde bir araştırma. *Gıda*, 5: 279 – 286.

Candal-Uslu, C., Mutlu, C., Koç, A., Bilgin, D. G., Erbaş, M. (2020). A new gluten-free product: brown rice bulgur, and its physical and chemical properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45,15205, doi:10.1111/jfpp.15205.

Canesin, M.R., Cazarin, C.B.B. (2021). Nutritional quality and nutrient bioaccessibility in sourdough bread. *Current Opinion in Food Science*, 40: 81-86.

- Cárdenas-Torres, F. I., Cabrera-Chávez, F., Figueroa-Salcido, O. G., Ontiveros, N. (2021). Non-celiac gluten sensitivity: an update. *Medicina*, 57, 526. doi:10.3390/medicina57060526.
- Catassi, C., Bai, J. C., Bonaz, B., Bouma, G., Calabrò, A., Carroccio, A., Castillejo, G., Ciacci, C., Cristofori, F. (2013). Non-celiac gluten sensitivity: the new frontier of gluten related disorders. *Nutrients*, 5: 3839-3853; doi:10.3390/nu5103839.
- Cemeroğlu, B. (ed.) (2013). *Gıda analizleri*. 3. Baskı, Bizim Grup Basımevi Ltd. Şti., Ankara, Türkiye, 480 s. ISBN: 978-605-63419-3-9..
- Coşkun, F. (2017). A traditional Turkish fermented non-alcoholic beverage, "shalgam". *Beverages*, 3(4): 49. doi:10.3390/beverages3040049
- Czaja-Bulsa, G. (2015). Non coeliac gluten sensitivity - a new disease with gluten intolerance. *Clinical Nutrition*, 34: 189 – 194.
- Çakır, P. (2011). *Ülkemizde üretilen şalgam sularının bileşimleri ve gıda mevzuatına uygunlukları üzerine bir araştırma*. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, Türkiye, 53 s.
- Çankaya, A., Tangüler, H. (2018). Şalgam suyu üretiminde gerçekleştirilen havuç fermantasyonu sırasında mikrobiyal değişim üzerine sıcaklığın etkisi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(6): 749-755.
- D'Amico, V., Gänzle, M., Call, L., Zwirzitz, B., Grausgruber, H., D'Amico, S., Brouns, F. (2023). Does sourdough bread provide clinically relevant health benefits? *Frontiers in Nutrition*, 10, 1230043.
- De Angelis, M., Cassone, A., Rizzello, C.G., Gagliardi, F., Minervini, F., Calasso, M., Di Cagno, R., Francavilla, R., Gobetti, M. (2010). Mechanism of degradation of immunogenic gluten epitopes from *Triticum turgidum* L. var. *durum* by sourdough lactobacilli and fungal proteases. *Applied and Environmental Microbiology*, 76: 508-518.
- Deryaoglu, A. (2005). Şalgam suyu üretiminde NaCl yerine KCl kullanılarak sodyum miktarını azaltma olanakları. *Gıda*, 30(5): 335 – 341.
- Ekinci, F. Y., Baser, G. M., Özcan, E., Güçlü-Üstündağ, Ö., Korachi, M., Sofu, A., Blumberg, J. B., Chen, C. O. (2016). Characterization of chemical, biological, and antiproliferative properties of fermented black carrot juice, shalgam. *European Food Research and Technology*, 242: 1355–1368.
- Ellia, L., Ferretia, F., Orlando, S., Vecchia, M., Monguzzia, E., Roncoronia, L., Schuppenc, D. (2019). Management of celiac disease in daily clinical practice. *European Journal of Internal Medicine*, 61: 15–24.
- Erol, H. (2013). *SPSS paket programı ile istatistiksel veri analizi*. Akademisyen Kitabevi Ltd. Şti., Kayseri, Türkiye, 516s. ISBN:978-605-464-921-1.
- Falcomer, A. L., Araújo, L. S., Farage, P., Monteiro, J. S., E., Nakano Y., Zandonadi, R. P. (2020). Gluten contamination in food services and industry: a systematic review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(3): 479-493.
- Fardet, A. (2015). Wheat-based foods and non celiac gluten/wheat sensitivity: is drastic processing the main key issue? *Medical Hypotheses*, 85: 934–939.
- Guandalini, S., Polanco, I. (2015). Nonceliac gluten sensitivity or wheat intolerance syndrome. *The Journal of Pediatrics*, 166(4): 805 – 811.
- Güven, N., Yetim, H., Cankurt, H. (2019). Siyah havuç ve peyniraltı suyu kullanılarak üretilen tuzu azaltılmış şalgam suyunun fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 15: 599-610.
- Hutkins, R. W., Nannen, N. L. (1993). pH homeostasis in lactic acid bacteria. *Journal of Dairy Science*, 76(8): 2354-2365.
- Lamacchia, C., Camarca, A., Picascia, S., Di Luccia, A., Gianfrani, C. (2014). Cereal-based gluten-free food: how to reconcile nutritional and technological properties of wheat proteins with safety for celiac disease patients. *Nutrients*, 6: 575-590, doi:10.3390/nu6020575.
- Liu, X., Jia, B., Sun, X., Ai, J., Wang, L., Wang, C., Zhao, F., Zhan, J., Huang, W. (2015). Effect of initial pH on growth characteristics and

- fermentation properties of *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Food Science*, 80(4): M800-M808.
- Mete, A., Coşansu, S., Demirkol, O., Ayhan, K. (2017). Amino acid decarboxylase activities and biogenic amine formation abilities of lactic acid bacteria isolated from shalgam. *International Journal of Food Properties*, 20(1): 171–178.
- Moroni, A.V., Dal Bello, F., Arendt, E.K. (2009). Sourdough in gluten-free bread-making: an ancient technology to solve a novel issue? *Food Microbiology*, 26: 676-684.
- Okcu, G., Ayhan, K., Gunes Altuntas, E., Vural, N., Poyrazoglu, E.S. (2016). Determination of phenolic acid decarboxylase produced by lactic acid bacteria isolated from shalgam (şalgam) juice using green analytical chemistry method. *LWT - Food Science and Technology*, 66: 615-621.
- Özdemir, G., Dülger-Altın, D., Şahan, Y. (2021). Bazı tıbbi bitkilerle zenginleştirilmiş ekmeklerin duyuşal özellikleri ve satın alma niyetine etkisi. *Gıda*, 46(4): 767-784, doi: 10.15237/gida.GD21044.
- Özdestan, Ö., Üren, A. (2010). Biogenic amine content of shalgam (s-şalgam): a traditional lactic acid fermented Turkish beverage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 2602–2608, doi:10.1021/jf903775.
- Özer, N., Çoksöyler, F. N. (2015). Şalgam suyunun bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri, *Gıda*, 40(1): 31-38.
- Özler, N., Kılıç, O. (1996). Şalgam suyu üretimi üzerinde araştırmalar. *Gıda*, 21(5): 323 – 330.
- Pektaş, S. (2014). *Süt ve süt ürünlerinden izole edilen laktik asit bakterilerinin ekzopolisakkarit üretim yeteneklerinin araştırılması*. Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, Türkiye, 187 s.
- Ribet, L., Dessalles, R., Lesens, C., Brusselaers, N., Durand-Dubief, M. (2023). Nutritional benefits of sourdoughs: a systematic review. *Advances in Nutrition*, 14: 22-29.
- Rizzello, C.G., De Angelis, M., Di Cagno, R., Camarca, A., Silano, M., Losito, I., De Vincenzi, M., De Bari, M.D., Palmisano, F., Maurano, F., Gianfrani, C., Gobetti, M. (2007). Highly efficient gluten degradation by lactobacilli and fungal proteases during food processing: new perspectives for celiac disease. *Applied and Environmental Microbiology*, 73: 4499-4507.
- Rostami, K., Rostami-Nejad, M., Dulaimi, D. A. (2015). Post gastroenteritis gluten intolerance. *Gastroenterology and Hepatology from Bed to Bench*, 8(1): 66-70.
- Roszkowska, A., Pawlicka, M., Mroczek, A., Balabuszek, K., Nieradko-Iwanicka, B. (2019). Non-celiac gluten sensitivity: a review. *Medicina*, 55, 222, doi:10.3390/medicina55060222.
- Sapone, A., Bai, J., Ciacci, C., Dolinsek, J., Green, P., Hadjivassiliou, M., Kaukinen, K., Rostami, K., Sanders, D., Schumann, M., Ullrich, R., Villalta; D., Volta, U., Catassi, C., Fasano, A. (2012). Spectrum of gluten-related disorders: consensus on new nomenclature and classification. *BMC Medicine*, 10, 13.
- Saturni, L., Ferretti, G., Bacchetti, T. (2010). The gluten-free diet: safety and nutritional quality. *Nutrients*, 2010, 2: 16-34, doi:10.3390/nu2010016.
- Tangüler, H., Selli, S., Şen, K., Cabaroğlu, T. (2017). Aroma composition of shalgam: a traditional Turkish lactic acid fermented beverage. *Journal of Food Science and Technology*, 54: 2011–2019.
- Tangüler, H., Saris, P. E. J., Erten, H. (2014). Microbial, chemical and sensory properties of shalgams made using different production methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95: 1008–1015. doi:10.1002/jsfa.6781.
- Tangüler, H., Erten, H. (2012a). Chemical and microbiological characteristics of shalgam (şalgam): a traditional Turkish lactic acid fermented beverage. *Journal of Food Quality*, 35: 298–230. doi:10.1111/j.1745-4557.2012.00447.x.
- Tangüler, H., Erten, H. (2012b). Occurrence and growth of lactic acid bacteria species during the fermentation of shalgam (şalgam), a traditional Turkish fermented beverage. *Food Science and Technology*, 46: 36–41, doi:10.1016/j.lwt.2011.10.026.
- 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: 212-220.
- Tanrıseven, D., Dıblan, S., Selli, S., Kelebek, H. (2018). Şalgam suyunun üretim yöntemleri ve biyoaktif bileşenleri. *Artibilim: Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1): 38 – 45.
- Utuş, D. (2008). *Şalgam suyu üretiminde kullanılan siyah havuç (daucus carota) boyutunun şalgam suyu kalitesi üzerine etkisi*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, Türkiye, 55 s.
- Üçok, E. F., Tosun, H. (2012). Şalgam suyu üretimi ve fonksiyonel özellikleri. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1): 17 – 26.
- Verma, A.K., Gatti, S., Galeazzi, T., Monachesi, C., Padella, L., Baldo, G.D., Annibali, R., Lionetti, E., Catassi, C. (2017). Gluten contamination in naturally or labeled gluten-free products marketed in Italy. *Nutrients*, 9.
- Whitmire, J. M., Merrell, D. S. (2012). Successful culture techniques for *Helicobacter* Species: general culture techniques for *Helicobacter pylori*. *Helicobacter Species: Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology*, Houghton, J. M. (Ed.), 921, Springer Science+Business Media, UK, s. 17-27. doi:10.1007/978-1-62703-005-2_4.
- Yetiman, A.E., Keskin, A., Darendeli, B.N., Kotil, S.E., Ortakci, F., Dogan, M. (2022). Characterization of genomic, physiological, and probiotic features *Lactiplantibacillus plantarum* DY46 strain isolated from traditional lactic acid fermented shalgam beverage. *Food Bioscience*, 46, 101499.
- Yu, J., Geng, Y., Xia, H., Ma, D., Liu, C., Wu, R., Wu, J., You S., Bi, Y. (2022). LAB fermentation improves production of bioactive compounds and antioxidant activity of *Withania somnifera* extract and its metabolic signatures as revealed by LC-MS/MS. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32(4): 473-483.